



Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

Centro Interdisciplinario de Posgrados

Investigación y Consultoría

Departamento de Ingeniería

Doctorado en Planeación Estratégica y

Dirección de Tecnologías

Título de la investigación

Modelo difuso de gestión para potencializar el desarrollo
de regiones como contribución al Desarrollo Sostenible

Tesis que para obtener el Grado de Doctor
En Planeación Estratégica y Dirección de Tecnologías

Presenta

Ingrid Nineth Pinto López

Director de Tesis

Dr. Alfredo Toriz Palacios



UPAEP – Secretaría General

Dirección General de Apoyos Académicos

Dirección del Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación.

Biblioteca Central - **Karol Wojtyla**

Tesis Digitales Restricciones de uso:

DERECHOS RESERVADOS ©

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

El uso de textos, imágenes, gráficas, 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 de donde la obtuvo mencionando el autor o autores involucrados en el documento.

Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla
Centro Interdisciplinario de Posgrados
Investigación y Consultoría
Departamento de Ingeniería
Doctorado en Planeación Estratégica
y Dirección de Tecnología

Se aprueba la Tesis:

Modelo difuso de gestión para potencializar el desarrollo
de regiones como contribución al desarrollo sostenible

Nombre del Alumno

Ingrid Nineth Pinto López

Comité Asesor

Dr. Alfredo Toriz Palacios

Director de Tesis

Dra. Beatriz Pico González
Asesora

Dr. José Luis Pérez Escobedo
Asesor

Puebla, México.

Julio de 2015

Índice

PARTE I. Introducción a la investigación	10
Capítulo 1 – Introducción	12
1.1 Planteamiento del problema	12
1.2 Justificación	13
1.3 Objetivo general	16
1.4 Objetivos específicos	16
1.5 Hipótesis	16
1.6 Pregunta de investigación	17
1.7 Alcances y limitaciones	17
1.8 Metodología	17
Capítulo 2 – Estado del arte	21
2.1 Introducción	21
2.2 Análisis Desarrollo Sostenible	21
2.2.1 Publicaciones por año	21
2.2.2 Estructura general de las citaciones	22
2.2.3 Artículos más influyentes de acuerdo a la cantidad de citas	24
2.3 Análisis sobre la toma de decisión en la incertidumbre	26
2.3.1 Publicaciones por año	26
2.3.2 Estructura general de las citaciones	27
2.3.3 Artículos más influyentes de acuerdo a la cantidad de citas	28
2.3.4 Revistas más influyentes en fuzzy decision-making	29
2.3.5 Libros importantes en fuzzy decision-making	30
2.3.6 Autores con más presencia en fuzzy decision-making	31
PARTE II. Referencial Teórico	33
Capítulo 3 – Contexto del desarrollo sostenible	35
3.1 Introducción	35
3.2 Desarrollo Sostenible	35
3.2.1 Antecedentes	35

3.2.2 Concepto de desarrollo sostenible	38
3.2.3 El desarrollo sostenible en las últimas décadas	41
3.2.4 El desarrollo sostenible, nuevo paradigma en los sistemas socioeconómicos	45
3.3 La subjetividad en el desarrollo sostenible	50
3.4 Indicadores de desarrollo sostenible	54
 Capítulo 4 – Contexto lógica difusa	 60
4.1 Introducción	60
4.2 Antecedentes	61
4.3 Conceptos matemáticos de la incertidumbre	65
4.3.1 Incertidumbre y azar	65
4.3.2 Teoría de los subconjuntos difusos	67
4.3.3 Fundamentos de la teoría de la decisión	68
4.3.3.1 Concepto de relación	68
4.3.3.2 Concepto de asignación	69
4.3.3.3 Concepto de agrupación	70
4.3.3.4 Concepto de ordenación	71
 PARTE III. Metodología Preferencias Subjetivas	 73
Capítulo 5 – Modelo de Preferencias Subjetivas	75
5.1 Introducción	75
5.2 Definición de orden	75
5.3 Metodología Preferencias Subjetivas	76
5.4 Algoritmo Preferencias Subjetivas	82
5.5 Escala Endecadaria	83
 PARTE IV. Implementación y desarrollo	 86
Capítulo 6- Implementación y desarrollo	88
6.1 Introducción	88
6.2 Parte 1. Análisis dimensión económica	89
6.2.1 Definición de los conjuntos	89
6.2.2 Datos de estudio	91

6.2.3 Normalización de los datos	95
6.2.4 Parametrización por indicador	99
6.2.5 Escala Endecadaria	105
6.2.6 Análisis de resultados	111
6.3 Parte 2. Análisis todas las dimensiones del desarrollo sostenible	115
6.3.1 Conjuntos de objetos y características	115
6.3.2 Datos de estudio	117
6.3.3 Fusificación de indicadores	120
6.3.4 Matriz de prioridades	124
6.3.5 Importancia relativa de los Estados de la República Mexicana al desarrollo sostenible	127
6.3.6 Análisis de resultados	129
6.3.7 Conclusiones y trabajo futuro	140
Capítulo 7. Referencias bibliográficas	143

Índice de Tablas

Tabla 1. Estructura general de las citaciones para el término Sustainable-Development.	22
Tabla 2. H-index para el término Sustainable_Development	23
Tabla 3. Top-19 de los artículos más influyentes en Sustainable_Development research	24
Tabla 4. Libros influyentes en Sustainable-Development research	25
Tabla 5. Estructura general de las citaciones para el término fuzzy decision-making	27
Tabla 6. H-index para el término fuzzy decision-making	27
Tabla 7. Top-30 de los artículos más influyentes en fuzzy decision-making	28
Tabla 8. Revistas más influyentes en fuzzy decision-making	30
Tabla 9. Libros importantes en fuzzy decision-making	31
Tabla 10. Top-10. Autores con más presencia en fuzzy decision-making	31
Tabla 11. Temas prioritarios identificados en el Informe Bruntland	38
Tabla 12. Acontecimientos internacionales en pro del desarrollo sostenible	41
Tabla 13. Evolución de los sistemas indicadores de sostenibilidad	55
Tabla 14. Indicadores de Desarrollo Sostenible CSD	56
Tabla 15. Escala Endecadaria	84
Tabla 16. Conjunto de Estados (objetos)	90
Tabla 17. Conjunto de Indicadores (características)	91
Tabla 18. Concentrado de Información (miles de pesos)	91
Tabla 19. Datos normalizados por indicadores	95
Tabla 20. Parametrización por indicadores	99
Tabla 21. Comparativo que muestra que la parametrización mantiene el orden y es consistente	104
Tabla 22. Diseño de Escala Endecadaria	106
Tabla 23. Matriz de prioridades	106

Tabla 24. Ordenación y ponderación de los indicadores	109
Tabla 25. Vector final con la ponderación y ordenación de los Estados de la República Mexicana	110
Tabla 26. Suma total aportada al PIB y ordenación de los Estados de la República Mexicana	112
Tabla 27. Ordenamiento de los Estados de la República Mexicana	113
Tabla 28. Campeche – Chihuahua	114
Tabla 29. Baja California – Tabasco	115
Tabla 30. Conjunto de Estados (objetos), parte 2	115
Tabla 31. Conjunto de Indicadores (características), parte 2	116
Tabla 32. Concentrado de Información, parte 2	117
Tabla 33. Representación de datos en escala difusa	121
Tabla 34. Matriz de prioridades considerando todas las dimensiones del desarrollo sostenible	124
Tabla 35. Vector resultado de la matriz de prioridades	126
Tabla 36. Vector final con la ponderación y ordenación de los Estados	128
Tabla 37. Dimensión económica – Todas las dimensiones del DS	129
Tabla 38. Ponderación Dimensión económica – Todas las dimensiones	130
Tabla 39. Todas dimensiones Colima – Guerrero	132
Tabla 40. Todas dimensiones Chihuahua – Coahuila de Zaragoza	133
Tabla 41. Todas las dimensiones Coahuila de Zaragoza – Colima	135
Tabla 42. Ponderación con matriz de prioridades – sin matriz de Prioridades	136
Tabla 43. Ordenación son matriz de prioridades – ordenación sin matriz de prioridades	137
Tabla 44. Análisis de indicadores Morelos – Puebla	139

Índice de Figuras

Figura 1.1 Planteamiento de la investigación	12
Figura 1.2 Justificación de la investigación	15
Figura 1.3 Metodología	18

Índice de Gráficos

Gráfico 1. Número de publicaciones por año	22
Gráfico 2. Citas al año del término Sustainable-Development	23
Gráfico 3. Número de publicaciones por año	26
Gráfico 4. Citas al año del término fuzzy decision-making	28
Gráfico 5. Ámbitos prioritarios mencionados por los Estados Miembros	48
Gráfico 6. Todas las dimensiones Colima – Guerrero	132
Gráfico 7. Todas las dimensiones Chihuahua – Coahuila de Z.	133
Gráfico 8. Todas las dimensiones Coahuila de Zaragoza – Colima	135

PARTE I – Introducción a la investigación

CAPÍTULO 1

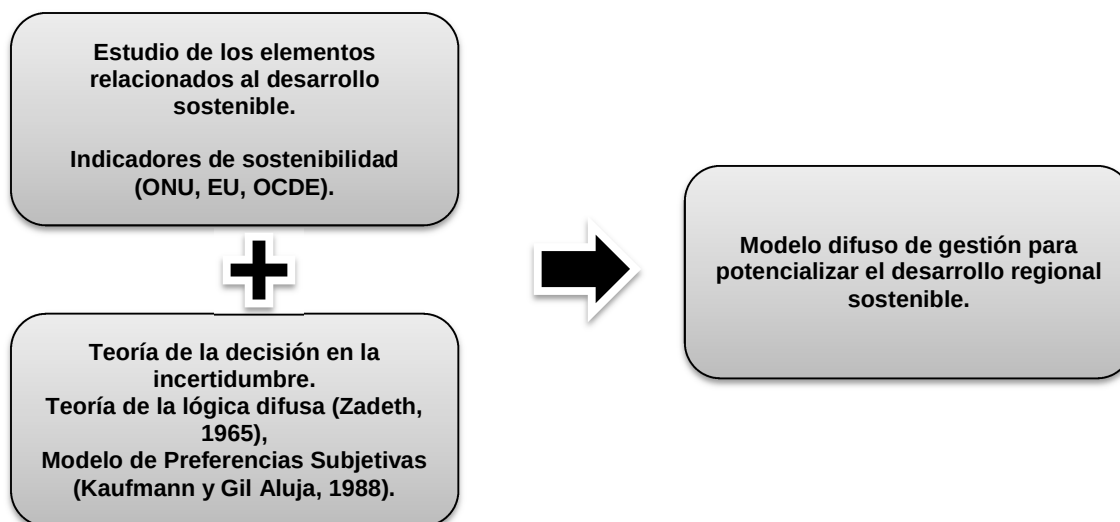
Capítulo 1 – Introducción

1.1 Planteamiento del problema

El desarrollo sostenible es uno de los grandes retos para el siglo XXI debido a que abre la posibilidad de lograr un crecimiento económico compatible, sin comprometer las posibilidades de las generaciones del futuro para atender sus propias necesidades. Se busca que las personas sean las destinatarias del desarrollo y para lograrlo se deben reconocer los nuevos escenarios que precisan nuevos enfoques metodológicos.

El trabajo de investigación que se propone para el desarrollo de la Tesis Doctoral está basado en la aplicación de un modelo de gestión en el ámbito de la sostenibilidad regional, a partir de la teoría de la decisión en la incertidumbre y del estudio de los elementos relacionados con el desarrollo sostenible, en las dimensiones económica, social, ambiental e institucional. La figura 1.1 presenta el planteamiento de la investigación.

Figura 1.1 Planteamiento de la investigación



Fuente: Elaboración propia (2015)

La investigación sobre el desarrollo sostenible tiene como base la información difundida por los organismos internacionales que tienen entre sus objetivos ayudar a los países a construir y fortalecer las economías y a estabilizar los mercados

financieros, entre éstos organismos se encuentran: la Organización de las Naciones Unidas (ONU), la Unión Europea (EU) y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE). De igual manera se analizan autores que han hablado sobre la relevancia del desarrollo sostenible, entre los que se encuentran: Smit. B., Wandel, J. (2006), Zhao, F., Xi, S., Yang, X. (2012), Cash, DW., Clark WC, Alcock F., ét al. (2003), Reed, M. (2008), Shrivastava, P. (1995), Gladwin, TN., Kennelly, JJ., Krause, TS. (1995). Además otros temas relacionados con el desarrollo sostenible serán objeto de estudio, como por ejemplo: la subjetividad, el bienestar social, el crecimiento sostenible.

En relación a la Teoría de la Decisión en la Incertidumbre, la propuesta de investigación se inicia con la Teoría de los Subconjuntos difusos desarrollada por Zadeh en 1965, a partir de la publicación del artículo "Fuzzy Sets" en la revista *Information and Control*. La Teoría de los Subconjuntos difusos inicialmente fue aplicada en el ámbito de las ciencias formales, sin embargo en los últimos 50 años, investigadores de todo el mundo han dado a conocer infinidad de investigaciones y aplicaciones en diversos ámbitos.

1.2 Justificación

El concepto de Desarrollo Sostenible surge en la década de los ochenta, debido a las voces que alertaban sobre la necesidad de considerar los límites de crecimiento del planeta, en un entorno en el que el carácter desigual e insostenible para la sociedad y los efectos nocivos sobre el medio ambiente ocasionados por los modelos de desarrollo económico dominantes derivarían en el corto plazo en el agotamiento de los recursos físicos del entorno que habitamos, generado este básicamente por tres factores: la sobreexplotación del suelo, el crecimiento indiscriminado de la población y la contaminación ambiental.

En el "Informe Brundtland" (Nuestro Futuro Común), dado a conocer en 1987 por la Comisión Mundial para el Medio Ambiente y el Desarrollo se abre la posibilidad de un nuevo paradigma al proponer una nueva era de crecimiento económico que asegure que el desarrollo sea sostenible, o sea, que satisfaga las necesidades del

presente sin comprometer las capacidades de las futuras generaciones para satisfacer las propias y con ello romper con las pautas del pasado al cambiar los viejos enfoques de desarrollo.

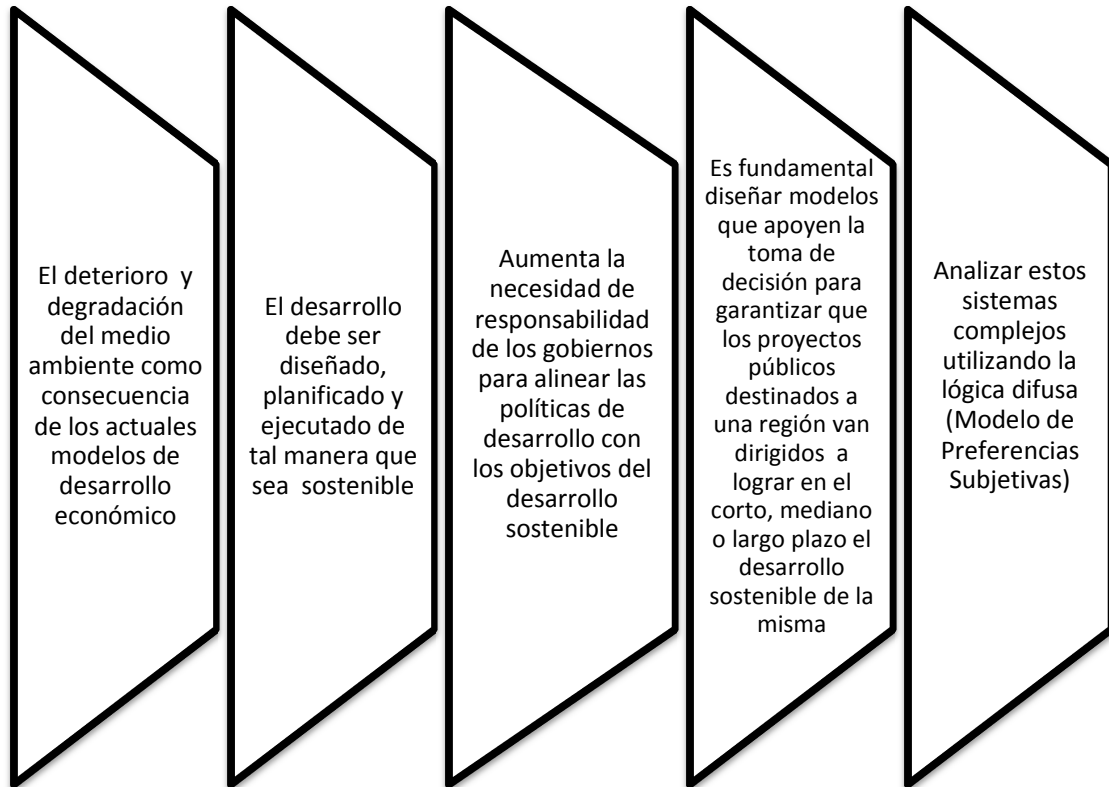
A más de dos décadas de la oportunidad de adoptar un nuevo paradigma que modifique las prácticas dominantes de desarrollo económico el mundo parece ausente en materia de aplicación de las sugerencias de Río, dado que aún persisten altos niveles de desempleo y subempleo, más de 1000 millones de personas en el mundo sigue viviendo en pobreza extrema, el cambio climático es una crisis intersectorial y persistente por lo tanto la magnitud y gravedad de los efectos adversos del cambio climático afectan a todos los países y ponen en peligro la viabilidad y la supervivencia de las naciones, ciertos problemas de salud pública, como las pandemias y las epidemias, siguen constituyendo una amenaza omnipresente.

Frente a estos cambios es necesario encontrar modelos que ayuden a generar información más cercana a la realidad que permitan una toma de decisión informada, principalmente en un ambiente de incertidumbre. A menudo, quienes ostentan las riendas de las grandes decisiones socioeconómicas quedan atrapados en las redes de los compromisos a corto plazo. Con unos adecuados estudios, apoyados por técnicas adecuadas de gestión es posible compatibilizar los objetivos a corto y largo plazo y como consecuencia de ello transitar hacia una economía sana con niveles estables de bienestar social y crecimiento sostenible.

Existen teorías que demuestran la utilidad de tomar en cuenta la subjetividad de las personas, en la toma de decisión, la incorporación de ésta al desarrollo se funda en una necesidad de sustentabilidad social.

El estudio de la sostenibilidad, de naturaleza multidimensional, requiere la utilización de nuevos conceptos, modelos y algoritmos, que capten las distintas dimensiones involucradas en el desarrollo sostenible. Debido a la complejidad de la información, se propone analizar estos sistemas utilizando la lógica difusa. La justificación de la investigación se presenta de forma gráfica en la Figura 1.2.

Figura 1.2 Justificación de la investigación



Fuente: Elaboración propia (2015)

En la tesis doctoral se investigaron los métodos de: Modelo de Preferencias Subjetivas, Comparativa Normalizada, el Coeficiente de Adecuación, el índice de Coherencia, Valor Propio Dominante, Distancia de Hamming,... entre otros. Aunque éstos métodos han sido utilizados en áreas diversas, se identifica a través de la investigación que aplicaciones que se relacionen al tema del desarrollo sostenible han sido aún poco exploradas.

Ante tales circunstancias, la justificación de la tesis doctoral se refiere a profundizar sobre el tema del desarrollo sostenible, estudiar los modelos teóricos de la lógica difusa así como aplicaciones existentes y proponer un modelo de gestión que busca potencializar el desarrollo de regiones como contribución al desarrollo sostenible.

1.3 Objetivo general

Desarrollar un modelo difuso de gestión a partir de la teoría de la decisión en la incertidumbre y del estudio de elementos relacionados con el desarrollo sostenible, que integre elementos tanto de naturaleza objetiva como aquellos de carácter subjetivo con la finalidad de lograr un crecimiento más equitativo y sostenible para potencializar el desarrollo de regiones.

1.4 Objetivos específicos

- a) Desarrollar una investigación a través de una base bibliográfica fundamentada en artículos, libros y documentos de organismos internacionales relacionados al desarrollo sostenible en todas sus dimensiones.
- b) Identificar y priorizar indicadores que contribuyen en mayor medida a conseguir el desarrollo sostenible con el propósito de ponderar la importancia relativa de cada indicador con respecto a los demás.
- c) Justificar a través de un profundo estudio de investigación la pertinencia de utilizar como base para el desarrollo del modelo la teoría de la decisión en la incertidumbre, particularmente el “modelo de Preferencias Subjetivas”.
- d) Mostrar la utilidad del modelo desarrollado a través de aplicarlo a un caso de estudio: la República Mexicana.
- e) Generar nuevas aportaciones al conocimiento en la teoría de la decisión en la incertidumbre.

1.5 Hipótesis

La incorporación de metodologías difusas como el modelo de Preferencias Subjetivas en los métodos matemáticos clásicos es un factor clave en el diseño de modelos de gestión para coadyuvar al desarrollo sostenible debido a que se

consideran para el análisis, tanto elementos de naturaleza objetiva como elementos de carácter subjetivo.

1.6 Pregunta de investigación

¿Cuáles son los factores por los que metodologías difusas como la de Preferencias Subjetivas permiten diseñar modelos que generen información más cercana a la realidad y contribuir a una toma de decisión más informada?

1.7 Alcances y limitaciones

Alcances

- El desarrollo de esta investigación y los resultados obtenidos pueden servir para reconsiderar las políticas de crecimiento consideradas hasta ahora.
- Puede ser de utilidad principalmente para los tomadores de decisiones al generar información más cercana a la realidad al considerar elementos de naturaleza objetiva como elementos de carácter subjetivo en el análisis.
- Ofrece la posibilidad de identificar hacia dónde se deben dirigir los esfuerzos de las políticas públicas con el objetivo de lograr un crecimiento más equitativo y sostenible.
- Diseño y desarrollo de una aplicación de software con el propósito de automatizar el modelo de Preferencias Subjetivas.

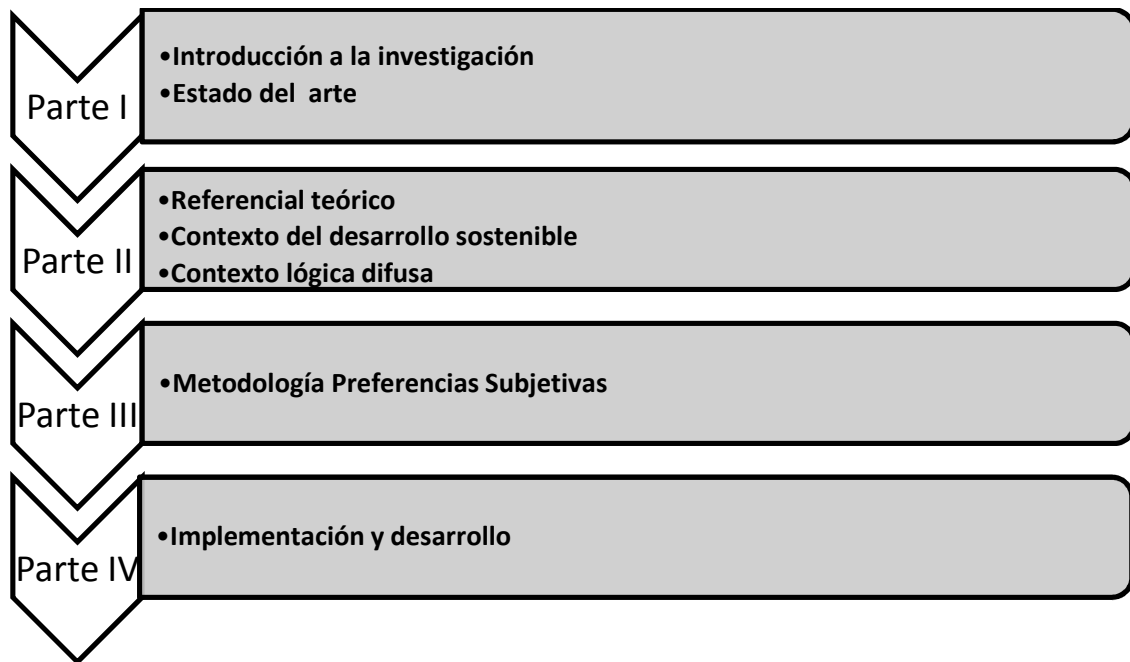
Limitaciones

- Acceso a la información para obtener datos actualizados de los estados.
- Inicialmente la investigación estaba pensada aplicarse en el Estado de Puebla, sin embargo no fue posible obtener información de los indicadores requeridos para todos los municipios de Puebla.

1.8 Metodología

El proceso metodológico para la elaboración de la tesis doctoral se estructura en cinco partes que se describen en la Figura 1.3.

Figura 1.3 Metodología



Ahora se explican brevemente las fases de este proceso.

En la Parte I, se justifica la propuesta a investigar con el objetivo de identificar qué aportaciones puede realizar la investigación a la comunidad científica. A partir de una búsqueda y recopilación de información en fuentes confiables, se analiza el estado del arte en el que se encuentra el tema de desarrollo sostenible y la teoría de la decisión en la incertidumbre. En el capítulo 1 se presenta, la justificación, el objetivo general y los objetivos específicos, la hipótesis, la pregunta de investigación, los alcances y las limitaciones así como la metodología con la que se trabaja la investigación. El Capítulo 2, presenta el estado del arte sobre los temas de análisis: Desarrollo Sostenible y la Teoría de la Decisión en la Incertidumbre; en este capítulo se detalla información que muestra la pertinencia y relevancia del tema investigado como: Las publicaciones por año, la cantidad de citas que han recibido las publicaciones, los artículos más influyentes de acuerdo a la cantidad de citas, las revistas más influyentes así como algunos de los libros más importantes o que han tenido más presencia en el área de análisis. El estudio del estado del arte se realiza con las bases de datos de la ISI Web of Knowledge, particularmente Web of Science y Journal Citation Report así como Google Scholar.

La Parte II, profundiza en el contexto del Desarrollo Sostenible, poniendo de manifiesto la importancia de éste en la actualidad; igualmente profundiza en el contexto de la Teoría de la Decisión en la Incertidumbre mostrando cómo esta metodología coadyuva de manera importante a la toma de decisión y cómo puede ser de utilidad para el crecimiento sostenible de las regiones. En el Capítulo 3, se define el concepto de Desarrollo Sostenible, a partir de que éste fue dado a conocer en el Informe Bruntland, analiza las causas que lo justifican, identificando los factores que lo han convertido en uno de los referentes más habituales en las últimas décadas, así como las perspectivas que lo convierten en un nuevo paradigma en los sistemas socioeconómicos; analiza también la importancia de la subjetividad en la toma de decisión así como los Indicadores que han sido propuestos y desarrollados para medir el desarrollo sostenible de las regiones. El Capítulo 4, destaca las bases conceptuales que se utilizan metodológicamente en la investigación; a partir de este referencial teórico se describen los antecedentes de la lógica difusa partiendo de su origen con los trabajos realizados por el profesor Lofti A. Zadeh, Ebrahim Mandani, Rosenfield, Zimmermann, Kaufmann y Gil Aluja. Además se destaca la importancia de la Teoría de la decisión en la incertidumbre, revisando los fundamentos de ésta, así como su adaptación al tratamiento tanto de lo subjetivo como de lo incierto. Se analizan además los conceptos que la componen: relación, asignación, agrupación y ordenación.

La Parte III, describe algunos de los modelos difusos que se han aplicado como La Distancia de Hamming, la Teoría de los Expertones y los operadores OWA. De igual manera, profundiza y describe los fundamentos teóricos de la metodología de Preferencias Subjetivas a partir de las propiedades del cálculo matricial así como las nociones de valor propio dominante y vector propio correspondiente.

La parte IV, presenta el desarrollo del modelo, los resultados obtenidos y el análisis de los mismos. El capítulo 6, muestra con detalle, el desarrollo del modelo, los datos de estudio, la implementación y los resultados obtenidos así como el análisis de los mismos además de incluir las conclusiones, aportaciones y futuras líneas de investigación; en el capítulo 7 se muestran las fuentes de información que se utilizaron como base para desarrollar la investigación.

CAPÍTULO 2

2. Capítulo 2. Estado del arte

2.1 Introducción

Para analizar el estado del arte, se opta por utilizar como soporte la Web of Science. La Web of Science pertenece a la ISI Web of Knowledge y es de reconocimiento mundial. Principalmente, recoge las revistas científicas de mayor prestigio internacional de cada especialidad. Además, recoge algunos documentos adicionales de gran prestigio como son algunos proceedings de los congresos de mayor impacto internacional. La importancia que tiene se refiere a que se hace posible mostrar los trabajos que se han publicado sobre una especialidad concreta en las principales revistas internacionales.

Para llevar a cabo el análisis, primero se considera el estado del arte relacionado con el desarrollo sostenible. Esto permite observar cual es el ritmo de publicación en la actualidad y cómo han evolucionado estas ideas con el paso del tiempo. Posteriormente realiza el análisis sobre la toma de decisión en la incertidumbre y se revisan aspectos como por ejemplo, los principales investigadores en esta área, cuáles son las principales revistas, cuál ha sido la evolución histórica, los libros y los autores con más presencia en el área.

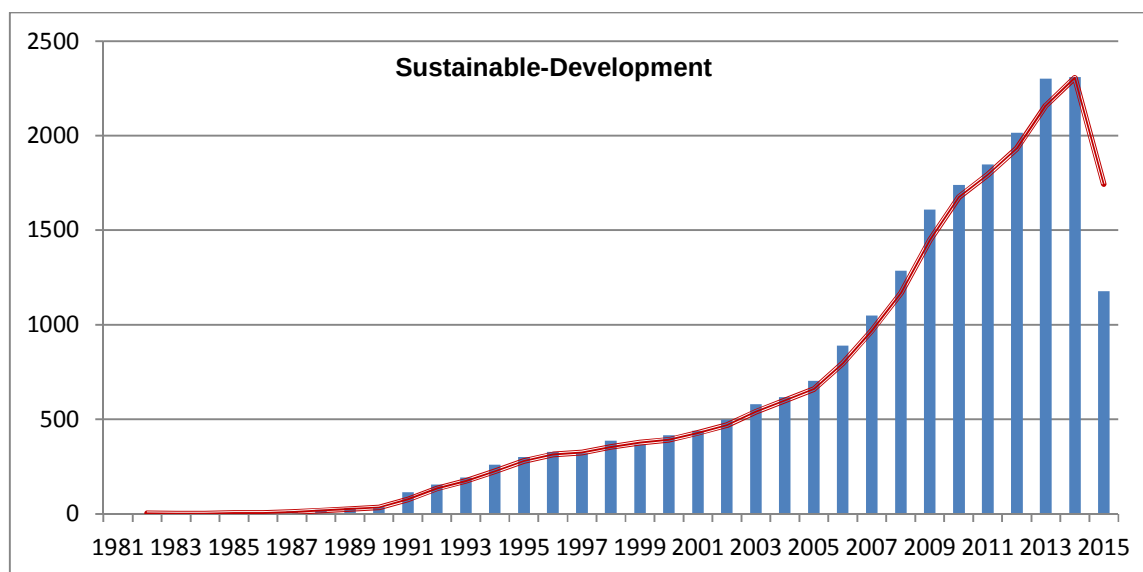
Los datos expuestos han sido recogidos de la Web of Science los días 21, 24 y 26 de Julio de 2015.

2.2 Análisis desarrollo sostenible

2.2.1 Publicaciones por año

Como primera parte del análisis del estado del arte, se realiza este haciendo la búsqueda con el término sustainable-development. Las coincidencias encontradas para este término fueron de 22,200. En esta área en particular el número de artículos científicos en el período de 1981 a 2015 ha ido en aumento mostrando una tendencia creciente (ver Gráfico 1).

Gráfico 1. Número de publicaciones por año



Fuente: Elaboración propia en base a Web of Science 2015, con datos del día 21 de Julio de 2015

Actualmente se publican alrededor de 2200 artículos por año, siendo el 2014 el año record con 2310 publicaciones.

2.2.2 Estructura general de las citaciones

La estructura general de las citaciones se muestra en la tabla 1, en la que se observa que once artículos superan las 500 citaciones y el 9.2% han recibido más de 25 citaciones.

Tabla1. Estructura general de las citaciones para el término Sustainable_Development.

Número de citaciones	Número de artículos
≥ 500	11
≥ 250	37
≥ 100	204
≥ 50	556
≥ 25	1244
< 25	20148
Total de artículos	22,200

Fuente: Elaboración propia en base a Web of Science 2015

El h-index, permite representar la importancia de un grupo de artículos. Por ejemplo, un h-index de 36 significa que existen 36 elementos que tienen 36 citas o más. Con el término Sustainable-Development el h-index se muestra en la Tabla 2.

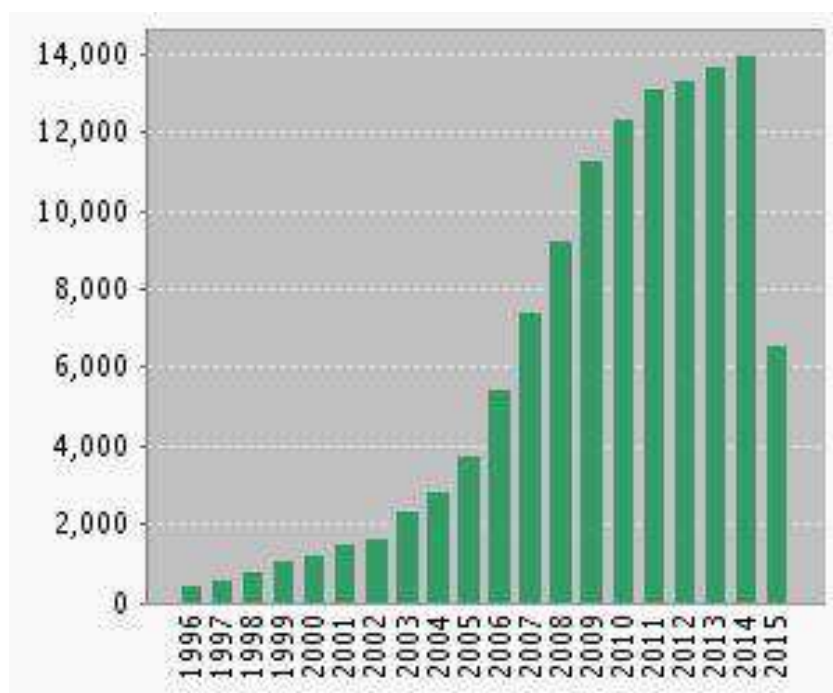
Tabla 2. H-index para el término Sustainable-Development

Año	Resultados	Total de veces citado	Promedio de citas por elemento	h-index
2012-2015	7938	18140	2.31	36
2008-2011	6556	61268	9.45	80
1981-2007	7764	123838	16	126

Fuente: Elaboración propia con datos de Web of Science 2015

El gráfico 2 muestra las citas de este término por año, en el período que comprende de 1981 a 2015, destacándose que en los últimos 5 años el número de citas ha estado por encima de las 12000 al año.

Gráfico 2. Citas al año del término Sustainable-Development



Fuente: Información obtenida de Web of Sience 2015

2.2.3 Artículos más influyentes de acuerdo a la cantidad de citas

Otro aspecto importante a ser analizado se refiere a los artículos más influyentes de acuerdo con la cantidad de veces que ha sido citado.

La tabla 3, muestra el Top-19 de los artículos más citados, se muestran además de los títulos de los artículos, sus autores, el año de publicación y el número total de citaciones que han recibido.

Tabla 3. Top-19 de los artículos más influyentes en Sustainable_Development research

P	Título	Autores	Revista	AP	TC
1	Purifying eutrophic river waters with integrated floating island system	Zhao Fengliang, Xi Shu, Yang Xiaoe, et.al	EE	2012	992 900
2	Adaptation, adaptive capacity and vulnerability	Smit Barry, Wandel Johanna	GECH APD	2006	
3	Understanding the complexity of economic, ecological and social systems	Holling CS	E	2001	744
4	Fuel processing for low-temperature and high-temperature fuel cells- Challenges, and opportunities for sustainable development in the 21 st century	Song CS	CT	2002	683
5	Large breathing effects in three-dimensional porous hybrid matter: facts, analyses, rules and consequences	Ferey Gerard, Serre Christian	CHSR	2009	637
6	Global challenges and strategies for control, conversion and utilization of CO2 for sustainable development involving energy, catalysis, adsorption and chemical processing	Song CS	CT	2006	567
7	Knowledge systems for sustainable development	Cash DW, Clark WC, Alcock F, et al	POTNAOS OTUSOA	2003	554
8	Ecology – Economic reasons for conserving wild nature	Balmford A, Bruner A, Cooper P, et al	S	2002	541
9	Outlook for cellulase improvement: Screening and selection strategies	Zhang Y, H. Percival; Himmel Michael E; Mielenz, Jonathan R.	BA	2006	520
10	Social and ecological resilience: are they related?	Adger, WN.	PIHG	2000	511
11	Solar thermal collectors and applications	Kalogirou, SA.	PIEACS	2004	509
12	Resilience and sustainable development: Building adaptive capacity in a world of transformations	Folke, C; Carpenter, S; Elmqvist, T; et al..	A	2002	428
13	Plant oil renewable resources as green alternatives in polymer science	Meier, Michael A.R; Metzger, Juergen O.; Schubert, Ulrich S.	CHSR	2007	427
14	Corporate Social Responsibility theories: Mapping the territory	Garriga, E.; Mele, DN.	JOBE	2004	411
15	Biogas production: current state and perspectives	Weiland, Peter.	AMAB	2010	402
16	Stakeholder participation for environmental management: A literature review	Reed, Mark S.	BC	2008	394
17	Ethanol for a sustainable energy future	Goldemberg, Jose.	S	2007	390
18	The role of corporations in achieving ecological	Shrivastava, P.	AOMR	1995	382

19	sustainability Shifting paradigms for sustainable development – implications for management theory and research	Gladwin, TN; Kennelly, JJ; Krause, TS.	AOMR	1995	379
----	--	--	------	------	-----

Fuente: Elaboración propia en base a Web of Science 2015. P: Posición, AP: Año de publicación; TC: Total de citaciones; EE: Ecological Engineering; GECHAPD: Global Environmental Change-Human and Policy Dimensions; E: Ecosystems; CT: Catalysis Today; CHSR: Chemical Society Reviews; POTNAOSOTUSOA: Proceedings Of The National Academy Of Sciences Of The United States Of America; S: Science; BA: Biotechnology Advances; PIHG: Progress In Human Geography; PIEACS: Progress In Energy And Combustion Science; A: Ambio; JOBE: Journal Of Business Ethics; AMAB: Applied Microbiology And Biotechnology; BC: Biological Conservation; AOMR: Academy Of Management Review.

En la tabla 3, se observa que el trabajo más influyente es el de Zhao Fengliang (2012), et. ál; con 992 citaciones y está publicado en la revista Ecological Engineering. Otros trabajos destacados con más de 700 citaciones son el de Smit, Barry y Wandel, Johanna (2006) publicado en la revista Global Environmental Change-Human And Policy Dimensions, así como el de Holling, CS. (2001), publicado en Ecosystems. En este Top-19 también se destacan autores como Cash, DW., Clark, WC., Alcock, F., Gladwin, TN., Kennelly, JJ., Krause, TS., por su número de publicaciones así como las revistas Catalysis Today y Science.

En la tabla 4 se presentan algunos libros con gran importancia dentro de esta área de investigación. En este apartado el número de veces que han sido citados se toma de la base de datos de Google Scholar hasta 2015.

Tabla 4. Libros influyentes en Sustainable-Development research

P	Título	Autores	AP	TC
1	Beyond the limits: global collapse or a sustainable future	DH Meadows, DL Meadows, J Randers	1992	2737
2	Sustainable Development: Exploring the contradictions	M Redclift	2002	1595
3	Ecological economics: the science and managment of sustainability	R. Costanza	1992	1434
4	Green development: Environment and sustainability in the Third World	WM Adams	2003	1415
5	Common property resources: ecology and community based sustainable developmen	Berkes, F.	1989	1346
6	Capital theory and the measurement of sustainable development: an indicator of weak sustainability	DW Pearce, GD Atkinson	1993	1055
7	Institucional incentives and sustainable development	Ostrom, E.; Schroeder, L.; Wynne, S.	1993	1052
8	Economic growth and environmental degradation: the environmental Kuznets curve and sustainable development	DI Stern, MS Common, EB Barbier	1996	934
9	Sustainable development and urban form	MJ Breheny, Regional Science Association	1992	734
10	Sustainable environmental mangement: principles and prctice.	Sustainable environmental mangement: principles and prctice.	1988	559

11	Relfexive governance for sustainable development	JP Voss, D Bauknecht	2006	455
12	Economics of development	DH Perkins, S Radelet, DL Lindauer, SA Block	2013	391
13	Hijacking environmentalist: Corporate responses to sustainable development	R Welford	2013	383
14	The road from Rio: sustainable development and the nongovernmental movement in the Third World	Fisher, J.	1993	363
15	Sustinable development strategies: a resource book	S Bass, B Dalal-Clayton	2012	312

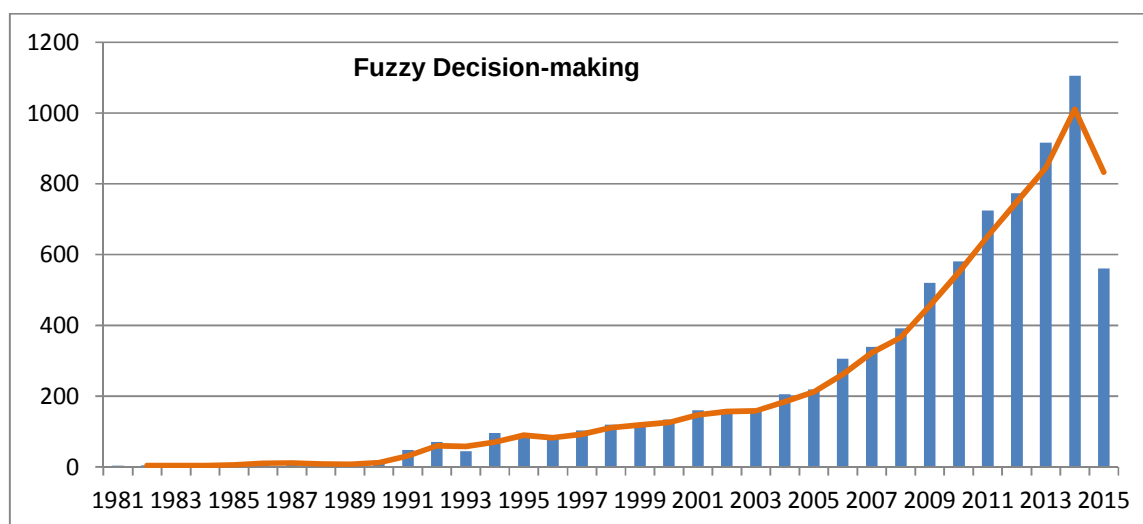
Fuente: Elaboración propia con base a Google Scholar hasta 2015. P: posición, AP: Año de publicación, TC: Total de citas.

2.3 Análisis sobre la toma de decisión en la incertidumbre

2.3.1 Publicaciones por año

El análisis se realiza haciendo la búsqueda con el término fuzzy decision-making. Las coincidencias encontradas para este término fueron de **8137**. Se observa que el número de artículos científicos en el período de 1981 a 2015 ha ido en aumento mostrando una tendencia creciente (ver Gráfico 3).

Gráfico 3. Numero de publicaciones por año



Fuente: Elaboración propia en base a Web of Science 2015, con datos del día 24 de Julio de 2015

En la actualidad se publican alrededor de 777 artículos por año, siendo el 2014 el año record con 1105 publicaciones.

2.3.2 Estructura general de las citaciones

La estructura general de las citaciones se muestra en la tabla 5, en la que se observa que cuarenta artículos superan las 250 citaciones y el 21.11% han recibido más de 25 citaciones.

Tabla5. Estructura general de las citaciones para el término fuzzy decisión-making

Número de citaciones	Número de artículos
≥ 500	3
≥ 250	37
≥ 100	185
≥ 50	425
≥ 25	1068
< 25	6419
Total de artículos	8137

Fuente: Elaboración propia en base a Web of Science 2015

Con el término fuzzy decisión-making el h-index para el período que comprende de 1981 a 2015, se muestra en la Tabla 6.

Tabla 6. H-index para el término fuzzy decisión-making

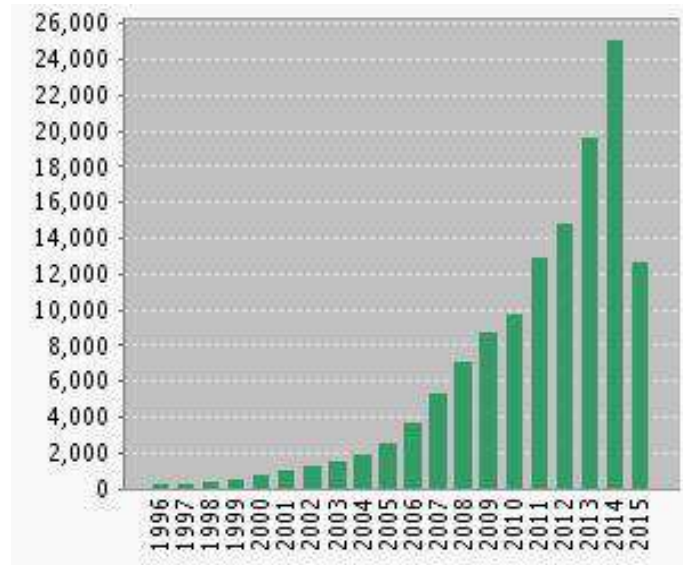
Año	Resultados	Total de veces citado	Promedio de citas por elemento	h-index
1981-2015	8127	132072	16.29	131

Fuente: Elaboración propia con datos de Web of Science 2015

De acuerdo a los datos mostrados en la tabla 6, existen 131 artículos con el término fuzzy decision making, que tienen 131 citas o más.

El Gráfico 4 muestra las citas del término “fuzzy decision-making” por año, en el período que comprende de 1981 a 2015, destacando que el año con más publicaciones citadas es el 2014, con más de 24000 citaciones.

Gráfico 4. Citas al año del término fuzzy decision-making



Fuente: Información obtenida de Web of Science 2015

2.3.3 Artículos más influyentes de acuerdo a la cantidad de citas

La tabla 7, muestra el Top-30 de los artículos más citados, se muestran, además de los títulos de los artículos, sus autores, el año de publicación y el número total de citaciones que han recibido.

Tabla 7. Top-30 de los artículos más influyentes en fuzzy decision-making

	Título	Autores	Revista	AP	TC
1	Extensions of the TOPSIS for group decision-making under fuzzy environment	Chen, CT	FSS	2000	810
2	Linguistic decision analysis: steps for solving decision problems under linguistic information	Herrera, F.; Herrera-Viedma, E.	FSS	2000	644
3	Fuzzy-Trace Theory – An Interim Synthesis	Reyna, VF; Brainerd, CJ	LID	1995	518
4	Analytic hierarchy process: An overview of applications	Vaidya, OS; Kumar, S	EJOR	2006	475
5	Ranking fuzzy numbers with integral value	Liou, TS; Wang, MJJ	FSS	1992	472
6	Integrating three representation models in fuzzy multipurpose decision making based on fuzzy preference relations	Chiclana, F; Herrera, F; Herrera-Viedma, E	FSS	1998	452
7	A model of consensus in group decision making under linguistic assessments	Herrera, F; Herrera-Viedma, E; Verdegay, JL	FSS	1996	451
8	Condition monitoring and fault diagnosis of electric al motors – A review	Nandi, S; Toliyat, HA; Li, XD	IEEEEC	2005	449
9	Multicriteria fuzzy decision-making problems	Hong, DH; Choi, CH	FSS	2000	448

	based on vague set theory				
10	Handling multicriteria fuzzy decision-making problems based on vague set theory	Chen, SM; Tan, JM	FSS	1994	448
11	Fuzzy min-max neural networks .1. classification	Simpson, PK	IEEEETNN		434
12	Some geometric aggregation operators based on intuitionistic fuzzy sets	Xu, Zeshui; Yager, Ronald, R	IJGS	2006	429
13	Fuzzy preference orderings in group decision making	Tanino, T	FSS	1984	425
14	Intuitionistic fuzzy aggregation operators	Xu, Zeshui	IEEEETFS	2007	418
15	A model based on linguistic 2-tuples for dealing with multigranular hierarchical linguistic contexts in multi-expert decision-making	Herrera, F; Martinez, L	IEEEETSMC PB	2001	418
16	An overview of operators for aggregating information	Xu, ZS; Da, QL	IJIS	2003	395
17	A fuzzy approach for supplier evaluation and selection in supply chain management	Chen, CT; Lin, CT; Huang, SF	IJPE	2006	384
18	Group decision-making with a fuzzy linguistic majority	Kacprzyk, J	FSS	1986	370
19	Optimization under uncertainty: state-of-the-art and opportunities	Sahinidis, NV	C&CE	2004	350
20	A fusion approach for managing multi-granularity linguistic term sets in decision making	Herrera, F; Herrera-Viedma, E; Martinez, L	FSS	2000	350
21	Direct approach processes in group decision making using linguistic OWA operators	Herrera, F; Herrera-Viedma, E; Verdegay, JL	FSS	1996	346
22	Neuro-fuzzy rule generation: survey in soft computing framework	Mitra, S; Hayashi, Y	IEEEETNN	2000	342
23	An application of soft sets in a decision making problema	Maji, PK; Roy, AR	C&MA	2002	340
24	Some issues on consistency of fuzzy preference relations	Herrera-Viedma, E; Herrera, F; Chiclana, F; et ál..	EJOR	2004	329
25	A new approach for ranking fuzzy numbers by distanced method	Cheng, CH	FSS	1998	313
26	Application of multi-criteria decision making to sustainable energy planning – A review	Pohekar, SD; Ramachandran, M	R&SER	2004	307
27	The application of fuzzy integrals in multicriteria decision making	Grabisch, M	EJOR	1996	305
28	A linguistic model of consensus in group decision making based OWA operators	Bordogna, G; Fedrizzi, M; Pasi, G	IEEEETSM CPAH	1997	298
29	Integrating multiplicative preference relations in a multipurpose decision-making model based on fuzzy preference relations	Chiclana, F; Herrera, F; Herrera-Viedma, E.	FSS	2001	291
30	A sequential selection process in group decision-making with a linguistic assessment approach	Herrera, F; Herrera-Viedma, E; Verdegay, JL	IS	1995	290

Fuente: Elaboración propia en base a Web of Science 2015. AP: Año de publicación; TC: Total de citas; FSS: Fuzzy Sets And Systems; LID: Learning and Individual Differences; EJOR: European Journal of Operational Research; IEEEETEC: IEEE Transactions on Energy Conversion; IEEEETNN: IEEE Transactions On Neural Networks; IJGS: International Journal of General Systems; IEEEETFS: IEEE Transactions on Fuzzy Systems; IEEEETSMCPB: IEEE Transactions on Systems Man and Cybernetics Part B-Cybernetics; IJIS: International Journal of Intelligent Systems; IJPE: International Journal Of Production Economics; C&CE: Computers & Chemical Engineering; C&MA: Computers & Mathematics with Applications; R&SER: Renewable & Sustainable Energy Reviews; IEEEETSMCPAH: IEEE Transactions on Systems Man and Cybernetics Part A-systems and Humans; IS: Information Sciences.

2.3.4 Revistas más influyentes en fuzzy decision-making

Los trabajos de investigación referidos en la tabla 7 son publicados en un gran número de revistas, algunas de éstas son muy específicas en la temática y otras

son más multidisciplinarios. La tabla 8 muestra las 10 revistas más influyentes relacionadas con el término fuzzy decision-making.

Tabla 8. Revistas más influyentes en fuzzy decision-making

P	Revista	H-FDM	TVC	AEC	APFDM	TAP	IF
1	FSS	71	20049	12464	465	511	1.986
2	EJOR	52	9406	7295	215	20517	2.358
3	ESA	51	12665	6894	638	12685	2.240
4	IS	49	8275	5301	325	9397	4.038
5	IEEEETFS	35	4523	3322	135	1778	8.746
6	AS	28	2795	2175	231	2808	2.810
7	KBS	28	2585	1624	172	2231	2.947
8	IJIS	27	2850	1956	134	1572	1.886
9	IJPE	27	2612	2015	64	11358	2.752
10	IJAR	27	2188	1958	66	1392	2.451

Fuente: Web of Science. P: posición; H-FDM: Hindex con fuzzy decision-making; TVC: total de veces citado; AEC: artículos en que se cita; APFDM: Artículos publicados en fuzzy decision-making, TAP: total de artículos publicados en la revista; IF: Factor de impacto; FSS: Fuzzy Sets and System; EJOR: European Journal of Operation Research; ESA: Expert Systems with Applications; IS: Information Sciences; IEEEETFS: IEEE Transaction on Fuzzy Systems; AS: Applied Softcomputing; KBS: Knowledge Bases System; IJIS: International Journal of Intelligent System; IJPE: International Journal of Production Economics; IJAR: International Journal of Approximate Reasoning.

La tabla 8 muestra que la revista con más publicaciones con el término fuzzy decision making es Fuzzy Sets and System (FSS) con un h-index de 71, las que le siguen con una considerable diferencia en el h-index son European Journal of Operation Research (EJOR) con un h-index de 52 y Expert Systems with Applications (ESA) con un h-index de 51. De igual manera se observa que el 91% de las publicaciones totales de FSS están relacionadas a las investigaciones en fuzzy decision-making. Para las demás revistas el porcentaje de publicaciones relacionadas con fuzzy decision-making es: EJOR 1.05%, ESA: 5.03%, IS: 3.5%, IEEEETFS: 7.6%, AS: 8.22%, KBS: 7.7%, IJIS: 8.5%, IJPE: 0.56%, IJAR: 4.74%.

2.3.5 Libros importantes en fuzzy decision-making

La tabla 9 muestra algunos libros con gran importancia dentro de esta área de investigación. En este apartado el número de veces que han sido citados se tomaron de la base de datos de Google Scholar hasta 2015.

Tabla 9. Libros importantes en fuzzy decision-making

P	Título	Autores	AP	TC
1	Multiple criteria decision making	M Zeleny, JL Cochrane	1973	3608
2	Multiple objective decision making	CL Hwang, ASM Masud	1979	1558
3	Fuzzy sets, decision making, and expert systems	HJ Zimmermann	2012	1225
4	Multi-criteria decision making methods: A comparative study	E Triantaphyllou	2013	1215
5	Fuzzy sets and Their Applications to Cognitive and Decision Processes	LA Zadeh, KS Fu, K Tanaka	2014	527
6	Fuzzy logic for business, finance and management	G Bojadziev, M Bojadziev	2007	439
7	Fuzzy theories on decision making: A critical Review	WJM Kickert	1978	327
8	Intrducción de la Teoría de los Subconjuntos borrosos a la Gestión de Empresas	Kaufmann, A; Gil Aluja, J	1986	185
9	Técnicas Operativas de Gestión para el Tratamiento de la Incertidumbre	Kaufmann, A; Gil Aluja, J	1987	182
10	FuzzyLogic in Financial Analysis	Gil-Lafuente, A.M.	2005	116
11	Elements for a Theory of Decision in Uncertainty	Gil Aluja, J.	1999	101
12	Las Matemáticas del Azar y de la Incertidumbre: Elementos Básicos para su Aplicación en Economía	Kaufann, A; Gil Aluja, J	1990	98
13	Técnicas especiales para la gestión de expertos	Kaufann, A; Gil Aluja, J	1993	84
14	Modelos para la investigación de Efectos Olvidados	Kaufamm, A; Gil Aluja, J	2005	70
15	El Análisis Financiero en la Incertidumbre	Gil-Lafuente, A.M.	2000	59

Fuente: Google Scholar. P: posición, AP: Año de Publicación, TC: Total de Citas.

2.3.6 Autores con más presencia en fuzzy decision-making

La tabla 10 presenta el Top-10 de los autores más importantes en este campo de investigación. Se muestran, país de origen, el número de contribuciones científicas, la cantidad de citas, el H-index y la posición de los artículos en el Top 30.

Tabla 10. Top-10: Autores con más presencia en fuzzy decision-making

P	Nombre	País	H-FDM	TP	TVC	PCA	TOP 30
1	Herrera-Viedma E.	España	43	116	7768	408.84	8
2	Xu SZ	República Popular China	41	165	6018	501.5	3
3	Herrera F	España	36	72	7411	390.05	9
4	Kahraman C	Turquía	26	91	2299	191.58	-
5	Tzeng GH	Taiwán	25	85	2102	123.65	-

6	Chiclana F	España	24	59	3586	224.12	3
7	Huang GH	Canadá	23	124	1962	112.8	1
8	Yager RR	USA	22	73	2540	68.65	1
9	Merigó JM	España	22	66	1442	206.00	-
10	Martínez L	España	21	72	2963	185.19	2

Fuente: Web of Science. P: posición, H-FDM: H-index solo con fuzzy decision making, TVC: total de veces citado, AEC: Artículos en que se cita, PCA: Promedio de citas por año; TOP 30: Cantidad de artículos referenciado como autor en el TOP 30

La tabla 10 muestra que el autor con más artículos en esta área es Herrera F, con un h-index de 36 y autor de nueve trabajos de investigación en el TOP 30. Lo siguen Herrera-Viedma E., con un h-index de 43 y 8 artículos de investigación en el TOP 30 así como Chiclana F., con un h-index de 24 y Xu SZ con un h-index de 41, ambos con 3 trabajos de investigación en el TOP 30. Otra característica que se observa de este ranking es que España tiene una presencia importante, ya que entre los primeros diez autores con mayor influencia en esta área, cinco son de España.

PARTE II. Referencial Teórico

CAPÍTULO 3

Capítulo 3: Contexto del Desarrollo Sostenible

3.1 Introducción

En este capítulo se presenta el marco teórico relacionado con el tema de análisis. Se detallan los antecedentes y el estado del arte. El objetivo es contextualizar los aspectos teóricos y metodológicos que van a orientar la investigación.

Como primer punto, se profundiza el estudio con relación al surgimiento del concepto de desarrollo sostenible, con aportaciones sobre antecedentes, conceptos, analizando las causas que lo justifican e identificando los factores que lo han convertido en uno de los referentes más habituales en las últimas décadas, así como las perspectivas que convierten al desarrollo sostenible en un nuevo paradigma de los sistemas socioeconómicos.

3.2 Desarrollo Sostenible

3.2.1 Antecedentes

El concepto de Desarrollo Sostenible surge en la década de los setenta, debido a las voces que alertaban sobre la necesidad de considerar los límites de crecimiento del planeta, en un entorno en el que el carácter desigual e insostenible para la sociedad y los efectos nocivos sobre el medio ambiente ocasionados por los modelos de desarrollo económico dominantes derivarían en el corto plazo en el agotamiento de los recursos físicos del entorno que habitamos, generado este básicamente por tres factores: la sobreexplotación del suelo, el crecimiento indiscriminado de la población y la contaminación ambiental, ante la magnitud creciente y alarmante de los efectos no deseables del desarrollo económico, el concepto de desarrollo sostenible se ha convertido en uno de los referentes más habituales a la largo de las últimas décadas, tanto en el ámbito internacional, nacional, regional como local.

Uno de los primeros estudios, donde se defendía el cese del crecimiento fue el realizado por el Club de Roma en 1972, en su primer informe concluye que de seguir

con el actual crecimiento mundial de población, contaminación, producción de alimentos y explotación de los recursos naturales, se alcanzará los límites del crecimiento en la tierra durante los próximos cien años (Iniciativa de la Carta de la Tierra, 2013).

El informe realizado por el Club de Roma, generó una gran polémica, dado que proponía un crecimiento nulo para los países desarrollados, exaltando la imperiosa necesidad de buscar modelos alternativos de desarrollo que tuvieran en cuenta la limitación de los recursos naturales; además de sentar la tesis de que el mundo era un sistema cerrado que podía llegar al colapso y consideraban por ello necesario la inmediata disminución del crecimiento económico, que llevase al equilibrio en un período relativamente corto (Itziar, Echebarría & Barrutia; 2011).

En 1972 se llevó a cabo la Declaración de Estocolmo aprobada en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente, aquí se introduce por primera vez en la agenda política internacional la dimensión ambiental como condicionadora y limitadora del modelo tradicional de crecimiento económico y del uso de los recursos naturales (Iniciativa de la Carta de la Tierra; 2013). Además en 1972 se crea el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), con el objetivo de coordinar las actividades relacionadas con el medio ambiente, asistiendo a los países en la implementación de políticas medioambientales adecuadas así como a fomentar el desarrollo sostenible (Barcellos, 2010).

En la Declaración de Estocolmo se abordan particularmente dos elementos de suma importancia; el tema ambiental y el desarrollo económico; la posición adoptada por la Organización de las Naciones Unidas (ONU) refiere que el cuidado de los recursos no es un fin en sí mismo sino un medio para favorecer o posibilitar el desarrollo y la mejora de las condiciones de vida de la sociedad; no se hace eco de la apelación al crecimiento cero, por el contrario, especifica que el crecimiento es necesario para superar la pobreza y recomienda alinear el crecimiento con las políticas ambientales.

La ONU plantea que el crecimiento puede ser compatible con el cuidado ambiental y que, el primero es necesario para el segundo, dado que los pobres generan

problemas ambientales, presionados por sus necesidades (Pierri, 2001).

En 1976 es adoptado un amplio compromiso político para promover la inversión entre los países miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), conocida como las directrices para empresas multinacionales. Las directrices describen los estándares voluntarios, las recomendaciones para una conducta empresarial responsable en una amplia gama de cuestiones sociales y ambientales tales como los derechos humanos, la divulgación, el trabajo y el medio ambiente. Las directrices tienen por objeto garantizar que las líneas de las actividades de esas empresas estén en armonía con las políticas gubernamentales, para fortalecer la base de confianza mutua entre empresas y sociedades (Barcellos, 2010).

En 1985 se establece el Convenio de Viena para la protección de la capa de ozono, las partes del convenio se comprometen a proteger la salud humana y el medio ambiente contra los efectos resultantes de las modificaciones en la capa de ozono. En 1987 se firma el Protocolo de Montreal de la Convención de Viena que impone limitaciones a la emisión de gases destructores de la capa de ozono.

En 1992 se celebró en Río de Janeiro la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (CNUMAD), que ha tratado de promover y recomendar políticas para un desarrollo sostenible y donde se aprobaron cinco acuerdos: Declaración de Río sobre Medio Ambiente y Desarrollo, Agenda 21, Convenio sobre la Diversidad Biológica, Convención Macro sobre el Cambio Climático y Declaración de Principios sobre los Bosques. Entre los acuerdos se destaca la Agenda 21, que es un programa de acción sobre la base de un documento de 40 capítulos y representa el más ambicioso y global intento de promover a escala mundial un nuevo modelo de desarrollo, combinando los métodos de protección al medio ambiente, la justicia social y la eficiencia económica. Este es un documento de consenso que ha conducido a los gobiernos y la sociedad civil de 179 países a un proceso preparatorio que ha durado años y culminó en CNUMAD en 1992 (Barcellos, 2010; ONU, 1992).

En 1997 con el Protocolo de Kyoto se busca promover el desarrollo sostenible a través del cumplimiento de los compromisos de limitación y reducción de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) en la atmósfera. En 1999 se firma el Pacto Mundial de las Naciones Unidas que está compuesto de diez principios de ciudadanía corporativa que se fundamentan en convenciones y tratados acordados internacionalmente sobre derechos humanos, relaciones laborales, protección ambiental y lucha contra la corrupción.

3.2.2 Concepto de desarrollo sostenible

En 1987 se publica el informe de la Comisión Mundial para el Medio Ambiente y el Desarrollo conocido como Nuestro Futuro Común o Informe Bruntland, informe que fue aprobado por la Asamblea General de la ONU en su XLII sesión. Este informe concretiza la discusión, que se venía dando en la década de los setenta, y para el cual en Estocolmo se dieron las bases, el Desarrollo Sostenible (ONU, 2012; Eschenhaen; Itziar et al., 2008; Ardanaz, 2006; Riechmann; Pierri, 2001; Antón, 2008; Bruntland, 1987).

El informe Bruntland está conformado por 3 partes principales desglosadas en 12 temas, las cuales se describen en la Tabla 11 (Bruntland,1987).

Tabla 11. Temas prioritarios identificados en el Informe Bruntland

Parte I. Preocupaciones comunes	
1. Un futuro amenazado.	
1.1 Síntomas y causas.	
1.2 Nuevos enfoques del medio ambiente y el desarrollo.	
2. Hacia el desarrollo duradero.	
2.1 El concepto de desarrollo duradero.	
2.2 La equidad y el interés común.	
2.3 Urgencias estratégicas.	
2.4 Conclusión.	
3. El papel de la economía internacional.	
3.1 La economía internacional, el medio ambiente y el desarrollo.	
3.2 Decadencia en el decenio de 1980.	
3.3 Posibilitando el desarrollo duradero.	
3.4 Una economía mundial duradera.	
Parte II. Tareas comunes	
4. Población y recursos humanos.	
4.1 Los vínculos entre el medio ambiente y el desarrollo.	
4.2 Perspectivas de población.	
4.3 Marco de políticas	
5. Seguridad alimentaria: sostener las posibilidades latentes.	

5.1 Realizaciones.
5.2 Signos de crisis.
5.3 El reto.
5.4 Estrategias para una seguridad alimentaria duradera.
5.5 Alimentos para el futuro.
6. Especies y ecosistemas: recursos para el desarrollo.
6.1 El problema: carácter y alcance.
6.2 Modalidades y tendencias de la extinción.
6.3 Los valores económicos en juego.
6.4 Un nuevo enfoque: anticipar y prevenir.
6.5 Acción internacional en favor de las especies nacionales.
6.6 Ámbito de la acción nacional.
6.7 La necesidad de acción.
7. Energía: Opciones para el medio ambiente y el desarrollo
7.1 La energía, la economía y el medio ambiente.
7.2 Combustibles fósiles: el dilema permanente.
7.3 La energía nuclear: problemas pendientes.
7.4 La leña: un recurso en vías de extinción.
7.5 Energía renovable: un potencial sin aprovechar.
7.6 Eficiencia con respecto a la energía: mantener el impulso dado.
7.7 Medidas de conservación de la energía.
7.8 Conclusión.
8. La industria: más producción con menos recursos
8.1 El crecimiento industrial y sus efectos.
8.2 El desarrollo industrial duradero en el contexto mundial.
8.3 Estrategias para un desarrollo industrial duradero.
9. El desafío urbano.
9.1 El crecimiento de las ciudades.
9.2 El desafío urbano en los países en desarrollo.
9.3 Cooperación internacional.
Parte III. Esfuerzos comunes
10. Administrar los espacios comunes.
10.1 Océanos: El equilibrio de vida.
10.2 Espacio: Clave de la administración planetaria.
10.3 Antártida: Hacia una cooperación global.
11. Paz, seguridad, desarrollo y medio ambiente.
11.1 La presión ambiental como causa del conflicto.
11.2 El conflicto como causa del desarrollo no duradero.
11.3 Hacia la seguridad y el desarrollo duradero.
12. Hacia la acción común: propuestas para el cambio en las instituciones y las leyes.
12.1 La tarea de cambiar las instituciones y las leyes.
12.2 Propuesta para el cambio en las instituciones y las leyes.
12.3 Un llamamiento a la acción.
Anexo 1. Resumen de los principios jurídicos propuestos para la protección del medio ambiente y el desarrollo duradero.
Anexo 2. La Comisión y su labor.

Fuente: Elaboración propia basada en los datos del Informe Brundtland 1987

Para llegar a la Definición de desarrollo sostenible, la Comisión parte de un análisis de situación en el cual las crisis regionales se encuentran dentro de un contexto global, y se entrelazan mutuamente (tales como la crisis ambiental, crisis de desarrollo, crisis energética, crisis económica). A diferencia de los análisis anteriores, ya no se describen las causas y apariencias específicas de la contaminación ambiental, sino se describe la interdependencia de factores como el crecimiento

poblacional, la garantía alimenticia, la pérdida de la biodiversidad, la utilización de la energía, la industria y los asentamientos humanos (Eschenhagen, 1998).

El informe Bruntland en el apartado 27 declara: Está en manos de la humanidad hacer que el desarrollo sea sostenible, o sea, asegurar que satisfaga las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las propias (Bruntland, 1987).

En el apartado 28 se definen los objetivos que persigue el desarrollo sostenible y declara: Entre los objetivos decisivos que para la política sobre el medio ambiente y el desarrollo se siguen del concepto de desarrollo sostenible cabe señalar (Bruntland, 1987):

- Revitalizar el crecimiento
- Cambiar la calidad del crecimiento
- Satisfacer las necesidades esenciales de trabajo, alimentos, energía, agua, higiene
- Asegurar un nivel de población aceptable
- Concentrar y acrecentar la base de los recursos
- Reorientar la tecnología y controlar los riesgos, y
- Tener en cuenta el medio ambiente y la economía en la adopción de decisiones

La apelación al Desarrollo Sostenible es un llamado a transitar hacia un nuevo paradigma a través del cual se cambien las estrategias aplicadas hasta el momento, tanto en materia de políticas de desarrollo, como ambientales, se propone una nueva era de crecimiento económico que asegure que el desarrollo sea sostenible y con ello romper con las pautas del pasado al cambiar los viejos enfoques de desarrollo.

La propuesta de desarrollo sostenible incorpora una percepción tridimensional en la que se integraban los vectores económico, ecológico y ambiental.

En 1992 se llevó a cabo en Río de Janeiro la conferencia llamada Cumbre de la

Tierra, esta fue preparada como la mayor instancia para instrumentar globalmente el desarrollo sostenible mediante compromisos jurídicamente vinculantes entre los gobiernos, con identificación de plazos y recursos financieros para implementar las estrategias definidas. Se aprobaron cinco documentos principales: la “Declaración de Río sobre medio ambiente”; la “Agenda XXI”, la “convención marco sobre cambios climáticos”; la “convención sobre diversidad biológica” y la “declaración de principios sobre el manejo, conservación y desarrollo sustentable de todos los tipos de bosques (Pierri, 2001, ONU, 2012).

A partir del Informe Brundtland se han llevado a cabo una gran cantidad de cumbres, declaraciones, conferencias y pactos con el objetivo de lograr en el corto, mediano o largo plazo alcanzar los objetivos de desarrollo sostenible, algunos de los más importantes se resumen en la Tabla 12.

Tabla 12. Acontecimientos internacionales en pro del desarrollo sostenible

Acontecimientos internacionales en pro del desarrollo sostenible	
Informe del Club de Roma	1972
Declaración de Estocolmo	1972
Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano	1972
Conferencia de la Problemática Alimenticia Mundial	1974
Conferencia mundial sobre la población y el desarrollo	1974
Conferencia mundial sobre el hábitat y los asentamientos humanos	1976
Conferencia sobre el agua, usos mundiales y conservación	1977
Conferencia internacional sobre la educación ambiental	1977
Carta mundial sobre la naturaleza	1982
Convenio de Viena sobre la protección de la capa de ozono	1985
Protocolo de Montreal	1987
Informe Brundtland	1987
Cumbre de la tierra	1992
Protocolo de Kyoto	1997
Pacto mundial	1999
Declaración del milenio	2000
Creación del libro verde	2001
Cumbre mundial sobre desarrollo sostenible RIO + 10	2002
Informe Stem	2006
Informe de evaluación del panel intergubernamental del cambio climático IPCC	2007
Cumbre sobre el cambio climático (COP 15)	2009
Cumbre del G20	2009
Cumbre sobre los objetivos de desarrollo del milenio	2010
Cumbre mundial sobre desarrollo sostenible RIO + 20	2012
Documento el futuro que queremos para todos	2012

Fuente: Elaboración propia en base a Barcellos, 2010; Eschenhagen, 1998; Itziar, 2011; ONU, 2102.

3.2.3 El desarrollo sostenible en las últimas décadas

En el año 2000, la Declaración del Milenio de las Naciones Unidas trata el tema de desarrollo sostenible y considera el respeto de la naturaleza y la responsabilidad común como valores esenciales para las relaciones internacionales en el siglo XXI.

Para el año 2001 surge el Libro Verde por la Comisión de las Comunidades Europeas (CCE), en el que se refuerza la importancia del tema de la sostenibilidad con el objetivo de fomentar un marco europeo para la responsabilidad social en las empresas. En el año 2002, tiene lugar la Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sostenible promovida por las Naciones Unidas. En este evento se trata el multilateralismo como una estrategia clave en el cumplimiento y la aplicación de los principios de desarrollo sostenible, además se firmó un plan de acción para frenar el deterioro ecológico y sus múltiples manifestaciones y al mismo tiempo combatir la pobreza. Según dicho plan, la comunidad internacional se comprometió a reducir para el 2015, el número de personas sin acceso al agua potable y a aumentar el uso de energías renovables (ONU, 2012; Barcellos, 2010).

El Informe Stern (2006) relativo al impacto de la economía y los cambios climáticos menciona, *“el cambio climático es un problema mundial que requiere una respuesta mundial. Es un problema que requiere la cooperación internacional y liderazgo”*. En 2007, el Cuarto Informe de Evaluación de Painel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC) confirma que el planeta está inmerso en un proceso de calentamiento global por causas antropogénicas, y constata que a pesar de todas las iniciativas de los últimos años de los gobiernos, empresas y sociedad, todavía necesitan encontrar otros mecanismos que puedan contribuir al desarrollo sostenible (Ídem).

En abril del 2009 se realiza en Londres la Cumbre del G-20. El Grupo de los Veinte (G-20) es compuesto por ministros de finanzas y gobernadores de bancos centrales de Argentina, Australia, Brasil, Canadá, China, Francia, Alemania, India, Indonesia, Italia, Japón, México, Rusia, Arabia Saudita, África del Sur, Corea del Sur, Turquía, Reino Unido y Estados Unidos. De acuerdo con la cumbre de jefes de estado y de gobierno, los líderes políticos del G-20, grupo que representa el 85% de la economía mundial y a dos tercios de la población mundial, acordaron la reforma del sistema financiero global (Ídem).

En diciembre de 2009, se realizó en Copenhague la XV Cumbre de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, COP15. Los ministros y funcionarios de 189

países se reunieron para llegar a un acuerdo vinculante sobre el cambio climático que sucederá al Protocolo de Kyoto, el cuál expiró en 2012.

En las tres últimas cumbres del G-20, Cannes (Francia, Noviembre de 2011), Los Cabos (México, junio 2012) y san Petersburgo (Rusia, septiembre 2013), el G-20 impulsó un plan coordinado de relanzamiento que el Fondo Monetario Internacional (FMI) calculó podría crear hasta 40 millones de puestos de trabajo en cinco años y sobre todo se comprometió a salvaguardar la integridad y estabilidad de la zona euro (G-20, 2015).

Para 2014, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), celebró en Japón la Conferencia Mundial de la UNESCO sobre Educación para el Desarrollo Sostenible (ESD). En la conferencia se hizo hincapié en la pertinencia de la ESD para todos los esfuerzos encaminados a mejorar la calidad de la enseñanza, su subrayó la función de la ESD en la transición hacia modelos sociales y económicos más respetuosos del medio ambiente y como catalizadora de la planificación y ejecución de programas transversales, en ámbitos como el cambio climático, la biodiversidad y la reducción del riesgo de desastres. Asimismo, se examinó de qué manera la ESD puede contribuir al avance de las políticas y medidas relativas de desarrollo sostenible, con el fin de satisfacer las necesidades locales, nacionales, regionales y mundiales.

La Directora General de la UNESCO, Irina Bokova, declaró: *“ Para lograr el desarrollo sostenible, no basta la tecnología, los reglamentos y los incentivos financieros, debemos modificar también nuestro modo de pensar y de actuar como individuos y como sociedad”* (UNESCO, 2015).

El 2015 es el año fijado para el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo del Milenio y la Educación para Todos, y transcurridos algunos años desde la conferencia de Río + 20, la conferencia sobre ESD puso también de relieve la pertinencia que reviste esta modalidad de enseñanza para los próximos objetivos internacionales en materia de educación y desarrollo (Ídem).

A más de dos décadas de la oportunidad de adoptar un nuevo paradigma que modifique las prácticas dominantes de desarrollo económico el mundo parece ausente en materia de aplicación de las sugerencias de Río, dado que (Pio Verzola & Paul Quintos, ONU, 2015):

- Aún persisten altos niveles de desempleo y subempleo,
- Más de 1000 millones de personas en el mundo sigue viviendo en pobreza extrema y 200 millones viven en pobreza multidimensional,
- El progreso hacia los Objetivos de Desarrollo del Milenio ha sido muy desigual entre diversas regiones,
- El cambio climático es una crisis intersectorial y persistente por lo tanto la magnitud y gravedad de los efectos adversos del cambio climático afectan a todos los países y ponen en peligro la viabilidad y la supervivencia de las naciones,
- Solamente están protegidas, un 13% de la superficie de tierras del planeta, un 7% de aguas costeras y un 1.4 de los océanos,
- Entre un 20% y un 30% de las especies estudiadas podrían correr riesgo de extinción antes de 2100, debido a los efectos del cambio climático,
- Las ciudades en rápida expansión están sobrecargadas y no alcanzan a proporcionar algunos servicios básicos, entre ellos agua potable, saneamiento adecuado, transportes, educación y servicios de salud para todos sus habitantes, promoviendo al mismo tiempo un desarrollo económico con creación de empleo que no someta a presiones indebidas a las tierras y otros recursos.
- Un 96% del aumento de la población urbana mundial ocurrirá en países en desarrollo.
- Una tercera parte de la población urbana del mundo reside en tugurios.
- En 2011, había 23 megaciudades con al menos 10 millones de personas cada una; y se prevé que para 2025 esa cantidad llegará a 37.
- Ciertos problemas de salud pública, como las pandemias y las epidemias, siguen constituyendo una amenaza omnipresente,
- Una de cada cinco personas, sigue careciendo de acceso a un suministro moderno de electricidad.

- La producción de energía es el principal factor contribuyente al cambio climático y aporta un 60% del total de emisiones mundiales de gases de efecto invernadero.
- Los 20% más ricos de la humanidad producen cerca del 80% de las emisiones de gases de efecto invernadero y disfrutan de 70% del ingreso total del mundo,
- La mitad de la población mundial aún vive con menos de 2.30 dólares por día,
- Los 20% más pobres reciben solamente 1% de los ingresos mensuales.

3.2.4 El desarrollo sostenible, nuevo paradigma en los sistemas socioeconómicos

El Desarrollo Sostenible surge como necesario en un mundo como el actual, que se nos hace cada vez más pequeño, especialmente como consecuencia del fenómeno de la globalización, que lleva experimentando el planeta con especial intensidad en los últimos 60 años. Un mundo en permanente globalización y enmarcado en un mundo capitalista neoliberal, de entre cuyas características más distintivas destacamos las siguientes: avance de los medios de comunicación, medios de transporte global, y circulación de capitales sin límites; éstas características convierten al planeta en un mercado globalizado, en el que los valores sociales y ambientales quedan relegados a un segundo plano, un mercado global en el que el dinero no conoce fronteras, y por lo tanto, tampoco se compromete con las necesidades (a menudo desigualdades) de las geografías por las que se mueve (Rubio, 2006).

Para Rubio, no se puede considerar auténtico desarrollo al que no sea sostenible. El único desarrollo genuino es aquél que es sostenible, es decir, que no tiene más repercusiones negativas que positivas y, por supuesto, que no amputa el derecho de las generaciones venideras a vivir con dignidad y satisfacer sus necesidades materiales.

El 19 de junio de 2012 se llevó a cabo en Río de Janeiro, la Conferencia de las Naciones Unidas, sobre el Desarrollo Sostenible RIO + 20 en la que los Jefes de Estado y de Gobierno y los representantes de alto nivel, renovaron su compromiso en pro del desarrollo sostenible y de la promoción de un futuro económico, social y ambientalmente sostenible para nuestro planeta y para las generaciones presentes y futuras (ONU, RIO+20, 2012).

En el documento final de la Conferencia se reconoció que:

- a) La erradicación de la pobreza es el mayor problema que afronta el mundo en la actualidad y una condición indispensable del desarrollo sostenible, por consiguiente, es necesario incorporar aún más el desarrollo sostenible en todos los niveles, integrando sus aspectos económicos, sociales y ambientales y reconociendo los vínculos que existen entre ellos, con el fin de lograr el desarrollo sostenible en todas sus dimensiones.
- b) Reafirmaron que es necesario lograr el desarrollo sostenible promoviendo un crecimiento sostenido, inclusivo y equitativo, creando mayores oportunidades para todos, reduciendo las desigualdades, mejorando los niveles de vida básicos, fomentando el desarrollo social equitativo y la inclusión, y promoviendo una ordenación integrada y sostenible de los recursos naturales y los ecosistemas que preste apoyo, entre otras cosas, al desarrollo económico, social y humano, y facilite al mismo tiempo la conservación, la regeneración, el restablecimiento y la resiliencia de los ecosistemas frente a los problemas nuevos y emergentes.
- c) Reafirmaron que para lograr los objetivos de desarrollo sostenible se necesitan instituciones en todos los niveles que sean eficaces, transparentes, responsables y democráticas.
- d) Se subrayó la importancia de fortalecer el marco institucional para el desarrollo sostenible a fin de que responda de forma coherente y eficaz a los desafíos actuales y futuros. El marco institucional para el desarrollo sostenible debería

integrar las tres dimensiones del desarrollo sostenible de manera equilibrada y mejorar la aplicación de medidas, entre otras cosas, fortaleciendo la coherencia, coordinando las actividades, evitando la duplicación de esfuerzos y examinando los progresos realizados en la consecución del desarrollo sostenible.

- e) Reconocieron que para promover el desarrollo sostenible es fundamental que la gobernanza local, subnacional, nacional, regional y mundial sea eficaz y represente las opiniones y los intereses de todos. El fortalecimiento y la reforma del marco institucional para el desarrollo sostenible no debería ser un fin sino un medio de lograr el desarrollo sostenible.
- f) Reconocieron la importancia de la dimensión regional del desarrollo sostenible y que los arcos regionales pueden complementar y facilitar la traducción de las políticas de desarrollo sostenible en medidas concretas a nivel nacional.
- g) Alentaron a las autoridades regionales, nacionales y locales a que elaboren estrategias de desarrollo sostenible y las utilicen como principales instrumentos para orientar la adopción de decisiones y las actividades de desarrollo sostenible a todos los niveles, y en este sentido reconocieron la importancia de integrar los datos y la información social, económica y ambiental, así como la de analizar y evaluar eficazmente la aplicación de medidas en los procesos de adopción de decisiones.

El 17 de diciembre de 2012 se presentó a la asamblea en su sexagésimo octavo periodo de sesiones un informe que incluyó una propuesta de objetivos de desarrollo sostenible. Este informe contenía un resumen de las respuestas a un cuestionario enviado a los Estados Miembros.

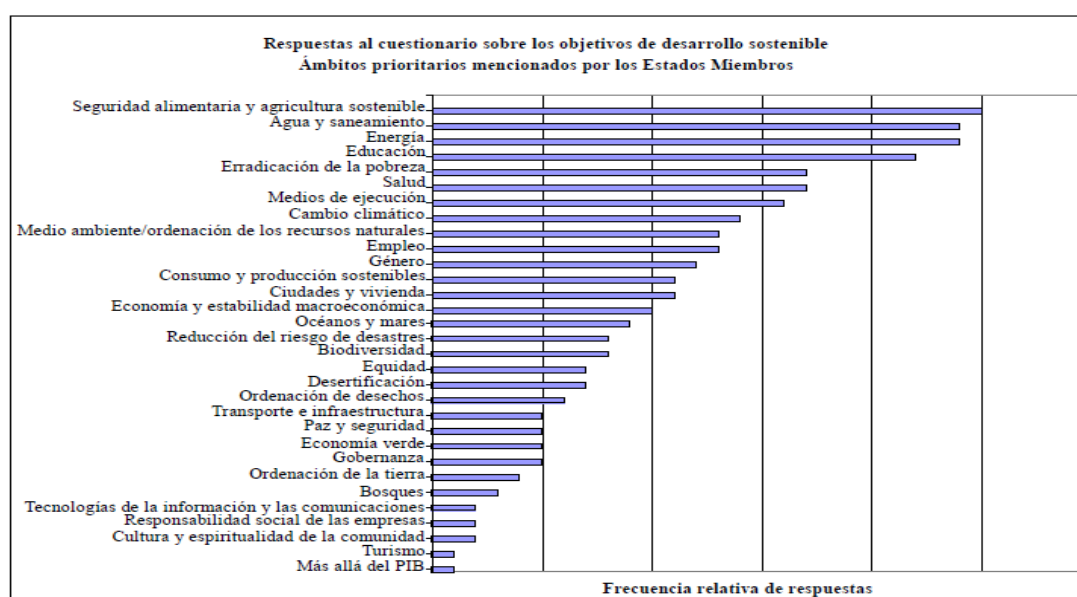
El informe destaca que:

- a) El reconocimiento de la estrecha relación entre las tres dimensiones del desarrollo sostenible es particularmente procedente en un momento en que se

hace evidente la gran repercusión del cambio climático y la humanidad cobra cada vez mayor conciencia de la urgente necesidad de respetar recursos naturales que son frágiles y finitos. Para ello hay que entender mejor las sinergias entre las dimensiones del desarrollo sostenible en los planos subnacional, nacional, regional y mundial y poner de relieve la necesidad de formular la política en forma más coherente.

- b) En el gráfico 5 se indican los ámbitos prioritarios, aproximadamente en el orden de la frecuencia con que aparecen en las respuestas proporcionadas por los Estados Miembros.

Gráfico 5. Ámbitos prioritarios mencionados por los Estados Miembros



Fuente: Cumbre Mundial sobre desarrollo sostenible, ONU. 2012

- c) En cuanto a cómo podrían aplicarse los objetivos de desarrollo sostenible en el ámbito nacional se propuso:
1. Lograr un equilibrio entre las dimensiones del desarrollo sostenible
 2. Orientar la cooperación para el desarrollo

3. Definir las políticas nacionales
4. Superar la presión que lleva a la falta de sostenibilidad
5. Influir en las asignaciones presupuestarias
6. Examinar los efectos de las políticas nacionales

Prácticamente todos coincidían en que las metas asociadas a los objetivos de desarrollo sostenible debían ser comunes pero diferenciadas, según las características y el nivel de desarrollo, además coincidían en que había que tener cuidadosamente en cuenta las circunstancias nacionales y la capacidad, las prioridades y el grado de desarrollo propio de cada país (Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible, ONU. 2012).

Se observó que los objetivos universalmente aplicables podían diferenciarse a nivel de meta o indicador. A los efectos de una mayor pertinencia en la práctica, se podría permitir que cada país definiera por sí mismo los valores de las metas y de los objetivos secundarios y ajustar los objetivos de desarrollo sostenible a su grado de desarrollo y sus características propias, siempre que ello no redundara en detrimento de los valores mundiales (Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible, ONU. 2012).

Río + 20 finalizó con una serie de resultados, que si se abordan en los próximos meses y años, ofrecerán la oportunidad de catalizar caminos hacia un siglo XXI más sostenible y con ello perfilarnos hacia un cambio de paradigma para lograr un mayor bienestar hacia los sectores más vulnerables.

Los Jefes de Estado y más de 190 naciones se pronunciaron por lograr como objetivo principal la erradicación de la pobreza en base a impulsar:

- a) La Economía Verde, como herramienta importante si se basa en políticas que fomenten empleos decentes, bienestar social, y la inclusión y la conservación de los ecosistemas terrestres, desde los forestales hasta los de agua dulce.
- b) Establecer un conjunto de Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y lograr

la cooperación de todas las naciones, ricas y pobres, en la fijación de metas relacionadas con un conjunto de retos en todo el mundo. Para transitar hacia una economía verde inclusiva y el logro de un siglo sostenible, los ODS requieren incluir la huella de las naciones desarrolladas y en vías de desarrollo mientras trabajan para erradicar la pobreza y se dirigen a un camino sostenible.

- c) Otros resultados incluyen: El marco de programas a diez años sobre consumo y producción sostenibles; la decisión de trabajar sobre un nuevo indicador de la riqueza que vaya más allá de las limitaciones del PIB; alentar a los gobiernos para que soliciten a las compañías informes sobre su huella ambiental, social y de gobernanza.
- d) El Congreso Mundial sobre Justicia, Gobernabilidad y Derecho a la Sostenibilidad Ambiental, que organizó la Corte Suprema de Brasil junto con el PNUMA y en colaboración con varias organizaciones internacionales, sugirió el compromiso de utilizar las legislaciones nacionales y la internacional para avanzar en la sostenibilidad, en los derechos humanos y medioambientales y en la aplicación de tratados medioambientales.

3.4 La subjetividad en el desarrollo sostenible

Existen teorías que demuestran la utilidad de tomar en cuenta la subjetividad de las personas en la toma de decisión, la incorporación de éstas al desarrollo se funda en una necesidad de sustentabilidad social.

A inicios de este nuevo siglo, parece emerger un nuevo consenso en torno al sentido del desarrollo, por lo que las personas son el destinatario del desarrollo y no cualquier eficiencia, no cualquier estabilidad, no cualquier rentabilidad deben defenderse y perseguirse, por lo que se hace evidente que los ciclos intelectuales, políticos, sociales, económicos y técnicos que han marcado hasta ahora la forma

de mirar y hacer sociedad, no son ya suficientes para construirla mañana, estamos por tanto en una sociedad distinta, luego entonces, hacer de la persona y de sus vínculos sociales el centro y motor del desarrollo, supone reconocer nuevos escenarios y enfrentar los desafíos inéditos que ellos nos presentan (Güell, P., 2012).

Un desarrollo que no promueve y fortalece confianzas, reconocimientos y sentidos colectivos, carece en el corto plazo de una sociedad que lo sustente, entonces, la viabilidad y éxito de un programa de desarrollo dependerá en una medida importante de su sustentabilidad social; esto es, el grado en que las personas perciben a ese programa como un escenario en que su subjetividad colectiva es reconocida y fortalecida, de tal forma que las personas y su subjetividad no son un recurso adicional, sino un requisito indispensable del desarrollo (Ídem.).

Se puede explicar el concepto de subjetividad como aquella trama de percepciones, aspiraciones, memorias, saberes y sentimientos que impulsa y da una orientación para actuar en el mundo. La subjetividad es parte de la cultura, pero es aquella parte que es inseparable de las personas concretas, por lo mismo, es la parte más cambiante y frágil de ella.

Existen teorías acerca de la utilidad para la economía y la política de tomar en cuenta los deseos de las personas, sus identidades, lenguajes, temores y memorias. Esas teorías parecen sugerir que para sus fines específicos la economía y la política podrían seguir funcionando sin incorporar la subjetividad de las personas, pero que funcionarían mejor si lo hicieran. A diferencia de estas teorías la incorporación de la subjetividad al desarrollo no se funda primordialmente en un argumento de eficacia, sino más radicalmente en una necesidad de sustentabilidad social. La sustentabilidad de una estrategia, de una institución o de un proceso social depende, en primer lugar, de que la subjetividad lo defina como un escenario significativo para la acción y con sentido para sus fines (Ídem).

En las actuales condiciones de complejidad, la subjetividad requiere de la

eficiencia y creatividad de los sistemas autorregulados, tanto como éstos requieren de la orientación subjetiva y valórica para ser socialmente sustentables. El desarrollo no puede significar el triunfo final de la subjetividad sobre los sistemas, ni de los sistemas sobre la subjetividad. Ambos conforman una relación inevitable, pero al mismo tiempo necesaria para la sociedad futura. La complementariedad entre la subjetividad y los sistemas objetivos de la sociedad no es espontánea, sino un hecho dinámico que requiere de intervenciones múltiples y siempre cambiantes por parte de la sociedad. Esto exige criterios de observación, decisión y acción. Construir complementariedad entre la subjetividad colectiva y los sistemas e instituciones sociales implica detectar óptimos viables dentro de un rango de posibilidades, algunas veces muy amplias y otras muy estrechas (Ídem).

A lo largo de la vida, todas las personas toman una gran cantidad de decisiones, algunas veces son fáciles y, por el contrario, otras son muy difíciles de tomar porque se puede estar frente a una duda, conflicto o incertidumbre (Cortada, N., 2008).

En este sentido, el Premio Nobel de Economía Daniel Kahneman, con la colaboración de Amos Tversky, ha estructurado la arquitectura decisoria, en dos sistemas, a saber:

Kahneman considera que las decisiones son consecuencia del funcionamiento de lo que él denomina sistema 1 y sistema 2. El sistema 1 es el que “piensa de prisa”: es inconsciente, intuitivo y fácil de usar, no requiere esfuerzo. El sistema 1 reconoce los patrones en las series y responde a preguntas en décimas de segundo... aunque no siempre correctamente. El sistema 2, en cambio, es el que “piensa despacio”: es racional, requiere esfuerzo y consume energía. Es deliberativo, lento y dubitativo. Considera, evalúa, razona en costosas etapas y por fin toma una decisión que podrá justificar en todos sus extremos. Sabe en definitiva por qué la toma.

En el campo de las ciencias sociales, se ha aceptado con carácter de generalidad

que las decisiones humanas son fruto únicamente del sistema 2, ese amigo razonable y juicioso, cuando lo cierto es que dependemos tanto del sistema 1 como del sistema 2. De acuerdo a Kahneman, el sistema 2 y el 1 tienen igual peso en la adopción de decisiones (Gil-Lafuente, Anna M., 2013).

Para Gil-Lafuente, Anna M. y la escuela de la incertidumbre impulsada por el profesor Gil-Aluja, momentos y circunstancias distintas dan lugar a que una misma persona adopte decisiones diferentes, impulsada por una mayor o menor incidencia del componente emocional. Cambia entonces el porcentaje del peso de cada uno de los componentes.

De acuerdo a ello, resulta evidente que la hipótesis primigenia de las ciencias sociales y su ortodoxia, hasta hace poco dominante, de que somos seres fundamentalmente racionales y por tanto, previsibles, es a menudo imprecisa y en muchas ocasiones falsa. Ni somos tan racionales, ni somos tan previsibles, porque el componente de subjetividad que impregna las decisiones humanas también se infiltra en los modelos que se utilizan comúnmente. (Gil-Lafuente, Anna M., 2013).

Kahneman y Tversky (1973) fueron los primeros en señalar que al hacer pronósticos y juicios bajo incertidumbre, las personas no parecen seguir los cálculos para el azar o la teoría estadística para la predicción (Cortada. N., 2008).

El profesor Gil-Aluja a través de la escuela de la incertidumbre, ha venido proclamando desde hace tres décadas la insuficiencia de los esquemas tradicionales utilizados en las ciencias sociales, basados únicamente en la realidad cartesiana, a la vez que ha propuesto un nuevo principio capaz de amparar, también, la incidencia de lo subjetivo en las decisiones humanas (Gil-Lafuente, A.M., 2013).

Por lo anteriormente expuesto, el modelo estudiado es relevante, dado que permite incorporar la subjetividad como un componente fundamental que tiene impacto en los resultados y por consecuencia en la toma de decisión.

3.4 Indicadores de desarrollo sostenible

En el apartado 28 del Informe Bruntland, se definen los objetivos que persigue el desarrollo sostenible, y declara: *“Revitalizar el crecimiento, cambiar la calidad del crecimiento, satisfacer las necesidades esenciales de trabajo, alimentos, energía, agua, higiene; asegurar un nivel de población aceptable, concentrar y acrecentar la base de los recursos, reorientar la tecnología y control de riesgos, y tener en cuenta el medio ambiente y la economía en la adopción de decisiones”* (Bruntland. 1987, Pinto. I., Gil-Lafuente. A.M., 2013).

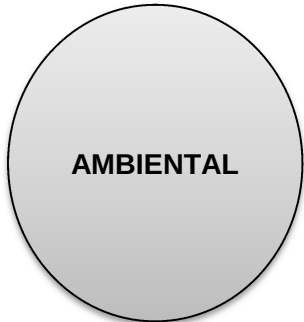
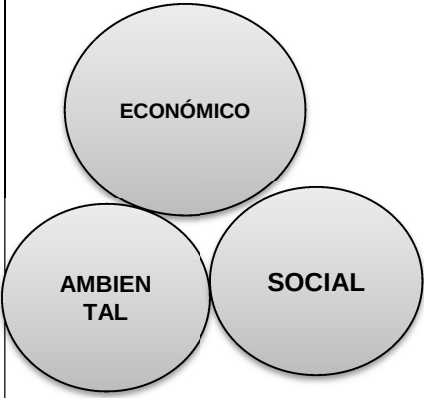
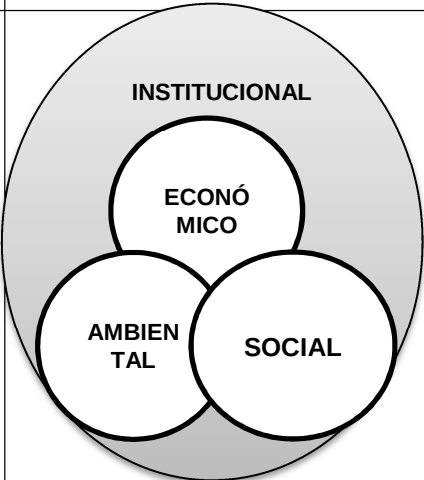
En los últimos treinta años, se ha avanzado considerablemente en la agenda ambiental y de desarrollo sostenible del mundo.

El desarrollo sustantivo, tanto de los indicadores de sostenibilidad como de desarrollo sostenible, se inicia a finales de la década de los 80 en Canadá y algunos países de Europa. Pero el impulso más abarcador correspondió a la Cumbre de la Tierra, ya que para poder controlar el avance de la Agenda 21, la Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (Rio de Janeiro, junio de 1992) creó la Comisión de Desarrollo Sostenible (CDS), con el mandato de monitorear el progreso hacia el desarrollo sostenible (Quiroga., 2001, 2007).

De inmediato, se hizo aparente la necesidad de contar con instrumentos para medir el avance hacia la sostenibilidad. De ahí que cobrara importancia central el diseño y uso de indicadores de sostenibilidad ambiental y de desarrollo sostenible.

Los Indicadores de Desarrollo Sostenible, pueden interpretarse como un sistema de señales que facilitan evaluar el progreso de los países y regiones hacia el desarrollo sostenible. Los indicadores son herramientas concretas que apoyan el trabajo de diseño y evaluación de la política pública, fortaleciendo decisiones informadas, así como la participación ciudadana para impulsar a los países hacia el desarrollo sostenible (Naciones. U., 2012; Quiroga 2007). La Tabla 13, muestra la evolución de los sistemas indicadores de sostenibilidad

Tabla 13: Evolución de los sistemas indicadores de sostenibilidad

PRIMERA ETAPA • Desarrollados en los ochentas por la OCDE. • Utilizan el marco ordenador PER (Presión-Estado-Respuesta) • Exclusivamente ambientales • Considerados indicadores parciales • Contienen indicadores con un nivel de rigurosidad y calidad similar a los indicadores económicos y sociales • Aplicación a nivel internacional		Sistema de indicadores de la OCDE. Agencia Europea de Medio Ambiente.
SEGUNDA ETAPA • Desarrollados en la década de los noventa por la Comisión de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas. • Adquieren un enfoque multidimensional (económico, ambiental y social). • Los indicadores de cada dimensión no se interrelacionan entre sí. • Aplicación a nivel internacional y nacional.		Sistema de indicadores de México, Chile, Estados Unidos, Reino Unido, España (2005 – 2006). Sistema de Indicadores del Banco Mundial.
TERCERA ETAPA • Desarrollados en los últimos años. • Agrupa los indicadores en temas o áreas multidimensionales, de forma transversal y sistemática. • Aplicación a nivel internacional, nacional y local. • Propician un mayor componente		Sistema de Indicadores de las Naciones Unidas.

territorial.		
• Facilitan su uso y aplicación a nivel local. • Promueven una mayor participación social.		

Fuente: Tomado de Sotelo, et.al.

De acuerdo a (Naciones. U., 2012; Quiroga 2001, 2007) uno de los desafíos más importantes que se presenta, se refiere a: La insuficiente valoración del potencial que los Indicadores de Desarrollo Sostenible tienen como herramientas en la toma de decisiones por parte de la mayoría de los gobiernos de las regiones.

Marco Ordenador e Indicadores de la Comisión de Desarrollo Sostenible CSD

En el documento “Indicators of Sustainable Development: Guidelines and Methodologies”, publicado por las Naciones Unidas en Octubre de 2007, se da a conocer el tercer conjunto de Indicadores de Desarrollo Sostenible, los cuáles se presentan en la Tabla 14.

Tabla 14: Indicadores de Desarrollo Sostenible CSD (2007)

TEMA	SUB-TEMA	INDICADOR
Pobreza	Ingresos	Porcentaje de población viviendo bajo la línea de pobreza
	Desigualdad	Relación del ingreso nacional, del quintil más alto al más bajo
	Saneamiento	Proporción de la población con acceso a servicios de saneamiento mejorados
	Agua potable	Población con acceso a agua potable
	Acceso a energía	Porcentaje de hogares sin electricidad ni servicios de energía
	Condiciones de vida	Proporción de la población que vive en barrios marginales
Gobierno	Corrupción	Porcentaje de la población que ha pagado sobornos
	Crimen	Número de homicidios intencionales por cada 100,000 habitantes
Salud	Mortalidad	Tasa de mortalidad por debajo de los 5 años
		Esperanza de vida al nacer
	Provisión de salud	Porcentaje de la población con acceso al cuidado de la salud primaria
		Inmunización contra enfermedades infecciosas infantiles
	Estado nutricional	Estado nutricional de los niños
	Estado de salud y riesgo	Tasa de morbilidad de las principales enfermedades como son VIH Sida, malaria, tuberculosos

Educación	Nivel educacional	Tasa bruta de ingreso al último grado de la educación primaria
		Tasa neta de matrícula en educación primaria
		Logro escolar en el nivel secundaria para adultos
	Alfabetización	Tasa de alfabetización en adultos
Demografía	Población	Tasa de crecimiento de la población
		Relación de dependencia
Desastres naturales	Vulnerabilidad a desastres naturales	Porcentaje de la población viviendo en zonas propensas a desastres
Atmósfera	Cambio climático	Emisiones de dióxido de carbono
	Adelgazamiento de la capa de ozono	Consumo de sustancias agotadoras de la capa de ozono
	Calidad del aire	Concentración de contaminación atmosférica en áreas urbanas
Tierra	Agricultura	Área permanente de cultivo y arables
	Bosques	Proporción de tierra cubierta por bosques
Océanos, mares y costas	Zona costera	Porcentaje del total de la población viviendo en áreas costeras
	Pesca	Proporción de poblaciones de peces que están dentro de límites biológicos seguros
	Medio marino	Proporción de área marítima protegida
Agua dulce	Cantidad de agua	Proporción total de los recursos de agua utilizados
		Intensidad de uso de agua para la actividad económica
	Calidad del agua	Presencia de residuos fecales en el agua
Biodiversidad	Ecosistema	Proporción de área terrestre protegida, total de regiones ecológicas
	Especies	Cambio en el estatus de amenaza de las especies
Desarrollo Económico	Resultados Macroeconómicos	Producto Interno Bruto (PIB) per cápita
		Participación de la inversión en el PIB
		Relación deuda – PIB
	Finanza pública sostenible	Relación de empleo – población
		Costos laborales unitarios y productividad laboral
		Participación de las mujeres en el empleo asalariado, sin considerar el sector agricultura
	Tecnologías de Información y Comunicación	Usuarios de internet por cada 100 habitantes
		Indicador bruto sobre R&D como proporción del PIB
	Turismo	Contribución del turismo al PIB
Desarrollo Económico Global	Comercio	Déficit en cuenta corriente como porcentaje del PIB
	Financiamiento externo	Asistencia oficial para el desarrollo (ODA) dado o recibido como porcentaje del GNI
Consumo y	Consumo de	Consumo de materiales de la economía

patrones de producción	materiales	
	Uso de energía	Consumo total anual de energía y por actividad económica
		Intensidad total del uso de energía y por actividad económica
	Generación de residuos y gestión	Generación de residuos peligrosos
		Tratamiento y eliminación de residuos
	Transporte	Distribución modal de transporte de pasajeros

Fuente: Elaboración propia en base a Indicators of Sustainable Development: Guidelines and Methodologies. 2007

CAPÍTULO 4

Capítulo 4 – Contexto lógica difusa

4.1 Introducción

La época actual se ha caracterizado por cambios sociales y económicos extremadamente rápidos y profundos, los acontecimientos se producen y desarrollan con tal rapidez que se hace imposible saber con exactitud lo que depara el futuro, los acontecimientos y circunstancias futuras llevan una fuerte carga de incertidumbre.

Para poder abordar los problemas de índole económica o social, derivados de esta incertidumbre que llevan implícitos todos los acontecimientos futuros, ya no son suficientes los conocimientos basados en lógica formal. Los esquemas mecanicistas, así como el álgebra booleana, no sirven para explicar y prever las actuaciones que se deben llevar a cabo en el futuro y se muestran impotentes ante esta nueva forma de actuar de la sociedad.

Ante estas circunstancias, para poder atender a las exigencias relativas a formar algún tipo de predicción u opinión acerca del carácter de los acontecimientos futuros, se hace imprescindible aplicar un nuevo conjunto de técnicas basadas en la incertidumbre. Esta operatoria tiene como objetivo plasmar en los resultados obtenidos toda la sutileza y la subjetividad que caracteriza el pensamiento humano. A diferencia de esta técnica, se han venido utilizando modelos formales basados en datos ciertos, así como modelos probabilísticos cuyos datos eran mensurables o constatables. Los primeros carecen hoy de aplicación, dado que la incertidumbre que caracteriza los acontecimientos futuros de la sociedad no permite obtener datos ciertos. Los segundos tampoco son utilizables por las mismas razones, ya que para poder aplicar una probabilidad es necesario tener, en primer lugar, una sucesión de fenómenos que se hayan repetido en unas determinadas condiciones y, en segundo lugar, poder aplicar los resultados obtenidos sobre otro fenómeno sometido a las mismas condiciones que las anteriores.

Las técnicas basadas en la incertidumbre permiten predecir y dar una opinión sobre la mayor parte de los acontecimientos futuros.

En este estudio, se hace especial referencia a la propuesta de Zadeh (1965) el cual introduce el concepto de los conjuntos difusos, junto con las aportaciones desarrolladas por Kaufmann y Gil-Aluja (1986; 1987) se analizan los antecedentes de la teoría de la decisión en la incertidumbre y la situación actual en esta área.

4.2 Antecedentes

La Teoría de los subconjuntos difusos constituye una teoría matemática en el ámbito de las lógicas multivalentes. Su origen se halla en los trabajos que realizó el profesor Lofti A. Zadeh, a partir de la publicación del artículo “Fuzzy sets” en la revista *Information y Control*, y constituye el punto de partida de una teoría matemática en plena expansión en todas las disciplinas científicas y construida con todo el rigor que permite el tratamiento de la subjetividad y/o incertidumbre.

Zadeh puso el apelativo de “difusos” a los conjuntos multivalentes, cuyos elementos pertenecen a ellos en diferentes grados para marcar la diferencia entre ese concepto y la lógica binaria (Barcellos, 2010; Gil Lafuente, A. 2001; Zadeh, 1965).

El gran logro de Zadeh fue dar a este campo de la lógica difusa un nuevo nombre, una nueva ubicación y un marco matemático totalmente nuevo. Realizó por su cuenta una amplia investigación, escribiendo en publicaciones científicas, dando conferencias por todo el mundo en seminarios y congresos durante décadas, contribuyendo así de manera decisiva a la publicación e interés de la comunidad científica en todo el mundo, lentamente los investigadores de lo difuso publicaban en revistas casi desconocidas y con el tiempo llegaron a publicarlos en sus propias revistas. Tenían que luchar contra el apelativo de “difuso” y aún lo siguen haciendo hoy en día, teniendo que vencer muchas reticencias en el mundo académico (Klimova, A., 2010).

En Copenhague y ya en 1980, la empresa F.L. Smidt & Company utilizó un sistema difuso de reglas para controlar un horno de cemento, tarea muy ardua y costosa para el personal humano, esto sirvió para que los japoneses se interesaran en las aplicaciones industriales. Estos países integraron rápidamente la lógica difusa en sus industrias, permitiendo así un desarrollo superior al de Occidente al menos en un principio, en la actualidad se encuentran infinidad de dispositivos difusos, sobre todo orientados al mercado electrónico de chips, destinados desde aparatos fotográficos a dispositivos destinados a la conducción de trenes .

Éstas y otras aplicaciones surgieron a partir del trabajo de Ebrahim Mamdani del Queen Mary College de Londres. Mamdani fue el primero en desarrollar y aplicar lo que fueron los predecesores directos de lo que actualmente conocemos como los sistemas difusos basados en reglas. Los trabajos realizados por Mamdani constituyeron el inicio de la moderna ingeniería difusa, permitiendo además el salto de la teoría a la práctica, algo de enorme importancia para cualquier idea en la ciencia.

En Japón y ahondando en lo dicho anteriormente, estas ideas fueron desde un comienzo acogidas con entusiasmo tanto en el espíritu de la idea como en sus implicaciones económicas. El ministerio japonés de comercio exterior e industria (MITI) se reunió en marzo de 1989 con representantes de 40 empresas para fundar con un presupuesto de 70 millones de dólares el Laboratorio para la Investigación Internacional de la Ingeniería Difusa (Laboratory for International Fuzzy Engineering Research, LIFE) en Yokohama. Dicho programa estuvo en activo desde 1989 hasta la primavera de 1995.

Un momento clave de dicho desarrollo industrial llegó en 1988 cuando Hitachi sometió a control difuso el metro de la ciudad de Sendai, al norte de Tokio. Luego llegó la riada de hornos inteligentes, sistemas para automóviles, controles robotizados y cientos de otros aparatos. El sistema difuso del metro de Sendai sustituyó a los conductores humanos a lo largo de casi 14 km. Se comprobó que el

tren realizaba las paradas con mayor suavidad y utilizaba menos combustible que los mejores conductores humanos.

De esta manera la lógica difusa se convirtió en una tendencia de rango superior dentro de las ciencias y la tecnología (Ídem).

Desde mediados del siglo XX, un buen número de científicos, han contribuido en el análisis y desarrollo de nuevos conceptos, entre éstos se encuentran: Rosenfield, en 1971, estudia las relaciones difusas; De Luca y Termini, en 1972, cuñan el concepto de entropía no probabilística; Kaufmann, en 1973, incorpora el operador de convolución maxmin en las ecuaciones de relaciones difusas; Sugeno, en 1977, se introduce en el ámbito de las mediciones difusas; Zimmermann, en 1978, profundiza en el desarrollo de las operaciones con conjuntos difusos (Barcello, 2010; Gil Aluja, 1999; M. Zeleny, HJ. Zimmermann, 2012; E. Triantaphyllou, 2013; LA Zadeh, KS. Fu, K. Tanaka, 2014; Gil-Lafuente, A.M. 2000, 2005).

A partir de la teoría de los subconjuntos difusos, se han ido desarrollando un gran número de extensiones a lo largo de los años. De entre los muchos conceptos existentes, se pueden destacar las variables lingüísticas, la teoría de Soft Computing y otras teorías principalmente iniciadas por Lotfi A. Zadeh (Merigó, J. 2008).

Actualmente, la utilización de la lógica difusa tiene lugar prácticamente en todos los campos de estudio de las ciencias. Todo problema situado en el ámbito de la incertidumbre es susceptible de ser tratado a través de la teoría de los subconjuntos difusos ya que a medida que transcurre el tiempo cada vez resulta más factible introducir, en los esquemas formales, mecanismos de pensamiento tales como las sensaciones y las opiniones numéricas.

A partir del concepto de conjuntos difusos, se desarrollan los mecanismos de cálculo y procesamiento de la información y conocimientos representados matemáticamente mediante la lógica difusa, es decir, el tratamiento lógico de la

incertidumbre. El profesor Jaime Gil Aluja en 1996 formuló un nuevo principio universal capaz de cobijar los distintos operadores lógicos que habían ido surgiendo, los cuales difícilmente tenían cabida dentro del principio del tercio excluso, de éstas reflexiones nació el principio de la simultaneidad gradual, que se enuncia: *“Una proposición puede ser a la vez verdadera y falsa, a condición de asignar un grado a su verdad y un grado a su falsedad”*; éste principio y la posterior adopción de la lógica difusa permiten acercarse a la realidad al establecer matices y tratamiento de los fenómenos objeto de análisis (Barcello, 2010; Kaufman, A., Gil Aluja, J., 1987; Gil Aluja, 1996).

Gil Aluja, tras formular una serie de proposiciones a partir del principio de simultaneidad gradual, afirma:

- Existe un nuevo conocimiento teórico coherente capaz de hacer frente a los cada vez más importantes componentes de incertidumbre en la toma de decisiones. La nueva teoría de la decisión no solo toma como base nuevos conceptos (relación, correspondencia, agrupación, semejanza, similitud, afinidad, ordenación, ...) sino que también una parte de los existentes, precia su reformulación (utilizados como soporte de los desarrollos necesario para el tratamiento de los problemas decisionales).
- La metodología clásica, consistente en mutilar la realidad para darle cabida a los modelos existentes, provoca un alejamiento entre los aspectos formales y reales de la decisión. Los estudios decisionales en el ámbito de la incertidumbre dan lugar a un cambio metodológico fundamental, tanto en lo que se refiere a la colección de informaciones, como a su tratamiento y forma de resultados. Surge de este modelo la necesidad de recurrir a modelos numéricos para complementar los no numéricos y así dar cabida al tratamiento de la amplia gama de problemas decisionales lo que hace que, en este ámbito, no se haya completado el cambio de paradigma.
- El principio de simultaneidad gradual puede cobijar un elevado número de razonamientos lógicos capaces de crear conceptos, establecer métodos y

elaborar modelos y algoritmos, aptos de dar, por lo menos, algunas de las respuestas deseadas, en el ámbito de la gestión.

Partiendo del principio de simultaneidad gradual y mediante una serie de razonamientos lógicos se establecen unos símbolos que constituyen un lenguaje que da lugar a una matemática pura. Con el fin de que estas estructuras puedan llegar a describir fenómenos reales se crean instrumentos que constituyen la matemática no numérica. Si se aplican elementos basados en las lógicas multivalentes, se llega al estudio de la matemática aplicada, la cual utiliza dichos instrumentos para resolver problemas económicos o de gestión en todos los ámbitos. Por la misma razón, surgió la matemática de la incertidumbre a partir de la cual se puede abordar la compleja realidad actual (Ídem).

4.3 Conceptos matemáticos de la incertidumbre

4.3.1 Incertidumbre y azar

El hombre, de la misma manera que todas las especies vivientes evoluciona en un ambiente incierto. Uno de los objetivos de todas las especies es atenuar los efectos de la incertidumbre y para ello es necesario coleccionar repeticiones, tomarlas en consideración y servirse de ellas para decidir.

Se entiende por incertidumbre una forma de representar las inestabilidades y a través de ellas intentar comprender el papel que juegan los fenómenos en las reglas que rigen en la naturaleza. El saber científico puede describir y tratar el universo en el que realmente vivimos. Será un universo incierto, pero que responde a unas determinadas reglas de conducta de los sistemas inciertos en leyes que pueden ser formalizadas de manera cierta. Gil-Aluja Jaime afirma, “*incluso de la incertidumbre se pueden extraer ciertos comportamientos expresables, la mayor parte de ellos mediante posibilidades, algunos a través de probabilidades y muy pocos por la certeza*”.

La transición de la incertidumbre al azar y del azar a la decisión es un procedimiento cuyo estudio es muy interesante. La incertidumbre y el azar no

corresponden a un mismo nivel de información. La incertidumbre no posee leyes, el azar posee leyes, conocidas o no, pero existen por hipótesis. La incertidumbre está deficientemente estructurada y cuando se la explica se hace de manera subjetiva; el azar, por el contrario, se halla ligado al concepto de probabilidad, el cual es una medida sobre observaciones repetidas en el tiempo y/o en el espacio; el azar es una medida sobre hechos observados, constituye una evaluación que se desearía fuera lo más objetiva posible (Kaufmann, A., Gil Aluja, J., 1990).

La preparación de una decisión, simple o compleja, es una actividad organizativa del pensamiento en la que se combinan intuición y lógica y en donde, con frecuencia, resulta difícil realizar la separación. Las matemáticas sirven a menudo de ayuda a los mecanismos de la lógica, aunque en la actualidad también se pueden utilizar para estimular la imaginación y afinar la intuición. Los modelos tienen su soporte, la mayor parte de las veces, en teorías formales o probabilísticas. Los modelos formales toman en consideración datos ciertos, los modelos probabilísticos, datos estadísticamente mensurables o contruidos a partir de razonamientos que permitan aceptar a priori leyes de probabilidad. Sin embargo, cuando no pueden utilizarse ni leyes de probabilidad ni los razonamientos que con ellas se relacionan, se construyen modelos, la mayor parte de las veces, utilizando propiedades definidas en la teoría de los subconjuntos difusos y sus infinitas variantes. En los problemas reales se encuentran simultáneamente datos blandos y datos duros, es decir, lo difuso y lo aleatorio, los modelos difusos permiten cohabitar de la mejor manera posible, los datos difusos y los datos aleatorios (Ídem).

Para más información sobre este concepto véase por ejemplo, (Gil Lafuente, A., 1993, 2000, 2005; Gil Aluja, J.1999; Kaufman, A., Gil Aluja, J. 1986, 1987, 1990, 1993, 2005; LA Zadeh, KS. Fu, K. Tanaka, 2014; E. Triantaphyllou, 2013, HJ. Zimmermann. 2012).

4.3.2 Teoría de los subconjuntos difusos

La teoría de los subconjuntos difusos es una parte de las matemáticas que se halla perfectamente adaptada al tratamiento tanto de lo subjetivo como de lo incierto. Es un intento de recoger un fenómeno tal cual se presenta en la vida real y realizar su tratamiento sin intentar deformarlo para hacerlo preciso y cierto. El nuevo tratamiento de la incertidumbre, a partir de los conceptos borrosos, ha dado lugar a una distinta manera de pensar que reúne el rigor del razonamiento secuencial con la riqueza de la imaginación inherente a lo difuso, asociando las posibilidades secuenciales de la máquina a las posibilidades del cerebro humano (Barcellos, 2010; Kaufmann, A; Gil Aluja, J. 1986).

Los modelos tienen su soporte, la mayor parte de las veces, en teorías formales probabilísticas. Los modelos formales toman en consideración datos ciertos, los modelos probabilísticos, datos estadísticamente mensurables o contruidos a partir de razonamientos que permitan aceptar a priori leyes de la probabilidad. La novedad aparece con el hecho de saber construir modelos en el supuesto de que no puedan utilizarse ni leyes de probabilidad ni los razonamientos que con ellas se relacionan. Estos modelos son contruidos, la mayor parte de las veces, utilizando propiedades definidas en la teoría de los subconjuntos difusos y sus infinitas variantes. En lugar de partir de datos objetivos que en muchas ocasiones no se conocen, se parte de datos subjetivos e inciertos pero aceptados generalmente como razonables (Ídem).

La incorporación de estos instrumentos significa una clara ruptura en relación a situaciones precedentes. Y ello, aun cuando en su desarrollo se utilicen elementos ya empleados en los estudios clásicos. La actual situación de equilibrio en la cohabitación de modelos numéricos y no numéricos en la incertidumbre, está dando paso a una mayor supremacía de éstos últimos, como consecuencia de las crecientes dificultades de acotar siquiera los fenómenos sociales, económicos y de gestión. Por ello, aquellos conceptos que exigen inevitablemente ser expresados numéricamente (en la certeza o en la incertidumbre) han ido cediendo protagonismo por las dificultades de expresarlas objetiva y hasta subjetivamente,

habida cuenta del contexto cada vez más incierto en el cuál se inscriben (Barcellos, 2010; Gil Aluja, J. 1999).

4.3.3 Fundamentos de la teoría de la decisión

En el ámbito de las ciencias económicas y de gestión, el concepto de decisión constituye uno de los términos más frecuentemente utilizados. En el libro “Elements for a theory of decisión in uncertainty”, Kaufmann y Gil Aluja, elaboran la teoría de la decisión en base a cuatro conceptos fundamentales: relación, asignación, agrupación y ordenación (Ídem).

El estudio del campo decisional en las ciencias sociales pone de manifiesto que en la práctica, la adopción de decisiones tiene lugar bien para establecer una relación, bien para afectar una “cosa” a otra “cosa”, bien para realizar agrupaciones o bien para establecer un orden de prioridades, unas veces de mejor a peor (de más a menos), otras veces en sentido inverso.

4.3.3.1 Concepto de relación

La idea de relación es básica. A partir de ella se consigue avanzar en la nueva senda de la teoría de la decisión. En esta andadura se recurre a la pretopología, generalización de la topología, a la teoría de grafos, a la teoría reticular y a tantos otros aspectos que conforman los estudios combinatorios.

El fenómeno de la relación forma parte consustancial de la vida social, económica y de la actividad de las empresas. Afecta tanto a los seres inteligentes como a los animales inferiores y objetos inanimados, para generalizar son llamados “objetos” físicos o mentales (Gil Aluja, J. 1999).

Los estudios clásicos, basados en la lógica booleana, consideran la alternativa de existencia o no de relación. La necesidad de establecer un grado o nivel de relación, aconseja parar al ámbito de las lógicas multivalentes. La relación difusa o matriz difusa adquiere, entonces, un papel relevante.

A partir de un grafo difuso, presentado en forma matricial o sagitada, es posible, mediante adecuados algoritmos, conocer si existe un solo círculo de relaciones (grafo fuertemente conexo) o varios círculos de relaciones (grafo no fuertemente conexo). En este último aparece la noción de clase de equivalencia o subgrafo fuertemente conexo.

La relación no solo constituye la base sobre la cual se asientan otros conceptos fundamentales en la decisión, tales como asignación, agrupación y ordenación, sino que es, en sí misma, soporte directo de la decisión. Por ello, es necesario realizar una cierta manipulación de las relaciones, utilizando operadores, entre los que destaca el operador de convolución maxmin (Ídem).

Para más información sobre este concepto véase (Gil Aluja, J., 1999, Kaufmann, A., Gil Aluja, J., 1986, 1987, 1990, 1993, 2005)

4.3.3.2 Concepto de Asignación

Una manera muy especial de establecer relaciones tiene lugar mediante un proceso conocido como asignación. La clasificación de relación especial se justifica en el hecho de que el objeto susceptible de afectación y el objeto al cuál éste debe ser afectado, no pueden jugar papeles reversibles, en caso alguno. De ahí, la consideración fundamental de un conjunto de elementos a asignar y de otro conjunto de elementos que siempre recibirán la asignación. Y todo ello con independencia del propio fenómeno de la asignación, cuyas características específicas lo hacen merecedor de especial atención (Gil Aluja, J. 1999).

El planteamiento del problema de asignación parte de la existencia de tres conjuntos, normalmente finitos, de objetos físicos o mentales. El primero recoge los elementos a asignar, el segundo los elementos que deben recibir asignación y el tercero los elementos en los cuales se basa el proceso asignador (cualidades, características, singularidades, ...), lo que se denomina criterios de asignación. Cómo organizar el papel que juega cada uno de estos conjuntos, constituye el punto de arranque a partir del cual se desarrollan las diferentes técnicas utilizadas;

entre ellas, la construcción de un conjunto difuso para cada uno de los objetos a asignar tomando como referencial el conjunto de criterios de asignación (Ídem).

Con objeto de obtener las relaciones, a partir de las cuales iniciar el proceso para la asignación, se utilizan índices capaces de expresar el “alejamiento” o “acercamiento”, entre los objetos a afectar y los objetos a los cuales debe realizarse la afectación. Entre los índices más conocidos están los que se refieren a la noción de distancia y los que parten de la noción de adecuación. Las relaciones se expresan mediante grafos, en forma matricial o sagitada, iniciándose con ello la actividad asignadora. La tarea de asignar convenientemente un objeto a otro objeto, tiene, en sí misma, un carácter combinatorio. Para esta tarea, algunos de los algoritmos empleados son el algoritmo por eliminación de filas y columnas y para la optimización: el algoritmo húngaro y el algoritmo branch and bound (Ídem).

Para más información sobre este concepto véase (Gil Aluja, J., 1999, Kaufmann, A., Gil Aluja, J., 1986, 1987, 1990, 1993, 2005)

4.3.3.3 Concepto de Agrupación

El problema de la agrupación homogénea de objetos físicos o mentales constituye una constante para quienes deben adoptar decisiones. Son frecuentes las situaciones en las cuales el sujeto decisor se ve ante la necesidad de reunir, en bloques, objetos muchas veces con apariencia diferente, bien para una selección entre los componentes del mismo grupo o para elegir un grupo entre varios de ellos. En la actividad social, económica y de gestión, son múltiples los casos que se presentan con este planteamiento.

El concepto de semejanza ha tomado una importancia especial debido al desarrollo de la matemática de la incertidumbre, una importancia especial, sobre todo para procesos de agrupación o separación; sin embargo no ha resultado lo suficientemente útil para una eficaz agrupación como consecuencia de la no existencia de la propiedad transitiva. Sin embargo, a partir de un grafo de semejanza que cumpla las propiedades de reflexividad y simetría se pueden

obtener subgrafos transitivos. Éstos subgrafos expresan relaciones de similitud entre algunos elementos del referencial, formando el mayor grupo posible con características similares que se identifican como subrelaciones máximas de similitud. Para su obtención se han utilizado diversos algoritmos, entre los que destacan, el algoritmo de Pichat y el de Lafosse-Marin-Kaufmann, familia de Moore y los retículos de Galois (Gil Aluja, J. 1999: Pichat, E. 1969; Kaufmann, A. 1979).

Las posibilidades de utilizar este conjunto de elementos teóricos y técnicos a las realidades sociales a las que van destinados, caracterizadas por un alto grado de incertidumbre, se ven facilitadas por algoritmos como el de la correspondencia inversa máxima, las submatrices completas máximas y el de la teoría de clanes.

Para más información sobre este concepto véase (Gil Aluja, J. 1999: Pichat, E. 1969; Kaufmann, A. 1979).

4.3.3.4 Concepto de ordenación

El concepto de ordenación culmina la pirámide de la teoría de la decisión en la incertidumbre. Si en los estudios tradicionales la ubicación de los elementos numéricos adquiere categoría de protagonismo, cuando las realidades sociales sufren convulsiones que incapacitan la adopción de técnicas lineales, su desplazamiento resulta inevitable. Es entonces cuando el proceso de ordenación asume la responsabilidad que otrora era desempeñada por conceptos tales como productividad, rentabilidad, economicidad, entre tantos otros, necesitados todos ellos de la dimensión numérica. Cada vez resulta más difícil circunscribir la fenomenología actual al estricto reducto de un número e incluso acotarla entre dos o más números. Ante estas circunstancias, el recurso a una comparación basada en formas no manifestadas cuantitativamente, proporciona excelentes soluciones.

En el ámbito de la decisión, los conceptos de relación, asignación y agrupación adquieren una importante relevancia, sobre todo en un contexto de incertidumbre. Sin embargo, es quizás la noción de orden, el elemento fundamental sobre el cuál

gira el acto decisorio. Cuando somos capaces de ordenar de alguna manera un conjunto de elementos (objetos) y este orden se halla establecido según otro conjunto de elementos (de naturaleza distinta, normalmente), es posible la construcción de una escala con apreciaciones crecientes (o decrecientes). Se obtienen, así, óptimos y subóptimos sin la necesidad de recurrir a conceptos cardinales. Cuando no es posible obtener un cuadro valorado de objetos, apelar a un orden no cuantificado de los mismos puede ser suficiente para una decisión racional.

Para obtener estructuras capaces de conducir hacia algoritmos aptos para la ordenación, la presentación de las relaciones se hace a través de grafos en las formas matriciales y sagitadas. A partir de ellas, se han generado metodologías para establecer una relación de orden y que dan solución satisfactoria a un amplio abanico de problemas, entre éstas metodologías se encuentran: Establecimiento de un orden a partir de la función ordinal, Composición P-Latina y el Modelo de Preferencias Subjetivas.

Para más información sobre este concepto véase (Gil Aluja, J., 1999, Kaufmann, A., Gil Aluja, J., 1986, 1987, 1990, 1993, 2005)

PARTE III. Metodología Preferencias Subjetivas

CAPÍTULO 5.

Capítulo 5. Modelo de Preferencias Subjetivas

5.1 Introducción

A lo largo del tiempo, se han desarrollado diferentes modelos difusos, éstos han tenido aplicación en áreas muy diversas y amplias. Éstas técnicas se dividen en dos grupos: modelos difusos numéricos, y modelos difusos no numéricos.

Entre los modelos numéricos, se encuentran: La Distancia de Hamming, desarrollado por Richard Wesley Hamming en 1950; la Teoría de los Expertones, introducida por Arnold Kaufmann en 1987; en ese mismo año, el modelo de Preferencias Subjetivas fue propuesto por Kaufmann y Gil Aluja, los operadores OWA, modelo presentado por R. Yager en 1988.

El modelo de Preferencias Subjetivas se fundamenta en propiedades del cálculo matricial las cuales fueron utilizadas primero por Saaty y luego por Dhin, prueba de ello está en el papel que juegan las nociones de *valor propio dominante* y *vector propio correspondiente*. El modelo de Preferencias Subjetivas, propone un algoritmo que permite ordenar objetos físicos o mentales, de acuerdo a la importancia de sus características (Gil Aluja, J. 1999; Saaty, T. 1978; Dinh, B., 1984).

Esta tipología de modelos han sido utilizadas en diversas áreas por autores como: Keropyan, A. y Gil-Lafuente, A.M. (2013), Barcellos Paula, L. y Gil-Lafuente, A.M. (2010), Merigó, J. y Gil-Lafuente, A.M. (2012 y 2013), Vizuete Luciano, E. et.al., (2013), Hurtado, A. y Tinto Arandes, J. (2010), Kydland, F.E. et.al., (2011), Rico F. Marco A. y Tinco, J., (2010).

5.2 Definición de orden

Gil Aluja, J., define el concepto de orden como: *“El orden es una gradación en las preferencias de objetos físicos o mentales, establecida en base a la apreciación*

objetiva o subjetiva de sus propiedades, características o singularidades”.

Uno de los elementos configuradores de la ordenación viene dado por la necesidad de determinar, como acto previo, cuáles son las propiedades y/o características y/o singularidades merecedoras de la apreciación de los objetos. A efectos prácticos, aunque no necesariamente desde una perspectiva teórica, su número debe ser finito y susceptible de numeración. Estas propiedades, y/o características, y/o singularidades, constituyen los elementos de un conjunto referencial. También los objetos físicos o mentales sujetos a ordenación, en número finito en la práctica, forman otro conjunto referencial.

Establecidos estos dos conjuntos, se determina la relación existente entre ambos. Dado que el nivel poseído de todas las cualidades por parte de los objetos no siempre puede ser expresado de manera objetiva y precisa, se hace necesario recurrir a alguna de las teorías capaces de albergar simultáneamente información objetiva y subjetiva, expresadas de manera precisa o imprecisa; una de estas teorías corresponde al Modelo de Preferencias Subjetivas.

La obtención de un orden significa, establecer algún tipo de relación entre los objetos sujetos a ordenación, para ello se utilizan formas matriciales o sagitadas con el propósito de representar las relaciones entre los elementos de dos conjuntos distintos o bien entre los elementos de un mismo conjunto.

5.3 Metodología Modelo de Preferencias Subjetivas

El modelo de Preferencias Subjetivas parte de dos conjuntos referenciales finitos, representativos de los objetos a ordenar y de las características:

$$E_1 = \{P_1, P_2, \dots, P_m\}$$

$$E_2 = \{C_1, C_2, \dots, C_n\}$$

Para cada característica C_j , $j = 1, 2, \dots, n$ se realiza una comparación entre los objetos tomados de 2 en 2, C_i, C_k ; $i, k = 1, 2, \dots, n$ mediante un cociente que determine las veces que un objeto es preferido al otro. Así:

$$\mu_{ik} = f_i / f_k \quad i, k = 1, 2, \dots, n$$

representará las veces que C_i es preferible a C_k . Evidentemente al ser:

$$\mu_{ki} = f_k / f_i = 1 / \mu_{ik}$$

la reunión de todas las μ_{ik} , $i, k = 1, 2, \dots, n$ dará lugar a una matriz en R^+ para cada característica C_j , $j = 1, 2, \dots, n$, las cuales, por construcción, serán recíprocas y coherentes, por tanto cumplen las siguientes propiedades:

a)

$$\sum_{k=1}^n \mu_{ik} * f_k = \sum_{k=1}^n \left(f_i / f_k \right) * f_k = n * f_i$$

b) Todas sus filas (y también sus columnas) son proporcionales a la primera fila (y también a la primera columna) por tanto toda fila (y toda columna) es igual a otra fila (y otra columna) multiplicada por un coeficiente.

Una matriz cuadrada recíproca y coherente es de rango 1, ya que posee un “valor propio”, único e igual a n , al ser los $n-1$ restantes iguales a 0. Por otra parte, si los valores propios de una matriz $[M]$ son $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$, se tiene:

$$\sum_{i=1}^n \lambda_i = tr [M]$$

en donde $tr [M]$ es la traza de $[M]$, es decir, la suma de los elementos de la diagonal principal. Como en el caso de las matrices cuadradas recíprocas y coherentes $tr [M] = n$, por construcción, si un valor es igual a n el resto serán nulos.

Cualquier matriz cuadrada positiva posee un valor real propio positivo, cuyo módulo es superior a todos los demás que pueden ser reales o complejos. Este valor propio real positivo dominante, que llamaremos λ_1 es único, según propone el teorema de Perron_Frobenius. Si n es el orden de la matriz será $\lambda_1 \geq n$.

El vector propio correspondiente al valor propio dominante λ_1 también está formado por términos positivos y cuando está normalizado, es único.

Por tanto, si se tiene una matriz cuadrada positiva y recíproca de orden n , su valor propio dominante será λ_1 . Cuando λ_1 es muy próximo a n se puede considerar que la matriz es casi coherente. A este respecto, se acostumbra a considerar como índice de coherencia la relación:

$$I_c = (\lambda_1 - n)/n$$

Así, pues, a partir de los referenciales de objetos a ordenar E_1 y de características E_2 , se tendrá una matriz recíproca para cada característica C_j , $j=1,2,\dots,n$, con un valor propio $\lambda_1^{(j)}$ cada una y un índice de coherencia:

$$I_c^{(j)} = (\lambda_1^{(j)} - m)/m, \quad j = 1, 2, \dots, n$$

tal como:

	P_1	P_2		P_m
P_1	1	μ_{12}	...	μ_{1m}
P_2	μ_{21}	1	...	μ_{2m}
	...	...	...	...
P_m	μ_{m1}	μ_{m2}	...	1

en donde:

$$\mu_{ik} = 1/\mu_{ki}, \quad i, k = 1, 2, \dots, n$$

Si el índice de coherencia $I_c^{(j)}$, $j = 1, 2, \dots, n$ es suficientemente reducido, se aceptará como válido el vector propio correspondiente.

Sean $[V^{(j)}]$ los vectores propios correspondientes, con un índice de coherencia aceptable:

$$[V^{(j)}] = \begin{array}{c} P_1 \\ P_2 \\ \dots \\ P_m \end{array} \begin{array}{c} \boxed{V_{1j}} \\ \boxed{V_{2j}} \\ \dots \\ \boxed{V_{mj}} \end{array} \quad j = 1, 2, \dots, n$$

La agrupación de los n vectores propios correspondientes proporciona una matriz tal como la siguiente:

$$[V] = \begin{array}{c} P_1 \\ P_2 \\ \dots \\ P_m \end{array} \begin{array}{ccc} C_1 & C_2 & \dots & C_n \\ \boxed{V_{11}} & \boxed{V_{12}} & \dots & \boxed{V_{1n}} \\ \boxed{V_{21}} & \boxed{V_{22}} & \dots & \boxed{V_{2n}} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \boxed{V_{m1}} & \boxed{V_{m2}} & \dots & \boxed{V_{mn}} \end{array}$$

Cada columna de esta matriz (vector propio relativo a cada característica C_j) pone en evidencia la preferencia relativa de los objetos P_i , $i = 1, 2, \dots, m$ en relación, evidentemente, con la respectiva característica. Entonces, si para la ordenación sólo se considerara una única característica, bastaría establecer el orden de los valores de las casillas de la columna escogida (de mayor a menor o de menor a mayor, según correspondiera) para tomar la adecuada decisión. Sin embargo, el supuesto más general exige normalmente tener en cuenta todas las características a un determinado nivel, es decir, considerando la importancia para la decisión de cada una de ellas en relación con las demás.

Para tener en cuenta este aspecto, se construye una matriz cuadrada recíproca, en la cual las filas y columnas representarán las C_j , $j = 1, 2, \dots, n$ características. Así, si en la casilla (i, k) se coloca un 3, por ejemplo, querrá indicar que la característica i es 3 veces más importante o interesante para la decisión que la k . Se tendrá así una matriz $[C]$ tal como la siguiente:

$$[C] = \begin{array}{c} \begin{array}{c} C_1 \quad C_2 \quad \dots \quad C_n \\ \begin{array}{|c|c|c|c|} \hline C_1 & 1 & c_{12} & \dots & c_{1n} \\ \hline C_2 & c_{21} & 1 & \dots & c_{2n} \\ \hline \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \hline C_n & c_{n1} & c_{n2} & \dots & 1 \\ \hline \end{array} \end{array} \end{array}$$

Esta matriz tendrá un valor propio dominante $\lambda_1^{(c)}$ y un vector correspondiente $[V^{(c)}]$. Si el índice de coherencia $I_c^{(c)}$ se halla dentro del umbral exigido se consideraría válido el vector $[V^{(c)}]$ como representativo del peso o importancia de cada característica, a efectos de la decisión. Este vector juega el papel ponderador, para lo cual resulta importante normalizarlo con suma igual a la unidad. El vector $[V^{(c)}]$ se convertirá entonces en vector normalizado $[N^{(c)}]$, que se puede representar así:

$$N^{(c)} = \begin{array}{c} \begin{array}{c} C_1 \quad \begin{array}{|c|} \hline p_1 \\ \hline \end{array} \\ C_2 \quad \begin{array}{|c|} \hline p_2 \\ \hline \end{array} \\ \dots \\ C_n \quad \begin{array}{|c|} \hline p_n \\ \hline \end{array} \end{array} \end{array}$$

Una vez obtenidas la matriz $[V]$ y el vector normalizado $[N^{(c)}]$ bastará realizar la multiplicación $[V] * [N^{(c)}]$ para hallar el nuevo vector $[D]$ cuyos valores s_i , $i = 1, 2, \dots, m$ permitirán una ordenación de los objetos, teniendo en cuenta la importancia relativa asignada a cada característica.

Serán, en definitiva:

$$[D] = [V] * [N^{(c)}] = \begin{array}{c} \begin{array}{c} P_1 \quad \begin{array}{|c|} \hline s_1 \\ \hline \end{array} \\ P_2 \quad \begin{array}{|c|} \hline s_2 \\ \hline \end{array} \\ \dots \\ P_m \quad \begin{array}{|c|} \hline s_m \\ \hline \end{array} \end{array} \end{array}$$

Finalmente, para obtener el valor propio dominante y el vector propio correspondiente, se sigue el procedimiento siguiente:

Se parte de una matriz cuadrada y recíproca $[M]$:

$$[M] = \begin{array}{c} \begin{array}{ccccc} & P_1 & P_2 & & P_m \\ \begin{array}{c} P_1 \\ P_2 \\ \dots \\ P_m \end{array} & \begin{array}{|c|c|c|c|} \hline 1 & \mu_{12} & \dots & \mu_{m1} \\ \hline \mu_{21} & 1 & \dots & \mu_{m2} \\ \hline \dots & \dots & \dots & \dots \\ \hline \mu_{m1} & \mu_{m2} & \dots & 1 \\ \hline \end{array} \end{array} \end{array}$$

Se inicia el proceso multiplicando la matriz $[M]$ por el vector unidad $[1]$. Se obtiene el vector $[W_1]$:

$$[M] * [1] = \begin{array}{c} \begin{array}{ccccc} & P_1 & P_2 & & P_m \\ \begin{array}{c} P_1 \\ P_2 \\ \dots \\ P_m \end{array} & \begin{array}{|c|c|c|c|} \hline 1 & \mu_{12} & \dots & \mu_{m1} \\ \hline \mu_{21} & 1 & \dots & \mu_{m2} \\ \hline \dots & \dots & \dots & \dots \\ \hline \mu_{m1} & \mu_{m2} & \dots & 1 \\ \hline \end{array} \end{array} * \begin{array}{c} \begin{array}{ccccc} & P_1 & P_2 & & P_m \\ \begin{array}{c} P_1 \\ P_2 \\ \dots \\ P_m \end{array} & \begin{array}{|c|c|c|c|} \hline s_1 \\ \hline s_2 \\ \hline \dots \\ \hline s_m \\ \hline \end{array} \end{array} = \begin{array}{c} \begin{array}{ccccc} & P_1 & P_2 & & P_m \\ \begin{array}{c} P_1 \\ P_2 \\ \dots \\ P_m \end{array} & \begin{array}{|c|c|c|c|} \hline w_1^{(1)} \\ \hline w_2^{(1)} \\ \hline \dots \\ \hline w_m^{(1)} \\ \hline \end{array} \end{array} = [W_1]$$

Se divide cada uno de los valores del vector $[W_1]$ por el mayor de ellos, es decir, por: $w_1^{(1)} \vee w_2^{(1)} \vee \dots \vee w_m^{(1)}$. Se halla, así, un vector normalizado, en el sentido de los subconjuntos difusos. Llamemos a los nuevos valores:

$$V_1^{(1)} = \left(w_1^{(1)} / w_1^{(1)} \vee w_2^{(1)} \vee \dots \vee w_m^{(1)} \right), V_2^{(1)} = \left(w_2^{(1)} / w_1^{(1)} \vee w_2^{(1)} \vee \dots \vee w_m^{(1)} \right), \dots$$

Resulta entonces:

$$[W_1] = (w_1^{(1)} \vee w_2^{(1)} \vee \dots \vee w_m^{(1)}) * \begin{array}{c} \begin{array}{ccccc} & P_1 & P_2 & & P_m \\ \begin{array}{c} P_1 \\ P_2 \\ \dots \\ P_n \end{array} & \begin{array}{|c|c|c|c|} \hline v_1^{(1)} \\ \hline v_2^{(1)} \\ \hline \dots \\ \hline v_m^{(1)} \\ \hline \end{array} \end{array} = (w_1^{(1)} \vee w_2^{(1)} \vee \dots \vee w_m^{(1)}) * [V_1]$$

en donde, por lo menos una $v_i^{(1)}$, $i = 1, 2, \dots, m$, es igual a la unidad.

Se realiza la multiplicación $[M] * [V_1]$:

$$\begin{array}{c}
 \begin{array}{c} P_1 \quad P_2 \quad \dots \quad P_m \\
 \begin{array}{|c|c|c|c|}
 \hline
 1 & \mu_{12} & \dots & \mu_{1m} \\
 \hline
 \mu_{21} & 1 & \dots & \mu_{2m} \\
 \hline
 \dots & \dots & \dots & \dots \\
 \hline
 \mu_{m1} & \mu_{m2} & \dots & 1 \\
 \hline
 \end{array}
 \end{array}
 \end{array}
 *
 \begin{array}{c}
 \begin{array}{c} P_1 \quad P_2 \quad \dots \quad P_m \\
 \begin{array}{|c|}
 \hline
 v_1^{(1)} \\
 \hline
 v_2^{(1)} \\
 \hline
 \dots \\
 \hline
 v_m^{(1)} \\
 \hline
 \end{array}
 \end{array}
 \end{array}
 =
 \begin{array}{c}
 \begin{array}{c} P_1 \quad P_2 \quad \dots \quad P_m \\
 \begin{array}{|c|}
 \hline
 w_1^{(2)} \\
 \hline
 w_2^{(2)} \\
 \hline
 \dots \\
 \hline
 w_m^{(2)} \\
 \hline
 \end{array}
 \end{array}
 \end{array}
 = [W_2]$$

Se seguirá así hasta hallar un valor tal que:

$$(w_1^{(r)} \vee w_2^{(r)} \vee \dots \vee w_m^{(r)}) \cong (w_1^{(s)} \vee w_2^{(s)} \vee \dots \vee w_m^{(s)}), \text{ siendo } r = s - 1$$

Cuando esto sucede, $(w_1^{(s)} \vee w_2^{(s)} \vee \dots \vee w_m^{(s)})$ es el valor propio dominante λ_1 . Si el coeficiente de coherencia I_c es aceptablemente reducido, se puede considerar que la matriz es casi coherente.

5.4 Algoritmo del Modelo de Preferencias Subjetivas

Algoritmo basado en los aspectos teóricos, apto para la ordenación de objetos físicos o mentales. Consta de los siguientes pasos:

- 1) Establecimiento de los dos conjuntos finitos, de objetos y características, determinantes de la decisión.
- 2) Para cada una de las características, determinar la matriz recíproca, representativa de las relaciones de estimación relativa de un objeto con respecto a los demás.
- 3) Determinar el valor propio dominante y vector propio correspondiente para cada característica, el cual se normaliza con suma 1.

- 4) Reagrupar los vectores propios formando una matriz $[V]$, normalmente rectangular, con valores en $[0, 1]$.
- 5) Construir una matriz cuadrada recíproca, a partir de la comparación relativa de las características, indicando en cada casilla las veces que la característica de la fila es mejor que la de la columna.
- 6) Tomar como base la matriz del inciso 5 y encontrar el valor propio dominante y el vector propio correspondiente, el cual, una vez normalizado con suma 1, sirve de ponderación.
- 7) Determinar el producto de la matriz con el vector hallando un nuevo y definitivo vector, cuyos valores darán lugar a la ordenación.

5.5 Escala Endecadaria

Es conveniente distinguir entre el concepto de “valuación” y el de “valoración”. Se llama *valuación*, a la asociación de un valor numérico, que puede ser negativo, positivo o nulo, a un objeto (concreto o abstracto) realizada por un experto. Una *valuación* es la expresión de un nivel de verdad, nivel que toma sus valores del intervalo de confianza $[0,1]$. No se debe confundir el término de *valuación*, con el de probabilidad. Una *valuación*, es un dato subjetivo que es suministrado por una persona o por varias. La probabilidad es un dato “objetivo”. La noción de probabilidad se halla ligada al azar, mientras que la *valuación* a la incertidumbre y a la subjetividad. Es fundamental no confundir “probable” y “posible”. Probablemente se asocia a la noción de medida. Posiblemente se asocia a la subjetividad en ausencia de medida. El azar exige una medida, de ahí, las probabilidades, la incertidumbre solo puede ser estimada de manera subjetiva, frecuentemente rozando los límites de las probabilidades y añadiendo, aún de manera más subjetiva, un máximo de presunción (Chávez, R., et.al.,2007).

Para A. Kaufmann, Gil Aluja, A. Terceño (1994) la *valuación* no es una medida, por el contrario la medida es una *valuación*. Lo que es probable es posible y lo que es posible no es forzosamente probable.

Se puede asignar valuaciones en toda escala numérica de valores; si bien, lo más usual en el campo binario es que una valuación se expresa por 0 o 1, mientras que en el ámbito multivalente o difuso, ésta valuación es un número comprendido entre 0 y 1, incluidos éstos. Es decir, una valuación es una estimación numérica subjetiva, puede ser dada por un número entre $[0,1]$ incluidos los extremos, a lo que se le conoce como intervalo de confianza. La valuación, es una facultad suplementaria de expresión si somos capaces de expresar nuestra subjetividad por un número y solo uno.

La valuación puede expresarse en lenguaje humano mediante: palabras, relativos, superlativos e incluso por los valores asociados de manera subjetiva a palabras del lenguaje. Una valuación desde un punto de vista más práctico consiste en la expresión de un nivel de verdad que toma sus valores del intervalo de confianza (Chávez, R., et.al., 2007).

De acuerdo a Kaufmann y Gil Aluja (1993), las escalas semánticas más utilizadas en aplicaciones de la teoría de la incertidumbre con el fin de matizar los niveles de verdad, son: Escala binaria, escala ternaria, escala pentaria, escala hexaria, escala endecadaria.

La escala Endecadaria que se muestra en la Tabla 15, corresponde a una escala de posiciones de once valores, ésta escala establece una buena matización, pues no es ni demasiado reducida ni excesivamente amplia, y se tiene la opción de escoger otra escala con diferente cantidad de valores.

Tabla 15. Escala Endecadaria

Valor	Significado
1	Excelente, total, verdadero
0.9	Muy bien, prácticamente verdadero
0.8	Prácticamente bien, casi verdadero
0.7	Casi bien, bastante verdadero
0.6	Bastante bien, mas verdadero que falso

0.5	Ni bien ni mal, ni falso ni verdadero
0.4	Bastante mal, más falso que verdadero
0.3	Casi mal, bastante falso
0.2	Prácticamente mal, casi falso
0.1	Muy mal, prácticamente falso
0	Pésimo, falso

Fuente: Tomado de Kaufmann y Gil Aluja, J. 1993

PARTE IV. Implementación y desarrollo

CAPÍTULO 6

Capítulo 6. Implementación y desarrollo

6.1 Introducción

El modelo propuesto, busca contribuir a una toma de decisión informada y cercana a la realidad, considerando el impacto que cada dimensión del desarrollo sostenible tiene en cada uno de los estados de la República Mexicana.

Para cada una de las dimensiones del desarrollo sostenible: económica, ambiental, social e institucional; se analizaron y consideraron el conjunto de indicadores propuesto en la Tabla 14, con la limitante de que no se encontraron datos en las fuentes institucionales de la República Mexicana con información para algunos indicadores por lo que éstos no fueron considerados.

Se integran en el análisis elementos tanto de naturaleza objetiva como son los propios indicadores, como aquellos de carácter subjetivo, tal como las preferencias y las prioridades derivadas de la adopción de determinadas políticas y estrategias.

El modelo parte de la obtención de datos para cada uno de los indicadores y para cada uno de los estados de la República Mexicana, posteriormente se establece un proceso de comparativa normalizada, que es afectado por un vector representativo del valor normalizado de las preferencias en las actividades de cada Estado. Es en este último vector en donde subyace la vertiente subjetiva del modelo, es decir, dependiendo de las prioridades existentes, se pondera en mayor o menor medida la importancia relativa de un sector con respecto a los demás, finalmente se genera un vector ordenado cuya información contribuye significativamente a considerar replantear o adoptar nuevas políticas y estrategias de desarrollo con el propósito de transitar en el corto, mediano y largo plazo al desarrollo sostenible.

Para llevar a cabo un mejor análisis, la implementación del modelo se realiza en dos partes; en la primera, se consideran datos relacionados con una de las dimensiones del desarrollo sostenible: la dimensión económica.

Se considera en un primer momento analizar la dimensión económica debido a que ésta abarca el impacto de las organizaciones en la situación económica de los grupos de interés y en los sistemas económicos locales, nacionales e internacionales, además de que es la que más movimientos genera y sobre la que se han basado tradicionalmente las relaciones político-económicas internacionales.

6.2 Parte 1. Análisis dimensión económica

Los datos analizados se obtuvieron de documentación emitida por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), el cuál es un organismo autónomo del Gobierno Mexicano, dedicado a la coordinación del Sistema Nacional De Información Estadística y Geográfica de la República Mexicana.

Para el análisis de la dimensión económica, se consideran el conjunto de indicadores y sub-indicadores que muestran información relacionada a la contribución de cada Unidad Económica del Producto Interno Bruto (PIB), correspondiente al año 2009 (INEGI, 2011). Es importante mencionar que en el INEGI no se encuentran disponibles datos más recientes para este rubro.

El análisis considera la contribución que cada sector económico realiza al PIB, de cada uno de los Estados de la República Mexicana, el resultado del análisis muestra en qué medida las inversiones en cada sector contribuyen al PIB y en qué medida cada uno de los Estados de la República Mexicana transita hacia un desarrollo sostenible.

6.2.1 Definición de los conjuntos

Para el análisis, se definen dos conjuntos finitos, el conjunto de objetos y el conjunto de características determinantes de la decisión. Para el estudio, se

considera como el conjunto finito de objetos a los 31 Estados y un Distrito Federal que componen la República Mexicana y como el conjunto de características determinantes de la decisión, al grupo de indicadores y sub-indicadores correspondientes a la dimensión económica. La Tabla 16 muestra el conjunto de objetos considerados en el análisis y la Tabla 17 el conjunto de características.

Tabla 16. Conjunto de Estados (objetos)

Identificador	Estados de la República Mexicana
R1	Aguascalientes
R2	Baja California
R3	Baja California Sur
R4	Campeche
R5	Coahuila de Zaragoza
R6	Colima
R7	Chiapas
R8	Chihuahua
R9	Distrito Federal
R10	Durango
R11	Guanajuato
R12	Guerrero
R13	Hidalgo
R14	Jalisco
R15	México
R16	Michoacán de Ocampo
R17	Morelos
R18	Nayarit
R19	Nuevo León
R20	Oaxaca
R21	Puebla
R22	Querétaro
R23	Quintana Roo
R24	San Luis Potosí
R25	Sinaloa
R26	Sonora
R27	Tabasco
R28	Tamaulipas
R29	Tlaxcala
R30	Veracruz de Ignacio de la Llave
R31	Yucatán
R32	Zacatecas

Fuente: Elaboración propia en base a información de INEGI (INEGI, 2011)

Tabla 17. Conjunto de Indicadores (características)

Identificador	Indicadores del PIB en valores básicos de cada una de las Unidades Económicas
C1	Agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza
C2	Minería
C3	Electricidad, agua y suministro de gas por productos al consumidor final
C4	Construcción
C5	Industria alimentaria, de las bebidas y del tabaco
C6	Textiles, prendas de vestir y productos de cuero
C7	Industria de la madera
C8	Industria del papel, impresión e industrias conexas
C9	Derivados del petróleo y de carbón, industria química, de plástico y de hule
C10	Fabricación de productos a base de minerales no metálicos
C11	Industrias metálicas
C12	Maquinaria y equipo
C13	Fabricación de muebles y productos relacionados
C14	Otras industrias manufactureras
C15	Comercio
C16	Transportes, correos y almacenamientos
C17	Información en medios masivos
C18	Servicios financieros y de seguros
C19	Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles
C20	Servicios profesionales, científicos y técnicos
C21	Servicios educativos
C22	Servicios de salud y de asistencia social
C23	Servicios y esparcimientos culturales y deportivos, y otros servicios recreativos
C24	Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas
C25	Otros servicios excepto actividades gubernamentales
C26	Actividades del gobierno

Fuente: Elaboración propia en base a información de INEGI (INEGI, 2011)

6.2.2 Datos de estudio

En la Tabla 18, se concentra la información de cada uno de los Estados de la República Mexicana para cada uno de los Indicadores identificados en el modelo. Las unidades monetarias se encuentran dadas en miles de pesos.

Tabla 18. Concentrado de Información (miles de pesos)

	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
C1	5799428	10648689	2835334	3380938	11122985	3748123	18729543	22377383
C2	1345169	646227	2156210	484367635	13007630	922269	14997468	5724654

C3	553773	6347859	1328562	593027	4778950	1985122	7126691	5232325
C4	11613035	32755458	13676846	28713828	25931358	5412393	13667697	25960224
C5	10012608	13526856	1774730	1820514	12843957	2750103	10523182	12121175
C6	2851031	1414775	35244	665306	6951131	52883	264786	1816404
C7	72515	510190	3159	112672	95313	85305	191017	7550719
C8	241038	3463555	21002	19872	2327185	27496	222104	1724181
C9	1579432	3006297	32703	164055	7094779	115752	5373545	2625128
C10	2124482	2694487	212527	118323	7928499	2206358	207344	5220449
C11	850216	6053364	67656	85677	28839345	157474	116305	3071641
C12	18547046	26700258	5745	21	40358649	138048	388094	44013297
C13	231636	1573704	18166	20907	553982	61161	93248	1034756
C14	119426	6969025	40065	14274	287804	31518	133139	4729307
C15	17663450	52300310	12099494	10698903	43150267	9200748	32262590	52695926
C16	6025636	21398109	5898794	8152787	27758636	8343050	11941817	15644898
C17	3002873	11237023	1836193	2423942	5704261	1394793	5687685	10362704
C18	3529771	5816599	2173927	1327923	6106425	933734	1909368	6073376
C19	12206808	38406409	6510619	9566449	27991806	6333086	35141145	42667880
C20	2556131	9329216	1173988	6472910	10364302	787079	2849666	18972097
C21	6814038	16636632	3155632	4244052	14354221	3499801	18637584	18435886
C22	4651662	10740823	2133962	2263712	11291912	2689160	6525853	11117671
C23	899988	1723753	480233	61629	712638	141878	358503	633484
C24	1826753	9073597	8393543	3068224	6065826	2345358	4480881	9516371
C25	2600801	8320842	1680733	3143180	5808246	1487928	4053042	7311217
C26	6677402	15494880	4458795	4680747	10744694	4462870	14221409	12919975
	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15	R16
C1	1202972	15856081	18222202	9536580	8493014	40221802	16649572	31569195
C2	83411	8377995	1468929	2607564	1725752	2208693	4508620	1459660
C3	9197319	2003940	3884719	5509416	3162940	5150665	11356863	2885182
C4	82701404	9840489	29352530	10007968	14022261	41126885	67051907	16591024
C5	54340433	18669692	37286751	6536730	15519907	68276357	101194898	13134658
C6	15348906	1000159	17044283	274010	4029698	6884227	12492044	1166337

C7	617603	2420628	97805	455647	117243	910772	922421	2568042
C8	11436020	1014432	2343631	57239	191554	3760406	13766022	1129478
C9	76724665	536196	18824040	112215	15489359	21175434	53884258	1910953
C10	2911070	629997	5061085	846383	11064044	8083286	10457264	1865360
C11	28990837	1599194	6483583	2798955	991974	12129719	21573768	12031988
C12	18593648	2603940	37253332	52324	3405255	34373036	51990119	558227
C13	3725535	574750	342532	71186	131697	3822653	3594885	367397
C14	6141133	1099069	785125	1053459	862266	3085125	9318793	285664
C15	344403920	19273994	65597665	26339295	19257640	150321631	191398661	50544355
C16	173637192	9689194	32599618	18248008	14069291	43833260	48359332	20345671
C17	140376909	2850636	8958651	4721121	3414672	22886752	23815709	7932595
C18	231986119	3228867	8959224	1799285	2387826	18532141	25356859	4382602
C19	181514287	15822244	47539649	29755290	24186050	74743836	137101453	36579491
C20	163983790	1579347	18970269	1203189	1386557	15686637	23847314	4063594
C21	95317389	7965160	19442954	12821203	12258434	36690662	70937909	21062906
C22	81380678	4127250	11941104	6057583	4760283	21766292	27740218	8960104
C23	10138457	139581	6672827	516352	331304	2041245	3361208	603185
C24	36610177	2252882	8058920	10697430	1445506	22624844	17598165	6737401
C25	66029896	2356896	9167363	3310274	3289398	17692630	33143071	12011919
C26	137111397	7445733	14915225	12380121	7847774	24189306	45519349	14254870
	R17	R18	R19	R20	R21	R22	R23	R24
C1	4060842	6267165	6945933	11706737	18688642	5320480	1277731	8401468
C2	364847	174296	8487226	106136	3894203	2974658	357180	5306085
C3	1448071	1516865	13045601	2445297	3040364	2423093	1775481	7070360
C4	11301774	10813457	79187670	9890786	18661215	19943248	16350016	18546825
C5	6054963	3522901	42080153	8755825	23750364	10285841	2434059	15471217
C6	1775705	25855	3168046	277223	6315853	983053	79205	995699
C7	35624	104293	636733	1584074	512757	522192	347484	185542
C8	379791	31931	5465025	456256	1610402	7424348	292818	1645947
C9	12716976	71957	29523052	18924135	5189564	7627133	75385	1510343
C10	3002714	113143	22563655	1726752	6995312	1929518	296803	5277577

C11	922346	68132	42909593	154389	8940565	2397973	138461	13912865
C12	4857306	25484	62240130	54368	40636105	19186737	11830	12023717
C13	65973	30755	1747367	184329	770263	125676	58579	445455
C14	903719	43234	3901919	143508	620263	212771	281450	1782309
C15	17329763	10373797	130236899	27021787	58352550	36376746	29149952	29242595
C16	7741038	3562864	66405586	10122536	25110336	21126280	14120747	12719515
C17	4176186	2011266	30254208	3408810	17235076	7157195	3118546	4119390
C18	2096963	1121312	49722493	1669974	7972849	3717939	5575769	3646816
C19	15459104	10184373	85499130	30467961	52291274	18287593	16461175	26697001
C20	2131709	824616	40580320	1755197	6828064	6282985	5521445	3013435
C21	8948969	4995824	35233391	15523228	26760082	10566457	5614828	12320231
C22	4431690	2525224	29776240	5564924	10478816	6592652	3039417	5850760
C23	523283	250239	3115559	462602	1572781	838317	1709499	1103026
C24	3890181	3692811	11705723	5477729	5192393	3985907	27053286	4669655
C25	3436746	1488589	15730728	3881997	12101887	3262091	14358730	5026143
C26	7237641	5779677	18302775	12407646	12605476	7562407	7316849	10617529
	R25	R26	R27	R28	R29	R30	R31	R32
C1	31545245	24174506	5301679	12950441	2883336	30320382	6845811	10641342
C2	2327589	15082509	236164113	25698717	9153	37958614	706965	13528257
C3	3663719	3336083	770902	8730940	463757	14054520	2384245	303092
C4	20412768	24958147	24368242	43068048	1924333	64731492	13540235	9150993
C5	15807795	17889743	5520784	8801960	4355781	36712408	14991628	10436755
C6	169378	1514711	210508	642382	1791193	1007399	2940825	122555
C7	95271	114505	34238	139773	82730	125358	138744	109846
C8	643051	727633	137484	533671	1576884	1996863	129021	35496
C9	711287	1493183	4930097	17264559	1944689	17453731	1736759	5831
C10	516688	2291005	1190813	874546	2620743	3681506	1726197	379695
C11	569935	12950632	158453	2502140	1643719	12211481	453400	849367
C12	1461864	17966720	109951	17116505	1636035	385567	562196	348869
C13	257922	635486	44183	403324	72751	404289	236881	42243
C14	118832	2148894	28041	1692691	200112	144319	391036	136551

C15	50099069	43880094	29479168	54853037	7266658	69050089	28043878	12698258
C16	16704402	16322509	10622171	34261852	7136604	43191996	9696173	3183628
C17	5888061	10445752	4008453	8698338	1461539	11523497	15325521	1921675
C18	7257722	6062737	2608306	5329244	473716	6652359	3725668	1052070
C19	28289516	29256664	21393044	44982694	9809407	73439353	20845063	12396065
C20	4496256	5409084	2775680	7365887	491232	6327740	3834121	880552
C21	14035091	14667023	10749247	14571435	4506109	35359386	9871083	6795390
C22	8374091	9793507	8667489	11761649	2187244	17868999	6084626	3525503
C23	1130803	580649	158461	707483	75184	1196843	428046	290322
C24	9786038	7164318	3884963	10114435	859618	9194604	3825215	2181942
C25	8305175	5680518	4596522	8088197	1439633	12585632	4873563	1647525
C26	10084153	12245717	10574661	13099149	3986020	22502206	7380304	6120110

Fuente: INEGI 2011. Indicadores del PIB de cada una de las Unidades Económicas

6.2.3 Normalización de los datos

Con el propósito de representar los datos en una escala difusa, se realiza la normalización de los mismos, ésta se lleva a cabo por indicador. Los datos normalizados se muestran en la tabla 19.

Tabla 19. Datos normalizados por características

	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
C1	0.144186	0.264749	0.070492	0.084057	0.276541	0.093186	0.465656	0.556350
C2	0.002777	0.001334	0.004452	1.000000	0.026855	0.001904	0.030963	0.011819
C3	0.039402	0.451660	0.094529	0.042195	0.340029	0.141244	0.507075	0.372288
C4	0.140421	0.396069	0.165376	0.347199	0.313554	0.065445	0.165266	0.313903
C5	0.098944	0.133671	0.017538	0.017990	0.126923	0.027176	0.103989	0.119780
C6	0.167272	0.083006	0.002068	0.039034	0.407828	0.003103	0.015535	0.106570
C7	0.009604	0.067568	0.000418	0.014922	0.012623	0.011298	0.025298	1.000000
C8	0.017510	0.251602	0.001526	0.001444	0.169053	0.001997	0.016134	0.125249
C9	0.020586	0.039183	0.000426	0.002138	0.092471	0.001509	0.070037	0.034215
C10	0.094155	0.119417	0.009419	0.005244	0.351384	0.097784	0.009189	0.231365
C11	0.019814	0.141073	0.001577	0.001997	0.672096	0.003670	0.002710	0.071584

C12	0.297992	0.428988	0.000092	3.37X10 ⁻⁷	0.648435	0.002218	0.006235	0.707153
C13	0.060596	0.411678	0.004752	0.005469	0.144921	0.016000	0.024394	0.270691
C14	0.012816	0.747846	0.004299	0.001532	0.030884	0.003382	0.014287	0.507502
C15	0.051287	0.151857	0.035132	0.031065	0.125290	0.026715	0.093677	0.153006
C16	0.034702	0.123235	0.033972	0.046953	0.159866	0.048049	0.068775	0.090101
C17	0.021392	0.080049	0.013080	0.017267	0.040635	0.009936	0.040517	0.073821
C18	0.015215	0.025073	0.009371	0.005724	0.026322	0.004025	0.008231	0.026180
C19	0.067250	0.211589	0.035868	0.052704	0.154213	0.034890	0.193600	0.235066
C20	0.015588	0.056891	0.007159	0.039473	0.063203	0.004800	0.017378	0.115695
C21	0.071488	0.174539	0.033107	0.044525	0.150594	0.036717	0.195532	0.193416
C22	0.057159	0.131982	0.026222	0.027816	0.138754	0.033044	0.080189	0.136613
C23	0.088770	0.170021	0.047367	0.006079	0.070291	0.013994	0.035361	0.062483
C24	0.049877	0.247844	0.229268	0.083808	0.165687	0.064063	0.122394	0.259938
C25	0.039388	0.126016	0.025454	0.047602	0.087964	0.022534	0.061382	0.110726
C26	0.048701	0.113009	0.032520	0.034138	0.078365	0.032549	0.103722	0.094230
	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15	R16
C1	0.029908	0.394216	0.453043	0.237100	0.211154	1.000000	0.413944	0.784878
C2	0.000172	0.017297	0.003033	0.005383	0.003563	0.004560	0.009308	0.003014
C3	0.654403	0.142583	0.276404	0.392003	0.225048	0.366477	0.808058	0.205285
C4	1.000000	0.118988	0.354922	0.121013	0.169553	0.497294	0.810771	0.200614
C5	0.536988	0.184492	0.368465	0.064595	0.153366	0.674702	1.000000	0.129796
C6	0.900531	0.058680	1.000000	0.016076	0.236425	0.403902	0.732917	0.068430
C7	0.081794	0.320582	0.012953	0.060345	0.015527	0.120621	0.122163	0.340106
C8	0.830743	0.073691	0.170248	0.004158	0.013915	0.273166	1.000000	0.082048
C9	1.000000	0.006989	0.245345	0.001463	0.201882	0.275993	0.702307	0.024907
C10	0.129016	0.027921	0.224303	0.037511	0.490348	0.358244	0.463456	0.082671
C11	0.675626	0.037269	0.151099	0.065229	0.023118	0.282681	0.502773	0.280403
C12	0.298741	0.041837	0.598542	0.000841	0.054712	0.552265	0.835315	0.008969
C13	0.974594	0.150354	0.089606	0.018622	0.034452	1.000000	0.940416	0.096110
C14	0.659005	0.117941	0.084252	0.113047	0.092530	0.331065	1.000000	0.030655
C15	1.000000	0.055963	0.190467	0.076478	0.055916	0.436469	0.555739	0.146759

C16	1.000000	0.055801	0.187746	0.105093	0.081027	0.252442	0.278508	0.117173
C17	1.000000	0.020307	0.063819	0.033632	0.024325	0.163038	0.169655	0.056509
C18	1.000000	0.013918	0.038620	0.007756	0.010293	0.079885	0.109303	0.018892
C19	1.000000	0.087168	0.261906	0.163928	0.133246	0.411779	0.755320	0.201524
C20	1.000000	0.009631	0.115684	0.007337	0.008455	0.095660	0.145425	0.024780
C21	1.000000	0.083565	0.203981	0.134511	0.128606	0.384931	0.744228	0.220977
C22	1.000000	0.050715	0.146731	0.074435	0.058494	0.267463	0.340870	0.110101
C23	1.000000	0.013767	0.658170	0.050930	0.032678	0.201337	0.331531	0.059495
C24	1.000000	0.061537	0.220128	0.292198	0.039484	0.617993	0.480691	0.184031
C25	1.000000	0.035694	0.138837	0.050133	0.049817	0.267949	0.501940	0.181916
C26	1.000000	0.054304	0.108782	0.090292	0.057236	0.176421	0.331988	0.103966
	R17	R18	R19	R20	R21	R22	R23	R24
C1	0.100961	0.155815	0.172691	0.291055	0.464640	0.132279	0.031767	0.208878
C2	0.000753	0.000360	0.017522	0.000219	0.008040	0.006141	0.000737	0.010955
C3	0.103032	0.107927	0.928214	0.173987	0.216326	0.172407	0.126328	0.503067
C4	0.136658	0.130753	0.957513	0.119596	0.225646	0.241148	0.197699	0.224263
C5	0.059835	0.034813	0.415833	0.086524	0.234699	0.101644	0.024053	0.152885
C6	0.104182	0.001517	0.185871	0.016265	0.370556	0.057676	0.004647	0.058418
C7	0.004718	0.013812	0.084327	0.209791	0.067908	0.069158	0.046020	0.024573
C8	0.027589	0.002320	0.396994	0.033144	0.116984	0.539324	0.021271	0.119566
C9	0.165748	0.000938	0.384792	0.246650	0.067639	0.099409	0.000983	0.019685
C10	0.133077	0.005014	1.000000	0.076528	0.310026	0.085514	0.013154	0.233897
C11	0.021495	0.001588	1.000000	0.003598	0.208358	0.055884	0.003227	0.324237
C12	0.078041	0.000409	1.000000	0.000874	0.652892	0.308270	0.000190	0.193183
C13	0.017258	0.008045	0.457108	0.048220	0.201500	0.032877	0.015324	0.116530
C14	0.096978	0.004639	0.418715	0.015400	0.066560	0.022832	0.030202	0.191260
C15	0.050318	0.030121	0.378152	0.078460	0.169431	0.105622	0.084639	0.084908
C16	0.044582	0.020519	0.382439	0.058297	0.144614	0.121669	0.081323	0.073253
C17	0.029750	0.014328	0.215521	0.024283	0.122777	0.050986	0.022216	0.029345
C18	0.009039	0.004834	0.214334	0.007199	0.034368	0.016027	0.024035	0.015720
C19	0.085167	0.056108	0.471033	0.167854	0.288084	0.100750	0.090688	0.147079

C20	0.013000	0.005029	0.247465	0.010703	0.041639	0.038315	0.033671	0.018376
C21	0.093886	0.052413	0.369643	0.162858	0.280747	0.110856	0.058907	0.129255
C22	0.054456	0.031030	0.365888	0.068381	0.128763	0.081010	0.037348	0.071894
C23	0.051614	0.024682	0.307301	0.045628	0.155130	0.082687	0.168615	0.108796
C24	0.106260	0.100868	0.319740	0.149623	0.141829	0.108874	0.738955	0.127551
C25	0.052048	0.022544	0.238236	0.058792	0.183279	0.049403	0.217458	0.076119
C26	0.052787	0.042153	0.133488	0.090493	0.091936	0.055155	0.053364	0.077437
	R25	R26	R27	R28	R29	R30	R31	R32
C1	0.784282	0.601030	0.131811	0.321976	0.071686	0.753830	0.170201	0.264567
C2	0.004805	0.031139	0.487572	0.053056	0.000019	0.078367	0.001460	0.027930
C3	0.260679	0.237367	0.054851	0.621219	0.032997	1.000000	0.169643	0.021565
C4	0.246825	0.301786	0.294653	0.520766	0.023268	0.782713	0.163724	0.110651
C5	0.156211	0.176785	0.054556	0.086980	0.043043	0.362789	0.148146	0.103135
C6	0.009938	0.088869	0.012351	0.037689	0.105091	0.059105	0.172540	0.007190
C7	0.012617	0.015165	0.004534	0.018511	0.010957	0.016602	0.018375	0.014548
C8	0.046713	0.052857	0.009987	0.038767	0.114549	0.145057	0.009372	0.002579
C9	0.009271	0.019462	0.064257	0.225020	0.025346	0.227485	0.022636	0.000076
C10	0.022899	0.101535	0.052776	0.038759	0.116149	0.163161	0.076503	0.016828
C11	0.013282	0.301812	0.003693	0.058312	0.038307	0.284586	0.010566	0.019794
C12	0.023487	0.288668	0.001767	0.275008	0.026286	0.006195	0.009033	0.005605
C13	0.067472	0.166242	0.011558	0.105509	0.019032	0.105761	0.061968	0.011051
C14	0.012752	0.230598	0.003009	0.181643	0.021474	0.015487	0.041962	0.014653
C15	0.145466	0.127409	0.085595	0.159269	0.021099	0.200492	0.081427	0.036870
C16	0.096203	0.094004	0.061175	0.197319	0.041101	0.248749	0.055842	0.018335
C17	0.041945	0.074412	0.028555	0.061964	0.010412	0.082090	0.109174	0.013689
C18	0.031285	0.026134	0.011243	0.022972	0.002042	0.028676	0.016060	0.004535
C19	0.155853	0.161181	0.117859	0.247819	0.054042	0.404593	0.114840	0.068293
C20	0.027419	0.032985	0.016927	0.044918	0.002996	0.038588	0.023381	0.005370
C21	0.147246	0.153876	0.112773	0.152873	0.047275	0.370965	0.103560	0.071292
C22	0.102900	0.120342	0.106505	0.144526	0.026877	0.219573	0.074767	0.043321
C23	0.111536	0.057272	0.015630	0.069782	0.007416	0.118050	0.042220	0.028636

C24	0.267304	0.195692	0.106117	0.276274	0.023480	0.251149	0.104485	0.059599
C25	0.125779	0.086029	0.069613	0.122493	0.021803	0.190605	0.073808	0.024951
C26	0.073547	0.089312	0.077125	0.095537	0.029071	0.164116	0.053827	0.044636

6.2.4 Parametrización por indicador

La parametrización difusa que muestra la tabla 20 corresponde al desarrollo de varios momentos, a saber:

- Para cada una de los indicadores, se identificó la matriz recíproca, en total se obtuvieron 26 matrices, cada una de tamaño 32 X 32.
- Posteriormente se obtuvo el valor propio dominante, y el vector propio correspondiente para cada indicador, el cuál es normalizado en suma igual a 1.

Tabla 20. Parametrización por indicador

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
R1	0.014225	0.001517	0.004025	0.014242	0.016483	0.030235	0.003465	0.003716
R2	0.026112	0.000704	0.046147	0.040179	0.022282	0.015000	0.024402	0.053424
R3	0.006955	0.002438	0.009654	0.016778	0.002917	0.000380	0.000144	0.000319
R4	0.008296	0.541795	0.004311	0.035219	0.003000	0.007048	0.005378	0.000297
R5	0.027276	0.014574	0.034735	0.031811	0.021149	0.073699	0.004548	0.035906
R6	0.009194	0.001029	0.014425	0.006634	0.004533	0.000560	0.004079	0.000425
R7	0.045941	0.016796	0.051807	0.016768	0.017332	0.002801	0.009133	0.003419
R8	0.054878	0.006393	0.038035	0.031841	0.019966	0.019265	0.360972	0.026585
R9	0.002950	0.000108	0.066855	0.101437	0.089496	0.162742	0.029527	0.176388
R10	0.038887	0.009373	0.014568	0.012071	0.030748	0.010608	0.115728	0.015649
R11	0.044688	0.001625	0.028238	0.036000	0.061414	0.180724	0.004693	0.036140
R12	0.023390	0.002926	0.040048	0.012274	0.010766	0.002910	0.021767	0.000892
R13	0.020835	0.001950	0.022987	0.017204	0.025565	0.042723	0.005595	0.002951

R14	0.098649	0.002492	0.037443	0.050445	0.112444	0.072994	0.043533	0.058010
R15	0.040831	0.005039	0.082558	0.082245	0.166658	0.132453	0.044111	0.212337
R16	0.077429	0.001625	0.020974	0.020348	0.021632	0.012362	0.122766	0.017412
R17	0.009964	0.000433	0.010523	0.013866	0.009966	0.018831	0.001697	0.005860
R18	0.015369	0.000217	0.011023	0.013268	0.005800	0.000271	0.004981	0.000488
R19	0.017037	0.009481	0.094827	0.097126	0.069297	0.033597	0.002599	0.084298
R20	0.028717	0.000108	0.017776	0.012132	0.014416	0.002946	0.075732	0.007028
R21	0.045832	0.004334	0.022098	0.022884	0.039115	0.067966	0.024510	0.024843
R22	0.013051	0.003305	0.017613	0.024457	0.016932	0.010428	0.024979	0.114513
R23	0.003137	0.000379	0.012903	0.020054	0.004016	0.000831	0.016605	0.004523
R24	0.020608	0.000542	0.051398	0.022752	0.025482	0.010554	0.008880	0.025395
R25	0.077370	0.002601	0.026634	0.025035	0.026032	0.001789	0.004548	0.009916
R26	0.059288	0.016850	0.024253	0.030614	0.029465	0.016066	0.005487	0.011233
R27	0.013002	0.264179	0.005609	0.029894	0.009100	0.002241	0.001624	0.002123
R28	0.031765	0.028769	0.063464	0.052829	0.014499	0.006813	0.006678	0.008239
R29	0.007073	0.000010	0.003371	0.002363	0.007166	0.018994	0.003971	0.024313
R30	0.074361	0.042477	0.102163	0.079395	0.060464	0.010681	0.005992	0.030810
R31	0.016790	0.000813	0.017327	0.016605	0.024682	0.031175	0.006642	0.001996
R32	0.026102	0.015116	0.002207	0.011229	0.017182	0.001301	0.005234	0.000552
	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16
R1	0.004792	0.018195	0.003749	0.040532	0.010653	0.002500	0.010208	0.007783
R2	0.009119	0.023063	0.026715	0.058350	0.072377	0.146075	0.030227	0.027631
R3	0.000093	0.001816	0.000303	0.000014	0.000844	0.000840	0.006985	0.007626
R4	0.000489	0.001004	0.000379	4.08×10^{-8}	0.000967	0.000293	0.006189	0.010541
R5	0.021518	0.067875	0.127253	0.088191	0.025473	0.006036	0.024934	0.035862
R6	0.000349	0.018891	0.000701	0.000299	0.002813	0.000664	0.005313	0.010765
R7	0.016284	0.001777	0.000511	0.000843	0.004290	0.002793	0.018646	0.015431
R8	0.007956	0.044696	0.013556	0.096189	0.047589	0.099135	0.030446	0.020208
R9	0.232628	0.024917	0.127916	0.040627	0.171334	0.128729	0.198993	0.224281
R10	0.001628	0.005389	0.007062	0.005685	0.026440	0.023030	0.011144	0.012515
R11	0.057064	0.043325	0.028609	0.081404	0.015752	0.016467	0.037908	0.042097

R12	0.000349	0.007243	0.012345	0.000109	0.003270	0.022073	0.015223	0.023572
R13	0.046968	0.094704	0.004374	0.007440	0.006065	0.018069	0.011124	0.018167
R14	0.064205	0.069188	0.053525	0.075120	0.175799	0.064677	0.086860	0.056608
R15	0.163375	0.089527	0.095198	0.113612	0.165322	0.195339	0.110580	0.062462
R16	0.005792	0.015974	0.053090	0.001224	0.016894	0.005997	0.029212	0.026286
R17	0.038547	0.025709	0.004071	0.010609	0.003041	0.018948	0.010009	0.010003
R18	0.000209	0.000966	0.000303	0.000054	0.001406	0.000899	0.005990	0.004598
R19	0.089515	0.193155	0.189337	0.136014	0.080358	0.081789	0.075259	0.085765
R20	0.057366	0.014776	0.000682	0.000122	0.008474	0.003008	0.015621	0.013076
R21	0.015726	0.059878	0.039458	0.088803	0.035424	0.013010	0.033710	0.032431
R22	0.023123	0.016515	0.010584	0.041933	0.005784	0.004454	0.021014	0.027295
R23	0.000233	0.002550	0.000606	0.000027	0.002690	0.005899	0.016835	0.018234
R24	0.004583	0.045179	0.061383	0.026278	0.020481	0.037368	0.016895	0.016440
R25	0.002163	0.004423	0.002518	0.003196	0.011866	0.002500	0.028953	0.021576
R26	0.004536	0.019605	0.057142	0.039267	0.029218	0.045045	0.025352	0.021082
R27	0.014958	0.010199	0.000701	0.000245	0.002039	0.000586	0.017034	0.013726
R28	0.052341	0.007494	0.011038	0.037404	0.018547	0.035474	0.031700	0.044251
R29	0.005886	0.022425	0.007252	0.003577	0.003340	0.004200	0.004199	0.009218
R30	0.052923	0.031523	0.053885	0.000843	0.018600	0.003028	0.039898	0.063853
R31	0.005257	0.014776	0.002007	0.001224	0.010900	0.008204	0.016198	0.012515
R32	0.000023	0.003245	0.003749	0.000762	0.001951	0.002871	0.007343	0.004104
	C17	C18	C19	C20	C21	C22	C23	C24
R1	0.007756	0.008141	0.009983	0.006701	0.011497	0.013125	0.020957	0.006934
R2	0.028994	0.013443	0.031435	0.024441	0.028058	0.030288	0.040121	0.034432
R3	0.004748	0.005035	0.005333	0.003093	0.005322	0.006012	0.011187	0.031861
R4	0.006270	0.003053	0.007829	0.016967	0.007155	0.006379	0.001440	0.011644
R5	0.014714	0.014086	0.022908	0.027147	0.024215	0.031848	0.016591	0.023024
R6	0.003588	0.002142	0.005185	0.002062	0.005901	0.007572	0.003304	0.008907
R7	0.014678	0.004392	0.028761	0.007474	0.031435	0.018402	0.008355	0.017008
R8	0.026747	0.014032	0.034926	0.049697	0.031097	0.031343	0.014750	0.036113
R9	0.362424	0.535590	0.148558	0.429535	0.160792	0.229453	0.236005	0.138951

R10	0.007357	0.007445	0.012954	0.004124	0.013442	0.011633	0.003257	0.008545
R11	0.023123	0.020674	0.038907	0.049697	0.032802	0.033661	0.155338	0.030583
R12	0.012177	0.004178	0.024349	0.003136	0.021627	0.017071	0.012013	0.040601
R13	0.008807	0.005517	0.019788	0.003651	0.020678	0.013423	0.007717	0.005489
R14	0.059075	0.042794	0.061176	0.041106	0.061889	0.061379	0.047508	0.085871
R15	0.061503	0.058540	0.112205	0.062454	0.119662	0.078220	0.078236	0.066794
R16	0.020477	0.010123	0.029934	0.010652	0.035535	0.025263	0.014042	0.025567
R17	0.010764	0.004820	0.012657	0.005584	0.015098	0.012505	0.012178	0.014770
R18	0.005183	0.002571	0.008334	0.0022148	0.008426	0.007113	0.005829	0.014020
R19	0.078102	0.114777	0.069971	0.106310	0.059429	0.083957	0.072524	0.044423
R20	0.008807	0.003856	0.024943	0.004596	0.026193	0.015695	0.010762	0.020787
R21	0.044506	0.018424	0.042799	0.017869	0.045134	0.029553	0.036604	0.019703
R22	0.018484	0.008569	0.014975	0.016451	0.017832	0.018586	0.019518	0.015132
R23	0.008046	0.012854	0.013474	0.014475	0.009471	0.008559	0.039790	0.102685
R24	0.010619	0.008409	0.021853	0.007903	0.020790	0.016498	0.025677	0.017730
R25	0.015186	0.016764	0.023160	0.011769	0.023669	0.023611	0.026315	0.037142
R26	0.026964	0.013979	0.023947	0.014175	0.024746	0.027603	0.013523	0.027193
R27	0.010365	0.005999	0.017515	0.007259	0.018137	0.024437	0.003682	0.014743
R28	0.022470	0.012319	0.036813	0.019286	0.024585	0.033156	0.016473	0.038392
R29	0.003769	0.001071	0.008022	0.001289	0.007605	0.006172	0.001746	0.003265
R30	0.029755	0.015371	0.060106	0.016580	0.059654	0.050388	0.027849	0.034891
R31	0.039577	0.008623	0.017054	0.010051	0.016658	0.017163	0.009959	0.014520
R32	0.004965	0.002410	0.010146	0.002319	0.011464	0.009935	0.006750	0.008281
	C25	C26						
R1	0.009036	0.013219						
R2	0.028898	0.030673						
R3	0.005848	0.008822						
R4	0.010917	0.009256						
R5	0.020183	0.021281						
R6	0.005160	0.008822						
R7	0.014082	0.028149						

R8	0.025389	0.025570
R9	0.229353	0.271444
R10	0.008188	0.014739
R11	0.031834	0.029533
R12	0.011491	0.024511
R13	0.011422	0.015527
R14	0.061444	0.047883
R15	0.115112	0.090119
R16	0.041719	0.028230
R17	0.011926	0.014332
R18	0.005160	0.011455
R19	0.054632	0.036238
R20	0.013486	0.024566
R21	0.042040	0.024946
R22	0.011330	0.014984
R23	0.049884	0.014495
R24	0.017454	0.021010
R25	0.028853	0.019951
R26	0.019724	0.024240
R27	0.015963	0.020928
R28	0.028096	0.025923
R29	0.005000	0.007899
R30	0.043715	0.044544
R31	0.016926	0.014604
R32	0.005734	0.012106

Hasta este punto se ha logrado una parametrización de los datos en una representación difusa, ésta se lleva a cabo por característica, debido a que puede darse el caso que éstas lleguen a tener unidades diferentes. Las filas de la matriz de la Tabla 19, ponen de manifiesto el grado en que los Estados de la República Mexicana poseen las características C1, C2, C3, ..., C26.

Lo anterior se muestra la Tabla 21, considerando solamente la información resultante para 2 características, C1 y C21, el objetivo es ilustrar la parametrización. En este caso, para la característica C1 que corresponde a “Agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza”, la primera columna muestra en orden descendente el monto de origen que cada región aporta al PIB en esta característica, la columna 2 indica el Estado de la República Mexicana al que corresponde el monto de aportación, la tercera columna indica el resultado de la parametrización y la cuarta columna muestra que la ordenación es la misma, es decir, la parametrización es consistente y se mantiene el orden. De igual manera se muestra la información para la característica C21, “Servicios Educativos” verificando que se mantiene el orden en relación con los datos de origen.

Tabla 21. Comparativo que muestra que la parametrización mantiene el orden y es consistente.

C1. Agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza.				C21. Servicios educativos			
Monto de aportación C1	Estado	Resultado Parametrización C1	Estado	Monto de aportación C22	Estado	Resultado Parametrización C22	Estado
40221802	R14	0.098649	R14	95317389	R9	0.160792	R9
31569195	R16	0.077429	R16	70937909	R15	0.119662	R15
31545245	R25	0.077370	R25	36690662	R14	0.061889	R14
30320382	R30	0.074361	R30	35359386	R30	0.059654	R30
24174506	R26	0.059288	R26	35233391	R19	0.059429	R19
22377383	R8	0.054878	R8	26760082	R21	0.045134	R21
18729543	R7	0.045941	R7	21062906	R16	0.035535	R16
18688642	R21	0.045832	R21	19442954	R11	0.032802	R11
18222202	R11	0.044688	R11	18637584	R7	0.031435	R7
16649572	R15	0.040831	R15	18435886	R8	0.031097	R8
15856081	R10	0.038887	R10	16636632	R2	0.028058	R2
12950441	R28	0.031765	R28	15523228	R20	0.026193	R20
11706737	R20	0.028717	R20	14667023	R26	0.024746	R26
11122985	R5	0.027276	R5	14571435	R28	0.024585	R28
10648689	R2	0.026112	R2	14354221	R5	0.024215	R5
10641342	R32	0.026102	R32	14035091	R25	0.023669	R25
9536580	R12	0.023390	R12	12821203	R12	0.021627	R12

8493014	R13	0.020835	R13	12320231	R24	0.020790	R24
8401468	R24	0.020608	R24	12258434	R13	0.020678	R13
6945933	R19	0.017037	R19	10749247	R27	0.018137	R27
6845811	R31	0.016790	R31	10566457	R22	0.017832	R22
6267165	R18	0.015369	R18	9871083	R31	0.016658	R31
5799428	R1	0.014225	R1	8948969	R17	0.015098	R17
5320480	R22	0.013051	R22	7965160	R10	0.013442	R10
5301679	R27	0.013002	R27	6814038	R1	0.011497	R1
4060842	R17	0.009964	R17	6795390	R32	0.011464	R32
3748123	R6	0.009194	R6	5614828	R23	0.009471	R23
3380938	R4	0.008296	R4	4995824	R18	0.008426	R18
2883336	R29	0.007073	R29	4506109	R29	0.007605	R29
2835334	R3	0.006955	R3	4244052	R4	0.007155	R4
1277731	R23	0.003137	R23	3499801	R6	0.005901	R6
1202972	R9	0.002950	R9	3155632	R3	0.005322	R3

6.2.5 Escala Endecadaria

Generada la parametrización, es decir, la representación de los montos iniciales en una escala difusa, el siguiente paso es obtener el vector representativo del valor normalizado de las preferencias en las actividades de cada Estado de la República Mexicana. Éste vector, contiene información subjetiva, es decir, dependiendo de las prioridades existentes, se pondera en mayor medida la importancia relativa de un conjunto de características con respecto a las demás.

La Organización de las Naciones Unidas declara que, para lograr el desarrollo sostenible las Naciones deben poner énfasis en algunos aspectos prioritarios, a saber:

- Seguridad alimentaria
- Erradicación de la pobreza
- Educación
- Salud
- Agua y saneamiento
- Empleo
- Género

En base a los aspectos anteriores es que se determinó el grado del impacto de

cada característica en relación a las demás. Para asignar el grado de impacto (prioridad) de una característica con respecto a las demás, se diseñó la escala endecadaria que se muestra en la Tabla 22.

Tabla 22. Diseño de Escala Endecadaria

Indicador	Calificación
1	Alto
0.9	Prácticamente alto
0.8	Casi alto
0.7	Bastante alto
0.6	Más alto que nulo
0.5	Ni alto ni nulo
0.4	Más nulo que alto
0.3	Bastante nulo
0.2	Casi nulo
0.1	Prácticamente nulo
0	Nulo

Fuente: Elaboración propia

El proceso para obtener el vector subjetivo inicia generando una matriz de características, en ésta se almacena la prioridad de una característica con respecto a las demás. Los valores obtenidos para esta matriz se muestran en la Tabla 23.

Tabla 23. Matriz de prioridades

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11
C1	1.000	0.500	0.900	0.900	0.900	0.900	0.500	0.500	0.500	0.500	0.900
C2	2.000	1.000	1.300	1.500	0.900	0.900	0.500	0.700	1.300	1.100	1.300
C3	1.111	0.769	1.000	1.300	1.300	1.300	0.700	1.300	0.900	0.700	0.700
C4	1.111	0.667	0.769	1.000	1.300	0.500	0.500	0.500	0.700	0.500	1.500
C5	1.111	1.111	0.769	0.769	1.000	0.500	0.300	0.500	0.500	0.500	0.500
C6	1.111	1.111	0.769	2.000	2.000	1.000	0.900	1.100	0.700	0.500	0.500
C7	2.000	2.000	1.429	2.000	3.333	1.111	1.000	1.500	0.500	0.300	0.500

C8	2.000	1.429	0.769	2.000	2.000	0.909	0.667	1.000	0.500	0.500	0.500
C9	2.000	0.769	1.111	1.429	2.000	1.429	2.000	2.000	1.000	0.500	1.100
C10	2.000	0.909	1.429	2.000	2.000	2.000	3.333	2.000	2.000	1.000	0.900
C11	1.111	0.769	1.429	0.667	2.000	2.000	2.000	2.000	0.909	1.111	1.000
C12	1.429	0.667	1.111	1.429	1.429	1.111	0.769	0.769	0.667	0.769	0.588
C13	1.111	2.000	1.111	1.111	2.000	2.000	0.588	3.333	1.111	0.333	0.909
C14	1.429	2.000	1.111	1.111	2.000	1.429	1.429	3.333	1.111	0.769	1.111
C15	2.000	1.429	1.429	1.111	1.429	1.429	1.429	1.429	2.000	2.000	2.000
C16	2.000	0.909	1.429	1.429	0.909	2.000	0.909	0.909	0.909	1.111	1.111
C17	1.111	1.111	0.909	1.111	1.111	1.111	1.111	1.111	1.111	2.000	2.000
C18	2.000	1.111	1.429	0.909	1.111	1.429	2.000	2.000	1.111	1.111	1.111
C19	2.000	2.000	0.909	0.769	0.909	2.000	1.429	1.111	1.429	1.111	3.333
C20	3.333	3.333	3.333	3.333	3.333	3.333	3.333	3.333	3.333	3.333	3.333
C21	3.333	3.333	3.333	3.333	3.333	3.333	3.333	3.333	3.333	3.333	3.333
C22	2.000	2.000	1.429	1.429	1.111	2.000	3.333	2.000	3.333	3.333	3.333
C23	2.000	1.111	2.000	1.111	1.429	2.000	2.000	3.333	2.000	2.000	3.333
C24	0.769	0.909	0.667	1.111	0.769	1.111	1.111	1.111	1.111	1.111	1.111
C25	0.909	0.909	0.909	1.111	1.111	0.909	1.111	1.111	0.909	0.909	1.429
C26	0.769	0.909	0.909	0.909	0.769	0.909	0.909	0.909	0.769	0.909	0.909
	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	C19	C20	C21	C22
C1	0.700	0.900	0.700	0.500	0.500	0.900	0.500	0.500	0.300	0.300	0.500
C2	1.500	0.500	0.500	0.700	1.100	0.900	0.900	0.500	0.300	0.300	0.500
C3	0.900	0.900	0.900	0.700	0.700	1.100	0.700	1.100	0.300	0.300	0.700
C4	0.700	0.900	0.900	0.900	0.700	0.900	1.100	1.300	0.300	0.300	0.700
C5	0.700	0.500	0.500	0.700	1.100	0.900	0.900	1.100	0.300	0.300	0.900
C6	0.900	0.500	0.700	0.700	0.500	0.900	0.700	0.500	0.300	0.300	0.500
C7	1.300	1.700	0.700	0.700	1.100	0.900	0.500	0.700	0.300	0.300	0.300
C8	1.300	0.300	0.300	0.700	1.100	0.900	0.500	0.900	0.300	0.300	0.500
C9	1.500	0.900	0.900	0.500	1.100	0.900	0.900	0.700	0.300	0.300	0.300
C10	1.300	0.300	1.300	0.500	0.900	0.500	0.900	0.900	0.300	0.300	0.300
C11	1.700	1.100	0.900	0.500	0.900	0.500	0.900	0.300	0.300	0.300	0.300

C12	1.000	1.700	1.700	0.500	0.900	0.500	1.100	0.900	0.300	0.300	0.300
C13	0.588	1.000	0.500	0.700	1.100	0.700	0.500	1.100	0.300	0.300	0.300
C14	0.588	2.000	1.000	0.500	1.100	0.500	0.700	1.100	0.900	0.300	0.300
C15	2.000	1.429	2.000	1.000	1.500	1.700	1.500	1.700	0.700	0.900	0.900
C16	1.111	0.909	0.909	0.667	1.000	1.700	1.100	1.100	0.300	0.900	1.100
C17	2.000	1.429	2.000	0.588	0.588	1.000	0.900	1.500	0.300	0.500	0.900
C18	0.909	2.000	1.429	0.667	0.909	1.111	1.000	0.700	0.300	0.300	0.700
C19	1.111	0.909	0.909	0.588	0.909	0.667	1.429	1.000	0.300	0.300	0.500
C20	3.333	3.333	1.111	1.429	3.333	3.333	3.333	3.333	1.000	1.300	1.300
C21	3.333	3.333	3.333	1.111	1.111	2.000	3.333	3.333	0.769	1.000	1.500
C22	3.333	3.333	3.333	1.111	0.909	1.111	1.429	2.000	0.769	0.667	1.000
C23	3.333	3.333	2.000	0.909	0.769	2.000	2.000	3.333	0.769	0.909	0.769
C24	1.111	1.111	1.111	0.588	0.667	0.588	2.000	3.333	0.526	0.667	0.909
C25	1.111	1.429	1.429	0.526	0.526	0.909	2.000	3.333	0.769	0.667	0.769
C26	0.909	0.769	0.909	0.909	0.769	1.111	2.000	0.333	0.909	0.588	0.588
	C23	C24	C25	C26							
C1	0.500	1.300	1.100	1.300							
C2	0.900	1.100	1.100	1.100							
C3	0.500	1.500	1.100	1.100							
C4	0.900	0.900	0.900	1.100							
C5	0.700	1.300	0.900	1.300							
C6	0.500	0.900	1.100	1.100							
C7	0.500	0.900	0.900	1.100							
C8	0.300	0.900	0.900	1.100							
C9	0.500	0.900	1.100	1.300							
C10	0.500	0.900	1.100	1.100							
C11	0.300	0.900	0.700	1.100							
C12	0.300	0.900	0.900	1.100							
C13	0.300	0.900	0.700	1.300							
C14	0.500	0.900	0.700	1.100							
C15	1.100	1.700	1.900	1.100							

C16	1.300	1.500	1.900	1.300
C17	0.500	1.700	1.100	0.900
C18	0.500	0.500	0.500	0.500
C19	0.300	0.300	0.300	3.000
C20	1.300	1.900	1.300	1.100
C21	1.100	1.500	1.500	1.700
C22	1.300	1.100	1.300	1.700
C23	1.000	1.300	1.500	1.300
C24	0.769	1.000	0.500	0.500
C25	0.667	2.000	1.000	0.900
C26	0.769	2.000	1.111	1.000

A partir de la matriz de prioridades de la Tabla 23, se genera el vector de características, obteniendo la importancia relativa debidamente ponderada y ordenada de cada uno de los indicadores. Los valores para este vector se muestran en la Tabla 24.

Tabla 24. Ordenación y ponderación de las características

Identificador	Valor obtenido
C21	0.0842
C20	0.0805
C22	0.0618
C23	0.0588
C15	0.0496
C16	0.0392
C25	0.0379
C17	0.0369
C10	0.0357
C14	0.0352
C19	0.0348
C13	0.0341
C24	0.0341
C18	0.0331
C9	0.0323

C26	0.0323
C7	0.0322
C11	0.0302
C2	0.0300
C3	0.0292
C12	0.0279
C4	0.0276
C8	0.0269
C6	0.0265
C5	0.0255
C1	0.0233

A partir de la Tabla 24, se observa que, los cinco indicadores con mayor impacto corresponden a: C21, “*Servicios educativos*”; C20 “*Servicios profesionales, científicos y técnicos*”; C22, “*Servicios de salud y asistencia social*”; C23, “*Servicios de esparcimiento culturales y deportivos y otros servicios recreativos*”; C15 “*Comercio*”.

Finalmente, se realiza la multiplicación de la matriz obtenida en la Tabla 20 con los datos parametrizados y el vector obtenido en la Tabla 24, el resultado final es un vector que contiene la importancia relativa ordenada y ponderada de cada uno de los Estados de la República Mexicana al PIB. Éste vector se muestra en la Tabla 25.

Tabla 25. Vector final con la ponderación y ordenación de los Estados de la República Mexicana.

Identificador	Estado de la República Mexicana	Valor obtenido
R9	Distrito Federal	0.1952
R15	Estado de México	0.0977
R19	Nuevo León	0.0802
R14	Jalisco	0.0633
R11	Guanajuato	0.0457
R8	Chihuahua	0.0444
R30	Veracruz	0.0397

R2	Baja California	0.0344
R21	Puebla	0.0336
R5	Coahuila de Z.	0.0309
R28	Tamaulipas	0.0268
R16	Michoacán	0.0256
R26	Sonora	0.0239
R4	Campeche	0.0230
R24	San Luis Potosí	0.0206
R22	Querétaro	0.0195
R27	Tabasco	0.0188
R25	Sinaloa	0.0185
R13	Hidalgo	0.0167
R20	Oaxaca	0.0161
R23	Quintana Roo	0.0157
R7	Chiapas	0.0154
R10	Durango	0.0149
R12	Guerrero	0.0142
R31	Yucatán	0.0136
R17	Morelos	0.0117
R1	Aguascalientes	0.0111
R32	Zacatecas	0.0067
R29	Tlaxcala	0.0062
R3	Baja California Sur	0.0057
R18	Nayarit	0.0052
R6	Colima	0.0051

La información mostrada en la Tabla 25 permite coadyuvar de forma importante a la toma de decisiones, ya que se puede identificar cómo podría reordenarse el esfuerzo económico para lograr un equilibrio más equitativo contribuyendo al desarrollo sostenible de los Estados y en beneficio de la población.

6.2.6 Análisis de Resultados

Para hacer el análisis de los resultados presentados en la Tabla 25, y mostrar la relevancia de los mismos, la Tabla 26 muestra la suma de la aportación al PIB de los Estados de la República Mexicana con los datos de origen, ordenados de forma descendente y por otro lado se muestra la ordenación obtenida en la Tabla 25.

Tabla 26. Suma total de la aportación al PIB de cada uno de los Estados de la República Mexicana y la ordenación de los Estados de la República Mexicana obtenida con el Modelo de Preferencias Subjetivas.

Posición	Identificador	Estado	Suma total aportada al PIB	Identificador	Estado	Valor Modelo Preferencias Subjetivas
1	R9	Distrito Federal	1974505167	R9	Distrito Federal	0.1952
2	R15	México	1026940682	R15	Estado de México	0.0977
3	R19	Nuevo León	838465155	R19	Nuevo León	0.0802
4	R14	Jalisco	702218296	R14	Jalisco	0.0633
5	R4	Campeche	576181507	R11	Guanajuato	0.0457
6	R30	Veracruz	530080633	R8	Chihuahua	0.0444
7	R11	Guanajuato	431274016	R30	Veracruz	0.0397
8	R27	Tabasco	388487653	R2	Baja California	0.0344
9	R21	Puebla	376127456	R21	Puebla	0.0336
10	R28	Tamaulipas	354253097	R5	Coahuila de Z.	0.0309
11	R8	Chihuahua	349553128	R28	Tamaulipas	0.0268
12	R5	Coahuila de Zaragoza	332174801	R16	Michoacán	0.0256
13	R2	Baja California	316788937	R26	Sonora	0.0239
14	R26	Sonora	286792329	R4	Campeche	0.0230
15	R16	Michoacán de Ocampo	275001858	R24	San Luis Potosí	0.0206
16	R25	Sinaloa	242751721	R22	Querétaro	0.0195
17	R24	San Luis Potosí	211601505	R27	Tabasco	0.0188
18	R22	Querétaro	207113290	R25	Sinaloa	0.0185
19	R7	Chiapas	210103706	R13	Hidalgo	0.0167
20	R20	Oaxaca	174174206	R20	Oaxaca	0.0161
21	R13	Hidalgo	173841699	R23	Quintana Roo	0.0157
22	R12	Guerrero	167768827	R7	Chiapas	0.0154
23	R23	Quintana Roo	156816725	R10	Durango	0.0149
24	R31	Yucatán	160717204	R12	Guerrero	0.0142
25	R10	Durango	142958346	R31	Yucatán	0.0136
26	R17	Morelos	125293924	R17	Morelos	0.0117
27	R1	Aguascalientes	124396148	R1	Aguascalientes	0.0111
28	R32	Zacatecas	98783932	R32	Zacatecas	0.0067
29	R3	Baja California Sur	72203862	R29	Tlaxcala	0.0062
30	R18	Nayarit	69620060	R3	Baja California Sur	0.0057
31	R29	Tlaxcala	60898180	R18	Nayarit	0.0052
32	R6	Colima	59313490	R6	Colima	0.0051

La Tabla 27, muestra con más claridad cómo quedaron ordenados los Estados de la República Mexicana, la cuarta columna muestra la posición de cada Estado de la República Mexicana en función del monto de aportación al PIB con los datos de origen y la quinta columna muestra el ordenamiento de los Estados después de la ejecución del modelo.

Tabla 27. Ordenamiento de los Estados de la República Mexicana

Identificador	Estado	Posición por aportación al PIB	Posición Modelo Preferencias Subjetivas
R9	Distrito Federal	1	1
R15	México	2	2
R19	Nuevo León	3	3
R14	Jalisco	4	4
R4	Campeche	5	14
R30	Veracruz	6	7
R11	Guanajuato	7	5
R27	Tabasco	8	17
R21	Puebla	9	9
R28	Tamaulipas	10	11
R8	Chihuahua	11	6
R5	Coahuila de Zaragoza	12	10
R2	Baja California	13	8
R26	Sonora	14	13
R16	Michoacán de Ocampo	15	12
R25	Sinaloa	16	18
R24	San Luis Potosí	17	15
R22	Querétaro	18	16
R7	Chiapas	19	22
R20	Oaxaca	20	20
R13	Hidalgo	21	19
R12	Guerrero	22	24
R23	Quintana Roo	23	21
R31	Yucatán	24	25
R10	Durango	25	23
R17	Morelos	26	26
R1	Aguascalientes	27	27
R32	Zacatecas	28	28
R3	Baja California Sur	29	30
R18	Nayarit	30	31

R29	Tlaxcala	31	29
R6	Colima	32	32

Es significativo lo que sucede con los estados de Campeche y Chihuahua, por ejemplo. Por una parte, Campeche como se observa en la Tabla 27, se encuentra posicionado como el quinto estado que más aporta al PIB, por su parte Chihuahua se encuentra en la onceava posición. Por otro lado, después de aplicar la metodología de Preferencias Subjetivas, Campeche se posiciona en el lugar catorce, es decir, cae nueve posiciones y Chihuahua en el sexto lugar, es decir, sube cinco posiciones. Lo anterior se genera como consecuencia del impacto que tiene la matriz de comparación relativa, cuyos datos se muestran en la Tabla 24. Por tanto, si analizamos los datos de estos estados con los cinco indicadores que más impacto tienen en el vector, se obtienen los datos que muestra la Tabla 28.

Tabla 28. Campeche - Chihuahua

Característica	Campeche %	Chihuahua %
C21: Servicios Educativos	19%	81%
C20: Servicios profesionales, científicos y técnicos	25%	75%
C22: Servicios de salud y asistencia social	17%	83%
C23: Servicios de esparcimiento culturales, deportivos y otros servicios recreativos	9%	91%
C15: Comercio	83%	17%

Otros estados que llaman la atención son: Tabasco y Baja California. Tabasco se encuentra posicionado como el octavo estado que más aporta al PIB, Baja California se encuentra en la posición décimo tercera ; sin embargo después de aplicar el modelo, Tabasco queda en la posición diecisiete, es decir, cae nueve posiciones y Baja California se posiciona como el número ocho es decir, sube cinco posiciones. El comparativo de Tabasco y Baja California se muestra en la Tabla 29.

Tabla 29. Baja California - Tabasco

Característica	Baja California %	Tabasco %
C21: Servicios Educativos	61%	39%
C20: Servicios profesionales, científicos y técnicos	77%	23%
C22: Servicios de salud y asistencia social	55%	45%
C23: Servicios de esparcimiento culturales, deportivos y otros servicios recreativos	92%	8%
C15: Comercio	64%	36%

Lo anterior implica que, el modelo permite identificar las fortalezas pero también las debilidades de cada uno de los Estados de la República Mexicana, generando de esta forma información de gran valía, debido a que los resultados se encuentran ponderados y ordenados de tal forma que se puede identificar en qué medida es necesario reordenar el impulso económico para generar crecimiento en cada una de las regiones, con la finalidad de lograr en México un crecimiento más sostenible y equitativo.

6.3 Parte 2. Análisis todas las dimensiones del Desarrollo Sostenible

6.3.1 Conjuntos de objetos y características

Los conjuntos finitos en la parte 2 del análisis se muestran en la Tabla 30 y Tabla 31.

Tabla 30. Conjunto de Estados (objetos), Parte 2

Identificador	Estados de la República Mexicana
R1	Aguascalientes
R2	Baja California
R3	Baja California Sur
R4	Campeche
R5	Coahuila de Zaragoza
R6	Colima
R7	Chiapas
R8	Chihuahua
R9	Distrito Federal
R10	Durango
R11	Guanajuato

R12	Guerrero
R13	Hidalgo
R14	Jalisco
R15	México
R16	Michoacán de Ocampo
R17	Morelos
R18	Nayarit
R19	Nuevo León
R20	Oaxaca
R21	Puebla
R22	Querétaro
R23	Quintana Roo
R24	San Luis Potosí
R25	Sinaloa
R26	Sonora
R27	Tabasco
R28	Tamaulipas
R29	Tlaxcala
R30	Veracruz de Ignacio de la Llave
R31	Yucatán
R32	Zacatecas

7

Fuente: Elaboración propia en base a información de INEGI (INEGI, 2011)

Tabla 31. Conjunto de Indicadores (características)

Identificador	Indicadores Desarrollo Sostenible
C1	Tasa de crecimiento total
C2	Tasa global de fecundidad
C3	Tasa de fecundidad de las adolescentes de 15 a 19 años
C4	Tasa bruta de mortalidad
C5	Esperanza de vida al nacimiento (años)
C6	Tamaño promedio de los hogares
C7	Porcentaje de viviendas con agua entubada
C8	Porcentaje de analfabetas total
C9	Población de 18 años y más con nivel profesional (número de personas)
C10	Población de 18 años y más con posgrado (número de personas)
C11	Grado promedio de escolaridad de la población de 15 y más años
C12	Tasa de desocupación de la población total
C13	Superficie reforestada (hectáreas)
C14	Porcentaje de la población pobre
C15	Porcentaje población vulnerable por carencia social
C16	Porcentaje población vulnerable por ingreso
C17	Porcentaje con rezago educativo
C18	Coefficiente de Gini
C19	Producto Interno Bruto (millones de pesos)
C20	Porcentaje de viviendas con electricidad
C21	Quirófanos por cada 100,000 habitantes

C22	Tasa de mortalidad infantil
C23	Unidades médicas por cada 100,000 habitantes

Fuente: Elaboración propia en base a información de INEGI (INEGI, 2011)

6.3.2 Datos de estudio

En la Tabla 32, se concentra la información de cada uno de los Estados de la República Mexicana para cada uno de los Indicadores identificados en el modelo. Las unidades varían dependiendo del indicador.

Tabla 32. Concentrado de Información, parte 2

	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
C1	2.2	2.3	4	1.7	1.8	1.8	2	1.1
C2	2.55	2.3	2.58	2.32	2.43	2.35	3.07	2.53
C3	59.9	59.99	61.39	58.11	72.67	44.53	66.79	72.47
C4	4.3	3.9	4	4.6	4.8	5	4.3	4.6
C5	75.6	76.2	76.2	75.3	75.1	75.8	74.4	76
C6	4.1	3.6	3.6	3.8	3.8	3.6	4.4	3.6
C7	98.9	95.9	92.4	90.3	98.2	98.5	78.1	95.2
C8	3.26	2.57	3.21	8.31	2.63	5.13	17.8	3.66
C9	118074	301083	68716	81699	300306	71059	261553	304226
C10	12448	25913	5319	7584	22173	6216	20754	27994
C11	9.2	9.3	9.4	8.5	9.5	9	6.7	8.8
C12	6.6	4.86	4.76	2.72	6.33	3.22	2.33	5.35
C13	5954	2000	851	10495	26274	6527	18946	1543
C14	37.8	30.2	30.1	44.7	27.9	34.4	74.7	35.3
C15	24.5	37.6	30	28.6	24.4	31.7	17.2	27.4
C16	10.1	8.6	7.9	5.6	12.7	6.3	1.7	10.7
C17	15.3	14.6	15.7	19.2	12.5	18.8	33.5	16.1
C18	0.479	0.465	0.493	0.533	0.464	0.445	0.535	0.5
C19	141432	379269	97125	626239	430096	75706	233226	354913
C20	99.2	98.5	96.7	96.8	99.1	99	95.9	96.3
C21	3.5	1.9	4.5	3.4	3.5	3.7	2.3	2.2
C22	9.9	14.5	9.7	15	9.5	12.2	14.8	14.7

C23	11	9	25	29	15	29	36	16
	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15	R16
C1	0.3	1.2	1.6	0.9	1.7	1.5	1.4	0.9
C2	1.69	2.97	2.45	2.91	2.41	2.37	2.26	2.55
C3	36.39	79.56	50.32	69.18	58.32	50.21	54.55	54.48
C4	5.8	5.2	4.8	5.6	5.3	5.1	4.2	5.7
C5	76.3	74.8	75.7	73.8	75.1	75.6	76	75.1
C6	3.6	4	4.3	4.2	4	4	4.1	4
C7	97.8	94.7	94.7	71.3	91.2	96	94.4	92.1
C8	2.09	3.82	8.18	16.68	10.23	4.36	4.38	10.18
C9	1498598	135783	347952	231144	200247	731038	1389577	290369
C10	171270	11403	37431	12953	13224	65256	99285	24168
C11	10.5	8.6	7.7	7.3	8.1	8.8	9.1	7.4
C12	4.8	6.09	5.47	3.83	6.02	4.01	5.07	4.5
C13	100	10861	4742	15938	7517	22933	4501	11461
C14	28.9	50.1	44.5	69.7	52.8	39.8	45.3	54.4
C15	32.4	21.8	32.6	21.7	30.7	28.3	29.5	30.7
C16	6.6	11.1	4.9	2.3	3	8.1	7.8	3.5
C17	9.2	16.1	23.9	26.8	20.6	18.4	15.4	26.1
C18	0.457	0.499	0.463	0.533	0.48	0.473	0.47	0.472
C19	2204492	153512	505473	185496	204227	800922	1174984	293195
C20	99.5	96.1	98.2	95.3	96.9	99	98.9	98
C21	6.5	3.8	2.5	3.8	2	2.7	1.5	2.5
C22	14.3	14.3	11.7	16.4	15	12.5	16.2	11.8
C23	6	31	13	34	40	15	9	25
	R17	R18	R19	R20	R21	R22	R23	R24
C1	1.3	1.6	1.9	1	1.2	2.6	4.1	1.1
C2	2.24	2.59	2.38	2.56	2.52	2.32	2.55	2.45
C3	54.22	73.9	59.45	50.22	56.54	44.45	60.66	48.9
C4	5.2	5.6	4.8	5.8	4.9	4.3	3	5.3
C5	76.1	75.3	75.6	74.6	75.5	75.7	76.5	75.4

C6	3.8	3.7	3.8	4	4.2	4	3.6	4
C7	91.8	93	96.2	77.2	88.1	95	92.2	86.4
C8	6.42	6.31	2.2	16.27	10.38	6.31	4.77	7.91
C9	171736	103314	572868	227469	465277	184513	118254	215579
C10	15978	7698	56701	13294	38997	20282	94.31	15874
C11	8.9	8.6	9.8	6.9	8	8.9	9.1	8.3
C12	4.82	3.62	4.34	3.34	3.7	5.44	3.22	5.47
C13	7740	11820	8688	9733	14594	4164	3378	29505
C14	45.5	47.6	23.2	61.9	64.5	36.9	38.8	50.5
C15	32	28.2	29.1	26.1	22	32.6	30.4	24.7
C16	4.6	5.6	8.4	1.7	4.2	6.4	6.2	6.6
C17	19.2	19.3	12.7	27.7	24.1	17.5	17.6	21.2
C18	0.433	0.498	0.485	0.511	0.485	0.503	0.477	0.492
C19	153363	81138	949244	200377	424804	259136	197812	251802
C20	98.8	96.9	98.3	94.3	97.7	97.7	96.2	95.6
C21	2.4	3.1	3.3	2.1	2.6	1.9	2.8	2.2
C22	12.9	11.6	9.3	15.2	18.1	11.6	12.9	14
C23	17	40	14	40	20	16	18	23
	R25	R26	R27	R28	R29	R30	R31	R32
C1	0.9	1.8	1.6	1.7	1.9	1	1.6	0.9
C2	2.43	2.55	2.49	2.56	2.46	2.23	2.17	2.7
C3	74.92	64.77	60.72	64.31	50.27	59.25	48.79	56.69
C4	5.4	4.9	4.5	4.9	4.5	5.9	5.3	5.4
C5	74.9	75.5	75	75.3	76.2	74.3	75.4	76
C6	3.9	3.7	4	3.6	4.3	3.8	3.8	4
C7	94.9	96.5	82.2	95.5	98.2	81.1	97	94.4
C8	4.97	3.04	7.06	3.61	5.19	11.44	9.23	5.55
C9	343252	290698	201472	349801	103232	630861	169680	101995
C10	18065	25035	13034	23132	5938	42288	16235	12214
C11	9.1	9.4	8.6	9.1	8.8	7.7	8.2	7.9
C12	3.93	5.56	4.8	4.82	4.93	3.65	2.58	5.26

C13	9476	3388	7287	3562	7748	30990	5466	20131
C14	36.3	29.1	49.7	38.4	57.9	52.6	48.9	54.2
C15	33.5	36.6	34	26.8	23.9	30.6	27	20.4
C16	6.4	4.7	3	8.8	6	4	6.3	6.4
C17	18.4	13.6	19.1	15.5	15.8	25.8	23.4	21.1
C18	0.466	0.477	0.516	0.466	0.42	0.493	0.461	0.526
C19	262737	373529	433782	400892	71637	675182	187770	123430
C20	98.4	97.9	98.4	97	98.5	96.6	97.4	98.3
C21	3.5	3.7	3.9	3	2.1	2.9	2.6	3
C22	11.5	11	14.4	11.8	14	14	10.2	11.2
C23	18	16	32	17	18	22	16	32

Fuente: Elaboración propia en base a INEGI, <http://www.inegi.org.mx/>, consultado Agosto 2015

6.3.3 Fusificación de indicadores

Algunos de los indicadores en la Tabla 32, presentan la siguiente característica a considerar: El más grande de los datos de un indicador no corresponde a mayor sostenibilidad, sino por el contrario, el dato que corresponde a mayor sostenibilidad se encuentra en el más pequeño de los datos de ese indicador. Por ejemplo, para el indicador C2 “*Tasa global de fecundidad*”, el dato mayor que en este caso es 3.1, no corresponde a mayor sostenibilidad, sino por el contrario, el menor de los datos 1.7 es el que se asocia con mayor sostenibilidad.

En la metodología se asume que a mayor valor, mayor sostenibilidad; por este motivo, los indicadores con esta característica se tratan utilizando la escala difusa con valores entre cero y uno, es decir, al menor de los datos se le asocia un 1 y los datos subsiguientes se representan con valores que van de 0.9 a 0.1. En el caso del indicador C2, al menor de los valores, 1.7 se le asocia un 1 y al mayor de los valores, 3.1 se le asocia el valor 0.1, los demás datos quedan representados por valores entre 0.9 y 0.2. Si, el conjunto de datos es mayor a los valores de la escala difusa, éstos se agrupan, de tal manera que todos los datos queden representados por un valor de la escala.

En este caso se encuentran los indicadores: C1, “Tasa de crecimiento total”; C2, “Tasa global de fecundidad” ; C3, “Tasa de fecundidad de las adolescentes de 15 a 19 años” ; C4, “Tasa bruta de mortalidad” ; C8, “Porcentaje de analfabetas total”; C12, “Tasa de desocupación de la población”; C14, “Población pobre”, C15, “Población vulnerable por carencia social”, C16, “Población vulnerable por ingreso”; C17, “Porcentaje con rezago educativo”; C18, “Coeficiente de Gini”; C21, “Tasa de mortalidad infantil”.

La representación de los datos de los indicadores anteriores a la escala difusa, se muestra en la Tabla 32.

Tabla 32. Representación de datos en escala difusa

Indicador	Valor de la escala	Datos
C1	1	0.3, 0.4, 0.5, 0.6
	0.9	0.7, 0.8, 0.9, 1
	0.8	1.1, 1.2, 1.3, 1.4
	0.7	1.5, 1.6, 1.7, 1.8
	0.6	1.9, 2.0, 2.1, 2.2
	0.5	2.3, 2.4, 2.5, 2.6
	0.4	2.7, 2.8, 2.9, 3.0
	0.3	3.1, 3.2, 3.3, 3.4
	0.2	3.5, 3.6, 3.7, 3.8
	0.1	3.9, 4.0, 4.1
C2	1	1.7
	0.9	1.8
	0.8	1.9, 2.0
	0.7	2.1, 2.2
	0.6	2.3, 2.4
	0.5	2.5, 2.6
	0.4	2.7, 2.8
	0.3	2.9
	0.2	3.0
	0.1	3.1
C3	1	36,37,38,39
	0.9	40,41,42,43
	0.8	44,45,46,47,48
	0.7	49,50,51,52,53
	0.6	54,55,56,57,58
	0.5	59,60,61,62,63
	0.4	64,65,66,67,68
	0.3	69,70,71,72
	0.2	73,74,75,76
	0.1	77,78,79,80
C4	1	3.0, 3.1, 3.2
	0.9	3.3, 3.4, 3.5

	0.8	3.6, 3.7, 3.8
	0.7	3.9, 4.0, 4.1
	0.6	4.2, 4.3, 4.4
	0.5	4.5, 4.6, 4.7
	0.4	4.8, 4.9, 5.0
	0.3	5.1, 5.2, 5.3
	0.2	5.4, 5.5, 5.6
	0.1	5.7, 5.8, 5.9
C8	1	2
	0.9	3
	0.8	4,5
	0.7	6,7
	0.6	8,9
	0.5	10,11
	0.4	12,13
	0.3	14,15
	0.2	16,17
	0.1	18
C12	1	2.2, 2.3, 2.4, 2.5
	0.9	2.6, 2.7, 2.8, 2.9, 3.0
	0.8	3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5
	0.7	3.6, 3.7, 3.8, 3.9, 4.0
	0.6	4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5
	0.5	4.6, 4.7, 4.8, 4.9, 5.0
	0.4	5.1, 5.2, 5.3, 5.4, 5.5
	0.3	5.6, 5.7, 5.8, 5.9, 6.0
	0.2	6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 6.5
	0.1	6.6, 6.7, 6.8, 6.9, 7.0
C14	1	25,26,27,28,29
	0.9	30, 31,32,33,34
	0.8	35,36,37,38,39
	0.7	40,41,42,43,44
	0.6	45,46,47,48,49
	0.5	50,51,52,53,54
	0.4	55,56,57,58,59
	0.3	60,61,62,63,64
	0.3	65,66,67,68,69
	0.1	70,71,72,73,74,75
C15	1	17,18,19
	0.9	20,21
	0.8	22,23
	0.7	24,25
	0.6	26,27
	0.5	28,29
	0.4	30,31
	0.3	32,33
	0.2	34,35
	0.1	36,37,38
C16	1	1,2
	0.9	3
	0.8	4
	0.7	5
	0.6	6

	0.5	7
	0.4	8
	0.3	9
	0.2	10,11
	0.1	12,13
C17	1	9,10,11
	0.9	12,13,14
	0.8	15,16,17
	0.7	18,19
	0.6	20,21
	0.5	22,23
	0.4	24,25
	0.3	26,27,28
	0.2	29,30,31
	0.1	32,33,34
C18	1	[0.42,0.44)
	0.9	[0.44,0.45)
	0.8	[0.45, 0.46)
	0.7	[0.46, 0.47)
	0.6	[0.47, 0.48)
	0.5	[0.48, 0.49)
	0.4	[0.49, 0.50)
	0.3	[0.50, 0.51)
	0.2	[0.51, 0.52)
	0.1	[0.52, 0.54]
C22	1	9,10
	0.9	11
	0.8	12
	0.7	13
	0.4	14
	0.5	15
	0.4	16
	0.3	17
	0.2	18
	0.1	19

La matriz inicial queda representada por los valores de la Tabla 33 para los indicadores C1, C2, C3, C4, C8, C12, C14, C15, C16, C17, C18, C21. Para los indicadores restantes no se modifican los datos.

Al finalizar el proceso de agrupación y Fusificación de los datos, éstos se normalizan y posteriormente, se realiza el proceso de parametrización, es decir:

- a) Para cada una de las características, se identificó la matriz recíproca, en este caso se obtuvieron 22 matrices, cada una de tamaño 32 x 32.

- b) Se obtiene el valor propio dominante y el vector propio correspondiente para cada una de las matrices resultantes y se finaliza con la normalización en suma igual a 1 de cada matriz referida en el inciso a).
- c) Finalmente se obtiene una matriz de 32 X 22, es decir, una matriz con información parametrizada de cada una de los Estados de la República Mexicana en relación a cada uno de los indicadores.

6.3.4 Matriz de prioridades

La Tabla 34 muestra la matriz de prioridades, considerando para identificar la prioridad de las características los mismos elementos del apartado 6.2.5.

Tabla 34. Matriz de prioridades considerando todas las dimensiones del Desarrollo Sostenible.

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11
C1	1.000	0.500	0.500	0.700	0.800	0.700	0.500	0.500	0.600	0.500	0.500
C2	2.000	1.000	0.500	0.700	0.800	0.800	0.800	0.600	0.500	0.500	0.500
C3	2.000	2.000	1.000	0.700	0.600	0.700	0.500	0.400	0.600	0.500	0.400
C4	1.429	1.429	1.429	1.000	0.500	0.600	0.400	0.200	0.400	0.500	0.400
C5	1.250	1.250	1.667	2.000	1.000	0.700	0.300	0.300	0.400	0.400	0.300
C6	1.429	1.250	1.429	1.667	1.429	1.000	0.300	0.200	0.300	0.300	0.300
C7	2.000	1.250	2.000	2.500	3.333	3.333	1.000	0.400	0.500	0.500	0.500
C8	2.000	1.667	2.500	5.000	3.333	5.000	2.500	1.000	0.700	0.700	0.500
C9	1.667	2.000	2.000	2.500	2.500	3.333	2.000	1.429	1.000	0.700	0.400
C10	2.000	2.000	2.000	2.000	2.500	3.333	2.000	1.429	1.429	1.000	0.400
C11	2.000	2.000	2.500	2.500	3.333	3.333	2.000	2.000	2.500	2.500	1.000
C12	2.000	2.000	2.000	2.000	2.500	5.000	2.000	2.000	2.000	2.500	2.000
C13	2.000	2.000	1.429	2.500	2.500	2.500	1.667	1.667	1.429	2.500	2.500
C14	2.500	2.000	2.500	2.500	5.000	5.000	2.500	2.500	3.333	2.500	2.500
C15	2.500	2.000	2.000	1.667	3.333	5.000	2.500	2.000	2.500	2.500	2.500
C16	2.000	2.500	2.000	5.000	3.333	5.000	2.500	2.500	2.500	3.333	2.500

C17	2.000	2.000	2.500	3.333	5.000	5.000	2.000	2.000	2.500	3.333	2.000
C18	2.500	1.250	3.333	3.333	10.000	10.000	3.333	3.333	3.333	2.000	3.333
C19	2.000	2.000	2.000	5.000	1.429	2.500	2.000	2.000	2.500	2.500	2.000
C20	1.667	1.429	1.429	10.000	2.500	3.333	1.667	2.500	2.500	2.000	2.000
C21	1.429	1.250	1.429	1.429	3.333	2.500	1.667	1.667	2.000	2.500	2.000
C22	2.000	2.000	2.000	2.000	10.000	5.000	2.500	2.500	3.333	2.500	2.500
C23	0.111	1.111	1.250	1.667	2.500	5.000	2.000	1.667	2.000	2.000	2.000
	C12	C13	C14	C15	C16	C17	C18	C19	C20	C21	C22
C1	0.500	0.500	0.400	0.400	0.500	0.500	0.400	0.500	0.600	0.700	0.500
C2	0.500	0.500	0.500	0.500	0.400	0.500	0.800	0.500	0.700	0.800	0.500
C3	0.500	0.700	0.400	0.500	0.500	0.400	0.300	0.500	0.700	0.700	0.500
C4	0.400	0.600	0.200	0.300	0.300	0.200	0.100	0.700	0.500	0.600	0.700
C5	0.400	0.400	0.200	0.300	0.300	0.200	0.100	0.700	0.400	0.300	0.100
C6	0.200	0.400	0.200	0.200	0.200	0.200	0.100	0.400	0.300	0.400	0.200
C7	0.500	0.600	0.400	0.400	0.400	0.500	0.300	0.500	0.600	0.600	0.400
C8	0.500	0.600	0.400	0.500	0.400	0.500	0.300	0.500	0.400	0.600	0.400
C9	0.500	0.700	0.300	0.400	0.400	0.400	0.300	0.400	0.400	0.500	0.300
C10	0.400	0.400	0.400	0.400	0.300	0.300	0.500	0.400	0.500	0.400	0.400
C11	0.500	0.400	0.400	0.400	0.400	0.500	0.300	0.500	0.500	0.500	0.400
C12	1.000	0.700	0.500	0.500	0.500	0.500	0.400	0.700	0.500	0.600	0.500
C13	1.429	1.000	0.200	0.200	0.200	0.300	0.100	0.500	0.400	0.400	0.300
C14	2.000	5.000	1.000	0.700	0.700	0.700	0.500	0.900	0.500	0.700	0.500
C15	2.000	5.000	1.429	1.000	0.500	0.600	0.500	0.700	0.500	0.600	0.500
C16	2.000	5.000	1.429	2.000	1.000	0.500	0.400	0.700	0.400	0.600	0.500
C17	2.000	3.333	1.429	1.667	2.000	1.000	0.400	0.700	0.500	0.600	0.500
C18	2.500	10.000	2.000	2.000	2.500	2.500	1.000	0.900	0.700	0.700	0.700
C19	1.429	2.000	1.111	1.429	1.429	1.429	1.111	1.000	0.200	0.400	0.200
C20	2.000	2.500	2.000	2.000	2.500	2.000	1.429	5.000	1.000	0.700	0.500
C21	1.667	2.500	1.429	1.667	1.667	1.667	1.429	2.500	1.429	1.000	0.400
C22	2.000	3.333	2.000	2.000	2.000	2.000	1.429	5.000	2.000	2.500	1.000
C23	1.667	2.500	1.429	1.667	1.667	1.667	1.429	2.500	1.429	2.500	1.429

	C23
C1	0.900
C2	0.900
C3	0.800
C4	0.600
C5	0.400
C6	0.200
C7	0.500
C8	0.600
C9	0.500
C10	0.500
C11	0.500
C12	0.600
C13	0.400
C14	0.700
C15	0.600
C16	0.600
C17	0.600
C18	0.700
C19	0.400
C20	0.700
C21	0.500
C22	0.700
C23	1.000

La Tabla 35, muestra el vector derivado del análisis de la matriz de prioridades.

Tabla 35. Vector con datos de la matriz de prioridades

Identificador	Valor obtenido
C18	0.0772
C14	0.0661
C15	0.0553

C1	0.0512
C22	0.0495
C2	0.0488
C16	0.0483
C8	0.0476
C17	0.0472
C3	0.0450
C12	0.0437
C20	0.0419
C11	0.0412
C7	0.0410
C9	0.0387
C10	0.0371
C21	0.0353
C23	0.0346
C4	0.0330
C13	0.0319
C19	0.0314
C5	0.0289
C6	0.0249

Del análisis de la Tabla 35, se observa, que las seis características con mayor prioridad son: C18, "*Coeficiente de Gini*"; C14, "*Población pobre*"; C15, "*Población vulnerable por carencia social*"; C1, "*Tasa de crecimiento total*"; C22, "*Tasa de mortalidad infantil*"; C2, "*Tasa global de fecundidad*".

6.3.5 Importancia relativa de los Estados de la República Mexicana al Desarrollo Sostenible

A partir del vector de prioridades de la Tabla 35, se genera el vector final obteniendo la importancia relativa debidamente ponderada y ordenada de cada uno de los Estados de la República Mexicana a los indicadores de Desarrollo Sostenible. En vector resultante muestra además, el grado de sostenibilidad de cada uno de los Estados de la República Mexicana. Este vector se muestra en la Tabla 36.

Tabla 36. Vector final con la ponderación y ordenación de los Estados de la República Mexicana.

Identificador	Estado de la República Mexicana	Valor obtenido
R9	Distrito Federal	0.05052
R15	Estado de México	0.03944
R14	Jalisco	0.03776
R19	Nuevo León	0.03674
R5	Coahuila de Zaragoza	0.03428
R30	Veracruz de I.	0.03361
R6	Colima	0.03299
R31	Yucatán	0.03201
R17	Morelos	0.03162
R27	Tabasco	0.03113
R29	Tlaxcala	0.03113
R21	Puebla	0.03102
R11	Guanajuato	0.03083
R25	Sinaloa	0.03080
R24	San Luis Potosí	0.03044
R16	Michoacán de O.	0.02985
R23	Quintana Roo	0.02969
R4	Campeche	0.02965
R32	Zacatecas	0.02947
R2	Baja California	0.02942
R1	Aguascalientes	0.02934
R3	Baja California Sur	0.02882
R26	Sonora	0.02874
R28	Tamaulipas	0.02874
R22	Querétaro	0.02866
R18	Nayarit	0.02830
R13	Hidalgo	0.02820
R8	Chihuahua	0.02801
R7	Chiapas	0.02743
R20	Oaxaca	0.02703
R10	Durango	0.02661
R12	Guerrero	0.02543

La Tabla 36 muestra que los estados con mayor ponderación son los que se encuentran con un mejor desarrollo sostenible en la República Mexicana; siendo los estados del Distrito Federal, Estado de México, Jalisco, Nuevo León y Coahuila de Zaragoza, los que se ubican con mayor ponderación. Por otro lado, los estados de Guerrero, Durango, Oaxaca, Chiapas y Chihuahua los que se identifican con un menor desarrollo sostenible.

6.3.6 Análisis de Resultados

El análisis de los resultados se hace desde dos perspectivas, primero se hace una comparación de los resultados obtenidos con indicadores de la dimensión económica en relación a los resultados con indicadores de todas las dimensiones del desarrollo sostenible. Ésta información se presenta en la Tabla 37 y en la Tabla 38.

Tabla 37. Dimensión económica – Todas Dimensiones del Desarrollo Sostenible

Identificador	Estado de la República Mexicana	Ponderación Dimensión Económica	Ponderación Todas Dimensiones
R9	Distrito Federal	0.1952	0.05052
R15	Estado de México	0.0977	0.03944
R19	Nuevo León	0.0802	0.03674
R14	Jalisco	0.0633	0.03776
R11	Guanajuato	0.0457	0.03083
R8	Chihuahua	0.0444	0.02801
R30	Veracruz	0.0397	0.03361
R2	Baja California	0.0344	0.02942
R21	Puebla	0.0336	0.03102
R5	Coahuila de Z.	0.0309	0.03428
R28	Tamaulipas	0.0268	0.02874
R16	Michoacán	0.0256	0.02985
R26	Sonora	0.0239	0.02874
R4	Campeche	0.0230	0.02965
R24	San Luis Potosí	0.0206	0.03044
R22	Querétaro	0.0195	0.02866
R27	Tabasco	0.0188	0.03113
R25	Sinaloa	0.0185	0.03080
R13	Hidalgo	0.0167	0.02820
R20	Oaxaca	0.0161	0.02703

R23	Quintana Roo	0.0157	0.02969
R7	Chiapas	0.0154	0.02743
R10	Durango	0.0149	0.02661
R12	Guerrero	0.0142	0.02543
R31	Yucatán	0.0136	0.03201
R17	Morelos	0.0117	0.03162
R1	Aguascalientes	0.0111	0.02934
R32	Zacatecas	0.0067	0.02947
R29	Tlaxcala	0.0062	0.03113
R3	Baja California Sur	0.0057	0.02882
R18	Nayarit	0.0052	0.02830
R6	Colima	0.0051	0.03299

En la Tabla 37 se puede observar que en las ponderaciones de la Dimensión Económica con respecto a las de Todas las Dimensiones, los números se encuentran más cercanos entre ellos en la columna cuatro, que corresponde a todas las dimensiones, es decir, si se considera por ejemplo, el Distrito Federal con respecto al Estado de México, se puede observar que para la tercera columna, el valor que corresponde al Distrito Federal es de 0.1952 y el Estado de México tiene asociada la ponderación de 0.0977, la diferencia entre éstos dos valores es de 0.0975. Si consideramos ahora los valores de la cuarta columna, el Distrito Federal tiene asociado un valor de 0.05052 y el Estado de México 0.03944, la diferencia entre ambos valores es de 0.01108; lo anterior se debe a que en la Dimensión Económica se considera el total de aportación al PIB, por lo que la diferencia entre lo que aporta el Distrito Federal y el Estado de México es bastante significativa; sin embargo en la cuarta columna se consideran indicadores de sostenibilidad y la diferencia entre un estado y otro en estos indicadores, no se compara con la aportación al PIB.

Tabla 38. Ponderación Dimensión Económica – Todas Dimensiones

Identificador	Estado de la República Mexicana	Posición Dimensión Económica	Posición Todas Dimensiones
R9	Distrito Federal	1	1
R15	Estado de México	2	2
R19	Nuevo León	3	4

R14	Jalisco	4	3
R11	Guanajuato	5	13
R8	Chihuahua	6	28
R30	Veracruz	7	6
R2	Baja California	8	20
R21	Puebla	9	12
R5	Coahuila de Z.	10	5
R28	Tamaulipas	11	24
R16	Michoacán	12	16
R26	Sonora	13	23
R4	Campeche	14	18
R24	San Luis Potosí	15	15
R22	Querétaro	16	25
R27	Tabasco	17	10
R25	Sinaloa	18	14
R13	Hidalgo	19	27
R20	Oaxaca	20	30
R23	Quintana Roo	21	17
R7	Chiapas	22	29
R10	Durango	23	31
R12	Guerrero	24	32
R31	Yucatán	25	8
R17	Morelos	26	9
R1	Aguascalientes	27	21
R32	Zacatecas	28	19
R29	Tlaxcala	29	11
R3	Baja California Sur	30	22
R18	Nayarit	31	26
R6	Colima	32	7

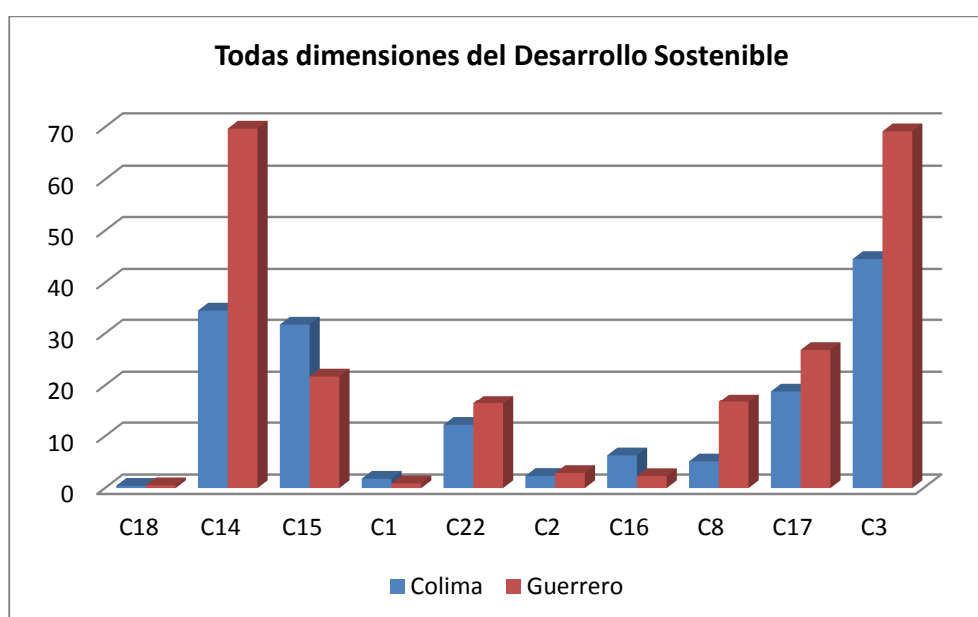
Para efectos del análisis, se considera analizar, el estado que en la dimensión económica ocupó el último lugar, es decir, Colima y el estado que en el análisis de todas las dimensiones ocupa el último lugar, Guerrero. De los datos de la Tabla 38 en la columna 3 se observa que Colima ocupa el lugar 32, sin embargo, en el análisis posterior mostrado en la columna 4 de la Tabla 38, se ubica en la posición número siete, es decir, subió veinticinco posiciones; a su vez, Guerrero en el análisis de la dimensión económica se ubica en la posición veinticuatro y en el análisis posterior se ubica en la posición treinta y dos, es decir, descendió ocho

posiciones. La Tabla 39, muestra el análisis de ambos estados con respecto a los diez indicadores con mayor ponderación y el Gráfico 6, presenta la información para una mejor visualización.

Tabla 39. Todas Dimensiones Colima - Guerrero

Característica	Colima %	Guerrero %
C18: Coeficiente de Gini	0.445	0.533
C14: Porcentaje de la población pobre	34.4	69.7
C15: Porcentaje de la población vulnerable por carencia social	31.7	21.7
C1: Tasa de crecimiento total	1.8	0.9
C22: Tasa de mortalidad infantil	12.2	16.4
C2: Tasa global de fecundidad	2.35	2.91
C16: Porcentaje población vulnerable por ingreso	6.3	2.3
C8: Porcentaje de analfabetas total	5.13	16.68
C17: Porcentaje con rezago educativo	18.8	26.8
C3: Tasa de fecundidad de las adolescentes de 15 a 19 años	44.53	69.18

Gráfico 6. Todas Dimensiones Colima - Guerrero



De la tabla 39 y el Gráfico 6, se observa con claridad que Colima tiene un desarrollo sostenible más alto que Guerrero para los indicadores C18, C14, C22, C2, C8, C17 y C3. La ponderación asociada al Estado de Colima, y mostrada en la Tabla 37 es de 0.03299 y la del Estado de Guerrero es de 0.02543, es decir, el bienestar de la población de Colima es considerablemente mejor al estado de bienestar de la población de Guerrero.

Ahora bien, cabe preguntarse, ¿Por qué el Estado de Colima queda ubicado en la última posición en el análisis de los indicadores económicos?, la respuesta se encuentra en que en este estudio solamente se consideraron contribuciones al PIB sin tomar en consideración, por ejemplo, el tamaño geográfico del Estado o la cantidad de personas que lo habitan, se considera en el modelo que a mayor contribución en los indicadores con mayor ponderación, mayor desarrollo sostenible del Estado. Se constata además, que el PIB no necesariamente por si solo es un indicador que represente el bienestar de la población, para ello, se deben considerar otros factores, como los propuestos en este análisis.

De igual forma se analizan los estados de Chihuahua y Coahuila de Zaragoza. Chihuahua en la Tabla 38, columna 3 se encuentra ubicado en la posición seis y en el análisis posterior, columna 4 de la Tabla 38, se ubica en la posición vigésimo octava, es decir, cae veintidós posiciones. Por su parte, Coahuila de Zaragoza en la columna 3 de la Tabla 38, se ubica en la posición diez y en el análisis posterior ocupa la posición cinco, es decir, sube cinco posiciones.

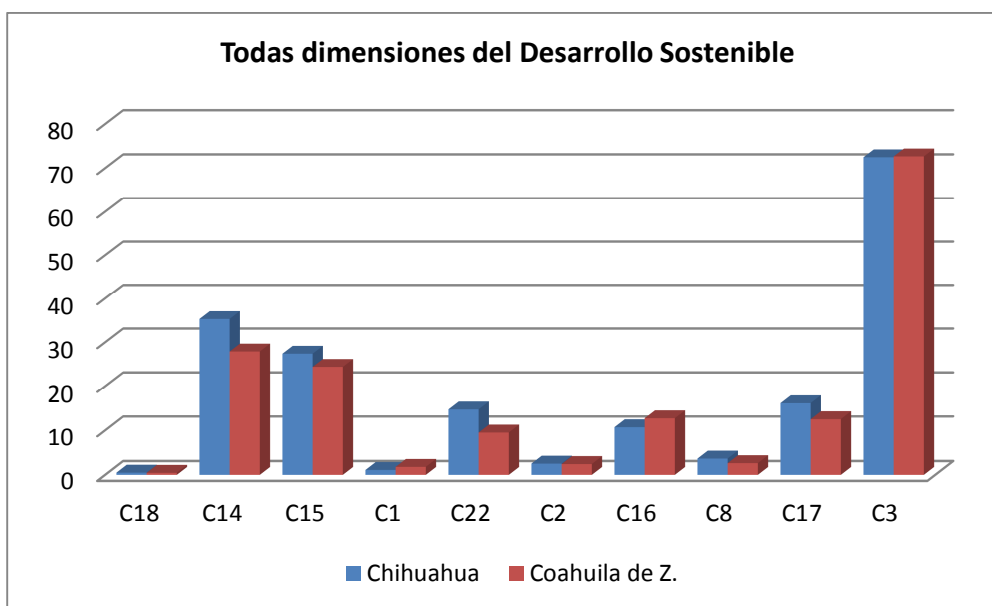
La Tabla 40, muestra el análisis de ambos estados con respecto a los diez indicadores con mayor ponderación y el Gráfico 7, presenta la información para una mejor visualización.

Tabla 40. Todas las dimensiones Chihuahua – Coahuila de Zaragoza

Característica	Chihuahua	Coahuila de Z.
C18: Coeficiente de Gini	0.5	0.464
C14: Porcentaje de la población pobre	35.3	27.9

C15: Porcentaje de la población vulnerable por carencia social	27.4	24.4
C1: Tasa de crecimiento total	1.1	1.8
C22: Tasa de mortalidad infantil	14.7	9.5
C2: Tasa global de fecundidad	2.53	2.43
C16: Porcentaje población vulnerable por ingreso	10.7	12.7
C8: Porcentaje de analfabetas total	3.66	2.63
C17: Porcentaje con rezago educativo	16.1	12.5
C3: Tasa de fecundidad de las adolescentes de 15 a 19 años	72.47	72.67

Gráfico 7. Todas las dimensiones Chihuahua – Coahuila de Zaragoza



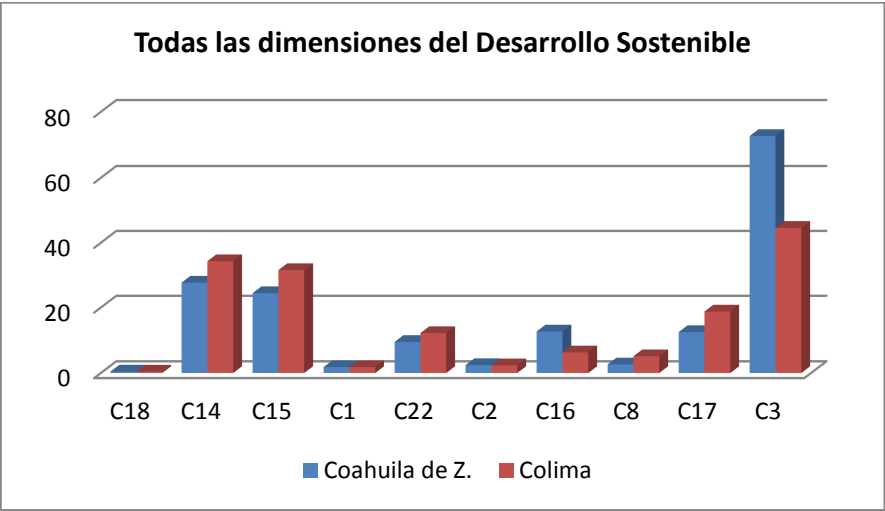
De la tabla 40 y el Gráfico 8, se observa que Coahuila de Zaragoza tiene un desarrollo sostenible más alto que Chihuahua para los indicadores C18, C14, C22, C2, C8 y C17. La ponderación asociada al Estado de Coahuila de Zaragoza, y mostrada en la Tabla 37 es de 0.03428 y la del Estado de Chihuahua es de 0.02801, es decir, el bienestar de la población de Coahuila es considerablemente mejor al estado de bienestar de la población de Chihuahua. Lo anterior constata lo argumentado en párrafos anteriores.

Finalmente, se analizan los estados de Coahuila de Zaragoza y Colima, en relación al análisis de todas las dimensiones del Desarrollo Sostenible. La Tabla 36 muestra que el estado de Coahuila de Zaragoza se ubica en la posición cinco con una ponderación relativa de 0.03428 y Colima en la posición siete con una ponderación de 0.03299. La Tabla 41 y el Gráfico 9, muestra la información en relación a estos Estados.

Tabla 41. Todas las dimensiones Coahuila de Zaragoza - Colima

Característica	Coahuila de Z.	Colima	Diferencia
C18: Coeficiente de Gini	0.464	0.445	0.019
C14: Porcentaje de la población pobre	27.9	34.4	6.5
C15: Porcentaje de la población vulnerable por carencia social	24.4	31.7	7.3
C1: Tasa de crecimiento total	1.8	1.8	0
C22: Tasa de mortalidad infantil	9.5	12.2	2.7
C2: Tasa global de fecundidad	2.43	2.35	0.08
C16: Porcentaje población vulnerable por ingreso	12.7	6.3	6.4
C8: Porcentaje de analfabetas total	2.63	5.13	2.5
C17: Porcentaje con rezago educativo	12.5	18.8	6.3
C3: Tasa de fecundidad de las adolescentes de 15 a 19 años	72.67	44.53	28.14

Gráfico 9. Todas las dimensiones Coahuila de Z. - Colima



La Tabla 41 muestra que Coahuila de Zaragoza muestra mejores resultados para los indicadores C14, C15, C22, C8, C17 y C18; y Colima muestra mejores resultados para los indicadores C18, C2, C16 y C13; ambos Estados presentan el mismo resultado para el indicador C1. La diferencia se observa en la Tabla 41, columna 4; para el indicador C18 que tiene la máxima ponderación la diferencia es mínima entre los dos Estados, sin embargo para los indicadores C14 y C15, cuya ponderación se encuentra en segundo y tercer lugar respectivamente, la diferencia es considerable en favor del Estado de Coahuila de Zaragoza.

Lo anteriormente expuesto muestra la viabilidad y la importancia del análisis para reconsiderar y tomar la mejores decisiones en la asignación de recursos e inversiones.

La segunda parte del análisis consiste en resaltar la relevancia de la matriz subjetiva de ponderación e importancia de los indicadores en búsqueda del Desarrollo Sostenible. En este sentido, la Tabla 42 presenta la ponderación de los Estados de la República Mexicana en donde, la columna 3 muestra la ponderación obtenida con el modelo y la metodología de Preferencias Subjetivas y la columna 4 presenta la ponderación de las Estados sin que éstos se vean afectados por la matriz de prioridades, es decir, asumiendo que todos los indicadores tienen la misma prioridad. La Tabla 43 presenta la ordenación que corresponde al valor obtenido con la Matriz de Prioridades y la ordenación que corresponde al valor obtenido sin la Matriz de Prioridades.

Tabla 42. Ponderación con Matriz de Prioridades –
Ponderación sin Matriz de Prioridades.

Identificador	Estado de la República Mexicana	Valor obtenido Matriz Prioridades	Valor obtenido sin Matriz Prioridades
R9	Distrito Federal	0.05052	0.0522
R15	Estado de México	0.03944	0.0406
R14	Jalisco	0.03776	0.0384
R19	Nuevo León	0.03674	0.0372
R5	Coahuila de Zaragoza	0.03428	0.0338
R30	Veracruz de I.	0.03361	0.0350

R6	Colima	0.03299	0.0315
R31	Yucatán	0.03201	0.0306
R17	Morelos	0.03162	0.0299
R27	Tabasco	0.03113	0.0297
R29	Tlaxcala	0.03113	0.0299
R21	Puebla	0.03102	0.0318
R11	Guanajuato	0.03083	0.0303
R25	Sinaloa	0.03080	0.0298
R24	San Luis Potosí	0.03044	0.0309
R16	Michoacán de O.	0.02985	0.0294
R23	Quintana Roo	0.02969	0.0295
R4	Campeche	0.02965	0.0306
R32	Zacatecas	0.02947	0.0300
R2	Baja California	0.02942	0.0288
R1	Aguascalientes	0.02934	0.0285
R3	Baja California Sur	0.02882	0.0283
R26	Sonora	0.02874	0.0302
R28	Tamaulipas	0.02874	0.0303
R22	Querétaro	0.02866	0.0286
R18	Nayarit	0.02830	0.0282
R13	Hidalgo	0.02820	0.0280
R8	Chihuahua	0.02801	0.0277
R7	Chiapas	0.02743	0.0292
R20	Oaxaca	0.02703	0.0275
R10	Durango	0.02661	0.0267
R12	Guerrero	0.02543	0.0266

Tabla 43. Ordenación con Matriz de Prioridades –
Ordenación sin Matriz de Prioridades.

Identificador	Estado de la República Mexicana	Ordenación con Matriz Prioridades	Ordenación sin Matriz Prioridades
R9	Distrito Federal	1	1
R15	Estado de México	2	2
R14	Jalisco	3	3
R19	Nuevo León	4	4
R5	Coahuila de Zaragoza	5	6
R30	Veracruz de I.	6	5
R6	Colima	7	8
R31	Yucatán	8	11

R17	Morelos	9	16
R27	Tabasco	10	19
R29	Tlaxcala	11	17
R21	Puebla	12	7
R11	Guanajuato	13	12
R25	Sinaloa	14	18
R24	San Luis Potosí	15	9
R16	Michoacán de O.	16	21
R23	Quintana Roo	17	20
R4	Campeche	18	10
R32	Zacatecas	19	15
R2	Baja California	20	23
R1	Aguascalientes	21	25
R3	Baja California Sur	22	26
R26	Sonora	23	14
R28	Tamaulipas	24	13
R22	Querétaro	25	24
R18	Nayarit	26	27
R13	Hidalgo	27	28
R8	Chihuahua	28	29
R7	Chiapas	29	22
R20	Oaxaca	30	30
R10	Durango	31	31
R12	Guerrero	32	32

Llaman la atención varios Estados, entre ellos, Morelos y Puebla. Morelos de acuerdo a la Tabla 43, en la ordenación con la Matriz de Prioridades se encuentra en la posición nueve y en la ordenación sin la Matriz de Prioridades se posiciona en el numero dieciséis, es decir, de acuerdo a los datos, sube siete posiciones, eso implica que se encuentra mejor posicionado en lo que respecta al desarrollo sostenible y al bienestar de su población. El caso contrario se observa en Puebla, este Estado en la ordenación con la Matriz de Prioridades se ubica en el número doce y en la ordenación sin la Matriz de Prioridades se encuentra en la séptima posición, es decir, cae 5 posiciones, lo que significa que si bien pareciera que la población se encuentra en mejores condiciones de desarrollo sostenible que Morelos los resultados del estudio muestran lo contrario.

La Tabla 44, presenta los datos de todos los indicadores analizados correspondientes a los Estados de Morelos y Puebla.

Indicador	Morelos	Puebla	Prioridad Indicador
C1	1.3	1.2	4
C2	2.24	2.52	6
C3	54.22	56.54	10
C4	5.2	4.9	19
C5	76.1	75.5	22
C6	3.8	4.2	23
C7	91.8	88.1	14
C8	6.42	10.38	8
C9	171736	465277	15
C10	15978	38997	16
C11	8.9	8	13
C12	4.82	3.7	11
C13	7740	14594	20
C14	45.5	64.5	2
C15	32	22	3
C16	4.6	4.2	7
C17	19.2	24.1	9
C18	0.433	0.485	1
C19	153363	424804	21
C20	98.8	97.7	12
C21	2.4	2.6	17
C22	12.9	18.1	5
C23	17	20	18

De acuerdo a los datos de la Tabla 44, Morelos presenta mejores resultados en los indicadores C18, C14, C22, C2, C8, C17, C3, C11, C20, C7 y C5, es decir, en 11 de los 23 indicadores, sin embargo y de acuerdo a las prioridades establecidas, para los indicadores con mayor prioridad C18, C14 y C22 principalmente la diferencia entre Morelos y Puebla es muy significativa, en particular para indicadores que están relacionados con la pobreza extrema, población pobre, tasa de mortalidad infantil, porcentaje de analfabetas, tasa de desocupación de la población, tasa de fecundidad de las adolescentes de 15 a 19 años, grado promedio de escolaridad de la población de 15 y más años, porcentaje de

viviendas con electricidad, porcentaje de viviendas con agua entubada, esperanza de vida al nacimiento.

Los resultados presentados en los párrafos inmediatos anteriores muestran con claridad la importancia de la Matriz de subjetiva de Ponderación.

6.3.7 Conclusiones y trabajo futuro

Lograr el desarrollo sostenible, es el gran reto para este siglo. Para alcanzarlo es indispensable utilizar nuevos modelos que permitan una toma de decisión más informada integrando elementos tanto de naturaleza objetiva, como son los propios indicadores macroeconómicos y de desarrollo sostenible, como aquellos de carácter subjetivo tal como las preferencias y las prioridades derivadas de la adopción de determinadas políticas y estrategias.

El modelo propuesto y la metodología de Preferencias Subjetivas, permite realizar en un primer momento, una agregación ponderada de la contribución de los sectores económicos al Producto Interno Bruto de cada uno de los Estados de la República Mexicana así como una ordenación de qué actividades económicas contribuyen más al Producto Interno Bruto del país, sin embargo, como se analizó anteriormente, en un segundo momento, se concluye que por sí solo éstos indicadores no son suficientes para analizar el bienestar de una población, sino que además se requieren indicadores de otra naturaleza, como los indicadores de Desarrollo Sostenible para tener un mejor análisis de los datos y por ende tomar las mejores decisiones en la asignación de recursos e inversiones. Para ello, no sólo se ha tenido en cuenta la comparativa entre Estados e Indicadores de Desarrollo Sostenible, sino que también se ha considerado la preferencia que podrían manifestar los gobiernos en desarrollar y potenciar de forma estratégica determinados indicadores frente a otros.

El modelo tiene una característica muy importante, es muy flexible, de una manera inmediata se puede adaptar a un cambio en la importancia de los indicadores así como trabajarlo en diferentes y múltiples entornos.

Como trabajo futuro considerar automatizar el proceso, porque en la medida que crecen las características y los objetos se hace necesaria una automatización para hacer más eficiente el análisis, cabe mencionar que para este estudio, la implementación de la metodología se llevó a cabo utilizando hojas de cálculo de Excel; sin embargo, el desarrollo del software es un objetivo que está en proceso.

De igual manera trabajar con otros modelos difusos que complementen al de Preferencias Subjetivas, entre ellos están, el Modelo de Pichat, el Modelo de Galois y el Modelo de Preferencias Subjetivas, serán desarrollados y analizados con posterioridad.

Capítulo 7. Referencias bibliográficas

Capítulo 7. Referencias bibliográficas

- Aguado Moralejo, I., (2005). *La agenda 21 local como instrumento de Desarrollo Sostenible*. Tesis de grado. Universidad del País Vasco. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Bilbao.
- Antón Lolo, M. (2008). El desarrollo sostenible y el nuevo pensamiento de la complejidad: un modo nuevo de pensar la sostenibilidad. *Futuros* 20, VI.
- Barcellos, Luciano (2010). Modelos de gestión aplicados a la sostenibilidad empresarial. Tesis para obtener el grado de Doctor en Empresa, Facultad de Economía y Empresa, Departamento de Economía y Organización de Empresas. Barcelona.
- Bellman, R., Zadeh, L. (1970). "Decision-making in a fuzzy environment". *Management science*, 17(4), B-141.
- Bruntland (1987). Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. Organización de las Naciones Unidas.
- Cortada, N. (2008). *Los sesgos cognitivos en la toma de decisiones*. *International Journal of Psychological Research*. Vol. 1, No. 1, pp. 68-73.
- Cochrane, J., Zeleny, M. (1973). *Multiple criteria decision making*. University of South Carolina Press Columbia.
- Chávez, R., González, F., Flores, B., Vargas, U., 2007. *Toma de decisiones en función de los criterios empleados para la selección de personal*. 2º Taller Latino Iberoamericano de Investigación de Operaciones. Consultado en : http://www.tlaio.org.mx/EventosAnteriores/TLAIOII/T2_7_A31iRCR-SeleccionPersonal.pdf.
- Dinh, X. (1984). *A method for estimating the membership function of a fuzzy set*. *Revue Busefal*, L. S. I. University Paul Sabatier. Toulouse 1984, nº 19, pp. 68-82.
- Eschenhagen, María (1998). Evolución del concepto desarrollo sostenible y su implantación política en Colombia. *INNOVAR Revista de Ciencias Administrativas y Sociales, Universidad Nacional de Colombia*. 111-120.
- Espinoza Pérez, A. *México ante la necesidad de un desarrollo sostenible*. Colegio de Contadores Públicos de México IMCP.

- FAO Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (2000). El Estado Mundial de la Agricultura y la Alimentación. Enseñanzas de los 50 últimos años. Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/x4400s/x4400s09.htm> el 14 de Mayo de 2013.
- Gil-Aluja, J., Merigó, J., Gil-Lafuente, A. (2011). *Decision making with the induced generalized adequacy coefficient*. Appl. Comput. Math. V, 10, N. 2., pp. 321-339.
- Gil-Aluja, J., Merigó, J., Gil-Lafuente, A. (2011). *A new aggregation method for strategic decision making and its application in assignment theory*. African Journal of Business Management. Vol. 5 (11) 4, (ISSN-1993.8233) pp. 4033-4043.
- Gil-Aluja, J., Merigó, J., Gil-Lafuente, A. (2011). *Using homogeneous groupings in portfolio management*. Expert Systems with Applications. An International Journal. Volumen 38, Issue 9, (ISSN-0957-4174) pag. 10950-10958.
- Gil-Aluja, J., Merigó, J., Gil-Lafuente, A. (2011). *Soft Computing Techniques for Decision Making with Induced Aggregation Operators*. Information. An International Interdisciplinary Journal. Vol. 14 nº 6, (ISSN 1343-4500) pp. 2019-2039.
- Gil-Aluja, J., Gil-Lafuente, A., Klimova, A. (2009). *M-Attributes Algorithm for the Selection of a Company to be Affected by a Public Offering*. International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge – Based Systems. Vol. 17. Nº 3. p. 333-343.
- Gil-Lafuente, A. (1993). *El análisis financiero en la incertidumbre*. Editorial Ariel, S.A. Barelona, España.
- Gil-Lafuente, A. (2005). *Fuzzy Logic in Financial Analysis*. Springer, Berlin.
- Gil-Lafuente, A. (2013). *Errores recurrentes en el origen de la crisis y nuevas bases para el bienestar social sostenible*. Discurso de ingreso en la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras, como Académica de Número. Barcelona.
- Gil-Lafuente, A., Barcellos de Paula, L. (2013). *Determining the Composition of a Portfolio Management from a Groupings Model*. Internacional Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge – Based Systems. Vol. 21, Online ISSN: 1793-6411).

Global Reporting Initiative. GRI G4 part 2: implementation manual. <https://www.globalreporting.org/resourcelibrary/GRIG4-Part2-Implementation-Manual.pdf>. Consultado 29 Junio 2015.

González, Fernando (2004). *Medición de desarrollo sostenible y análisis regional: diseño y aplicación de un índice sintético global a las comunidades autónomas españolas*. From the Selected Works of Fernando González-Laxe. Recuperado de http://works.bepress.com/fernando_gonzalez_laxe/1 el 10 de febrero de 2013.

G2012. Cumbre del G-20 (2012). Recuperado de <http://www.g20mexico.org/index.php/es/g20> el 11 de Mayo 2013.

Güell, P. (2012). Subjetividad social : desafío para el nuevo siglo. Polis [En línea], 2. Publicado el 23 de noviembre de 2012, consultado el 30 de Abril de 2014.

Iniciativa de la Carta de la Tierra. *La Carta de la Tierra*. Recuperado de <http://www.earthcharterinaction.org/contenido/> en enero 2013.

Itziar, Aguado., Echebarria Carmen., Barrutia (2011). *The sustainable development along the history of the economic thought*. Munich Personal RePEc Archive (MPRA). Recuperado de <http://mpa.ub.uni-muenchen.de/29035/> el 15 de febrero de 2013.

Jiménez, L. (1989). Medio ambiente y desarrollo alternativo. Iepala, Madrid.

Kaufmann, A. (1979). *Modèles mathématiques pour la simulation inventive*. Ed. Albin Michel, pp. 62.

Kaufmann, A., Gil Aluja, J. (1986). *Introducción a la teoría de los subconjuntos borrosos a la gestión de empresas*. Editorial Milladoiro. Santiago de Compostela, España.

Kaufmann, A., Gil Aluja, J., (1987). *Técnicas operativas de gestión para el tratamiento de la incertidumbre*. Editorial Hispano Europea, S. A., Barcelona (España).

Kaufmann, A., Gil Aluja, J., Terceño, A., (1994). *Matemáticas para la economía y la gestión de empresas*. Ed. Foro Científico, Barcelona.

Kaufmann, A., Gil Aluja, J. 1992. *Técnicas de gestión de empresas (provisiones, decisiones y estrategias)*. Ed. Pirámide. Madrid.

Kaufmann, A., Gil Aluja, J., 1993. *Técnicas especiales para la gestión de expertos*. Ed. Milladoiro. Santiago de Compostela.

- Kaufmann, A., Gil Aluja, J. 1999. *Elements for a theory of decision in uncertainty*. Kluwer Academic Publishers. Boston, Dordrecht, Londres.
- Meadows, D.H., Meadows, D.L., Randers, J., Behrens, W. (1972). *Los límites del crecimiento: informe del Club de Roma sobre el predicamento de la humanidad*. Fondo de Cultura Económica, México.
- México. Consejo Nacional de Población CONAPO. (2000). *Desarrollo Humano*. Disponible en: http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Desarrollo_Humano
- México. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). *México en Cifras*. Disponible en: <http://www.inegi.org.mx/>
- México. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2010). *Sistema de Cuentas Nacionales de México. Producto Interno Bruto por Entidad Federativa, 2005-2009*.
- Muñoz, A., Pavón, J. (1996). El análisis interdisciplinario de la problemática ambiental II. *Perspectiva Tecnológica*, 237-292. Madrid, UNED-FUE.
- ODM (Objetivos de Desarrollo del Milenio). (2010). Organización de las Naciones Unidas. New York.
- Organización de las Naciones Unidas, ONU. *Declaración de Río sobre el Medio Ambiente*. Recuperado de www.bioculturaldiversity.net/.../Papers/Rio_declaration_Spanish.pdf, el 3 de marzo de 2013.
- Organización de las Naciones Unidas, ONU (2012). *Desarrollo sostenible: ejecución del Programa 21 y del Plan para su ulterior ejecución, y aplicación de los resultados de la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible y la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible*. Diciembre 2012. Recuperado de www.un.org/es/ga/67/meetings/index.shtml, el 5 de febrero de 2013.
- Organización de las Naciones Unidas, ONU (1987). *Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo "Nuestro Futuro Común"*. Recuperado de <http://www.un.org/es/comun/docs/?symbol=A/42/427>, febrero 2013.
- Organización de las Naciones Unidas, ONU. Objetivos de Desarrollo del Milenio. Recuperado de www.un.org/spanish/millenniumgoals/poverty.shtml, el 17 de marzo de 2013.

- Organización de las Naciones Unidas, ONU. (2012). El Futuro que Queremos para Todos. Recuperado de www.un.org/en/development/desa/policy/untaskteam.../unttreport_sp.pdf el 11 de Mayo de 2013.
- Organización de las Naciones Unidas, ONU. (2000). Informe de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano. Recuperado de <http://www.eclac.cl/cumbres/getProd.asp?xml=/cumbres/3/53/P53.xml&xsl=/cumbres/phistoriaf.xsl> el 14 de Mayo de 2013.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, UNESCO. (2015). Recuperado el 19 de julio de 2015 de: <http://www.unesco.org/new/es/education/events/calendar-of-events/education-global-conferences/>.
- Organización de las Naciones Unidas. (2007). *Indicators of Sustainable Development. Guidelines and Methodologies*. Third Edition. Consultado en : <http://www.un.org/esa/sustdev/natlinfo/indicators/guidelines.pdf>.
- Organización de las Naciones Unidas (2012). *Desarrollo sostenible : ejecución del Programa 21 y del Plan para su ulterior ejecución, y aplicación de los resultados de la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible y la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible*. Sexagésimo séptimo período de sesiones.
- Pichat, E. 1969. *Algorithm for finding the maximal elements of a finite universal algebra*. Informe proveniente de la 68 Publ. North Holland.
- Pierri, Naina (2001). *Historia del concepto de desarrollo sustentable. Capítulo 2*. Recuperado de <http://www.ambiente.gov.ar/infoteca/aea/descargas/pierri01.pdf>.
- Quiroga. R., (2001). *Indicadores de sostenibilidad ambiental y de desarrollo sostenible : estado del arte y perspectivas*. Serie Manuales CEPAL No. 16. Consultado en <http://repositorio.cepal.org/handle/11362/5570>.
- Quiroga. R., (2007). *Indicadores ambientales y de desarrollo sostenible : avances para América Latina y el Caribe*. Serie Manuales CEPAL No. 55. Consultado en : <http://www.cepal.org/deype/publicaciones/xml/4/34394/lcl2771e.pdf>.
- Riechmann, Jorge., Naredo J. (1995). *De la economía a la ecología, capítulo 1: Desarrollo sostenible: la lucha por la interpretación*. Madrid: Trotta.

- Rubio, Eduardo (2006). *Reflexiones sobre el concepto de Desarrollo Sostenible, sus antecedentes y algunos apuntes para el momento presente y (futuro)*. XVI Congreso de Estudios Vascos. 261-270.
- Saaty, T. 1978. *Exploring the interface between hierarchies, multiple objectives and fuzzy sets*. Sets and Systems, Vol. I, nº 1, pp. 57-68.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), México (2010). *La Carta de la Tierra México*. Recuperado de <http://www.semarnat.gob.mx/informacionambiental/publicaciones/PublicacionesCartadelaTierra.pdf>, febrero 2013.
- Sotelo, J., Tolón, A., Lastra, X. (2011). *Indicators by and for sustainable development, a case study*. Estudios Geográficos, Vol. LXXII, 271, pp. 611-654.
- Triantaphyllow, E. (2013). *Multi-criteria decision making methods: A comparative study*. Springer-Science+ Business Media, B.V.
- Vilches, A., Gil Pérez, D. (2008). La construcción de un futuro sostenible en un planeta en riesgo. *Alambique* 55, 9-19.
- Klimova, A., (2010). *Agrupaciones económicas de las regiones de la Federación Rusa mediante métodos matemáticos en las condiciones de incertidumbre*. Tesis para obtener el grado de Doctor en Empresa, Facultad de Economía y Empresa, Departamento de Economía y Organización de Empresas. Barcelona.
- Zadeh LA., Fu KS., Tanaka, K., (2014). *Fuzzy sets and Their Applications to Cognitive and Decision Processes*. World Scientific.
- Zimmermann HJ. (2012). *Fuzzy sets, decision making, and expert systems*. Kluwer Academic Publishers.