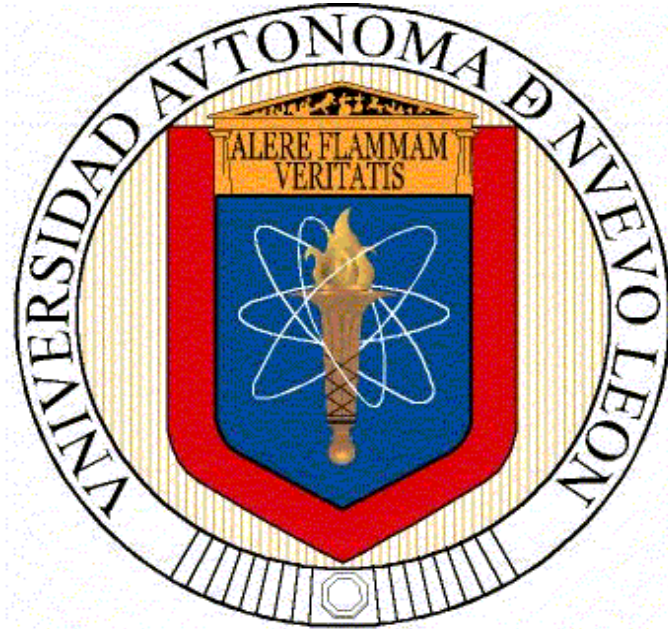


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
FACULTAD DE PSICOLOGÍA**



**TESIS**

**APROXIMACIÓN COGNITIVA FUNCIONAL AL RASTREO DE LA  
INFORMACIÓN EN PÁGINAS WEB A TRAVÉS DEL SIGNIFICADO**

**PRESENTA:  
FRANCISCO TORRES GUERRERO**

**PARA OBTENER EL GRADO DE  
DOCTORADO EN FILOSOFÍA CON ESPECIALIDAD EN  
PSICOLOGÍA**

**MONTERREY, N. L., JUNIO DE 2011**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**  
**FACULTAD DE PSICOLOGÍA**  
**SUBDIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO**



**APROXIMACIÓN COGNITIVA FUNCIONAL AL RASTREO DE LA INFORMACIÓN EN  
PÁGINAS WEB A TRAVÉS DEL SIGNIFICADO**

**TESIS**

**PARA OBTENER EL GRADO DE  
DOCTOR EN FILOSOFÍA CON ESPECIALIDAD EN PSICOLOGÍA**

**PRESENTA:**

**FRANCISCO TORRES GUERRERO**

**DIRECTOR DE TESIS**

**DR. VÍCTOR M. PADILLA MONTEMAYOR**

**MONTERREY, N. L., JUNIO DE 2011**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**  
**FACULTAD DE PSICOLOGÍA**  
**SUBDIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

La presente tesis titulada “Aproximación cognitiva funcional al rastreo de la información en páginas Web a través del significado”, presentada por Francisco Torres Guerrero, ha sido aprobada por el Comité de Tesis como opción al grado de doctor en Filosofía con Especialidad en Psicología.

---

**Dr. Víctor M. Padilla Montemayor**

Director de Tesis

---

**Dr. Manuel G. Muñoz García**

Revisor de Tesis

---

**Dra. Ma. Concepción Rodríguez Nieto**

Revisor de Tesis

---

**Dr. José Nicolás Barragán Codina**

Revisor de Tesis

---

**Dra. Olga Hernández Limón**

Revisor Invitado

**Monterrey, N. L., Junio de 2011**

## DEDICATORIAS

A CONACYT por apoyarme económicamente con mis estudios.

A U.A.N.L FaPsi por brindarme la oportunidad.

A los profesores del programa doctoral.

A mi director de tesis quien hizo esto posible.

A mis amigos que siempre estuvieron conmigo.

A mi familia quien siempre me ha brindado su amor y apoyo.

## **AGRADECIMIENTOS**

Esta tesis no hubiera sido posible sin la guía y dirección de Dios quien me dado fuerza, salud e inteligencia para llevar este objetivo a cabo. Primeramente al CONACYT quien gracias a sus programas de apoyo de formación académica me brindó la oportunidad de realizar mis estudios doctorales. Así como también me gustaría agradecer al comité de tesis por dedicarme el tiempo para evaluar mis esfuerzos. Así como también darle gracias de manera especial a: Juan Francisco Torres Aguirre (mi padre), Dr. José Nicolás Barragán Codina, M.C Guillermo Cabrera y Dr. Ernesto O. López Ramírez quienes siempre de manera incondicional me brindaron su apoyo y comprensión. Finalmente, me gustaría agradecerle de manera muy especial a mi director de tesis el Dr. Víctor M. Padilla Montemayor por su paciencia, conocimiento e interés durante mi formación doctoral.

## RESUMEN

En la actualidad muchas teorías cognitivas están de acuerdo en que los mecanismos actuales por los cuales el cerebro procesa datos visuales y espaciales son utilizados para el rastreo de información en páginas Web, es de interés para la comunidad de investigación de hipermedia la exanimación de las representaciones mentales de los usuarios respecto al rastreo de información en páginas Web. Este estudio tiene la intención de alcanzar a entender como el significado que un individuo comparte sobre una temática influye en su forma rastrear información en medios de tecnología de información. El grupo de participantes estuvo conformado por 40 estudiantes cuyas edades oscilaban entre 17 y 22 años donde aproximadamente la mitad eran mujeres y el resto hombres. Se utilizaron técnicas de representación del conocimiento así como un ambiente Web para ejercicios de rastreo de información. Es de relevancia el hecho de que los mismos contenidos conceptuales de la red semántica natural son los que guían el rastreo de información, lo cual apoya la idea de que existe un significado único como elemento central.

**Palabras claves.** Rastreo de información, representación del conocimiento, significado, interacción humano computadora.

## **ABSTRACT**

Although many cognitive theories are agree that the current mechanisms by which the brain processes visual and spatial data are used to track information on websites, is of interest in the hypermedia research community in the importance of examination of mental representations of users about the tracking of information on websites. This study intends to reach out to understand as the meaning that an individual shares on a topic influences the way of tracking information means information technology. The group consisted of 40 students aged between 17 and 22 years with approximately half were women and the rest men. It used techniques of knowledge representation and a web environment exercise tracking information. Of relevance was the fact that they are the same conceptual contents that seem to underlie both organizations to information which supports the idea of a unique significance as the central element.

**Keywords.** Foraging information, knowledge representation, meaning, human computer interaction.

## ÍNDICE

<b>DEDICATORIAS</b> .....	<b>III</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>IV</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>V</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>VI</b>
<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>14</b>
INTRODUCCIÓN .....	14
1.1 Antecedentes .....	14
1.2 Definición Del Problema .....	17
1.3 Objetivos .....	29
1.3.1 Objetivo General .....	29
1.3.2 Objetivos Particulares .....	29
1.4 Hipótesis .....	30
<b>CAPÍTULO II</b> .....	<b>33</b>
MARCO TEÓRICO .....	33
2.1 Ciencia cognitiva y el acceso de información en Internet. ....	37
2.2 Rastreo de Información e Interacción Humano Web. ....	38
2.2.1 Interacción Humano Información .....	38
2.2.2 Interacción Humano Web .....	39
2.3 Modelos cognitivos de rastreo de información .....	41
2.3.1 MESA (Method for Evaluating Site Architectures) .....	42
2.3.2 COLIDES (Comprehension-based Linked model of Deliberative Search) ...	43
2.3.3. SNIF-ACT (Scent-based Navigation and Information Foraging in the ACT architecture) .....	44
2.4 Formalizando el término “Rastreo de Información” .....	46
2.5 Rastreo de información y teoría de autómatas .....	50
2.6 Funcionalismo cognitivo, representación del conocimiento y teoría de autómatas .....	56
2.7 Sobre la Teoría Cognitiva de la Representación del Conocimiento Humano ....	62
2.8 Evolucionando el modelo clásico de representación del conocimiento .....	64
2.9 Modelos Conexionistas Vs. Modelos Locales de Representación de Conocimiento .....	71
2.10 Proximidad semántica entre conceptos y análisis Pathfinder. ....	76
2.11 El análisis del significado humano a través de la técnica de redes semánticas naturales .....	80



<b>CAPÍTULO III</b> .....	<b>90</b>
METODO .....	90
3.1 <i>Tipo de estudio</i> .....	90
3.2 <i>Participantes</i> .....	91
3.3 <i>Materiales e Instrumentos</i> .....	91
3.3.1 Especificaciones y Equipo. ....	92
3.3.2 Instrumento sistema experto virtual evaluador de rastreo de información...	92
3.3.3 Instrumento: Representación del Conocimiento en Memoria- Modelo Redes Semánticas.....	96
3.3.4 Simulaciones computacionales del eco-esquema. ....	98
<b>CAPITULO IV</b> .....	<b>102</b>
RESULTADOS.....	102
<b>CAPÍTULO V</b> .....	<b>118</b>
CONCLUSIONES .....	118
<b>REFERENCIAS</b> .....	<b>131</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Ecuación de la maximización del rastreo de información.....	18
Figura 1.2 Se ilustra como el análisis del significado involucrado en el rastreo de información puede influir en el desarrollo de ontologías. ....	22
Figura 1. 3 Ecuación de concepto de transición.....	24
Figura 1.4 Modelo hipotético del rastreo de información donde se toma en cuenta organizaciones conceptuales y transiciones entre sus estados. ....	25
Figura 2.1 Modelos teóricos representativos de la cognición ergonómica. Se señalan técnicas usadas para dos de estos modelos (izquierda). ....	36
Figura 2.2 Ecuación de la maximización del rastreo de información.....	39
Figura 2.3. Ecuación del conjunto R.....	46
Figura 2.4 Ecuación del conjunto W.....	46
Figura 2.5 Ecuación del conjunto C.....	47
Figura 2.6 Modelo hipotético del rastreo de información donde se toma en cuenta organizaciones conceptuales y transiciones entre sus estados.....	48
Figura 2.7 Ecuación de transición .....	49
Figura 2.8 Sistema dinámico de estados finitos. ....	51
Figura 2.9 Requerimientos mínimos para la implementación de un sistema de estados de transición automática.....	52
Figura 2.10 Se ilustra un ejemplo sencillo de un autómata que logra estados aceptables a través de un lenguaje de cadenas de símbolos L. ....	53
Figura 2.11 Se ilustra otro ejemplo de un autómata simple. ....	53

Figura 2.12. Se ilustra una tabla de transición de estados de un autómata simple.....	54
Figura 2.13 Ecuación de la representación de transición en un modelo autómata. ....	54
Figura 2.14 Ecuación de la representación estocástica de un modelo autómata.....	55
Figura 2. 15 Procesamiento información simbólica serial Von Newman.....	57
Figura 2.16. Representación de posición dualista de Descartes.....	59
Figura 2.17. Niveles de explicación de la ciencia cognitiva en competencias cognitivas a través de la vida (Imbert et al., 1986).....	61
Figura 2.18 De acuerdo a Aristóteles, se ilustra la base semántica de una inferencia lógica en donde se cuestiona si Raúl es mortal. ....	63
Figura 2.19 Visualización de organización del conocimiento de acuerdo a la tipicidad..	67
Figura 2.20. Autoesquema hipotético.....	68
Figura 2.21. Función de identidad al grupo dado un autoesquema.....	69
Figura 2.22 Se ilustra el concepto conexionista del procesamiento cognitivo en los humanos (Kasabov, 2007). ....	72
Figura 2.23 Se ilustra la posición VN de procesamiento simbólico de la información (A) vs. el modelo conexionista de reconocimiento facial (B).....	73
Figura 2.24 Ecuación del modelo conexionista para cálculo de cada peso de asociación entre dos conceptos.....	74
Figura 2.25 Visualización de función de semejanza de los conceptos en un modelo de cerebro en caja. ....	75
Figura 2.26 Ecuación de los modelos tradicionales de distancia semántica entre conceptos de una red consideran representaciones bidimensional.....	78
Figura 2.27 Ecuación de la distancia Euclidiana de una serie de conceptos. ....	79

Figura 2.28 Representación de redes en el Pathfinder. ....	79
Figura 2.29 Grafico de letras R con diferente formato.....	80
Figura 2.30 Ejemplificación de similaridad visual. ....	81
Figura 2.31 Red semántica dibujada en base a las definiciones conceptuales del tema de Física (López, Morales & Hedlefs, 2011). ....	84
Figura 2.32 Contexto teórico implicado en la parte de definición de un concepto.....	87
Figura 3.1 Página de registro e Inicio.....	93
Figura 3.2 Interface de navegación para el rastreo de información.....	94
Figura 3.3 Evaluador de páginas visitas.....	95
Figura 3.4 Mensaje de terminación. ....	95
Figura 3.5. Pantalla SemNet para la técnica de redes semánticas naturales sobre el tema de ecología. (Sánchez, 2010).....	98
Figura 3.6 Ecuación del modelo conexionista para el cálculo de cada peso de asociación entre dos conceptos.....	99
Figura 3.7 Ecuación de la distancia Euclidiana de una serie de conceptos. ....	99
Figura 3.8 Organización conceptual de proximidad semántica a través de la técnica de rutas cortas pathfinder (Schvaneveldt, 1990). ....	100
Figura 4.1 Pantalla semnet con los resultados del estudio de redes.....	102
Figura 4.2 Conectividad entre grupos de definiciones conceptuales para el esquema del medio ambiente en el usuario.....	104
Figura 4.3 Representación semántica se ilustran las definiciones conceptuales para la red semántica usada en el rastreo de la información. ....	105

Figura 4.4. Se ilustra la conectividad resultante para los grupos SAMs de la red semántica usada para el rastreo de información. ....	106
Figura 4.5 Análisis de proximidad semántica para la organización conceptual del usuario.....	107
Figura 4.6 Organización conceptual de proximidad semántica de la red que emerge durante el rastreo de información por parte de los usuarios.....	108
Figura 4.7 Diagrama de transición conceptual del usuario al inicio de la tarea de rastreo de la información. ....	112
Figura 4.8 Diagrama de transición conceptual del usuario obtenido de la red creada por la tarea de rastreo de la información. ....	114
Figura 4.9 Ecuación de transición. ....	115
Figura 5.1 Visualización de atractores. ....	121
Figura 5.2 Ecuación dinámica de transición.....	122
Figura 5.3 Espacio conceptual vectorial representando una organización conceptual prototipo. La abertura representa un atractor.....	123
Figura 5.4 Espacio vectorial conceptual de acuerdo a un modelo. de ejemplificación .	124
Figura 5.5 Modelo mixto de representación de un prototipo con ejemplos o instancias. ....	125
Figura 5.6 Función dinámica de atractores .....	126
Figura 5.7 La función de transición de un estado conceptual a otro. ....	126
Figura 5.8 Función sinusoidal para el estudio de los efectos de facilitación. ....	127

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4. Índices de similaridad del análisis KNOT para la red semántica y el rastreo de información.....	109
Tabla 4.2 Conjunto de estados.....	110
Tabla 4.3 Estados de transición según la organización conceptual del usuario.....	110
Tabla 4.4 Estados de transición según la organización conceptual obtenida por el usuario durante el rastreo de información. ....	113
Tabla 4.5 Contrastes de estados de aceptación. ....	115

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

### ***1.1 Antecedentes***

Las políticas nacionales educativas enfatizan el aprendizaje basado en el estudiante (PEF, 2007). Esto pone de manifiesto el conocimiento del aparato cognitivo del estudiante durante los procesos del aprendizaje (West, Farmer & Wolff, 1991; Khine & Saleh, 2010). En particular los procesos cognitivos que se activan durante el rastreo de información a Internet ya sea para propósitos de aprendizaje, toma de decisiones y solución de tareas han generado una intensa actividad de investigación académica dado que la tecnología educativa pronto será el ambiente escolar de preferencia en el futuro.

Jonassen (2000, 2003) postula que el conocimiento al cual se accesa a través de tecnología educativa, está a disposición de una forma no estructurada y que en muchas situaciones no considera la naturaleza cognitiva de un usuario. Diferentes estrategias que son naturales para el humano en cuanto a la forma de acceder y manejar información pueden ser exploradas. Esto trae como beneficio dos aspectos: Primero en el usuario, ya que el conocimiento de estas estrategias le puede permitir un uso significativo de validez ergonómica y ecológica para el desarrollo de su naturaleza cognitiva y el rastreo de información en páginas Web. Líneas de investigación científica de relevancia a este respecto encuentran a sus máximos representantes en el área académica denominada cognición ergonómica (Grandjean & Vigliani, 1980; Meister 2005) en ingeniería psicológica (Fitts, 1951; Bannon, 1991; Shneiderman, 1980) y por supuesto en el área de Interacción Humana con computadora ( Shneiderman, 1992; Picard, 1997).

En un segundo tiempo, la exploración de estrategias cognitivas usadas por un individuo al buscar información en Internet, permite el desarrollo de sistemas de interfase más inteligentes y que tienen más funcionalidad para el humano (Thagard, Gabbay & Woods, 2007). Ejemplo claro de esfuerzos académicos a este respecto pueden ser encontrados en los fundamentos teóricos de las redes semánticas y el desarrollo de ontologías electrónicas (Hendler & Lassila 2001; Lindsay & Norman, 1977; Budanitsky & Hirst, 2006).

Con respecto a la naturaleza cognitiva que interviene para el rastreo de información en plataformas de Internet cabe mencionar que autores como Hayes y Allinson (1998) y otros (Chen & Rada, 1996; Pirolli, 2007) postulan que en el rastreo de información a Internet existen procesos de toma de decisiones (Palmquist & Kyung-Sun 2000) en donde el uso de significado parecen orientar el procesamiento de información para la solución de una actividad de rastreo de información (Baker & Cheung, 2007; Davies, Studer & Warren, 2006; Kompatsiaris & Hobson, 2008). Esto ha motivado áreas de desarrollo teórico y experimental dentro de la denominación de ciencias cognitivas (psicología cognitiva, ciencias computacionales, lingüística, etc.) hipertexto, desarrollo multimedia, inteligencia artificial, sistemas educativos, etc. (Konar, 2000; Thagard, Gabbay & Woods, 2007).

En particular, se enfatiza que existen accesos a la información en páginas Web no lineales y que procesos heurísticos de búsqueda de información dependen tanto de la plataforma como del interés o significado de la información que se busca. Dada esta multiplicidad de opciones heurísticas y de acuerdo a la teoría de la negociación del conocimiento (Jonassen, 2000, 2003) es difícil anticipar todas las posibles estrategias de heurística de un usuario, por lo que se debe presentar el conocimiento de tal forma en que se negocie el uso de una experiencia en rastreo de información o el uso de la esencia de información con la intención de que finalmente le permita a un individuo



acceder a la meta de información que se solicita. Dicha negociación puede ser por significado, donde las redes de información tanto del usuario y de la computadora tratan de establecer un canal de comunicación en el que se maneja el significado de lo que se busca (Pirolli, 2007).

De esta forma para acceder del punto A de información al punto Z, no es necesario pasar por todos los módulos de información intermedios (B, C, D...) de forma lineal sino más bien dependiendo del significado que cada módulo de información activa en un usuario, dicho usuario podría ir del punto A al F regresar al C y luego llegar a Z (Kintsch & Mross, 1985). Lo anterior se debe a que la organización conceptual que se presenta en dichos módulos activa una búsqueda de procesamiento de arriba hacia abajo donde se utiliza de un esquema de información en memoria que es significativo para el usuario (Kintsch, 1998, 2000).

Sin embargo, todavía no es claro como el conocimiento previo sobre el tema o la forma preferida de filtrar información intervienen en el rastreo de información en páginas Web (Sears & Jacko, 2008). Esto es así dado el problema que ha representado el poder especificar o determinar el significado que un usuario impone en un momento específico para la toma de una decisión que impacta el rastreo de información en un sitio Web.

Aunque muchas teorías cognitivas están de acuerdo en que los mecanismos actuales por los cuales el cerebro procesa datos visuales y espaciales son utilizados para el rastreo de información en páginas Web (De Vega, Inton–Peterson, Johnson–Laird, Denis, & Marschark, 1996), es claro que en éste momento el estudio del significado humano para la organización de conocimiento en la Web se ha vuelto el tema central de investigación (Mika, 2007).

Este estudio tiene la intención de alcanzar a entender como el significado que un individuo comparte sobre una temática influye en su forma del rastreo de información en medios de tecnología de información. A la vez pretende introducir de forma innovadora alternativas metodológicas provenientes de las teorías cognitivas de la representación del conocimiento para lograr este propósito. Dicha alternativa metodológica que se propone en la presente investigación se constituye como la contribución original al área de estudio del rastreo de la información, a su eficacia y relevancia al estudio del significado en el rastreo de la información, lo que se convierte en el problema a investigar el cual se desglosa de la siguiente manera.

## ***1.2 Definición Del Problema***

El ser humano es propenso a procesar información de su medio ambiente y usarla con el objetivo de afrontar los problemas de la vida diaria, (Pirolli, 2007; Miller, 1983), donde existe una tendencia a buscar y almacenar grandes cantidades de información con el objetivo de adaptarse al medio que le circunda, se puede considerar como un devorador hambriento de información. En sociedades modernas, la gente interactúa con la información a través de la tecnología, la cual ayuda a satisfacer las necesidades de información de los usuarios. En términos psicológicos podemos expresar que el desarrollo intelectual de una persona se relaciona a su capacidad de buscar información y a la utilización de la misma para la adaptación en el medio (Resnikoff, 1989).

Desde esta perspectiva, la adaptación de un individuo a su medio ambiente en términos de una relación de interacción humano-información es asumiendo que se busca maximizar el valor del conocimiento externo ganado con el costo de interacción, lo anterior se puede observar en la ecuación de la Figura 1.1.

$$\max \left[ \frac{\text{Valor esperado de información obtenida}}{\text{Costo de Interacción}} \right]$$

Figura 1.1 Ecuación de la maximización del rastreo de información.

Esta maximización de rastreo de información se asume activan mecanismos de nuestro aparato cognitivo responsables de conductas adaptativas al medio ambiente para el logro de metas. En este sentido, la Web es un medio de información masiva el cual por medio de la práctica el usuario crea estrategias cognitivas que le permiten reducir el tiempo de interacción así como maximizar la información obtenida en la interacción.

La interacción humano – páginas Web es fundamentalmente una actividad de procesamiento de información. Dentro de esta interacción con un sistema de información dentro de un entorno Web el usuario tiene metas y sub metas específicas a lograr en dicha interacción (Sears & Jacko, 2008; Kaluzniacky, 2004).

En la actualidad existen miles de millones de documentos en Internet los cuales son accedidos constantemente por alrededor de 300 millones de usuarios o más (Davies, Fensel & Van Harmelen, 2003). Día con día dicha base de datos incrementa en enormes cantidades a tal grado que una búsqueda de un tema en particular puede traer entre 10,000 o más fuentes de consulta. Dada esta situación un usuario decide consultar sólo algunas de las opciones presentadas las cuales en ocasiones no son la mejor opción a las necesidades de consumo de información en la Web.

A este respecto, aún y cuando existen en la actualidad máquinas de búsqueda de información que tratan de optimizar la obtención de información dada una solicitud del usuario, lo cierto es que poco pueden hacer dada la falta de estructuración de las bases de datos a las que se accede. En este sentido el concepto de **Web semántica** se

refiere a una propuesta para la organización de las bases de datos en términos de dominios de conocimiento que al ser consultados generen resultados “significativos” al dominio de conocimiento que se consulta (Antoniou & Van Harmelen, 2004).

Esto se aleja del concepto de traer todo tipo de información relacionado a una búsqueda, más bien, el conocimiento en una base de datos es organizado en categorías relacionadas por relaciones semánticas que incluyen a su vez subcategorías de información semánticamente relacionadas por atributos y propiedades que definen las categorías y sus relaciones.

La idea es representar información de los contenidos de la Web usando lenguajes formales que las computadoras puedan entender y “razonar”. Así, recapturando contenidos de la Web y añadiendo descripciones adicionales de estos contenidos (metadata), se le permite al usuario realizar tareas inteligentes de búsqueda dado el análisis de combinaciones de dominios de conocimiento de múltiples sitios Web (Fensel, Lausen, Polleres, Bruijn, Stollberg, Roman, & Domingue, 2007). Aquí el concepto de Ontologías de conocimiento es introducido para explícitamente expresar un dominio de conocimiento, facilitando inferencia de conocimiento basado en procesamiento de información pre existente a través de reglas lógicas (Davies, Fensel & Van Harmelen, 2003).

Las ontologías permiten por una parte localizar un significado determinado aún y cuando existan terminologías diferentes en dos sitios Web diferentes, trayendo al usuario toda la información relacionada al significado de ambos sitios, lo que se llama mapeo de ontologías; (Mika, 2007). Por otra parte, cuando existe ambigüedad semántica como por ejemplo en el caso de una búsqueda sobre “bancos” el sistema puede cuestionar al usuario sobre propiedades relacionadas a economía o sobre sillas. Adicionalmente, aspectos de jerarquía de una ontología determinada permiten control

sobre lo particular o general del contenido de información que se acceda. De esta forma, establecer las bases de datos en términos de ontologías demanda organización conceptual de los contenidos, sean estos imágenes (Kompatsiaris & Hobson, 2008) o simplemente texto declarativo (Baher & Cheung, 2007).

En cierta forma esta propuesta de una Web semántica, emula modelos cognitivos de representación del conocimiento humano que fueron desarrollados dentro del área de la Inteligencia Artificial (IA). Sin embargo, a diferencia de los modelos IA la Web semántica deposita en el usuario la toma final de decisión sobre las opciones y forma de acceso (Davies, Fensel & Van Harmelen, 2003). Esto implica que procesos cognitivos de rastreo de información son finalmente los encargados de dirigir la forma de acceso a un objeto de información. Si bien esto es cierto, también es necesario enfatizar que dicho rastreo esta a su vez sujeto a como el usuario significa el objeto de información al cual desea acceder en la Web.

En otras palabras, en un proceso de búsqueda de información desde una perspectiva de Web semántica se involucran dos procesos de formación de significados: El significado proveniente del sitio Web o en su caso de la formación de ontologías en la Web semántica y el significado proveniente de conocimiento pre existente en el usuario sobre el objeto de búsqueda que guía procesos de rastreo de información.

Si bien es cierto que en el estudio de la interacción humano-Internet existen líneas sólidas de investigación del desarrollo de ontologías (Davies, Studer & Warren, 2006) poco es sabido sobre como el significado del objeto de información que un usuario posee es usado como guía en el rastreo de información en la Web. Es aquí donde técnicas de análisis de redes semánticas son de valor, ya que es posible dar un paso de vanguardia sobre todo coordinando diseño de ontologías en Web semántica

considerando formas de significado proveniente de organizaciones conceptuales relacionadas al objeto de búsqueda. El objetivo final es minimizar el costo de interacción del usuario en su búsqueda de información en la Web. Esta idea se ilustra en la Figura 1.1.

Desde el punto de vista de la teoría de rastreo de información el postulado más innovador expresado en la Figura 1.2 es el hecho de que lo que significa un individuo sobre el objeto de información que rastrea impacte de forma sistemática, predecible y que probablemente sea posible de formalizar matemáticamente a través del modelamiento cognitivo de las estrategias de búsqueda.

Por otra parte, la Figura 1.2 tiene como propuesta el uso de una técnica específica de análisis de representación del conocimiento denominada técnica de redes semánticas naturales (Figueroa, González & Solís, 1981; López, 2002) como una alternativa metodológica para el análisis del significado del usuario durante el rastreo de información en un dominio de conocimiento.

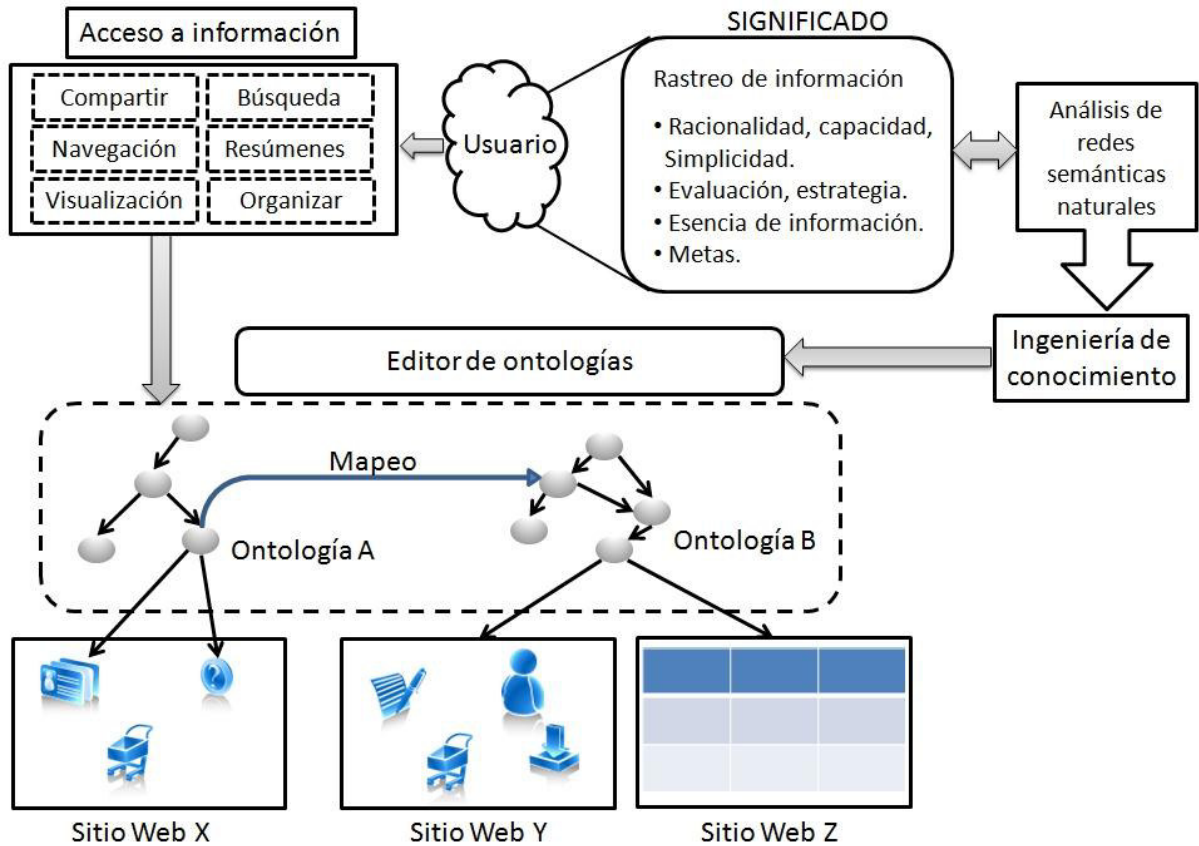


Figura 1.2 Se ilustra como el análisis del significado involucrado en el rastreo de información puede influir en el desarrollo de ontologías.

Ciertamente, la idea es tentadora: considerar la conectividad conceptual de las organizaciones conceptuales que los usuarios tienen de una temática como guía para la construcción de ontologías de bases de datos.

Por otra parte, considérese que el análisis del significado de una temática a través de redes semánticas naturales permite una reconsideración teórica del concepto de “esencia de información” en modelos de rastreo de información señalado por Pirolli (2007). Este autor enfatiza el uso de hipervínculos que proveen información concisa pero no inmediata al usuario en el rastreo de la información en una página Web.

Esta esencia de información está representada por los hipervínculos que existen entre textos parciales sin considerar que el usuario pueda significar otra cosa diferente al contenido que se asocia en la navegación. En otras palabras en un momento dado (t) en un rastreo de información existen dos representaciones conceptuales en juego: La organización conceptual dada la esencia de la información contenida en una página Web y la conceptualización del usuario que implica el significado que este impone sobre el tema.

Aún y cuando ambas representaciones conceptuales pueden ser idénticas (Isomórficas) es muy probable que sea el caso en que ambas organizaciones conceptuales sean diferentes pero estén hablando de lo mismo (representaciones homomórficas; Holland, Holyoak, Nisbet & Thagard, 1989).

Tal y como se ilustra en la Figura 1.3 es probable que exista una relación (R) que inicialmente en el rastreo de información imponga estructura sobre la forma de búsqueda de un objeto de información en la Web. Dicha relación inicial, es una estrategia cognitiva que usa en todo momento el conocimiento existente en el usuario pero que es capaz de usar al mismo momento la esencia de información en la página Web.

Sin embargo, a diferencia de la Web en donde la transición de una organización conceptual a otra (T) está básicamente establecida, la regla de transición en el usuario (T') depende exclusivamente de la forma en cómo el individuo va significando la información que accesó. El objetivo es la formación de un modelo mental (por ejemplo t+1, t+2...) que le permite comprender el objeto de información que rastrea.



Ahora bien de la Figura 1.3 se desprende que si  $T'R = RT$  entonces existe una equivalencia en representaciones conceptuales aún y cuando estas sean homomórficas. Dicha conmutabilidad es por supuesto al servicio de la creación de un significado final que se constituye como un modelo mental valido del evento que se representa. La no conmutabilidad de esta equivalencia implica la formación equivocada de un significado sobre la temática. De esta forma, el rastreo estratégico de información (implicando R) lleva al usuario a través de estados de representación conceptual S que lo conllevan a un modelo mental que constituye una equivalencia de clases conceptuales entre la información del sitio Web y el modelo mental final del usuario.

Dicho de forma más formal la ruta de transformación o transición puede ser especificada como:

$$R[T(S(t), O(t))] = T'[R(S(t), O(t))]. \quad (1)$$

Figura 1. 3 Ecuación de concepto de transición.

De tal forma que  $O(t)$  se relaciona a la organización conceptual resultante dado una secuencia de rastreo de información.

En la figura 1.4 se muestra el modelo hipotético en el que el rastreo de información se puede considerar como una estrategia cognitiva (R) que toma en cuenta organizaciones conceptuales homomórficas (representados por puntos unidos) y sus transiciones entre estados (S) de representación conceptual para la formación de un modelo mental del tema que se analiza.

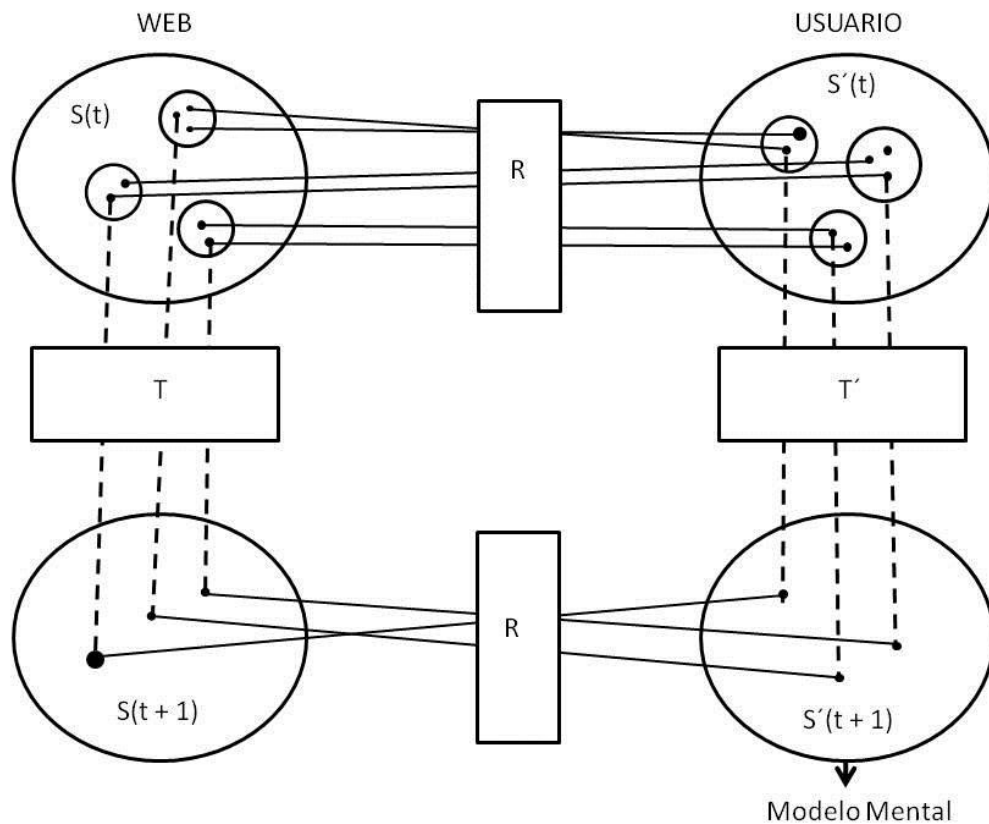


Figura 1.4 Modelo hipotético del rastreo de información donde se toma en cuenta organizaciones conceptuales y transiciones entre sus estados.

Es de relevancia el hecho de que anteriormente no existía una forma específica de determinar cuantitativamente  $O(t)$  para  $T'$ . Una intrigante posibilidad se puede visualizar en donde indicadores de densidad semántica, riqueza de red y/o conectividad pueden ser usados para determinar  $R$  usando dichos indicadores de organización semántica en  $O(t)$  del usuario.

Lo anterior aún no ha sido determinado y también se presenta como una línea de investigación futura prometedora en áreas de rastreo de la información ya que la esencia de la información de una página Web puede ser establecida en relación con el

significado de un usuario. Por un lado ya existe el formalismo matemático suficiente (lenguajes libres de contexto: Teoría de autómatas) proveniente de teorías de ciencias de la computación para determinar la ecuación 1 y por otra parte teorías consolidadas de representación del conocimiento derivadas de la ciencia cognitiva (Murphy, 2001) que presentan técnicas experimentales o computacionales avanzadas para el análisis del significado en el humano.

De esta forma, el interés de la presente investigación es proponer una alternativa metodológica que permita analizar el concepto de esencia de información, desde el punto de vista del significado que dicha esencia tiene en un usuario que rastrea información. Como ya se mencionó esto depende de poder asociar estados conceptuales del usuario a estados conceptuales de información en una página Web y de reglas de transformación conceptual.

Dichas reglas no habían sido identificadas plenamente ya que las técnicas para el análisis de organización conceptual en el usuario no eran capaces de identificar o determinar la información real proveniente del usuario. Por lo general la organización conceptual del usuario se asumía o se infería de forma idiosincrática. De descubrirse la forma de análisis que permita obtener la información real de la organización conceptual del usuario, entonces toda una gama de posibilidades de información de reglas de transición conceptual, así como de funciones de relación entre las organizaciones conceptuales usuario-sitio Web se pueden establecer.

Este problema se convierte en si en uno de los intereses centrales a la presente tesis y se puede expresar de mejor forma en las siguientes preguntas de investigación.

- ¿Es el significado del usuario un factor de relevancia en la estrategia usada por éste en el rastreo de la información en una temática dada?
- ¿Es la densidad semántica, riqueza de red y tipo de conectividad conceptual sobre una temática del usuario determinante para el rastreo de información en una página Web?

Ambas preguntas son de relevancia ya que como se especifica en la ecuación 1 la relación entre un estado conceptual en una página Web que se consulta debe ser conmutable al estado de organización conceptual del usuario. Dicha conmutabilidad no necesariamente debe ser isomórfica sino que puede ser equivalente en términos de significado, esto es, homomórficas.

Lo que es importante enfatizar nuevamente es que el significado que ambas organizaciones conceptuales implican en un momento dado es el mismo. De aquí una de las contribuciones principales de la presente tesis, ya que como se explicará posteriormente el significado puede ser desglosado a través de funciones de reglas de transición de estados conceptuales para que la relación conceptual usuario-página Web durante el rastreo de información sea puesta bajo escrutinio metodológico riguroso.

Por otra parte llama la atención el hecho de poder definir los significados de una organización conceptual del usuario a un sitio Web porque conceptos centrales al significado del usuario pueden ser usados en el diseño de páginas Web en un futuro que favorezca la construcción de significados o de ontologías de la red semántica (Semantic Web). Por ejemplo, conceptos centrales que subyacen a un significado

pueden ser especificados como la guía en un rastreo de información por lo que surge una segunda interrogante que es la siguiente:

- ¿Existe un definidor conceptual de relevancia semántica en una temática de un usuario que sea el principal elemento de información que rijan un rastreo dentro de una página Web?

Esta pregunta es también de relevancia al presente estudio ya que el análisis del significado humano (por ejemplo, Murphy, 2001) señala que en el proceso de construir un significado sobre una temática, existen conceptos necesarios y suficientes. Esto es, un significado necesita activar ciertos conceptos para que este pueda emerger (Lindsay & Norman, 1977).

Por ejemplo dentro de una organización conceptual relacionada al medio ambiente de naturaleza, cuando se trata de elaborar un significado sobre lo que es un árbol, el concepto RAMAS no especifica a qué tipo de árbol se refiere, mientras que PINO especifica el tipo de árbol del que se trata. Al mencionar PINO no es necesario activar más información ya que es suficiente y necesario para llegar al significado final que se pretende.

Dicho de otra forma, basta con que se den conceptos centrales necesarios para la construcción del significado y esto evita la inclusión de información que pueda ser redundante, repetitiva y que no satisfaga los criterios de suficiencia para la generación del significado de un significado lo cual puede interferir en un rastreo de información óptimo. De la respuesta a esta última pregunta, se desprende otra de las contribuciones originales a la teoría de rastreo de información ya que al poder determinar conceptos centrales a la elaboración de un significado por parte de un usuario sobre una temática determinada, el diseño de ontologías y sitios Web en general pueden ser

significativamente mejorados para que el usuario pueda rastrear objetos de información con mayor precisión. De aquí se puede desprender una nueva generación de máquinas de búsqueda.

### **1.3 Objetivos**

#### *1.3.1 Objetivo General*

Contribuir al avance teórico del área de interacción humano computadora estableciendo una alternativa metodológica teórica/empírica desde la perspectiva de la teoría de autómatas y la teoría de representación del conocimiento; que permita relacionar transiciones de organización conceptual, que se dan dentro del rastreo de información de una temática en ecología, tomando en cuenta el significado del usuario.

#### *1.3.2 Objetivos Particulares*

- Identificar si el significado proveniente del contenido conceptual de la organización conceptual sobre un tema de medio ambiente de naturaleza (Eco-esquema) tiene efecto sobre el rastreo de información de dicha temática en páginas Web.
- Especificar si indicadores de organización conceptual de un Eco-esquema como lo son la densidad semántica de la red conceptual (por ejemplo Figueroa, González & Solís, 1981), coocurrencia conceptual en grupos de definición conceptual de una red semántica (Rumelhart, Smolensky, McClelland & Hinton, 1986; López & Theios, 1992) y proximidad semántica (Schaveneldt, 1990) impactan de forma sistemática el rastreo de información de dicha temática en páginas Web.

- Determinar si los conceptos comunes definidores más frecuente de una red semántica relacionada a una temática (Eco-esquema) son un factor preponderante en el proceso heurístico de rastreo de información.
- Considerando todos los objetivos anteriores, proponer una alternativa computacional formal de análisis de transformación dinámica conceptual que se da durante el rastreo de información desde una perspectiva de la teoría de lenguajes libres de contexto de la teoría de autómatas.

#### **1.4 Hipótesis**

De importancia a la presente investigación es el incluir una temática conceptual que de alguna forma tenga relevancia evolutiva al participante, ver si puede ser afectada por el contexto social en el que ha vivido el usuario de la interface en la que se da el rastreo y que además haya sido estudiada desde una perspectiva representacional dentro de nuestro contexto social. A este respecto, el tema de medio ambiente natural ha sido seleccionado para la presente investigación ya que investigación reciente (Sánchez, 2010; Sánchez, De la Garza & López, 2010; Sánchez, De la Garza & López, 2009) señala que individuos del contexto urbano presentan evidencia de mecanismos de procesamiento representacional implícito altamente estructurado sobre ambientes naturales aún y cuando sus preferencias explícitas puedan ser o no ser antagónicas. En cualquiera de los dos casos (congruencia o disociación implícita versus explícita) la existencia de la representación conceptual (Eco esquema) muestra evidencia suficiente de su participación en la vida cognitiva de los individuos por lo que se hipotetiza que:

**H1.** Si en realidad la conmutabilidad conceptual expresada en la ecuación de la figura 1.3 es posible, entonces la existencia de un significado estructurado previo al

rastreo es definible en el usuario como estado inicial de la dinámica de transformación conceptual en el rastreo de información.

Con respecto a la primera pregunta y sobre la posibilidad de que la primera hipótesis sea cierta entonces:

**H2.** Dada la existencia de un significado inicial sobre el rastreo de información de una temática, es el contenido conceptual de dicho significado lo que tipifica el rastreo de la información de la temática investigada más que los aspectos de indicadores de organización conceptual local del esquema que subyace al significado.

Con respecto a las demás preguntas de investigación no es posible establecer hipótesis dado el carácter estrictamente exploratorio de estas preguntas, dada la ausencia de estudios al respecto.

En general, la presente investigación pretende dar una instancia de cómo el status actual de la psicología cognitiva provee las bases para la aplicación de diseños y evaluaciones de nuevas tecnologías para la interacción humana con la información, así como formas más eficientes de rastrear información en la Web, esto con el objetivo de desarrollar más trabajos de modelos formales para el análisis y predicción de comportamiento observable (Pirolli, 2007; Sears & Jacko, 2008).

Es de relevancia hacer notar el nuevo rol que las instituciones educativas de nivel básico a superior enfatizan con la inclusión de nuevas tecnologías de la información dada las políticas educativas de nuestro país. Anteriormente la tecnología educativa repetía viejas costumbres con tecnologías de vanguardia desde aspectos de



instrucción hasta la forma de evaluar aprendizaje con viejos métodos que incluyen productos, cuestionarios o actividades.

Los métodos de análisis de rastreo de información que se proponen en esta tesis no solo pretenden mostrar que formas de evaluar el aprendizaje como son los cuestionarios, pueden quedar complementados o superados si se tiene acceso a la construcción del conocimiento cuando se rastrea información en plataformas de aprendizaje; también se abre la posibilidad de construcción de ontologías Web, diseño instruccional por multimedia, elaboración y diseño de páginas basadas en los significados impuestos por un contexto cultural del usuario.

El sustento teórico a las intenciones de la presente tesis así como de la operacionalización de las variables centrales al estudio se desglosan a continuación.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

A continuación se presentan una serie de contenidos teóricos que permitirán operacionalizar las variables psicológicas de relevancia en la presente investigación.

Primero se realizará un esfuerzo para introducir conceptos de la ciencia cognitiva dentro del área académica del estudio de la interacción hombre computadora. La intención de esto es introducir dicha área académica y la relevancia de las contribuciones de la ciencia cognitiva a esta área.

En particular se presentan postulados, modelos cognitivos y líneas de investigación, de la teoría del rastreo de información en páginas Web, que contextualizan la necesidad de nuevas alternativas metodológicas para relacionar la actividad cognitiva a técnicas heurísticas usadas por el usuario de una interface en Internet, para acceder a objetos de información. Una vez logrado esto se describe un sistema formal proveniente de teorías de ciencia de la computación denominado teoría de autómatas con el objeto de mostrar que tanto el área del modelamiento cognitivo representacional humano así como el área de desarrollo de interfaces computacionales poseen una madurez teórica y empírica sin precedentes que les permite someterse al escrutinio de un análisis matemático-lógico innovador que promete visualizar la cognición ergonómica así como la psicología ingenieril como ejes centrales en el desarrollo de nuevas tecnologías de la información en la interacción hombre-computadora.

Finalmente, la teoría de la representación del conocimiento humano es considerada en relación a la construcción del significado humano. Esto es necesario

dado que las tendencias actuales de construcción de bases de datos así como de desarrollo de interfaces Humano-computadora señalan como investigación de frontera el estudio del significado humano ya sea para el desarrollo de ontologías en la red semántica de Internet o para el desarrollo de plataformas de aprendizaje, instrucción o actividad social en plataformas de Internet.

Un enfoque especial se realiza sobre la técnica de redes semánticas naturales ya que esta técnica puede convertirse en un método alternativo para relacionar el significado humano al rastreo de la información en páginas Web. En general se podrá observar de la lectura del presente marco teórico, una propuesta dentro del área de la ciencia cognitiva ergonómica para reconceptualizar la participación del significado humano en sociedades del conocimiento en el Internet.

La ergonomía es definida frecuentemente como la transformación de herramientas, medios ambientes, equipos y tareas para que estos se adapten a las habilidades y limitaciones únicas o típicas del humano (por ejemplo transformar herramientas físicas para evitar posturas corporales forzadas en el humano) (Hancock, 1999). Por su parte, la ergonomía cognitiva (CE) se centra en la transformación de ambientes y herramientas para favorecer el desarrollo de habilidades intelectuales y permitir sobrepasar limitaciones de nuestro aparato cognitivo (Budnick & Michael, 2001).

La ergonomía cognitiva ha mostrado ser de gran valor, sobre todo en áreas donde los procesos cognitivos que se involucran en la toma de decisiones, son cruciales al interactuar con sistemas complejos de suma importancia para nuestra seguridad. Por ejemplo, en el manejo de plantas nucleares o control aéreo en los aeropuertos. A este respecto casi 40 años de investigación académica han permitido el florecimiento de una diversidad de modelos teóricos y técnicas que han sido de gran

utilidad en aplicaciones de la psicología ingenieril (Van der Veer, Bagnara, & Kempen, 1992; Kaber & Boy, 2010; Long & Whitefield, 2011). La Figura 2.1 muestra brevemente los títulos de algunos modelos teóricos relevantes de CE así como algunas instancias metodológicas de dos de estos modelos.

El uso de la metáfora cognitiva de una mente computacional dentro de la CE ha enfatizado el modelamiento cognitivo de procesos de tomas de decisiones en situaciones de extrema seguridad o cautela (modelos duros o estrictos) como los son situaciones de control aéreo, cirugía médica o manejo de plantas nucleares (por ejemplo Theureau, 2000; Figura 2.1). Sin embargo, modelos CE más “blandos” han emergido para considerar ambientes y herramientas menos controladas como lo son aspectos administrativos en un banco o diseños de interface que optimicen el rastreo de información en Internet. Incluso se han considerado diseños de software que favorezcan la cognición distribuida entre usuarios o entre usuarios e interfaces (señalada en la Figura 2.1); así como aspectos emocionales y fenómenos autopoiéticos (aspectos relacionales emergentes de interacción) (Kaber & Boy, 2010).

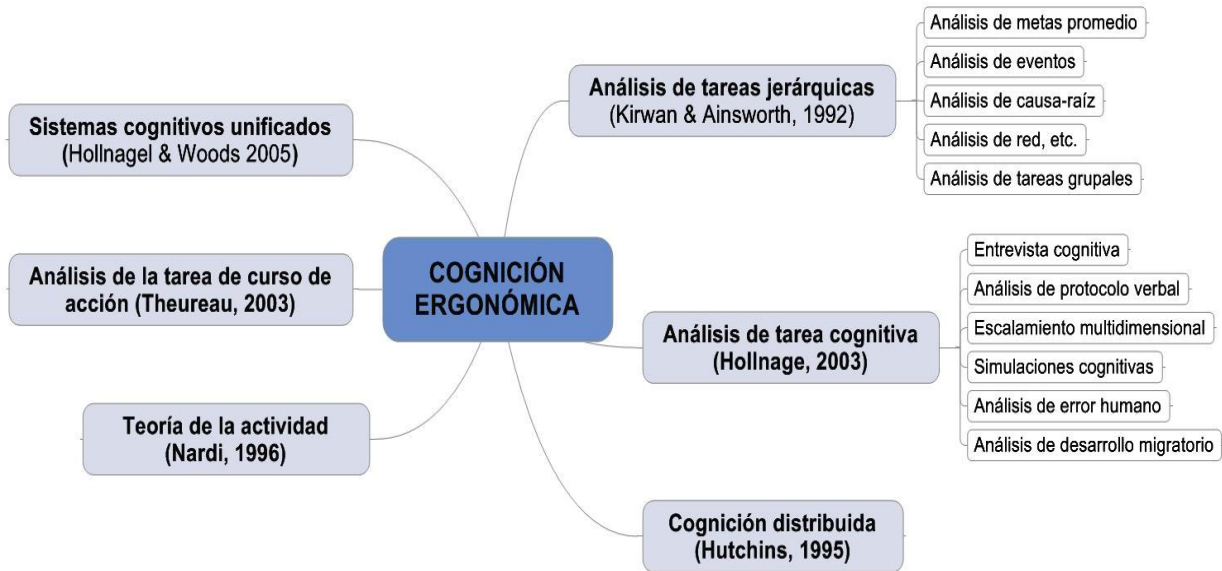


Figura 2.1 Modelos teóricos representativos de la cognición ergonómica. Se señalan técnicas usadas para dos de estos modelos (izquierda).

Es este último tipo de aproximación de CE blanda la que se considera en la presente investigación ya que las implicaciones de relacionar el uso del significado en un usuario al tipo de rastreo de información en páginas Web, ha generado una intensa actividad académica para el diseño de interfaces y bases de datos de vanguardia. Este es el caso del diseño de ontologías en la Internet semántica (Semantic Web en inglés; Baker & Cheung, 2007). Aun y cuando no es el interés de la presente investigación el proponer un diseño CE, es necesario enfatizar que una de las implicaciones teóricas inmediatas, es una contribución al avance de la teoría de la CE blanda ya que el problema de establecer nuevas alternativas para determinar el impacto del significado del usuario en la interacción humano-computadora es un problema central que demanda nuevas propuestas.

Así de esta forma y desde una perspectiva de la CE que considera la teoría de sistemas unificados (Figura 2.1; Hollnagel & Woods, 2005) en donde la interface en Internet se considera en si como constituida de una arquitectura cognitiva propia que se

unifica con la del usuario, aquí se propone que dicha unión se da por la actividad de organización conceptual tanto en la interface (activación de ligas para rastrear información) como en la del el usuario (esquemas en memoria a largo plazo) para la construcción de un significado único.

Cognitivamente hablando, la interacción que se da entre un usuario y la Web demanda un proceso de adaptación cognitiva. Desde esta perspectiva el aparato cognitivo del usuario se comporta funcionalmente, esto es, los procesos cognitivos entablan un rol o una función específica dentro de esta adaptación al medio ambiente digital. Aquí básicamente es el objetivo o la meta de búsqueda de información lo que determina la funcionalidad cognitiva.

Como se describe a continuación, modelos cognitivos a este respecto han enfatizado la activación de recurso cognitivo específico a la estrategia de búsqueda de información (ver también Hollnagel, 2003; Figura 2.1). Dichos modelos se agrupan dentro de un paradigma denominado “Modelos de rastreo de información” a continuación se desglosan algunos de sus modelos más representativos con el propósito de contextualizar la contribución teórica a esta área básica y por consiguiente también a los aspectos aplicados de esta aproximación a la CE.

## ***2.1 Ciencia cognitiva y el acceso de información en Internet***

Buscar información como una navegación visual espacial no es nuevo, esto ha existido aun antes de los avances tecnológicos de hoy en día pero, lo que podemos señalar es que ha evolucionado de manera significativa a partir de la creación de las páginas Web. Un aspecto fundamental que se debe tomar en cuenta al momento en que se estudia una interacción entre el usuario y un sistema interactivo es que existen

procesos cognitivos y perceptuales del individuo (Palmquist & Kim 2000; Sears & Jacko, 2008). La habilidad del humano de interpretar el significado y de iniciar acciones complejas hace posible la absorción de grandes cantidades de información expuesta en la Web. Tan solo en milisegundos, los usuarios reconocen los cambios de información en la pantalla, así como aprenden la forma de manipular la información a través de comandos y menús (Kaluzniacky, 2004).

## ***2.2 Rastreo de Información e Interacción Humano Web***

### *2.2.1 Interacción Humano Información*

Pirolli (2007) explica que el ser humano es propenso de obtener información de su medio ambiente y usarla con el objetivo de afrontar los problemas de la vida diaria, el problema de interacción y solución de problemas es responsabilidad de la psicología cognitiva. Miller (1983), explica que el humano busca y almacena grandes cantidades de información con el objetivo de adaptarse al medio, se puede considerar como un devorador hambriento de información. Tomando esta idea Dennett (1991, 1995) trazó una historia evolutiva plausible en la cual él sugirió que nuestros antepasados pudieron haber desarrollado los comportamientos de la vigilancia que requirieron examinar y aprender el estado actual del ambiente.

El ser humano ha experimentado una presión para adaptarse al medio así como para encontrar nuevas formas de ganar un conocimiento más útil y procesable del ambiente, este es aprendido a través de las generaciones permitiendo el desarrollo y la utilización de herramientas informativas que van desde el lenguaje, escritura, cultura hasta inventos modernos como son las páginas Web.

En sociedades modernas, la gente interactúa con la información a través de la tecnología, la cual puede facilitar la forma de encontrar la información. En términos psicológicos podemos expresar que el desarrollo intelectual de una persona se debe a su capacidad de buscar información y a la utilización de la misma para su adaptación en el medio (Resnikoff, 1989). Una buena forma de pensar en la adaptación es como el sistema interacción humano información que maximiza el valor del conocimiento externo ganado con el costo de la interacción.

$$\max \left[ \frac{\text{Valor esperado de información obtenida}}{\text{Costo de Interacción}} \right]$$

Figura 2. 2 Ecuación de la maximización del rastreo de información.

El humano al empezar a rastrear información, activa sus sistemas cognitivos con el fin de poner su atención en el rastreo de información, permitiéndole una adaptación al medio ambiente. La Web es un medio de información masiva, donde por medio de la práctica el usuario crea estrategias cognitivas que le permiten reducir el tiempo de interacción así como maximizar la información obtenida en la interacción como se muestra en la ecuación de la figura 2.2.

### *2.2.2 Interacción Humano Web*

El WWW (World Wide Web) conocido también como Internet funciona gracias a servidores Web, blackbones, satélites, cable, proveedores de Internet y computadoras, tan solo por mencionar parte de la infraestructura que hace posible en este medio masivo de información. Aunque el Internet tiene una infraestructura enorme esto se



vuelve invisible al momento de la interacción humana con las páginas Web ya que en este proceso la interacción se da entre el usuario y la información desplegada.

El Internet utiliza el hipertexto o hipermedia que son documentos o archivos de texto que puede tener imágenes con la particularidad de tener referencias o hipervínculos que permiten ir de una parte del archivo a otra parte archivo o incluso a otro documento. Los hipervínculos están constituidos por dos elementos: uno se le considera como la etiqueta que puede ser en formato texto o imagen, es la parte visible al usuario; la segunda parte, es la dirección a donde se dirige el hipervínculo o liga de información. En este proceso el sujeto mediante el uso de hipervínculos va recorriendo la Web (documentos de hipertextos) utilizando hipervínculos como medio de transporte, el sujeto interactúa con la información de las páginas Web hasta encontrar un objetivo de información.

Existen diferentes tipos de interacción entre el humano y los sitios Web y esto se define a partir del propósito de la interacción del usuario en el momento de interactuar, entre los más comunes encontramos la navegación, la búsqueda y el rastreo.

El término de **navegación Web** se refiere a la interacción del usuario utilizando las páginas Web con el objetivo de interactuar con la información pero sin el propósito de obtener un objeto de información específico o sin buscar información sobre un tema en particular. La falta de un tema o de rastreo de un objeto específico de información en la interacción puede ocasionar que al ir recorriendo los hipervínculos se pueda transitar (navegar) sobre diferentes temáticas que pueden estar o no relacionadas entre sí. Por ejemplo un usuario puede entrar a una aplicación que permite el acceso a Internet y escoger cualquier hipervínculo que le parezca interesante de una página Web e ir seleccionando otros conforme vaya escogiendo sin alguna razón en particular (Chen, &

Rada, 1996; De Vega, Intons–Peterson, Johnson–Laird, Denis & Marschark, 1996; Sears & Jacko, 2008).

A diferencia de la navegación, en la **búsqueda de información** el usuario tiene una temática a buscar, pero no tiene como propósito algún objeto de información específico, es decir, en esta interacción no se contestan preguntas concretas de la temática. Por ejemplo el usuario entra a Internet para ver los carros último modelo, más sin embargo cualquier información pudiera dar un aporte ya que no busca un modelo en particular (Bannon, 1991 ; Jonassen, 2002 ; Sears & Jacko, 2008).

El **rastreo de información** cuenta con una temática específica y con un objeto de información específico. Un ejemplo sería cuando una persona entra a Internet para buscar el precio de un carro teniendo en cuenta el modelo específico del vehículo que ofrece alguna concesionaria automotriz en particular (Miller & Remington, 2004; Kitajima et al., 2005; Pirolli, 2007).

A continuación es necesario introducir algunos modelos esenciales del rastreo de la información para proceder a una paralización de la variable de rastreo de información.

### ***2.3 Modelos cognitivos de rastreo de información***

El estudio sobre el rastreo de información en la Web no es una cuestión nueva actualmente existe una serie de modelos cognitivos que intentan explicar este fenómeno, a continuación se describen tres modelos de gran importancia en la literatura.

### 2.3.1 MESA (*Method for Evaluating Site Architectures*)

En este método (Miller & Remington, 2004), se estudia recorrido del usuario a través de los hipervínculos por los cuales navega. En este modelo se mide el tiempo que le toma el usuario el recorrer de un sitio a otro y se concentra en la ruta tomada por el usuario. El modelo de MESA se fundamenta sobre tres principios:

1. Principio de racionalidad, el cual explica que heurísticamente se asume que los usuarios adoptan las soluciones del comportamiento racional a los problemas que se presentan en el entorno en donde se encuentran (dentro de los límites de sus capacidades).
2. El principio de limitación de capacidades, en el cual el usuario efectúa las operaciones que son cognitivas y físicamente factibles de realizar.
3. El principio de simplicidad, que favorece la mejor aproximación, cuando la complejidad agregada hace que el modelo sea menos usable y con poca mejora en su ajuste.

El modelo cognitivo MESA expresa que se hace un escaneo visual espacial y se evalúan todas las opciones disponibles, interactúa con tres operaciones básicas:

- a. Evalúa la importancia de un hipervínculo en una página Web.
- b. Selecciona un hipervínculo.
- c. Regresar a la página anterior.

En este modelo se revisan los hipervínculos dándole un grado de importancia; no se necesitan revisar todos los hipervínculos para escoger uno considerado como relevante, pero cuando se revisan todos, se dice que se escoge el de mayor relevancia. No hay forma de determinar de manera formal como se escogió un hipervínculo en lugar de otro, solo se menciona que el número de frecuencias en que aparece un hipervínculo en una temática, se relaciona con su relevancia en el tema.

### *2.3.2 COLIDES (Comprehension-based Linked model of Deliberative Search).*

Este modelo de navegación en Web (Kitajima et al., 2005), se deriva del de Kintsch (1998). Es un modelo cognitivo que simula la interacción entre el usuario y la Web. Una página Web está hecha por un gran número de elementos (textos, hipervínculo, párrafos, imágenes, etc.) estos compiten entre sí mismos para acaparar la atención del usuario. El proceso de interacción usuario Web se da en dos fases: La primera que es la fase de la atención, se basa en el reconocimiento de objetos a lo largo del texto. La segunda fase de selección y acción, consiste en que el usuario comprende la información desplegada y bajo este criterio selecciona y ejecuta una acción concentrándose en una región de la página.

El comportamiento de los usuarios en relación a la atención y las fases de la selección de la acción, son determinados por las metas y subtemas así como por las opiniones de los usuarios en función a la información desplegada y la organización de los elementos en la página Web.

### *2.3.3. SNIF-ACT (Scent-based Navigation and Information Foraging in the ACT architecture)*

Es un modelo cognitivo desarrollado para el estudio de la interacción usuario Web, con el objetivo principal de desarrollar mejores herramientas dentro de la tecnología de la información, que proporcionen información de mejor calidad y de manera más directa al usuario (Pirolli, 2007).

SNIF-ACT es empleado como base para los modelos de usuario utilizados en sistemas y dispositivos con el fin de mejorar la interacción y puede servir como base para el desarrollo de estrategias para encontrar, tener sentido de y utilizar la información, con el fin de mejorar las soluciones a los problemas diarios que son significativos (Ej. Sobre la salud, las finanzas, la carrera profesional, etc.). SNIF-ACT se basa en una integración teórica de la teoría de rastreo de información y de ACT-R.

Particularmente importante es el concepto de la esencia de la información, que caracteriza cómo los usuarios evalúan la utilidad de las acciones en la interacción con la Web. Cuando el usuario rastrea información, crea un expediente de todos los estados y acontecimientos significativos en la interacción de usuario-Web, lo anterior se basa en la fijación ocular, los registros del uso-nivel, y el pensar-en voz alta. Una arquitectura de usuario-recorrido se ha implementado para los modelos de simulación que se generan de la interacción del usuario-Web, para comparar simulaciones de SNIF-ACT contra el usuario-recorrido real.

Se han creado diferentes modelos cognitivos con el objetivo de entender mejor la manera en cómo se rastrea información en la Web. La interacción usuario Web muchas veces involucra una combinación de navegación visual espacial y de lectura, la cual muchas veces se da de una forma no estructurada, donde el usuario utiliza opciones

como regresar a una página anterior, empezar de cero nuevamente y verificar el historial; aunque varias de estas cuestiones son tomadas en cuenta por los modelos mencionados anteriormente.

La **esencia de información** se refiere a la detección y uso de indicaciones o pistas de información, como lo son por ejemplo los hipervínculos que proveen información concisa más no inmediata al usuario (Pirolli, 2007). La esencia de la información juega un papel fundamental en su rol de guiar a la persona que se encuentra rastreando información ya que esta permite escoger la ruta o cambiar el rumbo que tomara la persona.

Los diseños de las páginas Web se han desarrollado para asociar pequeñas porciones del texto o gráficos con la propiedad de hipervínculo que ayuda a la representación de la información a la cual dirige. Al navegar en la Web por vínculos los usuarios deben hacer uso de las etiquetas de los hipervínculos ya que estas influyen el rumbo que se toma en la navegación.

Por último, definir el rastreo de información en páginas Web se refiere a la acción de búsqueda de una meta de información que cumpla con las expectativas de la necesidad de información que necesita el rastreador (usuario en búsqueda de información). Solo el rastreador es quien puede determinar cuándo una búsqueda se da por finalizada, se toma una nueva ruta o se aborta el proceso de rastreo de información (Pirolli, 2007; Palmquist & Kyung-Sun 2000).

## 2.4 Formalizando el término “Rastreo de Información”

De este punto, inferimos que  $E = \{E_1, \dots, E_n\}$  donde  $E$  es un conjunto de sitios Web de un tamaño  $n$  y que  $Q = \{Q_1, \dots, Q_s\}$  es un conjunto de páginas de tamaño  $s$ .  $R_{ij}$ ,  $1 \leq i \leq n, 1 \leq j \leq s$  es una lista de página  $l$  resultados de una temática de  $Q_j$  en un escenario Web  $E_i$

Esto nos permite expresar lo siguiente en la ecuación de la figura 2.3;

$$R_{ij} = [R_{ij1}, R_{ij2} \dots R_{ijk}] \quad (1)$$

Figura 2. 3. Ecuación del conjunto R

Podemos decir que un valor del subconjunto  $R_{ij}$  nos expresa que el valor de  $i$  se refiere a un sitio  $E_i$  dentro de los escenarios  $E$  mientras que  $j$  a una página específica de  $Q_j$  dentro de  $Q$ .

En este estudio, un sitio Web está relacionado con las páginas internas y este a su vez con alguna temática. El contenido desplegado por una página sea información con formato visual o palabra escrita está hecha de datos. Los datos a su vez son palabras que tienen significado. Definimos que  $W_{ijl}$  es un subconjunto de palabras de una página  $R_{ijl}$  (ver figura 2.3).

$$W_{ijl} = [W_1, W_2, \dots, W_f] \quad (2)$$

Figura 2. 4 Ecuación del conjunto W.

Donde cada palabra  $W_{ijlh}$  utiliza links para adquirir significado dentro de un Website (ver figura 2.4)

$$C_{ijlh} = [C_1, C_2, \dots, C_m] \quad (3)$$

Figura 2. 5 Ecuación del conjunto C.

Ahora bien, el significado que el usuario obtiene de  $C_{ijlh}$  debe estar supeditado a una estrategia heurística basada en la activación y organización conceptual de un usuario, esto es, el estado inicial de significado que dicho usuario posee al rastrear información (ver figura 2.5).

De esta forma, en un momento dado inicial (t) en el proceso de un rastreo de información existen dos representaciones conceptuales en juego: La organización conceptual dada la esencia de la información contenida en una página Web y la conceptualización del usuario que implica el significado que este impone sobre el tema. Aún y cuando ambas representaciones conceptuales pueden ser idénticas (Isomórficas) es muy probable que sea el caso en que ambas organizaciones conceptuales sean diferentes pero estén hablando de lo mismo (representaciones homomórficas; Holland, Holyoak, Nisbet & Thagard, 1989).

Tal y como se ilustra en la Figura 2.3 es probable que exista una relación (R) entre la representación mental de un usuario y el contenido de una página que inicialmente en el rastreo de información imponga estructura sobre la forma de búsqueda de un objeto de información en la Web. Dicha relación inicial, es una estrategia cognitiva que usa en todo momento el conocimiento existente en el usuario pero que es capaz de usar al mismo momento la esencia de información en la página Web.



Nótese la posible equivalencia  $R = R_{ij}$  donde el rastreo asume implícitamente la existencia de una organización conceptual del usuario impactando los sub índices de  $R_{ij}$ . Sin embargo, a diferencia de la Web en donde la transición de una organización conceptual a otra (T) está básicamente establecida, la regla de transición en el usuario (T') depende exclusivamente de la forma en cómo el individuo va significando la información que acceso. El objetivo es la formación de un modelo mental (por ejemplo t+1, t+2...) que le permite comprender el objeto de información que rastrea.

En la figura 2.6 se muestra el modelo hipotético en el que el rastreo de información se puede considerar como una estrategia cognitiva (R) que toma en cuenta organizaciones conceptuales homomórficas (representados por puntos unidos) y sus transiciones entre estados (S) de representación conceptual para la formación de un modelo mental del tema que se analiza.

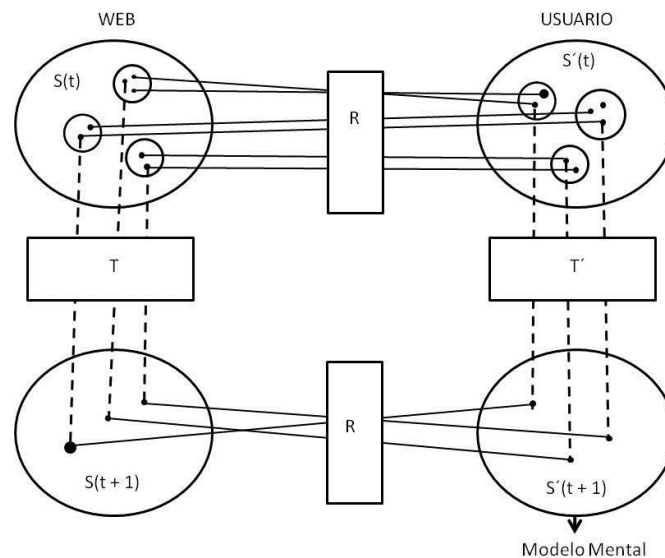


Figura 2.6 Modelo hipotético del rastreo de información donde se toma en cuenta organizaciones conceptuales y transiciones entre sus estados.

Ahora bien de la Figura 2.6 se desprende que si  $T'R = RT$  entonces existe una equivalencia en representaciones conceptuales aún y cuando estas sean homomórficas. Dicha conmutabilidad es por supuesto al servicio de la creación de un significado final que se constituye como un modelo mental valido del evento que se representa. La no conmutabilidad de esta equivalencia implica la formación equivocada de un significado sobre la temática. De esta forma, el rastreo estratégico de información (implicando R) lleva al usuario a través de estados de representación conceptual S que lo conllevan a un modelo mental que constituye una equivalencia de clases conceptuales entre la información del sitio Web y el modelo mental final del usuario.

Dicho de forma más formal la ruta de transformación o transición puede ser especificada como se muestra en la ecuación de la figura 2.7:

$$R[T(S(t), O(t))] = T'[R(S(t), O(t))] \quad (4)$$

Figura 2. 7 Ecuación de transición

De tal forma que  $O(t)$  se relaciona a la organización conceptual resultante dado una secuencia de rastreo de información. De relevancia es el hecho de que anteriormente no existía una forma específica de determinar cuantitativamente  $O(t)$  para  $T'$ . Una intrigante posibilidad se puede visualizar en donde indicadores de densidad semántica, riqueza de red y/o conectividad pueden ser usados para determinar R, empleando dichos indicadores de la organización semántica en  $O(t)$  del usuario.

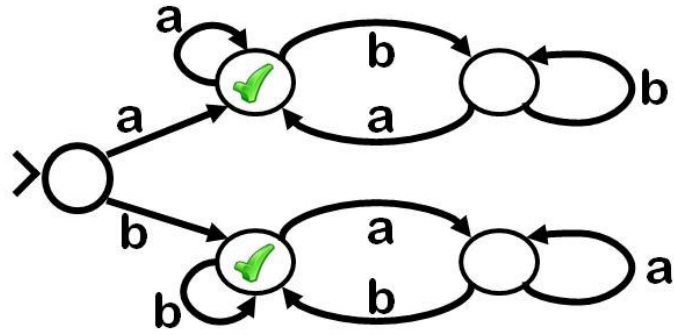
De esta forma  $R_{ij}$  debe estar supeditado a una regla impuesta por  $T'[R(S(t), O(t))]$ . Dado que esta regla debe constituirse de una capacidad para representar la

dinámica de transformación de estados conceptuales entonces una oportunidad para usar notación de teoría de autómatas se abre como una posibilidad para determinar dicha regla dinámica tal y como sigue.

## ***2.5 Rastreo de información y teoría de autómatas***

Considérese como un autómata a un sistema que es capaz de lograr ciertos estados finitos a través de un sistema de control que responde a estímulos externos. En si un autómata puede estar en un solo estado a la vez (autómata determinista) o lograr simultáneamente varios estados de permanencia (autómata no determinista). A continuación se argumentará la necesidad de considerar el lenguaje de un autómata determinista para describir de manera formal los estados de organización conceptual del usuario durante el rastreo de la información en páginas Web. Una versión completa de los postulados de la teoría de autómatas puede ser encontrada en Hopcroft, Motwani & Ulmman (2001). A forma de introducción considérese el siguiente desglose teórico.

Formalmente, se puede implementar un sistema dinámico de estados de tal forma que este posea estados iniciales, finales y estados que se consideren aceptables. En un sistema dinámico de estados finitos aceptables las transiciones de un estado inicial (nodo izquierdo) hacia estados aceptables (nodos con marcador) están determinados como secuencias de cadenas de letras (a, b) de relación aceptables. La Figura 2.8 muestra un ejemplo de esta propuesta.



CADENA DE ENTRADA	RESULTADO
aba	ACEPTAR
aabb	RECHAZAR
aabba	ACEPTAR

Figura 2. 8 Sistema dinámico de estados finitos.

En general, un sistema finito autómeta de transición de estados en su forma elemental debe componerse de los elementos señalados en la Figura 2.9. Dichos requerimientos son necesarios para representar formalmente una gran variedad de comportamientos de sistemas autómetas no deterministas y deterministas “inteligentes” (Parker, Schneider & Schultz, 2005; Hoekstra, Kroc & Slood, 2010).




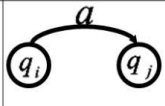

Conjunto finito de estados		$Q = \{q_0, q_1, q_2, \dots, q_k\}$
Un estado inicial		$q_0$
Un conjunto de estados aceptables		$F = \{q_{i_1}, q_{i_2}, \dots, q_{i_r}\}$
Un alfabeto finito	$a \ b \ \#$ $x \ \_$	$\Sigma$
Instrucción para la transición entre estados		$\partial: Q \times \Sigma \rightarrow Q$ $\partial(q_i, a) = q_j$

Figura 2. 9 Requerimientos mínimos para la implementación de un sistema de estados de transición automática.

Así, de esta forma y de manera más formal se puede decir que un autómata se compone de cinco elementos  $A = (Q, \Sigma, \partial, q_0, F)$ . Aquí, podemos considerar el caso de un autómata en su estado inicial,  $q_0$  que posee una función de transición  $\partial$  tal que  $\partial(q_0, a_1) = q_1$  procesa su primera cadena de entrada  $a_1$ . En su odisea por lograr un estado aceptable este autómata procesa una segunda cadena de símbolos  $a_2$  evaluándola por su función de transición  $\partial(q_1, a_2)$ . La cual, nos conlleva al estado  $q_2$ . Nosotros podemos continuar con esta función de evaluación-transición para encontrar los estados  $q_3, q_4, \dots, q_n$  tal que  $\partial(q_{i-1}, a_i) = q_i$  para cada  $i$ . Si  $q_n$  es un miembro de los estados aceptables  $F$ , entonces las entradas  $a_1, a_2, \dots, a_n$  son aceptadas, sino es rechazado. En sí, dichas entradas de símbolos constituyen un lenguaje regular  $L$  de símbolos (por ejemplo  $a, b$ ) que le permite al autómata realizar las transiciones (a) a estados deseables .

Tómese como otro ejemplo el autómata con lenguaje  $L = \{a, bcd, ac, bb\}$ , que se ilustra en la Figura 2.10.

Ejemplo:  $L = \{a, bcd, ac, bb\}$

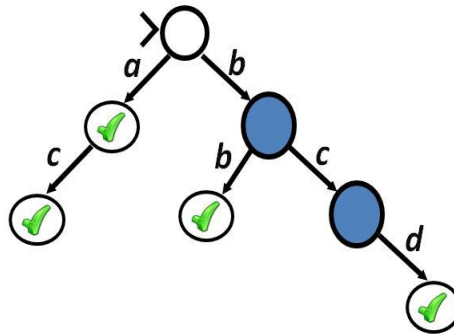


Figura 2. 10 Se ilustra un ejemplo sencillo de un autómata que logra estados aceptables a través de un lenguaje de cadenas de símbolos  $L$ .

Para ilustrar un concepto más de la teoría de autómatas que será de utilidad, considérese el caso de otro autómata con las entradas de símbolos tal que  $L = \{a, b\}$  y cuyo diagrama de transición es el ilustrado en la Figura 2.11.

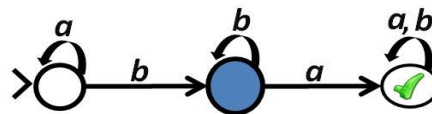


Figura 2. 11 Se ilustra otro ejemplo de un autómata simple.

La forma en cómo el autómata de la Figura 2.11 toma la decisión de permanecer en un estado determinado o cambiar a otro estado determinado puede ser representado por lo que se conoce como tabla de transición, tal y como se ilustra en la Figura 2.12.

	a	b
→ q <sub>0</sub>	q <sub>0</sub>	q <sub>2</sub>
* q <sub>1</sub>	q <sub>1</sub>	q <sub>1</sub>
q <sub>2</sub>	q <sub>1</sub>	q <sub>2</sub>

Figura 2. 12. Se ilustra una tabla de transición de estados de un autómata simple.

Nótese de la tabla de transición que la columna a la izquierda detalla el estado en el que al autómata se le permite estar. Por otra parte, el título de la columna señala el estímulo permitido al que se le permite al autómata responder ya que de no ser propio del lenguaje el autómata entra en un estado no reactivo siendo el mismo caso para estímulos o entradas vacías  $\epsilon$ .

Ahora bien supongamos que  $W$  es una cadena de caracteres alfanuméricos tal que  $W = 1101$  que en realidad está compuesto de dos cadenas  $x = 110$  y  $a = 1$ . Entonces se puede representar como se muestra en la ecuación de la figura 2.13.

$$\partial'(q, w) = \partial(\partial'(q, x), a)$$

Figura 2. 13 Ecuación de la representación de transición en un modelo autómata.

Esto es, para realizar una transición  $\partial'(q, w)$ , el autómata debe primero procesar  $\partial'(q, x)$ , que es el estado previo a procesar a la entrada "a".

Ahora bien, si extrapolamos lo aquí revisado de la teoría de autómatas a la conceptualización de representación conceptual de un usuario durante el rastreo de información en la sección previa entonces podemos ver que podemos reformular la

actividad conceptual de un usuario. En particular es posible implementar de la ecuación de la figura 2.14 la siguiente igualdad:

$$\partial'(q, w) = \partial(\partial'(q, x), a) = T'[R(S(t), O(t))]$$

Figura 2. 14 Ecuación de la representación estocástica de un modelo autómeta.

Nótese de la igualdad que  $T'$  entonces implica una transición que condiciona dicha transformación a la consideración de un estado conceptual previo que se une a la siguiente organización, esto es, dicha unión de ambos estados debe estar permitida por el autómeta que en el caso del usuario demanda la participación de un significado conceptual que regula la función de transición  $\partial'(q, w) = T'$ .

A manera de ejemplo, supóngase el siguiente caso donde un usuario de Internet rastrea información en un sitio Web sobre un objeto relacionado al medio ambiente natural, de tal forma que su tabla de transición conceptual puede identificarse por algún medio como el que se muestra.

Esto aún no ha sido determinado y también se presenta como una línea de investigación futura prometedora en áreas de rastreo de la información ya que la esencia de la información de una página Web puede ser establecida en relación con el significado de un usuario.

La relevancia de este tipo de aproximaciones al estudio y modelamiento de la cognición humana queda descrita a continuación al enfatizar los niveles de explicación funcionalista y computacional de la ciencia cognitiva sobre la mente y conducta humana.



## ***2.6 Funcionalismo cognitivo, representación del conocimiento y teoría de autómatas***

Uno de los postulados centrales iniciales de la teoría cognitiva humana es que un individuo convierte la información relevante que procesa, en abstracciones simbólicas. Dichas representaciones son almacenadas en la memoria del individuo a través de la vida y forman la base del desarrollo intelectual, social y emocional del individuo (Lindsay & Norman, 1977). La forma en cómo dichas representaciones simbólicas son organizadas y almacenadas para que un individuo puede significar su entorno y adaptarse funcionalmente, está basada en el funcionamiento de una computadora serial Von Newman. En la versión más simplificada de dicho modelo, éste puede visualizarse como una arquitectura física que tiene un procesador central, el cual manipula la información de entrada y salida de un ordenador, en donde dicha información puede almacenarse temporalmente (buffer) o permanentemente (disco duro).

El uso de este modelo computacional fue adoptado como una metáfora para explicar la conducta desde una perspectiva matemática, computacional y experimental. Esta perspectiva, surgió dentro de la psicología como un paradigma teórico alternativo a los enfoques teóricos existentes en ese momento que despreciaban postulados previos a la existencia de actividad mental interna a la conducta (Neisser, 1967). La Figura 2.15 describe de forma gráfica la manera en que un modelo Von Newman (VN) participa desde la codificación simbólica hasta el almacenamiento de información codificada que es relevante en la memoria a largo plazo.

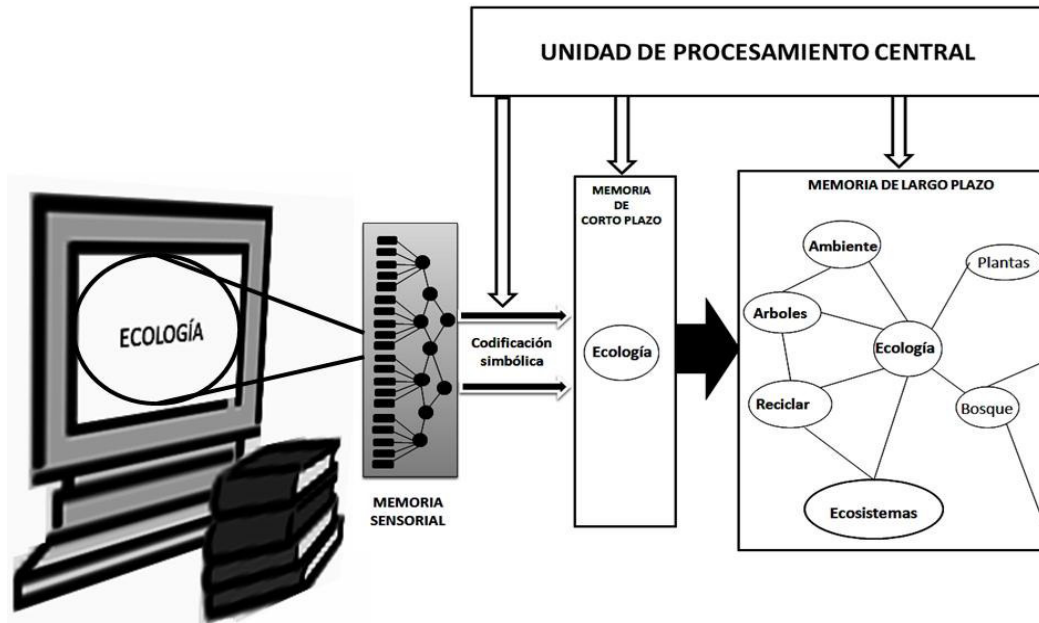


Figura 2. 15 Procesamiento información simbólica serial de Von Newman.

El modelo Von Newman así como el principio de codificación simbólica se convirtieron en una fuente importante para teorizar y realizar actividad experimental en los años 60s (Lachman, Lachman & Butterfield, 1979). Desde esta perspectiva, los psicólogos cognitivos pioneros no consideraban relevante si este modelo se parecía o no a la forma en cómo el cerebro humano lograba generar conducta. Esto es así porque en sus orígenes la teoría cognitiva asumía que la base neuro-computacional o la cito-arquitectura neural cerebral, que da origen a la vida mental de un individuo, no tenía en sí relevancia para explicar los principios por los que se genera dicha actividad psicológica.

Por una parte, reducir la actividad mental a sus constituyentes neurales era visualizado en esa época como una forma de reduccionismo innecesario (Churchland, 1986, 1996). Por otro lado, ni el peso, ni el tamaño del cerebro relativo o absoluto, ni la cito-arquitectura cerebral explicaban el procesamiento cognitivo que tipifica al humano y que lo diferencia de otras especies biológicas inteligentes (Roth, 2003). Por ello, la

psicología cognitiva en sus inicios, importó de la ciencia de la computación la distinción entre el software y el hardware, para sustentar la idea de que el modelo Von Newman puede ser implementado en varios formatos electrónicos físicos, tratando así de minimizar la relevancia de una arquitectura física (Pylyshym, 1984).

Posiciones radicales cognoscitivistas enfatizan que el modelo VN es más que una simple metáfora o analogía en la investigación psicológica cognitiva. En particular el *memetismo* Von Newman asume que el cerebro ha evolucionado para generar una conciencia responsable de una vida mental regida por los principios VN desligada de las propiedades de la cito arquitectura cerebral (Dennet, 1991; Churchland & Sejnowski, 1992; Churchland, 2007). Desde esta perspectiva, un “meme” VN tiene al igual que un gene biológico la función de preservar un organismo mental por medios de selección natural que evoluciona independientemente de las propiedades biológicas del órgano que la sustenta (Dawkins, 1976; Distin, 2005).

Los memes VN son reproducidos y repetidos de individuo en individuo de tal forma que variaciones del algoritmo VN en una sociedad moderna permiten y aseguran modificaciones a dicho algoritmo para una mejor adaptación cognitiva en una sociedad tecnológica actual. Dichas evoluciones del meme VN han sido nominadas como “temes” (Blackmore, 2000).

Este memetismo radical y en si todo el carácter funcional de la psicología cognitiva moderna tiene su origen teórico y filosófico en Aristóteles quien postulaba que no es suficiente con analizar la materia de un suceso mental (de que se conforma) sino su forma (cuál es su función). De acuerdo a Aristóteles materia y forma de un evento mental se autodefinen estando así íntimamente ligados. Un ejemplo trivial de esto pero ilustrador es el caso de una silla la cual se compone de varios elementos de sostén que pueden ser de diverso material (Madera, metal, etc.). La forma de la silla claro está, es

en función de su uso “sentarse”. Esta posición es opuesta a la teoría dualista de Descartes en donde sucesos de la vida mental son experiencias que se dan a través de la glándula pineal sin que esto las tipifique en una función específica.

La posición Cartesiana tiene su origen en la teoría de Platón (quien fue maestro de Aristóteles) que postula la existencia de un alma divina habitando un cuerpo vacío terrenal. La diferencia principal entre ambas posiciones es que en el caso de Descartes mientras la vida mental no conlleva necesariamente a una conducta (no tiene función conductual), la forma y materia Aristotélica de la mente si consideran la función de una actividad mental. La Figura 2.16 contrasta ambas posiciones con respecto al caso de la emoción humana del enojo (Power & Dalgleish, 2007).

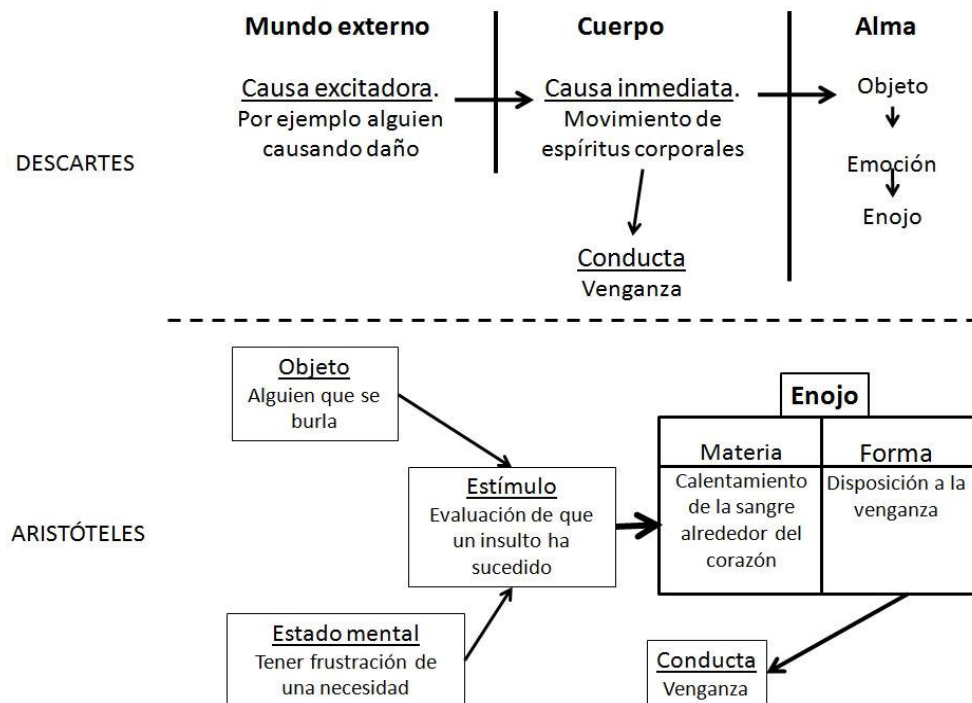


Figura 2. 16. Representación de posición dualista de Descartes.

La posición dualista de Descartes asume que el objeto de una pasión (emoción) no conlleva a una conducta mientras que la posición funcionalista Aristotélica sí. De esta forma la psicología cognitiva así como la ciencia cognitiva moderna heredan el concepto de una Arquitectura Cognitiva funcional donde dicha arquitectura existe en íntima relación a la función cognitiva a la que sirven. Estructura y Proceso cognitivo están íntimamente ligados por su función. Teorías cognitivas modernas experimentalmente poderosas como la Teoría de la Integración de la Información (TII) y el álgebra cognitiva (Anderson, 2007) así como el área de la psicofísica (Gescheider, 1997), teorías de tomas de decisiones y juicio humano (Linnk, 1992) y de escalamiento cognitivo (Birnbbaum, 1998) han aproximado a través de modelamiento matemático dicha funcionalidad cognitiva, siendo responsables de la identificación y formalización de alrededor de 16 leyes del comportamiento humano y de centenares de trabajos académicos, de los cuales los más representativos han sido publicados en la mundialmente famosa *Journal of Mathematical Psychology*.

En la presente tesis no se asume una posición radical como la teoría del “teme” en la que la base biológica o hardware de un sistema mental no tiene implicación funcional. Por lo contrario se asume que teorías conexionistas donde se postula que son relevantes los fundamentos neurocomputacionales del cerebro que afectan la funcionalidad del mismo.

Sin embargo, si se defiende la asunción de un sistema cognitivo funcional que evolucionó para generar tecnología que se integra al proceso y estructura de nuestro aparato cognitivo tal y como se describe en la teoría de sistemas cognitivos unificados (Hollnagel & Woods, 2005) descrito en la sección teórica referente a la cognición ergonómica.

Por otra parte se defiende la tradición de modelamiento matemático que se da en la aproximación funcional al estudio de la cognición humana como la mejor forma para describir la naturaleza de las estructuras existentes en nuestra arquitectura cognitiva (Materia/forma). Dicho poder explicativo forma parte esencial de la ciencia cognitiva moderna y se ilustra gráficamente en la Figura 2.17 con el prisma de ciencia cognitiva (Imbert, Betrlson, Kempson, Osherson, Schnelle, Streitz, Thomassen & Viviani, 1986).

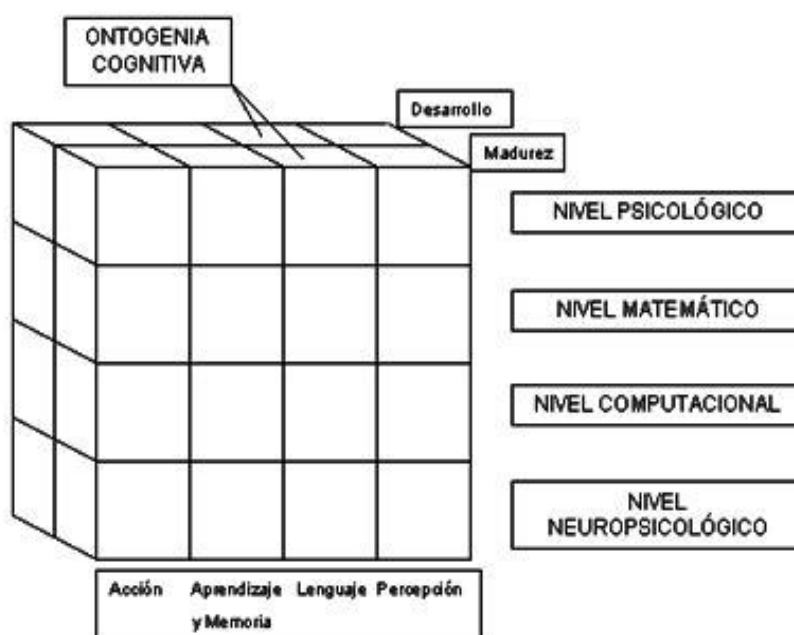


Figura 2. 17. Niveles de explicación de la ciencia cognitiva en competencias cognitivas a través de la vida (Imbert et al., 1986).

Nótese que el nivel matemático y el computacional constituyen en si dos niveles de explicación diferentes. Esto es así, porque principios computacionales del procesamiento cognitivo de un individuo están ligados no solo a un comportamiento matemático funcional (tipo teme) sino también a las propiedades físicas del organismo que sustenta dicho aparato cognitivo.

Desde esta perspectiva, se considera en la presente investigación, aproximaciones conexionistas, que señalan el aspecto emergentista, de un esquema de información basado en propiedades computacionales, que están inspirados en el comportamiento neurocomputacional del cerebro y que son factibles de modelamiento funcional (Churchland, 1986; Houghton, 2005). En específico se trata de modelar (a través de teoría de autómatas) estados emergentes de organización conceptual que subyacen a un significado en acción, esto es, rastreando información.

A este respecto es necesario introducir el siguiente desglose teórico sobre representación del conocimiento.

### ***2.7 Sobre la Teoría Cognitiva de la Representación del Conocimiento Humano***

La teoría cognitiva ortodoxa inicial asumía que el conocimiento en la memoria está organizado en categorías que permitían a su vez crear significado sobre los eventos u objetos que se almacenan. De nuevo, Aristóteles impuso esta idea en la tradición cognitiva postulando modelos jerárquicos conceptuales que capacitan nuestros procesos de inferencia, tal y como se lustra en la Figura 2.18. Nótese que la información semántica que en este caso se presenta como lista de atributos, tipifica la categoría que representa lo que es un humano en sí (López, Morales & Hedlefs, 2011).

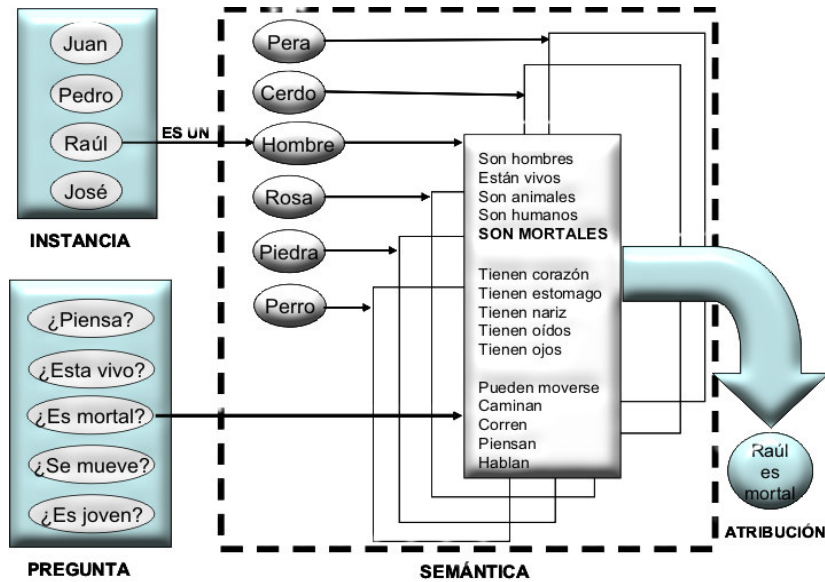


Figura 2.18 De acuerdo a Aristóteles, se ilustra la base semántica de una inferencia lógica en donde se cuestiona si Raúl es mortal.

Este modelo clásico de representación del conocimiento parte de la suposición de que todos los conceptos son definibles y de que el significado de un evento u objeto se logra obteniendo los conceptos **necesarios** y **suficientes** para la definición (Smith & Medin, 1981; Heit, 1993). Estas propiedades representacionales de conocimiento permitían además taxonomizar dentro de una categoría específica el evento u objeto que se representa, lo que a su vez permite imponer una estructura jerárquica en las redes de conocimiento que se adquieren.

Esta organización jerárquica de la información implicaba que algunos ejemplos de la categoría pudieran ser más típicos que otras instancias. Por ejemplo una persona responderá más rápido afirmando que “un canario es una ave” que confirmando si “un avestruz es un ave”. Aquí, y según el modelo semántico de representación del conocimiento de Collins y Quillian, el efecto de diferencia en rapidez de respuesta se



debe a que en el caso del concepto “Canario”, este está más cercano **al punto de acceso** de la categoría (más alto en jerarquía, cercano al concepto genérico de ave), lo cual lo convierte en un concepto supraordinal. Por otra parte, el concepto de avestruz, por el hecho de no ser un buen estereotipo de la categoría se le considera de bajo nivel en la jerarquía o subordinal.

Un gran esfuerzo académico fue realizado para obtener evidencia empírica experimental sobre las propiedades de jerarquía, número de atributos y tipo de atributos almacenados en la categoría tal y como se propone en el modelo clásico de representación de conocimiento (ver por ejemplo, Medin, Lynch & Solomon, 2000). Sin embargo, conforme al cuerpo de evidencia acumulado, queda claro que serias limitaciones a los postulados del modelo clásico se han presentado en el ambiente académico (Rogers & McClelland, 2004). Esto ha permitido una reconceptualización del modelo clásico tal y como se describe a continuación.

## ***2.8 Evolucionando el modelo clásico de representación del conocimiento***

Un aspecto positivo del modelo clásico de representación del conocimiento basado en categorías es que permitió de forma inmediata someter a escrutinio experimental sus postulados. Aquí, estudios iniciales de facilitación semántica verificaron que lo modelos clásicos de categorías podían explicar por qué las personas tardaban más en contestar afirmativamente a la proposición UN CANARIO TIENE PIEL que a la proposición UN CANARIO PUEDE CANTAR ya que desde la perspectiva de este modelo cantar estaba más cercano al punto de acceso (supraordinal) de la categoría.

Sin embargo, el trabajo experimental subsiguiente mostró grandes inconsistencias respecto a esta posición clásica. Por ejemplo, estudios de tiempos de reacción señalan que información localizada en un nivel intermedio de la categoría que se sitúa por debajo de la información supraordinal genérica y por encima de la información específica subordinada es de mayor relevancia para los individuos, generando latencias de facilitación semántica más rápidas para estos conceptos que para otros de la misma categoría.

Por otra parte, existe evidencia también de que miembros de una categoría pueden estar acomodados por la correlación que guardan con otros miembros de otras categorías, por la experiencia del individuo, por relaciones causales entre los miembros intermedios de la categoría, su factor de tipicidad, etc. (Rogers & McClelland, 2004). Lo que es peor, frecuentemente el comportamiento de los miembros de una categoría tiende a violar predicciones de jerarquía. Por ejemplo, Rips et al (1973) presentaron evidencia de que las personas verifican más rápidamente que una gallina es un animal que una ave. Otra instancia es el caso de los expertos en un dominio de conocimiento donde diferencias de relevancia en categorías y accesibilidad de conceptos en su dominio de conocimiento específico tienden a desaparecer.

Quizá un problema mayor relacionado a la aproximación clásica es la postura relacionada a la noción de que es **la definición conceptual** de un evento u objeto lo que determina su pertenencia a una categoría específica. Por ejemplo, LADRA, CUADRUPEDO y tiene COLA son características **necesarias** para definir lo que es un perro. Todo cuadrúpedo que se someta a estos atributos es un perro. Estas propiedades **comunes** a las instancias de una categoría fueron señaladas por Clark Hull a inicios del siglo pasado como esenciales a la formación de un significado.

Sin embargo, trabajos posteriores por Smoke (1932) y Wittgenstein (1953) señalan la imposibilidad de tomar esta posición. En particular, argumentan extensamente la no existencia de una definición que pueda determinar la clasificación real de un evento u objeto. Traduciendo esta posición teórica debemos entender que el hecho de que un perro no ladre no indica que deje de ser perro. De esta forma y de acuerdo a estos autores es una tarea inútil tratar de encontrar definiciones deterministas como criterio de inclusión de un objeto a una categoría o como la definición conceptual que forma el significado de dicho objeto. Este tipo de argumentación teórica ha sido considerado como un golpe mortal al modelo clásico de representación del conocimiento y pocos investigadores en esta área se apegan a él.

Aproximaciones más prácticas han conllevado a evolucionar la postura clásica hasta aquí señalada. Obsérvese para esto la clasificación de modelos de representación del conocimiento señalada por Smith y Medin (1981). Aquí, las definiciones conceptuales relacionadas a eventos u objetos pueden caer en al menos tres categorías (López, 2002):

a. La representación semántica clásica.

Esta es la posición del modelo clásico hasta aquí discutido. En realidad esta aproximación parece ser solo válida para dominios de conocimiento muy específico (por ejemplo matemáticas).

b. La representación semántica probabilística.

Como ya se señaló, en muchas ocasiones las representaciones unitarias no se ajustan como una buena explicación de un evento u objeto, sino más bien como una

probable explicación.

c. La representación semántica por ejemplificación.

Existen eventos u objetos que no se someten a una representación conceptual unitaria o probabilística. Por ejemplo, la representación esquemática de lo que es un suicida ha sido difícil de lograr en un ambiente clínico, aquí se recurre a instancias de lo que se considera un suicida para lograr una definición semántica.

De relevancia a las teorías modernas es la organización del conocimiento en relación a prototipos en la categoría e instancias típicas al prototipo de la categoría o de otras categorías (Rosch & Mervis, 1975; Rosch, 1978). Esto se ilustra de forma gráfica en la Figura 2.19

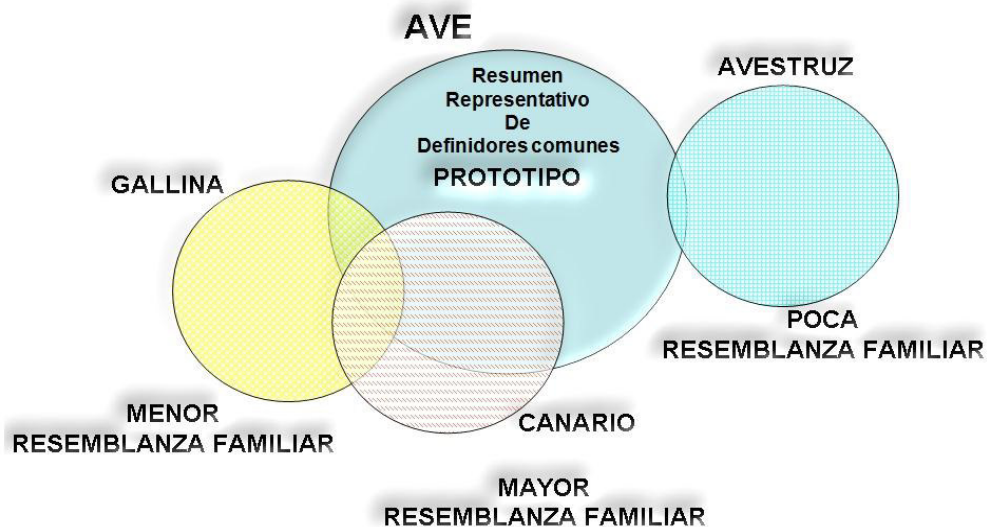


Figura 2. 19 Visualización de organización del conocimiento de acuerdo a la tipicidad.

Teorías modernas señalan que el conocimiento también se organiza de acuerdo

a la tipicidad del evento u objeto con respecto a su semejanza a un prototipo (Rosch & Mervis, 1975). En resumen, cuando se considera el análisis de una representación mental entonces aspectos de la dimensionalidad de un esquema de conocimiento (familiaridad, tipicidad, frecuencia, accesibilidad, constitución determinista vs probabilística, etc.) deben ser considerados en la interpretación del significado que emerge de dicho esquema.

Si bien lo anterior es interesante, cabe resaltar que esta dimensionalidad describe la estructura y organización del conocimiento en la memoria a largo plazo pero no la funcionalidad del mismo. Ciertamente, saber que es un pájaro y cuáles son sus instancias, no convierte este conocimiento en algo funcional. De hecho es bien sabido que el primer tipo de esquema de relevancia para un individuo es aquel que le permite significarse a sí mismo (autoesquema, autoconcepto, etc.) y su relación con respecto a los demás (por ejemplo autoestima, identificación, etc.). La Figura 2.20 muestra un esquema social de esta naturaleza.

**CATEGORÍA DE PERSONA EXTROVERTIDA**

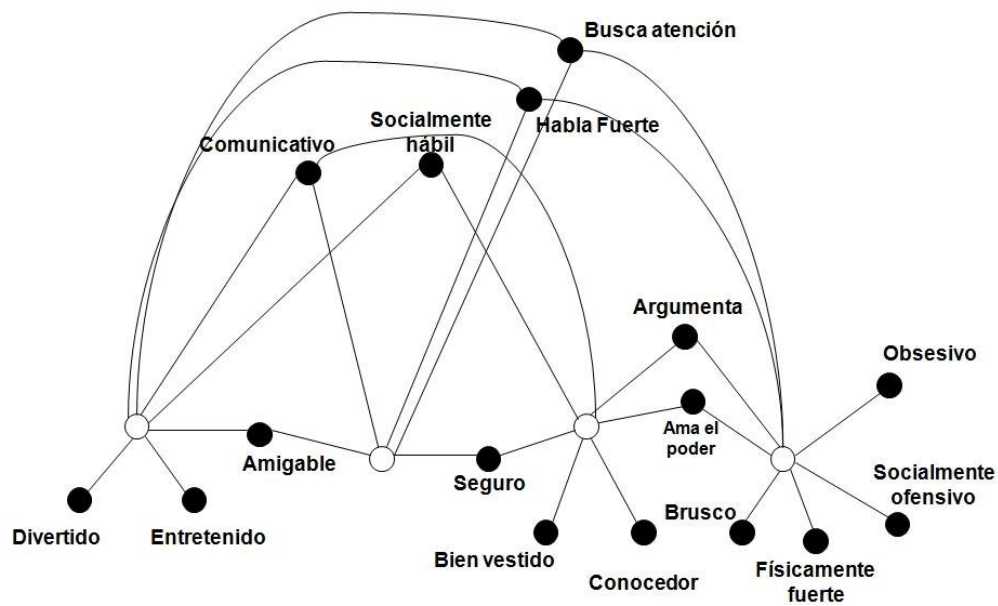


Figura 2. 20. Autoesquema hipotético.

Este tipo de esquemas son centrales al humano porque tienen una función social de adaptación y supervivencia. Es muy probable que la estructura y organización de la memoria humana esté íntimamente ligada a esta función social incluso cuando se trata de instancias de aves, perros, etc. Dichos esquemas son de naturaleza relacional y permiten al individuo identificarse a un grupo, a una clase social o tomar actitudes hacia estereotipos (Fiske & Taylor, 2007). La Figura 2.21 muestra por ejemplo un uso funcional de un autoesquema para poder excluir a miembros que no pertenecen al grupo con el cual uno se puede identificar.

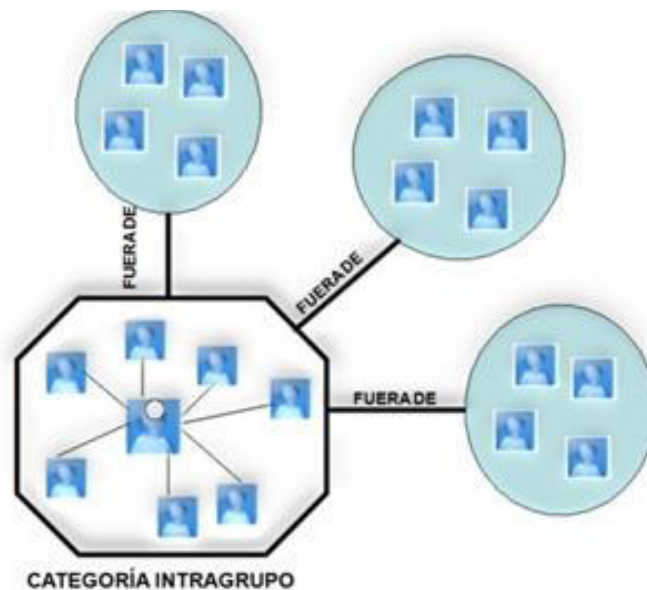


Figura 2. 21. Función de identidad al grupo dado un autoesquema.

De esta forma, aún y cuando los modelos cognitivos iniciales de representación del conocimiento son ilustrativos de los principios por los cuales la información es organizada y almacenada en la memoria, estos son a su vez funcionalmente ingenuos. ¿Es de relevancia a un humano saber que un pájaro vuela, que tiene alas, etc.? Más bien, la relevancia estriba en la posibilidad de usar este conocimiento para interactuar

con las aves, temerles, adoptarlas, usarlas para algún propósito, etc. De hecho, es posible que esta función relacional es la que en principio da origen a la forma en cómo la información del ave es organizada o accedida. De esta forma, contenido, estructura y función de la memoria deben estar íntimamente ligadas (Block, 1993; Johnson-Laird, 1993).

Una crítica adicional a los modelos tradicionales de representación mental es su poca funcionalidad ante eventos cambiantes y dinámicos (Rogers & McClelland, 2004) a estos modelos les falta una alta flexibilidad dentro de un esquema para que este pueda aplicarse funcionalmente a metas y tareas de un individuo y así adaptarse a casos como el autoesquema, debido a que la concepción de uno mismo, estaría cambiando a cada momento.

Modelos representacionales menos deterministas, más dinámicos y flexibles son necesarios para considerar el aspecto funcional de un esquema. Aquí, modelos alternativos de representación de conocimiento modernos con estas características pueden ser encontrados en la postura teórica cognitiva denominada conexionismo (Houghton, 2005). En la presente investigación, es de particular interés el mostrar este tipo de modelos de organización conceptual ya que como veremos en la sección del método de esta tesis dicho modelo nos permite aplicar un análisis cualitativo/cuantitativo de patrones de organización de conocimiento cuando se rastrea información sobre la temática de interés.

En particular se asume al igual que Rumelhart et al (1986) que el esquema de conocimiento no existe como una estructura predefinida y fija en la memoria sino que este “emerge” para dar el significado apropiado de un evento que en el caso del presente estudio es un significado emergente que capacita al usuario de una interface de Internet a rastrear información. Por otra parte este análisis conexionista permite

visualizar conceptos de relevancia que son latentes al significado de un individuo y que no son explícitos dentro de la activación de una red semántica clásica.

## ***2.9 Modelos Conexionistas Vs. Modelos Locales de Representación de Conocimiento***

Una postura alternativa al modelo VN es la teoría conexionista. Esta aproximación contrasta con el algoritmo VN ya que enfatiza que la vida mental del individuo se origina y está íntimamente ligada a las bases biológicas de la arquitectura cerebral. De acuerdo a esta posición teórica (Churchland, 1986; Churchland & Sejnowski, 1992; Churchland, 2007), el cerebro dista de ser una máquina serial VN. Más bien éste procesa información en paralelo usando grupos neurales interconectados, y es de este tipo de procesamiento de información que el cerebro auto-organiza de una forma dinámica, cantidades masivas de información para sustentar fenómenos mentales cognitivos emergentes como lo son el intelecto y la consciencia humana (Conway, 2005). De esta forma, en el cerebro humano no existe nada que se parezca a una red conceptual. Estas conductas cognitivas emergen de la dinámica de patrones de actividad neural del cerebro (Rumelhart, Smolensky, McClelland & Hinton, 1986).

En contraste al modelo VN, la teoría conexionista propone un algoritmo de procesamiento de información “inspirado” en el funcionamiento neural del cerebro. La Figura 2.22 describe de forma gráfica, la postura conexionista sobre como el procesamiento paralelo a través de un modelo de red neural conexionista, se considera el algoritmo computacional que genera fenómenos psicológicos emergentes, que conocemos como actividad cognitiva humana.



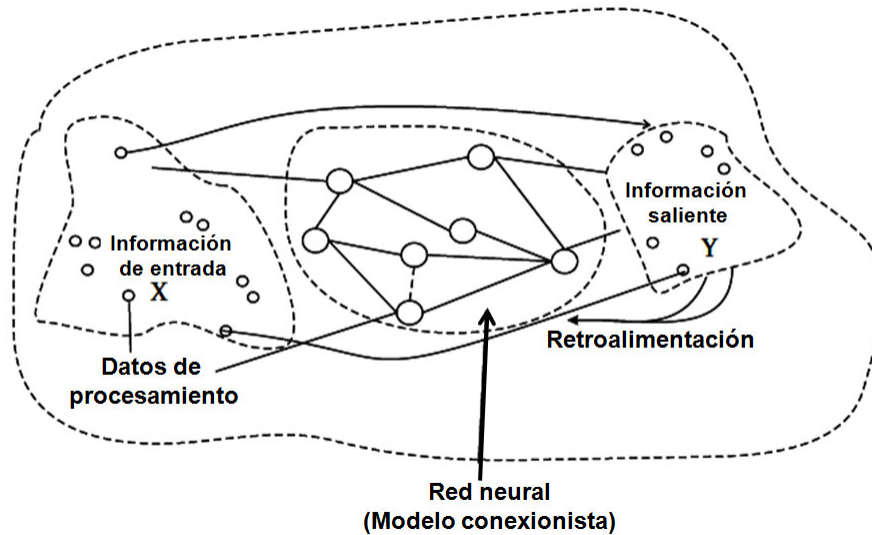


Figura 2. 22 Se ilustra el concepto conexionista del procesamiento cognitivo en los humanos (Kasabov, 2007).

Una diferencia central entre el modelo VN y los modelos conexionistas es la forma en cómo la información es codificada. En específico, esta diferencia obliga a reconsiderar el principio de codificación simbólica de la información. Desde una perspectiva conexionista, la actividad cognitiva de un individuo como lo es el reconocimiento de un árbol puede ser explicada sin necesidad de considerar una conversión simbólica de la información sensorial tal y como se ilustra en la Figura 2.23.

Este cambio conceptual en la teorización cognitiva ha obligado a reconsiderar teorías centrales en la ciencia cognitiva. Por ejemplo, los postulados centrales de la teoría de Piaget que fundamentan el desarrollo intelectual dado la construcción de esquemas conceptuales que permiten el cambio de una etapa de desarrollo cognitivo a otro a través de procesos cognitivos de asimilación e integración de información a un esquema, han sido reformulados desde una perspectiva conexionistas.

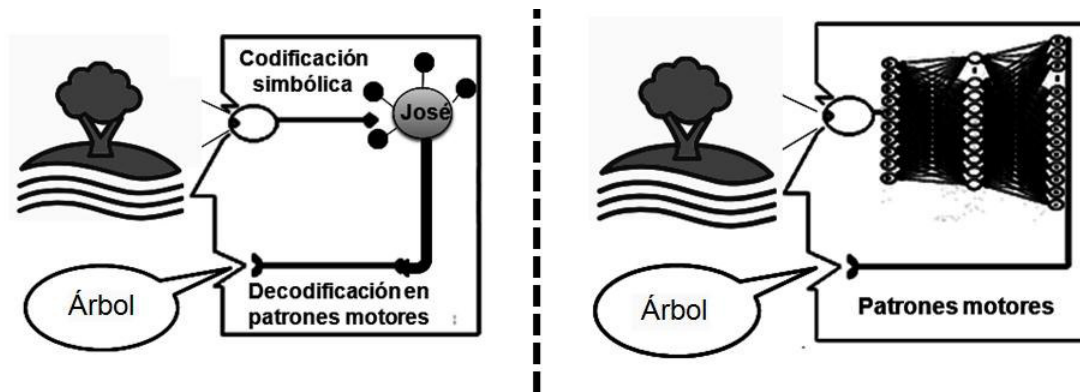


Figura 2.23 Se ilustra la posición VN de procesamiento simbólico de la información (A) vs. el modelo conexionista de reconocimiento facial (B).

Así, se enfatiza nuevamente que de esta última perspectiva no existen esquemas en nuestra memoria sino que estos emergen cuando son requeridos para el desarrollo cognitivo óptimo (Rumelhart et al., 1986). Estos efectos emergentes no pueden ser propuestos desde una perspectiva VN.

Lo anterior no implica que modelos tradicionales de codificación simbólica dejen de ser útiles ya que su poder explicativo y predictivo de conducta humana es de gran utilidad sobre ciertos rangos de análisis de conducta humana y animal. Más bien existe la tendencia de usar dichos modelos simbólicos localistas en complemento con modelos conexionistas con el propósito de poseer herramientas analíticas de más poder cuando se investigan la vida mental de un individuo.

La presente investigación hace uso del análisis híbrido que implica el uso de ambas posiciones teóricas para implementar una técnica de análisis de la actividad cognitiva conceptual durante el rastreo de información.

En particular se propone el uso de un modelo conexionista denominado “cerebro en caja de satisfacción de demanda” que entre otras cosas ha sido usado para explorar el comportamiento dinámico de organización conceptual de esquemas de conocimiento. Dicho modelo inspirado en el comportamiento de la probabilidad condicional tipo Bayesiana de que conceptos puedan coparticipar en la activación o emergencia de un esquema ha sido explorado en diversas instancias (López & Theios, 1992). De esta forma el peso de asociación entre dos conceptos depende de la forma en como co-ocurren estos conceptos cuando un esquema es activado así como de la forma en cómo cada uno de estos conceptos co-ocurre con otros conceptos considerados como parte del esquema. El modelo conexionista calcula cada peso de asociación entre dos conceptos considerando en fórmula de la figura 2.24.

$$W_{ij} = -\ln \{ [p(X=0 + Y=1) p(X=1 + Y=0)] * [p(X=1 + Y=1) p(X=0 + Y=0)]^{-1} \}$$

Figura 2.24 Ecuación del modelo conexionista para cálculo de cada peso de asociación entre dos conceptos

La activación de conceptos a través de este modelo tienen por objeto el mostrar su semejanza hacia un prototipo que significa un esquema. Como ya se mencionó, este tipo de modelos conexionistas de procesamiento paralelo distribuido no asumen la existencia de un esquema predefinido en la memoria a largo plazo de un individuo sino que este emerge dependiendo de la dinámica de activación conceptual de la red. Sin embargo, se pierden varios aspectos de poder analítico. Por ejemplo, la distancia semántica que pudiera existir entre conceptos no es susceptible de graficarse y por lo tanto se pierde un análisis cualitativo de organización conceptual, típico de los modelos tradicionales de las teorías de redes semánticas (Murphy, 2001). A este respecto se propone un método alternativo denominado Pathfinder el cual puede emplear la matriz de asociación utilizada por el modelo de Rumelhart et al (1986) para generar estados emergentes de organización conceptual. Lo anterior se especifica en la sección del método.

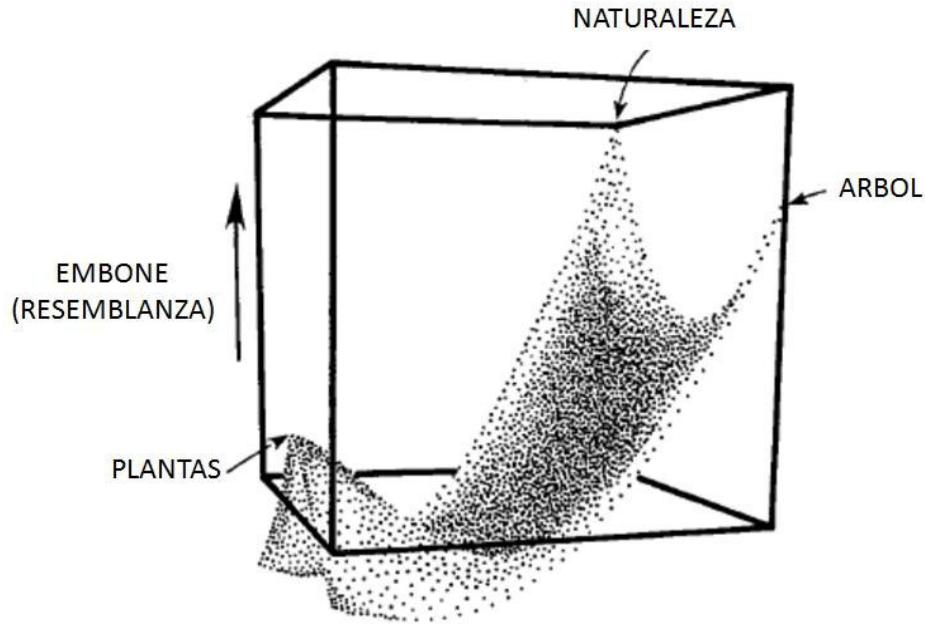


Figura 2. 25 Visualización de función de semejanza de los conceptos en un modelo de cerebro en caja.

En la figura 2.25 se ilustra el valor de función de semejanza de los conceptos árbol, plantas y naturaleza para el esquema de ecología en un modelo de cerebro en caja. De esta forma, en la presente investigación, mientras que se asume que el esquema que un usuario usa para rastrear información es emergente y funcionalmente dependiente de la tarea cognitiva, el significado que emerge de dicha activación es sujeto de análisis de representación localista. De aquí que en la presente tesis es necesario también considerar una técnica de redes semánticas que sea capaz de enfocarse más en el significado de un esquema que en las propiedades métricas de la distancia semántica entre conceptos.

Resumiendo lo anterior, aparte de considerar la aproximación conexionista desde un punto del análisis cualitativo de la teoría de semejanza (Rosch & Mervis, 1975), también es necesario considerar modelos que permitan el análisis métrico de la distancia semántica entre conceptos así como el análisis del significado. Con respecto

al problema de la proximidad semántica se introduce primero el modelo de redes semánticas Pathfinder y con respecto al problema del análisis del significado se introduce posteriormente la técnica de redes semánticas naturales.

### ***2.10 Proximidad semántica entre conceptos y análisis Pathfinder.***

Uno de los postulados que subyacen a los modelos de representación del conocimiento basados en redes conceptuales es la existencia de una distancia semántica entre nodos de información (Lindsay & Norman, 1977). A este respecto varias definiciones se han propuesto que tipifican el concepto de **distancia semántica**, de las cuales se desprende una distinción teórica inicial entre dicho concepto y el de **cercanía semántica**.

Primero, la distancia semántica entre dos conceptos lexicales es en su forma más ortodoxa un concepto psicológico referido al conjunto o suma de relaciones y conceptos que se interponen entre dos conceptos de interés en una dimensión semántica (Schvaneveldt, 1990; Jiang & Conrath, 1997; Roddick, Hornsby & de Vries, 2003). Ejemplos clásicos de esto son los modelos de taxonomía jerárquica en donde la distancia entre una instancia conceptual subordinada de la categoría (por ejemplo canario) y el concepto supraordinal de entrada a la categoría se calcula por la suma de nodos y vértices (conceptos y relaciones) de la ruta más corta entre ellos en la jerarquía (por ejemplo ave) (Collins & Quillian, 1969).

Por su parte el concepto de cercanía semántica se constituye como un concepto general, ya que si bien es cierto que existen conceptos que pueden ser cercanos por su similaridad semántica (motocicletas - bicicletas) también es el caso de que conceptos que no implican similaridad semántica como lo son ciertos antónimos (calor-frío) o que

obedecen a simple asociación (pingüino - Antártida) son considerados también como semánticamente cercanos (Budansky, 1999; Budansky & Hirst, 2001, 2006).

Desafortunadamente, los conceptos de distancia semántica, semánticamente distintos y semánticamente cercanos tienden a ser confundidos y frecuentemente son usados como intercambiables cuando en realidad están sujetos a diferentes connotaciones (Resnick, 1995). Por ejemplo, desde el punto de vista de la Psicolingüística computacional una palabra puede estar semánticamente cercana a otra (pero con mucha distancia semántica) dependiendo del contexto en el que se localiza como lo es el caso de su localización en un texto (Pantel & Lin, 2002).

Este tipo de cercanía semántica es diferente a la inserción de dicho concepto en una categoría ya que el significado que activa y al cual pertenece se distribuye por la coherencia de una gran variedad de otros nodos textuales. Por esto se asume que la distancia semántica que puede existir entre dos conceptos relacionados a un significado textual tiene propiedades distribucionales (Mohammad & Hirst, 2005; Mohammad, 2008).

Por otra parte cuando la cercanía semántica entre dos conceptos tiene propiedades distribucionales y depende de grandes cuerpos de conocimientos (realmente masivos) la distancia semántica entre dos conceptos toma propiedades que frecuentemente son inversas a situaciones locales taxonómicas. Por ejemplo, investigaciones sobre el cálculo de la distancia semántica lexical en bases de datos masivos (WordNet; Fellbaum, 1998) y al comparar juicios humanos con respecto a dichas bases de datos masivas, señalan que la distancia semántica entre conceptos es frecuentemente asimétrica (Budansky & Hirst, 2006).

En la presente investigación se toma el concepto de “proximidad semántica” (Schvaneveldt, 1990) como el índice a tipificar la distancia semántica entre conceptos. En su forma original, el índice de proximidad semántica no pretende ser distribucional y solo permite calcular el concepto más cercano a otro en términos de rutas de conexiones entre conceptos. Sin embargo, dado que la unidad de distancia que se considerara en el análisis Pathfinder en la presente investigación, proviene del peso de asociación del modelo conexionista el sentido de la noción “proximidad semántica” tiene un aspecto más global o distribucional. Permitiendo considerar como similares, objetos que aparente mente son muy disimilares físicamente.

Modelos tradicionales de distancia semántica entre conceptos de una red consideran una representación bidimensional Euclidiana (por ejemplo modelos de memoria basados en escalamiento multidimensional), tal y como se señala formalmente en la ecuación de la figura 2.26.

$$d_{ab(r)} = \left( \sum_{i=1}^n |X_{ai} - X_{bi}|^r \right)^{1/r} \quad 1 \leq r \leq \infty$$

Figura 2. 26 Ecuación de los modelos tradicionales de distancia semántica entre conceptos de una red consideran representaciones bidimensional

Aquí,  $r=1$  cuando la medida define una métrica de cuadra; y cuando  $r=2$  se emula una distancia Euclidiana. Este tipo de métrica se conoce como métrica Minkowski. En el caso de la métrica PathFinder la aproximación Minkowski nos puede ayudar a entender lo que sucede. Tengamos que  $l_i$  sea el peso asociado con la liga  $i$  en un camino. El conjunto de todos los pesos en un camino con  $n$  ligas estaría dado por  $l_i=1,2,\dots,n$ . El largo del camino entre dos conceptos, está dado por la fórmula de la figura 2.27.

$$L(P) = \left( \sum_{i=1}^n l_i^r \right)^{\frac{1}{r}}, 1 \leq r \leq \infty$$

Figura 2. 27 Ecuación de la distancia Euclidiana de una serie de conceptos.

Donde  $l_i$  es el peso asociado con la liga  $i$  en un camino. El conjunto de todos los pesos en un camino con  $n$  ligas estaría dado por  $l_i=1,2,\dots,n$ . Conforme el valor de  $r$  varía sobre un rango permitido el número de ligas en la red resultante varía sistemáticamente. Un ejemplo de una red Pathfinder generada de juicios de similitud de seres vivos puede ser observada en la Figura 2.28.

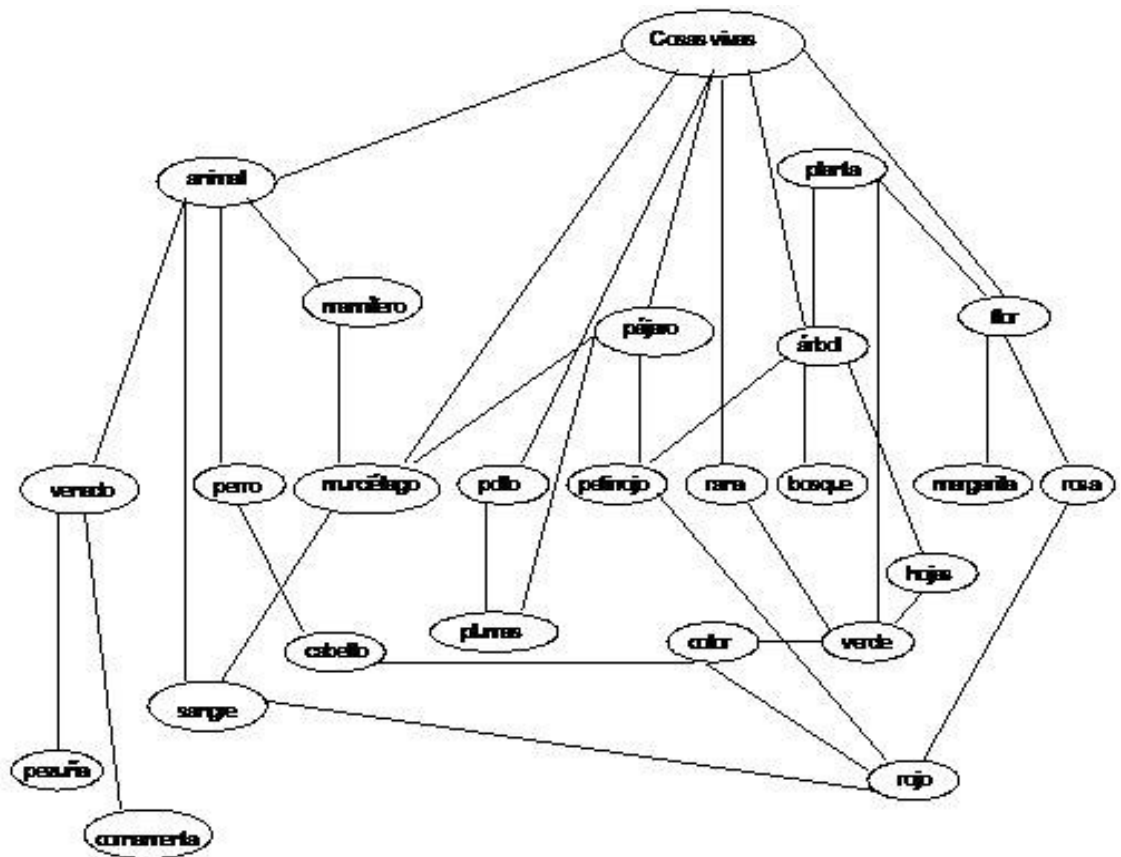


Figura 2. 28 Representación de redes en el Pathfinder.



En general el análisis Pathfinder convergerá a representaciones euclidianas bidimensionales de distancia Minkowsy, independientemente del índice de similaridad o distancia semántica que se le dé. En el presente caso, la proximidad semántica se relaciona al índice de co-ocurrencia usado en modelos de cerebro en caja como en el modelo de Rumelhart et al (1986). Dicho índice de co-ocurrencia puede ser usado para considerar el significado que se sobrepone al activación de un esquema tal y como se señala a continuación.

### ***2.11 El análisis del significado humano a través de la técnica de redes semánticas naturales***

Desde edades tempranas el humano es capaz de usar su conocimiento y capacidades para realizar conductas complejas. Esta habilidad de usar nuestro conocimiento para interpretar y significar nuestro medio ambiente nos acompaña toda la vida y habilita muchas de las capacidades intelectuales que tanto valoramos en nuestra especie. Por ejemplo desde una perspectiva del lenguaje podemos observar que la letra que se presenta en la Figura 2.29 es una R, no importa el estilo que se presente o si esta rotada e incluso si es presentada en espejo.



Figura 2. 29 Grafico de letras R con diferente formato.

El sistema de reconocimiento humano hace uso de todo su conocimiento relacionado a un evento para interpretar su significado a pesar de las diferentes formas en que este evento se pueda presentar. Por ejemplo la figura 2.29 muestra diferentes formatos de la letra “R” aún y cuando una de las formas en las que se presenta en la figura no se haya visto con anterioridad se puede identificar que se trata de la misma letra. Es el conjunto de experiencias que acumulamos a través de nuestras vidas, como una forma de conocimientos que nos permite significar lo que observamos e imponer significados de similaridad a eventos que en realidad no parecieran tener conexión como lo es el caso de la Figura 2.30.



Figura 2. 30 Ejemplificación de similaridad visual.

Esta capacidad de nuestro cerebro de encontrar un significado de similaridad en dos eventos con atributos muy disimilares es difícil de lograr en sistemas computacionales. Esta capacidad de encontrar significados como en el caso de la Figura 2.30 se debe básicamente a que la interpretación que realizamos del evento la hacemos basados en el conocimiento que tenemos dentro de nuestro cerebro y no en la información exterior física de píxeles, colores y matices. En otras palabras, vemos lo que queremos ver.

Desde hace 250 años antes de la era cristiana, Aristóteles en su obra sobre “Memoria y Reminiscencia” (Ross, 1930), ya señalaba la importancia que el conocimiento que posee un individuo tiene como la base central de su pensamiento. Es a partir de Aristóteles hasta la fecha con el enfoque de la Psicología Cognitiva, en donde esta relación entre pensamiento y conocimiento se ha estudiado sistemáticamente. Una de las tantas cosas que se decían en el pasado acerca de lo que es la memoria, es que almacenar información era como escribir en cera. En particular se asumía que la experiencia que un individuo experimentaba, ocasionaba una escritura de información sobre cera dentro del individuo.

Es con el advenimiento de la información escrita en libros que existe un cambio fundamental en la forma de recordar las cosas, poniendo de relieve un cambio de estatus sobre el papel que juega nuestra memoria para desempeñar nuestras conductas cotidianas. Antes de los libros las personas tenían que recordar las cosas por lo que contaban con técnicas y procedimientos para tales propósitos (Rorke, 2000; Yates, 2001), pero con la aparición de la información impresa y la información en multimedia y el Internet, empieza a perderse el arte de la memoria cediendo así, el paso a medios auxiliares como los responsables de almacenar información de relevancia.

En términos cognitivos de cómo es que formamos un significado, es en el análisis de redes semánticas naturales, al igual que otros modelos representativos de redes semánticas, en donde convergen una gran cantidad de tradiciones teóricas sobre cómo es que los humanos representamos el conocimiento en nuestra memoria y obtenemos de éste nuestros significados.

Sin embargo, en el caso de la técnica de redes semánticas naturales (Figuroa, González & Solís, 1981) a diferencia de todos los demás modelos en el área, la técnica para producir una red semántica está basada en definiciones conceptuales generadas

por los participantes bajo análisis. Esto contrasta con los demás modelos de redes semánticas en el sentido que en ellos las definiciones conceptuales de la red semántica son “ideales” o “idiosincráticos” ya que no son proveídos bajo el criterio de un investigador o categorías artificiales de conocimiento. Estas redes semánticas no son asociaciones, hay que tener cuidado a este respecto.

En esta aproximación, asume la característica reconstructiva de nuestra memoria señalada en la obra de Bartlett (1932) en donde se enfatiza que la formación de un significado humano está sujeto a un proceso constructivo que usa información parcial o completa del evento que se significa y que depende completamente del individuo que construye dicho significado. Dichas elaboraciones son a menudo muy distantes a lo que uno podría esperar en una definición canónica (representación ideal o prototipo). Por ejemplo, un niño puede definir a un padre con el concepto “domingo” (día en que recibe dinero para gastos semanales).

En general la técnica de Redes Semánticas Naturales (RSN) permite dibujar en un espacio gráfico bidimensional la organización conceptual sobre la cual los individuos forman su significado (Figura 2.31).

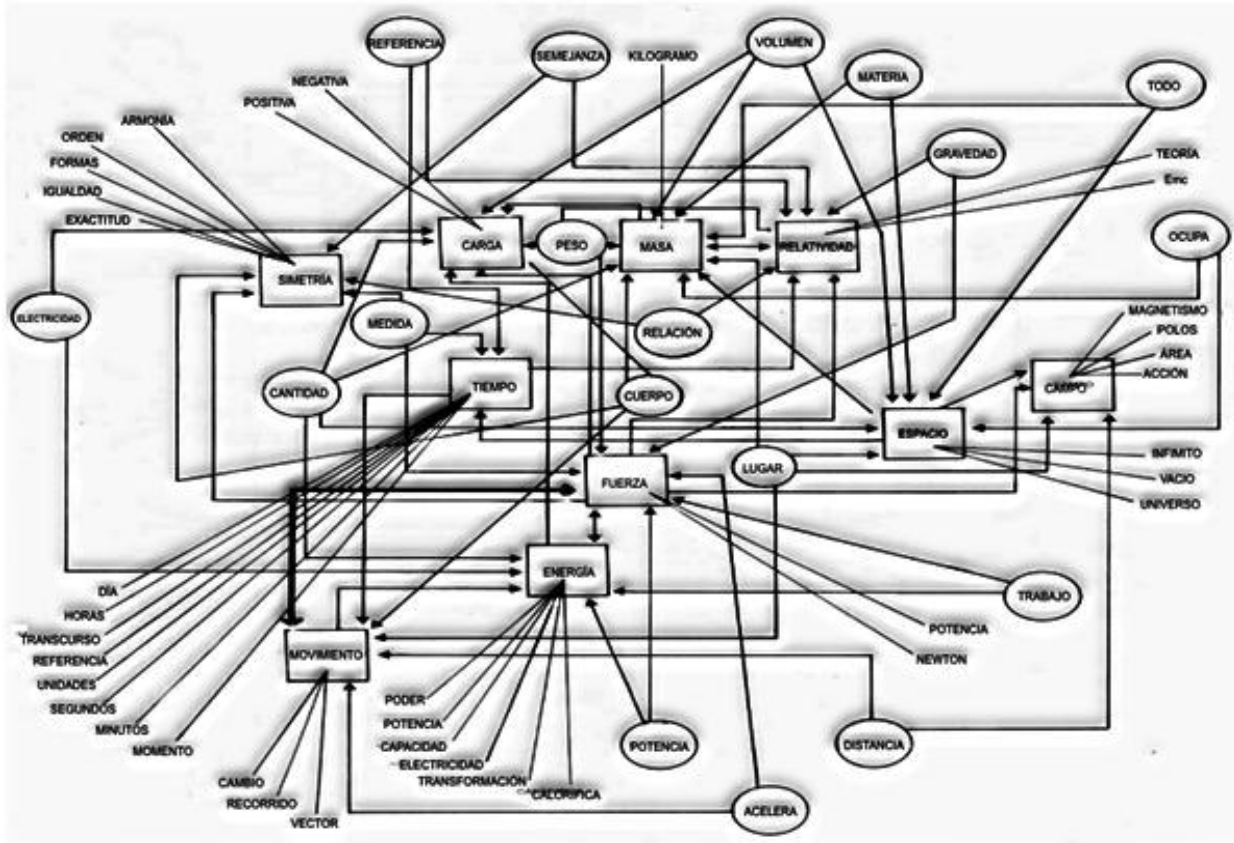


Figura 2. 31 Red semántica dibujada en base a las definiciones conceptuales del tema de Física (López, Morales & Hedlefs, 2011).

En la figura 2.31 se ilustra una red semántica dibujada en base a las definiciones conceptuales del tema de Física usando la técnica de redes semánticas naturales. Esta forma de obtención de redes semánticas nos permite (López, Morales & Hedlefs, 2011):

- Medir distancia semántica. Esto es relevante porque tradicionalmente no existían propuestas claras de cómo medir la distancia semántica, lo cual se había

convertido en un problema central en el área del estudio de la memoria semántica.

- Nos permite trabajar con imágenes y sonidos no solamente con conceptos.
- Nos permite determinar similitud semántica.
- Permite analizar procesos de Inferencia semántica.

Uno de los aspectos más difíciles de toda la teoría semántica contemporánea es que el significado está dado por las personas y los grupos (experiencia social) y es un error muy grave el tratar de encontrar un significado rígido y acotado de los conceptos.

El uso social y los grupos sociales cambian el significado y es muy difícil obtener un conjunto de conceptos que son el significado rígido de una palabra o concepto. Es por ello, que muchos intentos contemporáneos de análisis semántico se ven limitados y ante todo es muy difícil introducirlos como procedimientos computacionales.

Los resultados contemporáneos en la investigación general de redes semánticas sugieren claramente que ese nivel conceptual de relaciones de significado, no solo son una teoría de representación de conocimiento sino que tiene sólidos fundamentos en la forma en que el cerebro manipula información (Martin, 2007; Hliaoutakis, Giannis, Epimenidis, Euripides & Evangelos, 2006).

En el caso de aspectos aplicados de redes semánticas en Internet, al dotar a la red semántica de Internet (Semantic Web) de más significado y por lo tanto, de más semántica, se pueden obtener soluciones a problemas habituales en la búsqueda de información gracias a la utilización de una infraestructura común, mediante la cual, es posible compartir, procesar y transferir información de forma sencilla. Sin embargo, este esfuerzo depende totalmente de la extracción de conocimiento que poseen los humanos y de su implementación computacional. El nombre genérico de estas

implementaciones es el de ontologías, que son estructuras computacionales que permiten compartir contenidos de información, con otras estructuras computacionales y con los humanos.

El eje de las ontologías son las diferentes formas de utilizar redes semánticas clásicas (artificiales) y herramientas especializadas para introducir nueva información, lo que es conocido como anotación de ontologías. Es a este respecto que los procedimientos de redes semánticas RSN pueden facilitar la creación de ontologías y su uso debido a que se tienen valores cuantitativos y no situaciones arbitrarias de lo que supone un investigador que es la relación entre conceptos. Así, las ontologías basadas en los análisis de RSN a su vez pueden ser la base para la construcción de la “Semantic Web”.

En general, cuando se usan las RSN tanto en forma de explicación teórica como teoría de representación de conocimiento o como procedimiento cuantitativo para describir estructuras de información, son un poderoso instrumento para crear diferentes formas de guía (mapas conceptuales), para elaborar material educativo, entre otras cosas. Lo más importante, estas estructuras de información que son el conocimiento de las personas, pueden ayudar en una forma muy rigurosa y práctica para construir ontologías, y no simplemente anotarlas en forma individualista. El hecho de que en su uso y evolución los autores creadores del análisis RSN se hayan mantenido al margen en términos de normar o reglamentar una dirección en la técnica, ha permitido una gran libertad para su uso en la generación de conocimiento sobre como significamos en nuestra cultura (Valdez, 1998; López, 2002; López, Morales & Hedlefs, 2011).

La forma en cómo la técnica de obtención de redes semánticas se logró en la presente investigación queda ilustrado en la sección del método. Pero a manera de ilustración y para introducir una consideración teórica considérese brevemente la parte

inicial de un ejemplo clásico de esta técnica donde se le pide a una persona que nos defina el concepto de MANZANA utilizando otros conceptos, sin utilizar frases (la manzana del árbol), ni artículos (el, la, los las), ni pronombres (por para) ni conectivos (y, o). Después de la tarea de definición se le solicita al participante que jerarquice los conceptos en orden de importancia dando el número 1 al concepto que este más relacionado, o sea más importante para la definición del estímulo y 10 para el concepto menos relevante (se pueden repetir valores) y que así vaya evaluando los conceptos hasta concluir con todos.

Esta tarea de definición permite una forma de ir cuantificando todos los conceptos diferentes que dan un grupo de personas o una persona al concepto que le estamos dando a definir y el lugar de importancia que le está dando esa definición. Para esto obsérvese la Figura 2.32.

Aproximación clásica  
Smith y Medin (1981)



Figura 2. 32 Contexto teórico implicado en la parte de definición de un concepto.



En la figura 2.32 se ilustra el contexto teórico implicado en la parte de definición de un concepto de Manzana para un sujeto en la técnica de redes semánticas naturales (RSN). Una vez que se obtienen las definiciones de un concepto por varios participantes se construye una tabla de frecuencias. El objetivo de esta tabla es determinar la frecuencia con la que los participantes evaluaron la importancia de un definidor.

Si se considera la teoría de la representación revisada hasta aquí, es posible observar que la parte de definición conceptual de esta técnica, hereda la idea de que el significado puede ser definido por conceptos suficientes y necesarios (Murphy, 2001). Existen sin embargo, posiciones teóricas que cuestionan la posibilidad de poder definir conceptualmente eventos u objetos del mundo de un individuo. En particular la postura filosófica presentada a inicios del siglo por el filósofo Austriaco Ludwig Wittgenstein señala la imposibilidad de conocer la esencia de las cosas, solo podemos conocer las relaciones que se hacen de las cosas o eventos.

De esta forma buscar el significado puro de una palabra no es posible. Por ejemplo ¿cuál es la “rojes” del color rojo? De acuerdo a Wittgenstein no es posible definir la esencia de lo que es el color rojo, solo el establecer relaciones conceptuales a dicha esencia por lo que el aseguraba: “Los límites de mi lenguaje son los límites del mundo”. Wittgenstein cambio radicalmente su posición (1953/1991) cuando platicando con su amigo Piero Sraffa (famoso economista italiano), este último al hacer un gesto con una mano pero que no tiene traducción a la lengua pero si un significado lo convence de que el significado es algo más que lengua y es definible por varios recursos (López, Morales & Hedlefs, 2011).

De esta forma, es importante hacer notar que desde la perspectiva de las redes semánticas, son las interrelaciones entre conceptos así como la activación de los

conceptos que se interrelacionan lo que produce el significado y no la esencia pura de los conceptos. Es en este sentido que debemos entender una red semántica, esto es, como un modelo de organización de información que nos permite estudiar la formación del significado aun y cuando no nos permita analizar la esencia pura de los conceptos que se involucran.

En general y resumiendo este capítulo de tesis, es posible observar que los modelos de rastreo de información implican la convergencia de muchas tradiciones teóricas de la psicología cognitiva. Por ejemplo, el modelo de rastreo de SNIF-ACT (Pirolli, 2007) implica la participación de sistemas de organización de información procedural almacenados en la memoria. El conocimiento procedural enfatiza el aspecto funcional de tomar decisiones cuando se trata de localizar un objeto de información en una base de datos.

Dicho proceso de decisiones debe estar guiado por procesos de integración textual o visual de información coherente según el modelo Colides. El propósito es obtener la esencia de la información como guía última en el rastreo de la información buscada en una base de datos de Internet.

La forma específica de analizar cómo es que un usuario obtiene dicha esencia y como ésta guía el rastreo de información, es todavía un problema central. A este respecto se argumenta que con las técnicas de análisis de representación mental revisadas, así como el formalismo matemático y computacional existente de la ciencia cognitiva es posible encontrar una forma metodológica de observar el uso de la esencia de la información (denominado significado en la presente tesis) en el rastreo de la información. Para este propósito y con el objetivo de contestar las preguntas de investigación de la presente tesis se presentan los siguientes estudios.

## CAPÍTULO III

### METODO

#### ***3.1 Tipo de estudio***

En la presente investigación se consideran dos tipos de estudios dentro del área de la ciencia cognitiva de la temática de la interacción humano computadora en el rastreo de información sobre el tema de ecología. Ambos estudios tienen como propósito implementar una investigación relacional que permita describir la forma en como el significado que un individuo tiene sobre una temática se asocia a sus estrategias de rastreo de información en plataforma Web.

El primero de ellos es un estudio de representación del conocimiento para establecer los significados que un usuario de Internet usa para el rastreo de información en la Web.

El segundo estudio es de naturaleza de interacción humano computadora. Este su vez se subdivide en dos partes; primero la construcción de un sistema de evaluación de la relevancia conceptual de la información que se rastrea en un sitio Web por otra parte, un segundo estudio donde simulaciones computacionales permiten determinar el comportamiento que subyace al significado que impacta el rastreo de la información en el sitio Web EcoPortal (<http://www.ecoport.net/>).

En si el estudio se constituye de naturaleza descriptiva y de modelamiento cognitivo matemático computacional, en el que se introduce teoría de leguajes libres de contexto, denominada teoría de autómatas como el medio formal para describir la relación entre el significado de un usuario y el rastreo de información en el sitio Web. Para esto se seleccionaron conceptos centrales a la temática de estudios previos sobre representación del conocimiento y medio ambiente. Estos se describen en la elaboración del instrumento.

Finalmente hay que hacer notar que aun y cuando la presente investigación no se constituye como un estudio cualitativo, las técnicas que se usan para explorar la representación del conocimiento permiten a su vez analizar de forma cualitativa dinámicas de la organización conceptual que se estudia siempre y cuando se considere la teoría de representación del conocimiento tal y como se considera en la presente investigación.

### ***3.2 Participantes***

Para el estudio de representación mental sobre la temática de ecología participaron 40 individuos de entre 18 a 21 años seleccionados intencionalmente o de conveniencia bajo el criterio de que todos ellos están familiarizados con el uso de Internet. La muestra fue de 40 individuos porque los requerimientos estadísticos de normalización en este tipo de estudios señalan que este número es suficiente (Figueroa 1974, 1975). Todos ellos tenían como habilidad mínima el poder manejar un navegador de Internet, 45% de los participantes eran mujeres y 55% hombres, todos eran universitarios de la carrera de ingeniería. Hay que hacer notar que ninguno de ellos había navegado anteriormente en el sitio EcoPortal.

### ***3.3 Materiales e Instrumentos***

Los instrumentos utilizados fueron tres. El primer instrumento fue la elaboración de un sistema experto virtual que evaluaba la construcción de conocimiento mientras se rastrea información sobre ecología en el sitio Web. Este sitio se denomina EcoPortal. El segundo instrumento utilizado fue la técnica de redes semánticas naturales para estudiar la representación mental que subyace al significado de la temática incluida en el sitio de Internet. Finalmente se utilizaron simulaciones computacionales pathfinder para determinar la equivalencia de clases de organización conceptual tanto en el

usuario como en el rastreo de información. A continuación se desglosa cada instrumento.

### *3.3.1 Especificaciones y Equipo.*

Los participante utilizaron computadoras para este estudio con formato PC en plataforma Windows XP equipadas con ratón y teclado estándar en español requeridas para el input del usuario. Como navegador de Internet se utilizó Windows Explorer 8.0.

### *3.3.2 Instrumento sistema experto virtual evaluador de rastreo de información*

Un sistema experto se refiere a una aplicación dentro de las tecnologías de información que tiene la capacidad de solucionar un problema que requiere conocimiento dentro de un tema. Un sistema experto consta de dos partes fundamentales que son: base del conocimiento y el integrador del sistema. Dentro del proceso de rastreo de información es necesario presentar un escenario que contenga elementos de información con una estructura natural de acomodo de información y una metodología que permita la evaluación y seguimiento del rastreo.



Debido que no existe algún sistema experto en el mercado que sea capaz de combinar un escenario para el rastreo de información con un evaluador del rastreo, se emuló un sistema experto virtual. Se utilizó el sitio Ecoportal para la parte de la base de conocimiento, en donde el usuario rastreó la información ya que este sitio fue diseñado con la meta de difundir información con respecto a la ecología, donde el alcance va desde cuestiones básicas de información, hasta noticias actuales sobre información de las entidades involucradas. Esto permitió brindar al participante un escenario real para su tarea de rastreo de información. Con respecto al integrador del

sistema dentro del sistema experto emulado se desarrolló un sitio Web utilizando la tecnología php para el procesamiento de datos y un gestor de información MySql para el almacenamiento el cual se hospedó en un servidor en línea y se accesaba desde un link que solo permaneció activo el día de la evaluación.

### Procedimiento del sistema experto virtual

El procedimiento para el rastreo de la información consistía en que el usuario ingresara al link y el sistema desplegaba un recuadro en donde el usuario ingresaba sus datos generales. Una vez ingresados los datos, presionaba el botón de aceptar como se muestra en la figura (3.1) a continuación.

---

Rastreo de Informacion Web

Matricula	<input type="text"/>
Nombre(*):	<input type="text"/>
Escuela(*):	<input type="text"/>
Edad(*):	<input type="text"/>
Sexo:	Masculino ▾
<input type="button" value="Aceptar"/>	

Figura 3. 1 Página de registro e Inicio

El sistema desplegaba dentro del link del portal ciencias-cognitivas.com la interfase Ecoportal.net donde se agregó un elemento visual adicional a la página de EcoPortal, el cual consistía en un recuadro donde se indicaba al usuario el objetivo de la información a rastrear, en este punto el usuario accedía a todos los links que él consideraba relevante a la temática, una vez terminado el rastreo el usuario accedía dentro del recuadro a la opción pasar al siguiente rastreo, el sistema cambiaba de temática a buscar y cargaba nuevamente la página de inicio (ver figura 3.2).

The screenshot shows the EcoPortal website interface. At the top, there is a navigation bar with the EcoPortal logo and a search bar. Below the navigation bar, there is a main menu with categories such as Cursos, Campus, Foros, Blogs, Especialistas, ODS, Glosario, Anuncios, Enlaces, Campañas, GIFs, and Vegetarianos. The central content area features a large search bar with the text "Temática: Contaminación" and a link "Pasará al siguiente rastreo". Below the search bar, there are several columns of content, including "Temas Especiales", "Servicios", "Últimas Noticias", and "Ambiente y Sociedad". The "Temas Especiales" column lists various topics like Agua, Animales, Basura, Residuos, Biodiversidad, Cambio Climático, Contaminación, Derechos Humanos, Desarrollo Sostenible, Educación Ambiental, Economía, Energías, Globalización, Hábitat Urbano, Minería, Opciones, Población Indígena, Salud, and Transgénicos. The "Servicios" column lists various services and programs, including Cursos y Programas, Directorio de Enlaces, and Miscelánea. The "Últimas Noticias" column lists recent news items with dates. The "Ambiente y Sociedad" column lists various publications and events.

Figura 3.2 Interface de navegación para el rastreo de información.

El sistema desplegaba la información de la página Web EcoPortal así como también el recuadro con la tarea de rastreo a buscar. El usuario empezaba a rastrear información relevante al tema presionando las ligas que consideraba relevantes. El sistema antes de desplegar la siguiente liga le preguntaba al usuario por una calificación de 1 al 10, donde 1 es la calificación más baja y 10 la calificación más alta en base a la relevancia del sitio revisado (Figura 3.3).

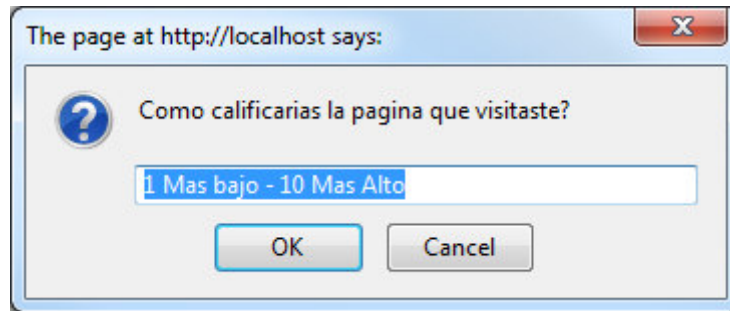


Figura 3.3 Evaluador de páginas visitadas.

El usuario capturaba la calificación y presionaba OK haciendo que el sistema guardara esta información en la base de datos. En el caso en que el usuario presione "Cancel" significa que no ha terminado de ver la página y permanece en ella. El sistema registraba los links visitados de cada temática así como también las calificaciones otorgadas a los links.

Una vez que el usuario accedía a la opción de pasar al siguiente rastreo el sistema desplegaba la opción para evaluar la página visitada con el objetivo de no perder ninguna calificación de los lugares visitados. El sistema desplegaba en el recuadro de temática, el nuevo objetivo de rastreo de información. Una vez terminado los objetivos planeados a rastrear el sistema desplegaba un mensaje de agradecimiento (Ver figura 3.4).

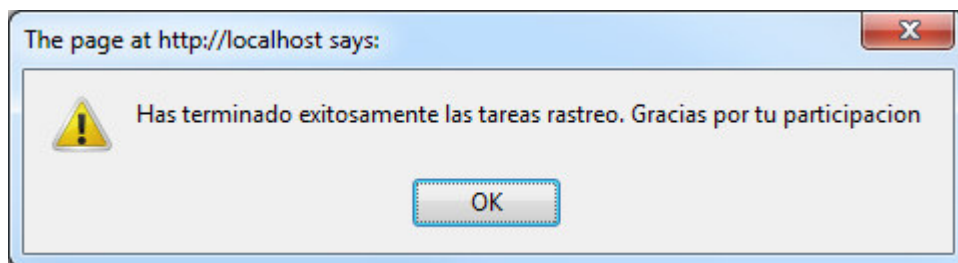


Figura 3.4 Mensaje de terminación.

El sistema guardaba los datos de los usuarios de tal forma que estos pudieran ser analizados por el instrumento de redes semánticas naturales denominado SemNet.



Hay que hacer notar que solamente se usó el contenido conceptual y la ponderación semántica del rastreo de información para la construcción de las redes semánticas. En la presentación de la página fue de relevancia presentar el recuadro de las ligas conceptuales al azar para cada usuario con el objetivo de evitar efectos de acarreo semántico. Ha este respecto se calibró el instrumento para ver que efectivamente el orden conceptual no afectaba el rastreo por sí mismo. Esto se hizo así porque se había observado en el proceso de calibración que el orden en el que se presentaban las ligas conceptuales dentro de la pantalla, afectaba sistemáticamente el rastreo de información. De esta forma al presentarlos al azar y dado que la técnica de análisis de redes semánticas es grupal cualquier efecto de acarreo es eliminado.

Las temáticas utilizadas por los participantes para el rastreo de información sobre el tema de ecología fueron: CIUDAD, CONTAMINACIÓN, ECOLOGÍA, MEDIO AMBIENTE, NATURALEZA, RECICLAJE, REFORESTACION. Estas fueron obtenidas de jueces expertos en la materia.

### *3.3.3 Instrumento: Representación del Conocimiento en Memoria- Modelo Redes Semánticas*

Para la obtención de las redes conceptuales se desarrolló un software denominado SemNet (De la Garza, Sánchez & López, 2010) que es capaz de establecer la relevancia semántica de conceptos obtenidos a través de una técnica de redes semánticas naturales (Figuroa, González & 1981; López, 2002). En esta técnica se le pide bajo ciertos controles a los participantes generar conceptos definidores (“animales”, “árboles”, etc.) que mejor definan un concepto objetivo (por ejemplo NATURALEZA). SemNet permite obtener valores tradicionales de riqueza conceptual usados para definir un concepto objetivo (valor J), densidad semántica entre conceptos (valor G), relevancia semántica de un concepto definidor (Valor M) y la elección de los 10 definidores más importantes para cada concepto objetivo (Grupo SAM) los cuales se especifican de la siguiente forma:

1. Valor J: Es el número total de definidores. Esta es una medida de la riqueza de red asociada al concepto a definir.
2. Valor M: Es la suma de las ponderaciones asignadas para cada uno de los definidores de cada uno de los conceptos. Esta es una medida de la relevancia de cada concepto como un definidor del concepto meta.
3. Grupo SAM: Es el grupo de los 10 definidores con los valores M más altos para cada concepto a definir. Este es el grupo de los 10 definidores que mejor construyen el significado del concepto meta en una red.
4. Valor G: Es la diferencia entre el menor y el mayor valor M en el grupo SAM dividido entre 10 (que es la cantidad de definidores en el grupo). Esta es la medida de la cercanía de los 10 valores M en cada grupo SAM. Valores G pequeños indican gran densidad semántica en los grupos y valores G altos indican poca densidad semántica (mucha distancia entre conceptos) en el grupo de definidores.
5. Valor FMG: El porcentaje de ponderación correspondiente al valor M de cada definidor en el grupo SAM, con respecto al valor más alto de M en el Grupo. Para calcular el valor FMG de cada definidor en cada grupo SAM. El definidor que tiene el valor M más alto, siempre corresponderá al 100%, de tal manera que  $FMG_1 = 100$ . El valor  $FMG_2$ , será para el segundo definidor con el mayor M más alto y se calculará de la siguiente forma:  $FMG_2 = M_2 * 100/M_1$ , para calcular el tercer valor se hará  $FMG_3 = M_3 * 100/M_1$  y así sucesivamente. Nótese que el valor FMG nos permite luego computar una distancia estandarizada entre el definidor con valor M más alto con respecto a los otros. El valor G es el factor de estandarización de la diferencia.

Como ejemplo de este sistema obsérvese una pantalla SemNet en la figura 3.5 como organización hipotética de un ecoesquema.

SemNet - Grupos SAM, Grupo 1A

CIUDAD			CONTAMINACIÓN			DEFORESTACIÓN			ECOLOGÍA			MEDIO-AMBIENTE		
FE	Definidor	FI	FE	Definidor	FI	FE	Definidor	FI	FE	Definidor	FI	FE	Definidor	FI
3	CONTAMINACION	43	2	BASURA	23	3	ARBOLES	26	1	CIENCIA	17	3	ANIMALES	24
1	GENTE	33	2	SUCIA	19	2	MALA	23	3	ANIMALES	20	2	ECOSISTEMA	14
2	AUTOS	25	2	MALA	19	1	ITALA	17	2	CUIDAR	18	3	PLANTAS	17
1	EDIFICIOS	23	2	SMOG	14	1	BOSQUES	11	2	ECOSISTEMA	14	2	NATURALEZA	13
2	RUIDO	23	1	DANINA	12	3	CONTAMINACION	10	1	ESTUDIO	14	2	CUIDAR	12
1	CASA	16	2	AUTOS	13	2	MUERTE	9	2	AMBIENTE	13	2	VIDA	10
1	GRANDE	18	1	ENFERMEDAD	11	1	DESTRUCCION	7	3	ARBOLES	10	3	CONTAMINACION	10
1	TRAFICO	11	2	MUERTE	10	1	MADERA	8	3	PLANTAS	10	2	LIMPIO	9
2	SUCIA	11	2	RUIDO	11	1	CORTAR	7	2	NATURALEZA	9	1	ECOLOGIA	7
2	SMOG	7	1	FABRICAS	7	1	EXTINCION	7	1	IMPORTANTE	8	1	HABITAT	7
J = 175 G = 29.7			J = 170 G = 15.9			J = 168 G = 16.7			J = 143 G = 8.8			J = 156 G = 10.3		

NATURALEZA			RECICLAJE											
FE	Definidor	FI	FE	Definidor	FI	FE	Definidor	FI	FE	Definidor	FI	FE	Definidor	FI
3	ANIMALES	34	1	REUTILIZAR	23									
3	PLANTAS	28	1	BUENO	24									
2	VIDA	19	2	LIMPIO	18									
1	VERDE	19	1	PAPEL	17									
1	BONITA	13	1	PLASTICO	13									
1	FLORA	9	2	BASURA	12									
1	FAUNA	9	1	SUSTENTABLE	9									
2	AMBIENTE	9	1	AYUDAR	8									
1	AGUA	9	1	LATAS	7									
3	ARBOLES	8	1	CONSERVACION	7									
J = 177 G = 20.6			J = 146 G = 16											

Total Conceptos	7	Def. x Concep.	401	Conceptos Diferentes	49
Total Alumnos	57.0	Def. x Alum.	49.3	Conceptos Comunes	17(38)
Total Definidores	2,808	Def. x Alum.x Concep	7.0	Conceptos Libres	32

H-S 1 H-S 2 **Cómpara** Predictor  
 DetallesSam **Esquemata** NetScan

Figura 3.5. Pantalla SemNet para la técnica de redes semánticas naturales sobre el tema de ecología. (Sánchez, 2010)

Los estímulos objetivos a definir por los participantes fueron: CIUDAD, CONTAMINACIÓN, ECOLOGÍA, MEDIO AMBIENTE, NATURALEZA, RECICLAJE, REFORESTACION. Estos fueron obtenidos de jueces expertos en la materia.

### 3.3.4 Simulaciones computacionales del eco-esquema.

En este estudio se usaron las definiciones conceptuales de los participantes para implementar un análisis de simulación de la eco-representación desde la perspectiva de dos modelos de memoria humana.

En particular, SemNet permite usar los grupos SAM obtenidos de los participantes a través de la técnica de redes semánticas antes mencionada para

implementar un modelo conexionista de memoria llamado SASO (López & Theios, 1992). El modelo calcula la probabilidad de co-ocurrencia entre dos conceptos “X” y “Y” a través de los grupos de definiciones conceptuales SAM considerando en la fórmula de la figura 3.6.

$$W_{ij} = -\ln \{ [p(X=0 + Y=1) p(X=1 + Y=0)] * [p(X=1 + Y=1) p(X=0 + Y=0)]^{-1} \}$$

Figura 3.6 Ecuación del modelo conexionista para el cálculo de cada peso de asociación entre dos conceptos.

Se obtiene una matriz simétrica de pesos de asociación entre los diferentes conceptos, lo que permite patrones de activación conceptual del eco esquema de acuerdo a un modelo conexionista de “cerebro en caja” que converge a soluciones usando un algoritmo Boltzman (Rumelhart, Smolensky, McClelland & Hinton, 1986).

La matriz de pesos de asociación entre conceptos dada la co-ocurrencia conceptual, permitió determinar la proximidad semántica entre conceptos usando un algoritmo denominado análisis Pathfinder (Schvaneveldt, 1990). Pathfinder converge a una solución de mínimo de conexiones semánticas entre dos conceptos (proximidad semántica). Usando una aproximación Minkowski se puede conceptualizar la ecuación de la figura 3.7.

$$L(P) = \left( \sum_{i=1}^n l_i^r \right)^{\frac{1}{r}}, 1 \leq r \leq \infty$$

Figura 3. 7 Ecuación de la distancia Euclidiana de una serie de conceptos.

Donde  $l_i$  es el peso asociado con la liga  $i$  en un camino. El conjunto de todos los pesos en un camino con  $n$  ligas estaría dado por  $l_i=1,2,\dots,n$ . Conforme el valor de  $r$  varía sobre un rango permitido el número de ligas en la red resultante varía sistemáticamente. La figura 3.8 muestra una organización conceptual basada en el algoritmo pathfinder.

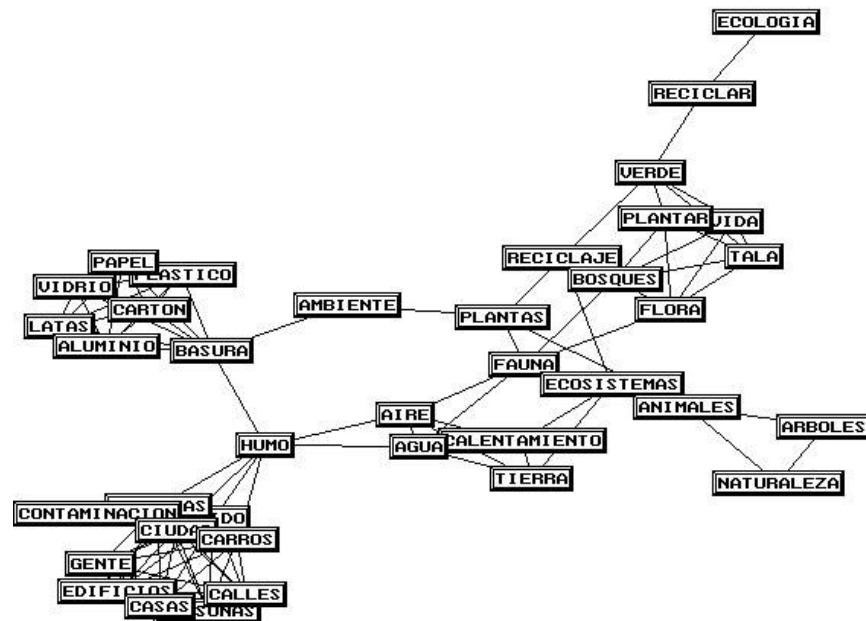


Figura 3. 8 Organización conceptual de proximidad semántica a través de la técnica de rutas cortas pathfinder (Schvaneveldt, 1990).

De esta forma, usando un sistema software denominado KNOT es posible realizar representaciones gráficas de organización conceptual dada la proximidad semántica entre conceptos tal y como se muestra en la sección de resultados. Aquí cabe hacer énfasis que la misma técnica de redes semánticas usada para la obtención de las definiciones conceptuales pudo ser usada para construir definiciones conceptuales basadas en los conceptos activados en las páginas Web para así obtener grupos conceptuales SAM resultantes del rastreo de la información. Esto se describe a continuación.

Como se mencionó en la introducción, las organizaciones conceptuales pueden considerarse como estados de una máquina automática dentro del contexto de ciencias de la computación. Dicha técnica de análisis es uno de los instrumentos teóricos que también es utilizado para el análisis de los resultados. A este respecto nótese la introducción de las matemáticas dentro de los ambientes de la ciencia computacional. Esto es de relevancia cognitiva dando que se quiere establecer de forma rigurosa el aspecto funcional de una representación mental y el significado que le conlleva a rastrear información sobre una temática. Este carácter funcionalista de la mente encuentra sus orígenes desde Aristóteles hasta los modelos formales de la ciencia cognitiva actual. A este respecto se presentan sugerencias sobre las pruebas matemáticas que requiere el computo de una máquina automática describiendo los cambios de organización conceptual en rastreo de información. Es decir que la explicación que el presente estudio pretende no es de carácter estadístico sino funcional matemático.

## CAPITULO IV

### RESULTADOS

En la presente investigación se procedió a trabajar con la secuencia de rastreo grupal de la página de EcoPortal y la obtención de las redes semánticas sobre la temática de la página Web sobre los mismos sujetos. La Figura 4.1 muestra las definiciones conceptuales para los 7 conceptos considerados dentro del esquema del medio ambiente que se obtuvieron de los participantes del estudio.

CIUDAD			CONTAMINACION			ECOLOGIA			MEDIO AMBIENTE			NATURALEZA				
F	Definidor	M	F	Definidor	M	F	Definidor	M	F	Definidor	M	F	Definidor	M		
2	CARROS	325	1	HUMO	263	3	RECICLAR	151	4	NATURALEZA	186	3	AGUA	291		
1	EDIFICIOS	205	2	BASURA	241	4	AMBIENTE	150	3	AGUA	127	3	ANIMALES	279		
2	CIUDAD	195	2	CARROS	177	4	NATURALEZA	128	3	ANIMALES	112	4	ARBOLES	244		
3	CONTAMINACION	168	3	CONTAMINACION	152	3	ANIMALES	128	2	ECOSISTEMAS	106	2	PLANTAS	179		
1	CALLES	160	2	FABRICAS	113	2	PLANTAS	117	3	CONTAMINACION	105	2	FLORA	140		
1	CASAS	148	3	AGUA	112	4	ARBOLES	113	4	ARBOLES	103	3	AIRE	112		
1	PERSONAS	139	2	CIUDAD	78	2	ECOSISTEMAS	81	3	AIRE	102	4	AMBIENTE	104		
1	GENTE	138	3	AIRE	71	2	VERDE	77	1	TIERRA	81	1	FAUNA	102		
2	FABRICAS	121	2	RUIDO	61	4	ECOLOGIA	77	1	CALENTAMIENTO	73	2	BOSQUES	99		
2	RUIDO	62	4	AMBIENTE	58	1	RECICLAJE	62	4	ECOLOGIA	57	4	NATURALEZA	94		
J = 93 G = 26.3			J = 83 G = 20.5			J = 77 G = 8.9			J = 74 G = 12.9			J = 71 G = 19.7				
RECICLAJE			REFORESTACION													
F	Definidor	M	F	Definidor	M	F	Definidor	M	F	Definidor	M	F	Definidor	M		
1	PAPEL	220	4	ARBOLES	333											
2	BASURA	171	2	BOSQUES	167											
1	PLASTICO	152	1	TALA	109											
1	ALUMINIO	145	3	RECICLAR	89											
3	RECICLAR	133	1	VIDA	84											
1	LATAS	95	4	NATURALEZA	80											
1	CARTON	70	2	FLORA	74											
1	VIDRIO	69	2	VERDE	73											
4	AMBIENTE	65	1	PLANTAR	73											
4	ECOLOGIA	48	4	ECOLOGIA	67											
J = 77 G = 17.2			J = 73 G = 26.6													
Total Conceptos		7	Def. x Concep.		284	Conceptos Diferentes		38	H-S 1		H-S 2		Compara		Predictor	
Total Alumnos		40.0	Def. x Alum.		49.8	Conceptos Comunes		19(51)	Detalles Sam		Esquemata		NetScan			
Total Definidores		1,990	Def. x Alum.x Concep		7.1	Conceptos Libres		19								

Figura 4. 1 Pantalla semnet con los resultados del estudio de redes.

Se describe las organizaciones conceptuales de los participantes del estudio para los 7 conceptos del esquema de medio ambiente. Nótese que los conceptos que provee mayor conectividad están relacionados a naturaleza (árboles, animales y agua) o aspectos de contaminación (basura, contaminación, aire). De las organizaciones

conceptuales de los participantes se puede afirmar que poseen una organización conceptual básicamente orientada hacia el concepto de la naturaleza y aspectos de contaminación de la misma.

Esto contrasta con otros estudios en los que se asume que existe mayor relación al medio ambiente (biólogos) en donde las definiciones conceptuales manejan perfiles académicos de ecología (sustentabilidad, energía renovable, etc.). Sin embargo, queda claro que los participantes tienen al menos un conocimiento base organizado y que permite una significación del tema dado que poseen suficiente conectividad entre los grupos SAM. Ninguno de estos grupos quedo excluido de la conectividad de la red. Todas las definiciones conceptuales presentaron riqueza conceptual (valores J mayores que 100) y es interesante el hecho que el grupo SAM de mayor densidad semántica (valor G) se relaciona a ciudad mientras que el de menor densidad semántica se relaciona a medio ambiente. Esto último en cierta forma tipifica el tipo de muestra que se consideró en esta investigación.

El orden de conectividad para los grupos SAMs de redes semánticas fue el siguiente Animales(4), Árboles(4), Agua(4), Contaminación (3), Plantas(3), Basura(3), Aire(3), Tierra (3), Verde(3), Carros(2), Ruido(2), Ecosistema(2), Naturaleza(2), Vida(2) y todo los demás solo estuvieron presente en su propio grupo SAM. La Figura 4.2 muestra la conectividad resultante de estos definidores comunes dentro de los grupos SAMs.



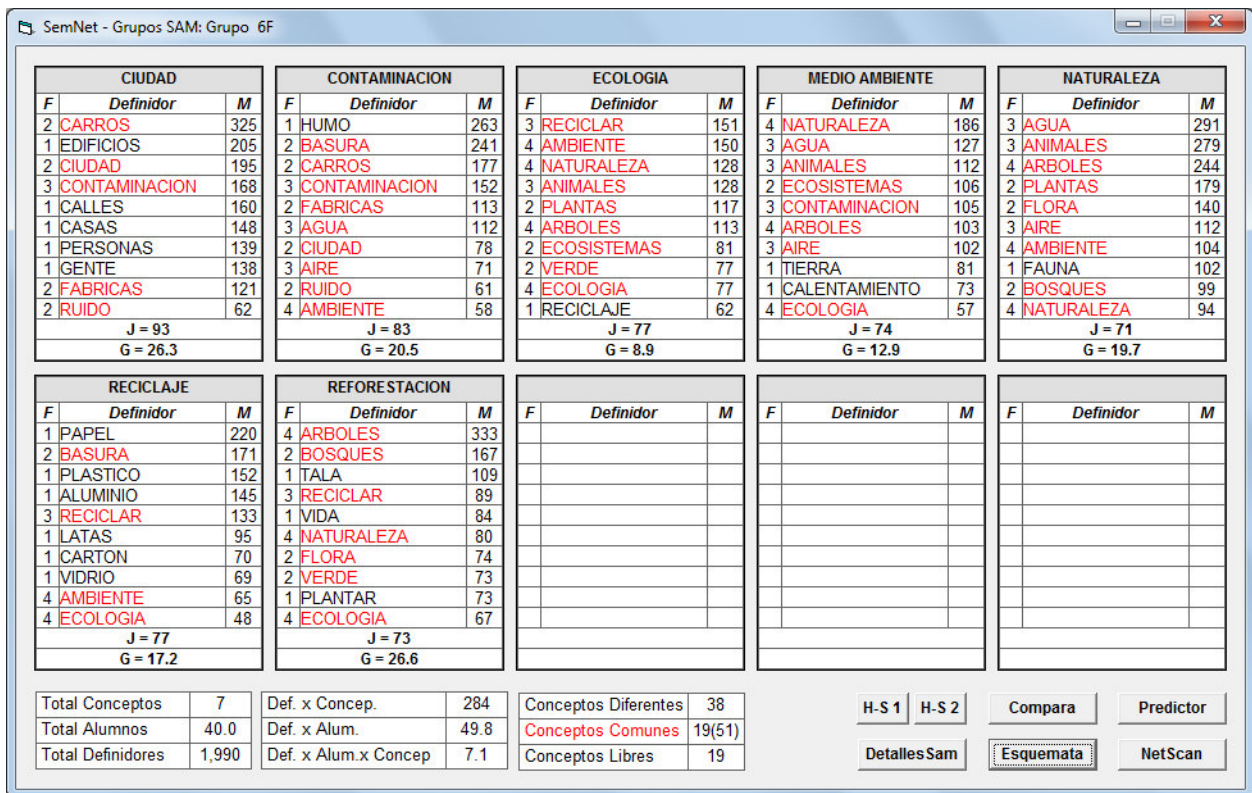


Figura 4. 2 Conectividad entre grupos de definiciones conceptuales para el esquema del medio ambiente en el usuario.

Por otra parte se obtuvieron las definiciones conceptuales para el rastreo de información proveniente de los usuarios. Recuérdese que en este paso las definiciones fueron capturadas de los conceptos visitados a través de las diferentes opciones que presentaba la página Web. El resultado de redes semánticas naturales a este rastreo se muestra en la Figura 4.3.

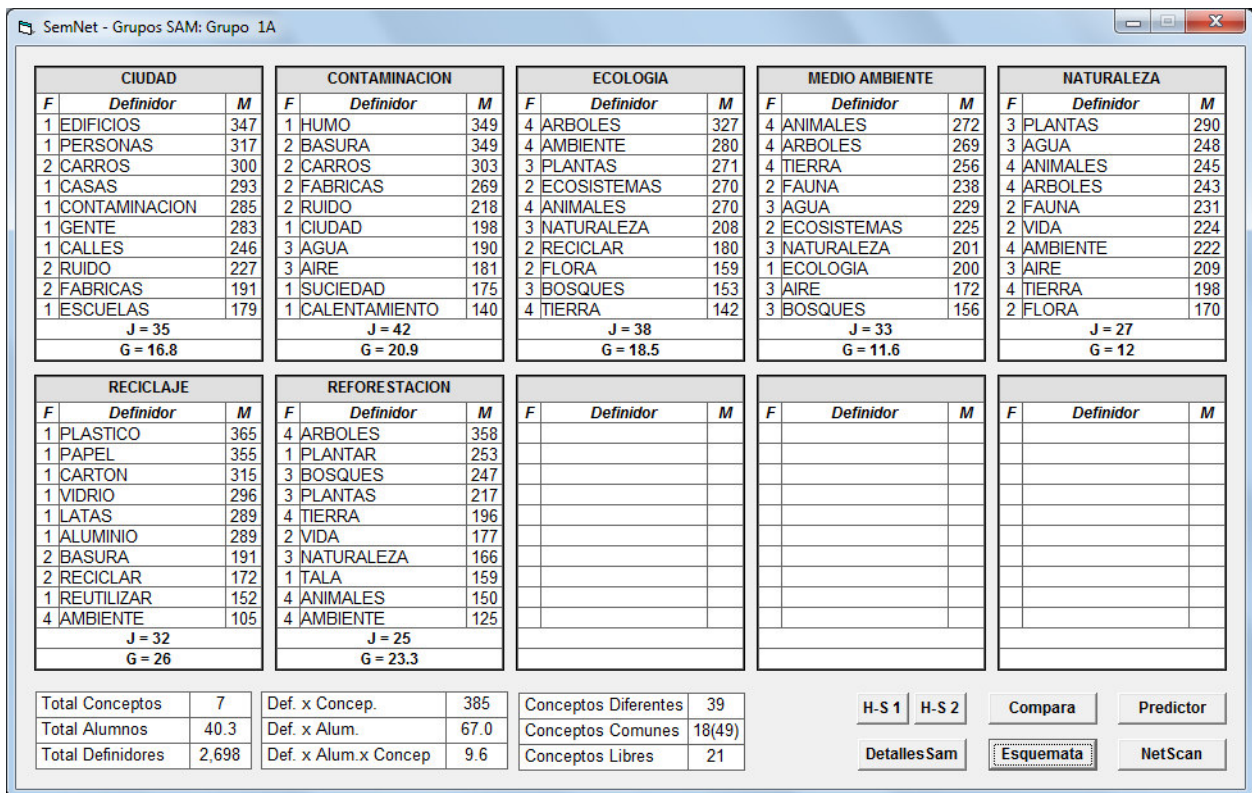


Figura 4. 3 Representación semántica se ilustran las definiciones conceptuales para la red semántica usada en el rastreo de la información.

Los definidores comunes más relevantes para las definiciones conceptuales de rastreo fueron: Árboles (4), Ambiente (4), Animales (4), Tierra (4), Agua (3), Aire, Bosques (3), Plantas (3), Naturaleza (3). Dichos definidores comunes permitieron una conectividad alta entre grupos SAM para el rastreo de información tal como se ilustra en la Figura 4.4.

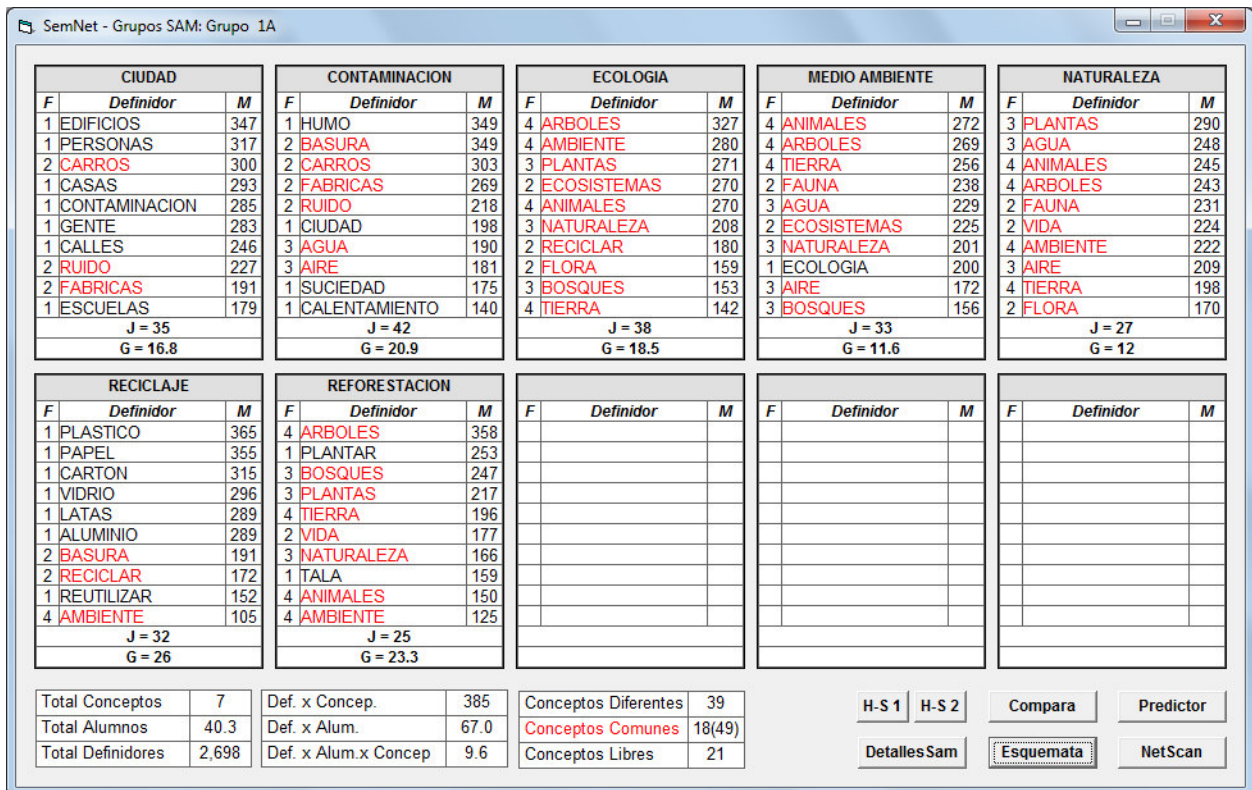


Figura 4.4. Se ilustra la conectividad resultante para los grupos SAMs de la red semántica usada para el rastreo de información.

Puede notarse de ambas definiciones conceptuales que los contenidos en ambos grupos de definición conceptual son muy similares. Por ejemplo más del 90% de los contenidos conceptuales son los mismos. También los conceptos comunes a ambas definiciones conceptuales son muy similares por lo que se puede sugerir que tienen una misma organización conceptual. Sin embargo, cuando se realizan las simulaciones computacionales pathfinder y esquema conexionista se puede observar que existen diferencias importantes a ambas organizaciones conceptuales. Por ejemplo cuando se procesa el análisis pathfinder para el caso de la red conceptual de los usuarios se obtiene una organización de proximidad semántica como la que se muestra en la Figura 4.5.

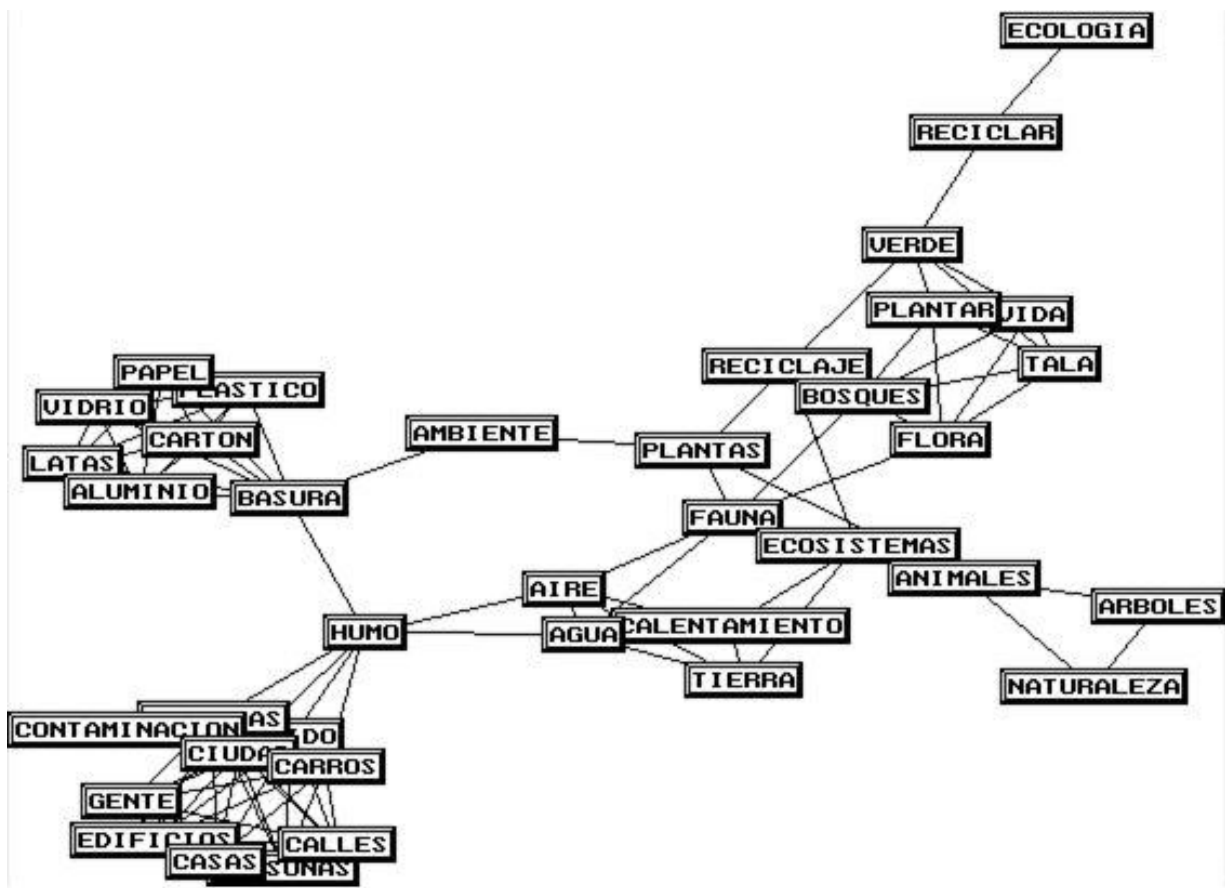


Figura 4.5 Análisis de proximidad semántica para la organización conceptual del usuario.

Por otra parte cuando el mismo análisis se realiza para la organización conceptual que emerge durante el rastreo en información se obtiene una organización conceptual de organización de proximidad semántica como la que se presenta en la Figura 4.6.

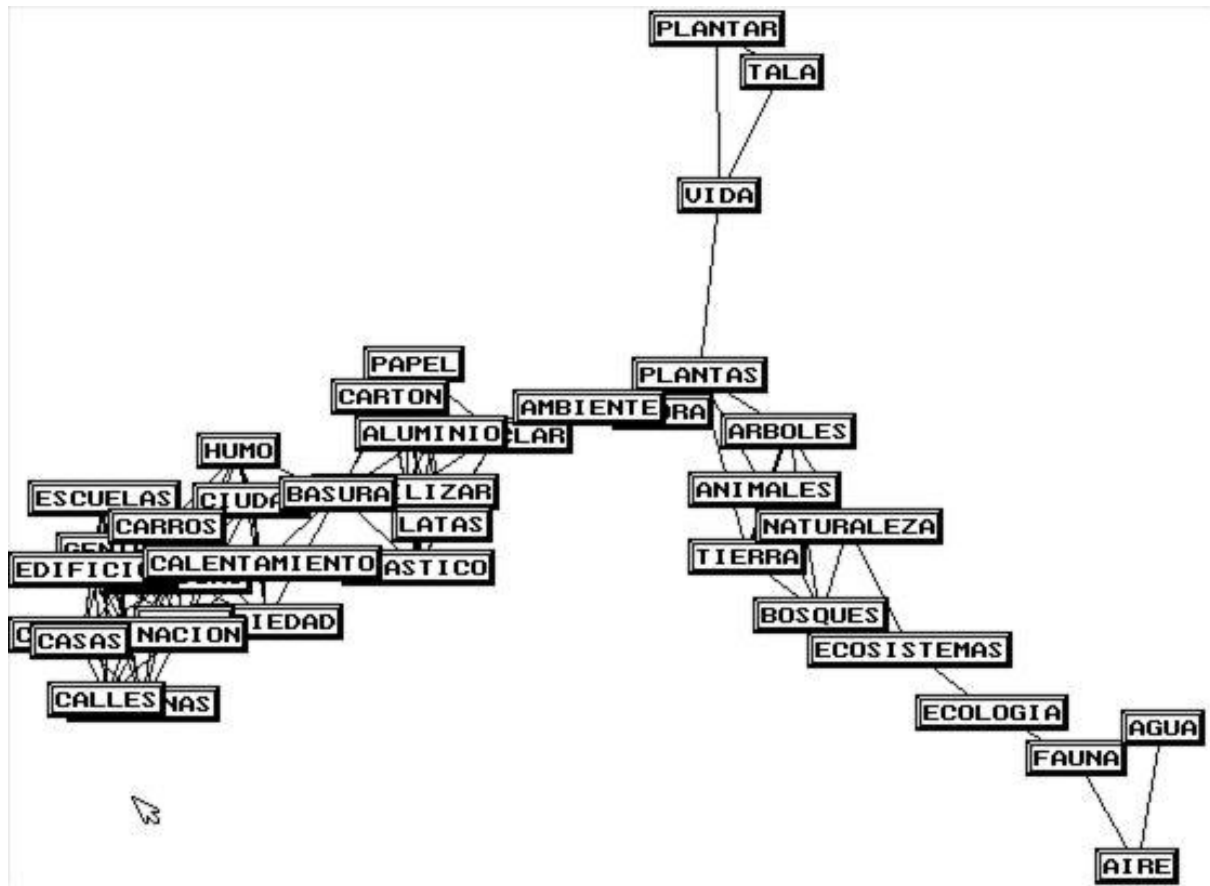


Figura 4.6 Organización conceptual de proximidad semántica de la red que emerge durante el rastreo de información por parte de los usuarios.

Se puede observar de ambas figuras de la proximidad semántica que existen diferencias relevantes en términos de un significado previo a la búsqueda de información. Esto es, la representación que emerge durante el rastreo de información es homomórfica a la red semántica del usuario. Sugiriendo que aunque ambas redes tienen contenido y conectividad similares, ambas son funcionalmente equivalentes por contenido, pero diferentes en términos de proximidad semántica.

Además cuando se usan los índices de similaridad (Schvanevaldt, 1990) entre redes de proximidad a través de un análisis pathfinder con el software denominado Knot, se obtiene un índice de similaridad muy bajo.

Nótese que la cuarta columna de la tabla indica un valor entre cero y uno donde cero significa poca similaridad y uno indica similaridad total en términos de proximidad semántica. En el presente caso el valor fue de 0.189 indicando baja similaridad.

A continuación se describen los índices de similaridad para el sujeto 1 y 2. En el caso del primero, nótese en la Tabla 4.1 que sus índices de similaridad (Sim) son muy bajos.

Tabla 4.1 Índices de similaridad del análisis KNOT para la red semántica y el rastreo de información.

Similaridades de pfnets:													
fl1	fl2	ln1	ln2	Cmn	E[C]	O-EC	Sim	E[S]	O-ES	PtPrb	TIPrb	Info	
2	1	83	118	32	13.930	18.070	0.189	0.075	0.115	0.000	0.000	21.810	

Las dos primeras columnas a la izquierda (fl1 y fl2) señalan las redes que se compararon; las otras dos columnas (ln1 y ln2), el número de relaciones entre los conceptos que se compararon; y la quinta, la comunalidad (Cmn) considerada en las redes comparadas. Es de interés particular la sexta columna donde se encuentra el índice de similaridad entre las comparaciones. En el texto se describen algunos otros índices.

Por su parte el modelamiento cognitivo del rastreo de información utilizando la teoría de autómatas permitió hacer un análisis funcional de las transiciones de las redes y el rastreo información. Tomando en cuenta que para la construcción del autómata finito se necesita un conjunto finito de estados, un alfabeto, un estado inicial, una función de transición y estados de aceptación. Se especifican los siguientes estados conceptuales del alfabeto del autómata bajo estudio en la Tabla 4.2, de tal forma que:

Tabla 4. 2 Conjunto de estados

---

Q = {q0, ..., q43}

Σ = {Ciudad, Contaminación, Ecología, Medio Ambiente, Naturaleza, Reciclaje, Reforestación}

---

q0 Inicio	q11 Carros	q22 Flora	q33 Reciclaje
q1 Agua	q12 Cartón	q23 Gente	q34 Reciclar
q2 Aire	q13 Casas	q24 Humo	q35 Reutilizar
q3 Aluminio	q14 Ciudad	q25 Latas	q36 Reforestación
q4 Ambiente	q15 Contaminación	q26 Medioambiente	q37 Ruido
q5 Animales	q16 Ecología	q27 Naturaleza	q38 Suciedad
q6 Arboles	q17 Ecosistemas	q28 Papel	q39 Tala
q7 Basura	q18 Edificios	q29 Personas	q40 Tierra
q8 Bosque	q19 Escuelas	q30 Plantar	q41 Verde
q9 Calentamiento	q20 Fabricas	q31 Plantas	q42 Vida
q10 Calles	q21 Fauna	q32 Plástico	q43 Vidrio

---

La tabla de los estados de transición para las organizaciones conceptuales de los participantes antes de iniciar el rastreo de información se presenta en la tabla. 4.3.

Tabla 4. 3 Estados de transición según la organización conceptual del usuario

	Ciudad	Contaminación	Ecología	Medio Amb.	Naturaleza	Reciclaje	Reforestación
q0	→ q11	→ q24	→ q34	→ q27	→ q1	→ q28	→ q0
q1		q14			q5		
q2		q37			q4		
q3						q34	
q4			q27		q21	q16	
q5				q31	q6		

q6					q31		q8
q7		q11				q32	
q8					q27		q39
q9							
q10	q13						
q11	q18	q15					
q12						q43	
q13	q29						
q14	q15	q2					
q15	q10	q20					
q16				q33			
q17				q41			
q18	q14						
q19							
q20	q37	q1					
q21					q8		
q22					q2		q41
q23	q20						
q24		q7					
q25						q12	
q26							
q27			q5				q22
q28						q7	
q29	q23						
q30							q16
q31				q6	q22		
q32						q3	
q33							
q34			q4			q25	q42
q35							
q36							
q37		q4					
q38							
q39							q34
q40							
q41				q16			q30
q42							q27
q43						q4	



De la tabla 4.3 se desprende el diagrama de transición de la red del usuario que se ilustra en la Figura 4.7.

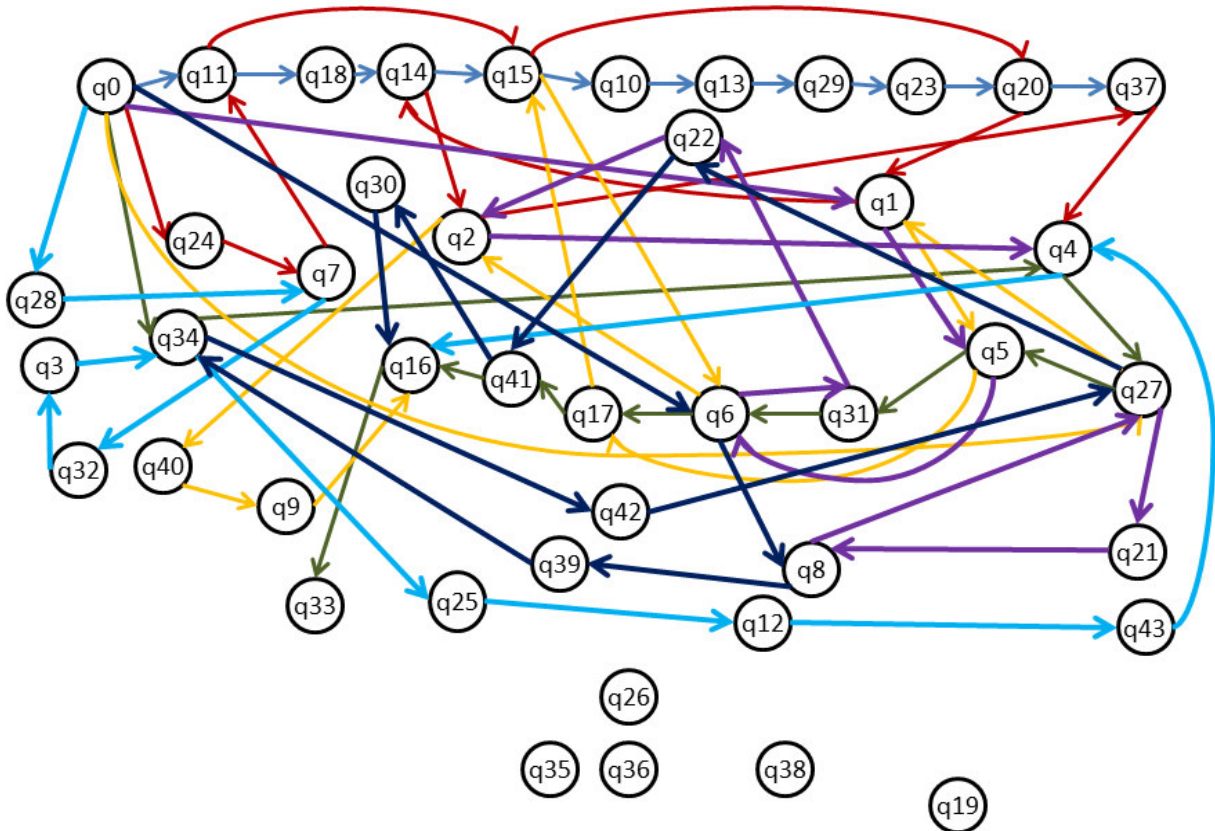









Figura 4. 7 Diagrama de transición conceptual del usuario al inicio de la tarea de rastreo de la información.

Los estados de transición obtenidos del rastreo de la información para las organizaciones conceptuales de los participantes se muestran en la Tabla 4.4.

Tabla 4.4 Estados de transición según la organización conceptual obtenida por el usuario durante el rastreo de información.

	Ciudad 	Contaminación 	Ecología 	Medio Amb. 	Naturaleza 	Reciclaje 	Reforestación 
	Ciudad	Contaminación	Ecología	Medio Amb.	Naturaleza	Reciclaje	Reforestación
q0	q18	q24	q6	q5	q31	q32	q6
q1		q2		q17	q5		
q2		q38		q8	q40		
q3							
q4			q31		q2		
q5			q27	q6	q6		q4
q6			q4	q40	q21		q30
q7		q11				q34	
q8			q40				q31
q9							
q10	q37						
q11	q13	q20					
q12						q43	
q13	q15						
q14		q1					
q15							
q16				q2			
q17			q5	q27			
q18	q29						
q19							
q20	q19	q37					
q21				q1	q42		
q22							
q23	q10						
q24		q7					
q25							
q26						q3	
q27			q34	q16			q39
q28						q12	
q29	q11						
q30							q8
q31			q17		q1		q40
q32						q28	
q33							

q34			q22			q35	
q35						4	
q36							
q37	q20	q14					
q38		q9					
q39							q5
q40				q21	q22		q42
q41							
q42					q4		q27
q43						q25	

De la tabla 4.4 se desprende el diagrama de transición de la red del usuario que se ilustra en la Figura 4.8.

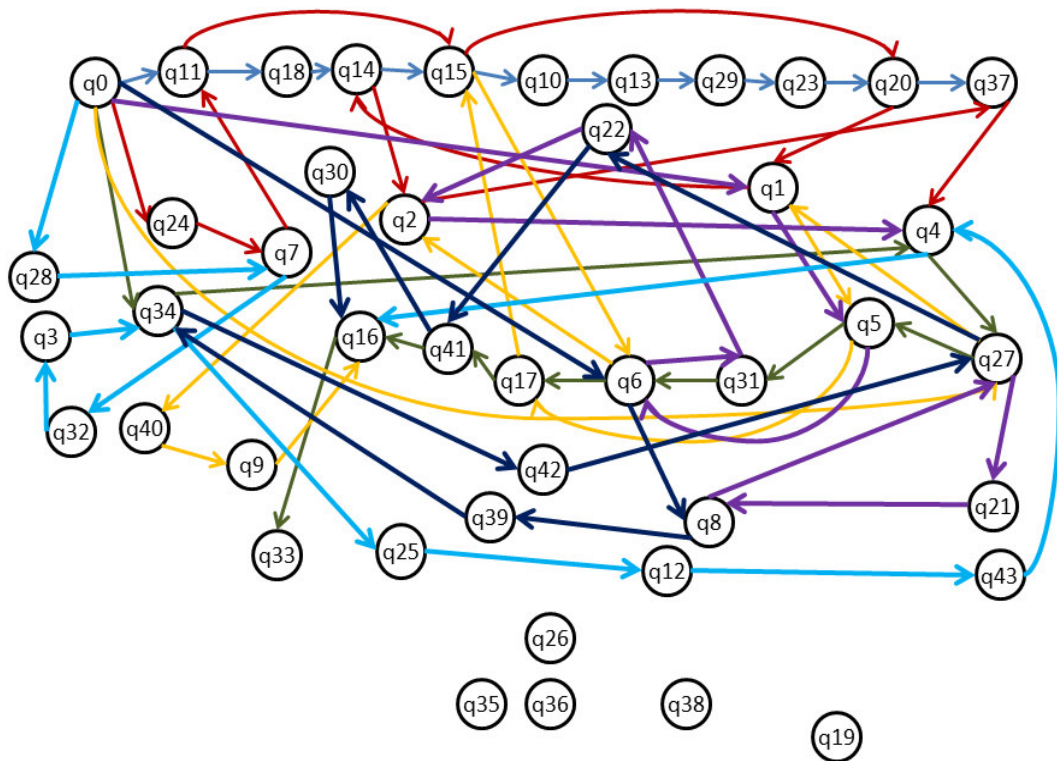


Figura 4.8 Diagrama de transición conceptual del usuario obtenido de la red creada por la tarea de rastreo de la información.

Ahora bien tratando de determinar si la conmutabilidad señalada en la ecuación 2.4 del marco teórico es posible tal como se expresa en la ecuación de la figura 4.9.

$$R[T(S(t), O(t))] = T[R(S(t), O(t))]$$

Figura 4.9 Ecuación de transición.

Se procedió a un contraste entre los estados de aceptación de Red inicial del usuario vs red obtenida del rastreo de información. Dichos contrastes para algunos de los conceptos centrales a ambas redes se presentan en la Tabla 4.5.

Tabla 4. 5 Contrastes de estados de aceptación.

Ciudad (Cd)	<p>Redes = {q11, q18, q14, q15, q10, q13, q29, q23, q20, q37}</p> <p>Rastreo = {q18, q29, q11, q13, q15, q23, q10, q37, q20, q19}</p> <p>Redes <math>\wedge</math> Rastreo = {q11, q18, q15, q10, q13, q29, q23, q20, q37}</p> <p>Redes <math>\vee</math> Rastreo = {q11, q18, q14, q15, q10, q13, q29, q23, q20, q37, q19}</p>
Contaminación	<p>Redes = {q24, q7, q11, q15, q20, q1, q14, q2, q37, q4}</p> <p>Rastreo = {q24, q7, q11, q20, q37, q14, q1, q2, q38, q9}</p> <p>Redes <math>\wedge</math> Rastreo = {q1, q2, q7, q11, q14, q20, q24, q37}</p> <p>Redes <math>\vee</math> Rastreo = {q24, q7, q11, q15, q20, q1, q14, q2, q37, q4, q9, q15, q38}</p>
Ecología	<p>Redes = {q34, q4, q27, q5, q31, q6, q17, q41, q16, q33}</p> <p>Rastreo = {q6, q4, q31, q17, q5, q37, q34, q22, q8, q40}</p> <p>Redes <math>\wedge</math> Rastreo = {q4, q5, q6, q17, q31, q34}</p>

	Redes V Rastreo = {q4, q5, q6, q8, q16, q17, q22, q27, q31, q33, q34, q37, q40, q41}
Medio Ambiente	Redes = {q27, q1, q5, q17, q15, q6, q2, q40, q9, q16} Rastreo = {q5, q6, q40, q21, q1, q17, q27, q16, q2, q8} Redes $\wedge$ Rastreo = {q1, q2, q5, q6, q16, q17, q27, q40} Redes V Rastreo = {q1, q2, q5, q6, q8, q9, q15, q16, q17, q21, q27, q40}
Naturaleza	Redes = {q1, q5, q6, q31, q22, q2, q4, q21, q8, q27} Rastreo = {q31, q1, q5, q6, q21, q42, q4, q2, q40, q22} Redes $\wedge$ Rastreo = {q1, q2, q4, q5, q6, q21, q22, q31} Redes V Rastreo = {q1, q2, q4, q5, q6, q8, q21, q22, q27, q31, q40, q42}
Reciclaje	Redes = {q28, q7, q32, q3, q34, q25, q12, q43, q4, q16} Rastreo = {q32, q28, q12, q43, q25, q3, q7, q34, q35, q4} Redes $\wedge$ Rastreo = {q3, q4, q7, q12, q25, q28, q32, q34, q43} Redes V Rastreo = {q3, q4, q7, q12, q16, q25, q28, q32, q34, q35, q43}
Reforestación	Redes = {q6, q8, q39, q34, q42, q27, q22, q41, q30, q16} Rastreo = {q6, q30, q8, q31, q40, q42, q27, q39, q5, q4} Redes $\wedge$ Rastreo = {q6, q8, q27, q30, q39, q42} Redes V Rastreo = {q4, q5, q6, q8, q16, q22, q27, q30, q31, q34, q39, q40, q41, q42}

Se puede observar de los contrastes de la Tabla 4.5, que si bien es cierto que ambos tipos de redes divergen en cuanto a varios estados de aceptación también se interceptan en una gran cantidad de estados permisibles de transición dejando entrever que la conmutabilidad señalada en la ecuación de la figura 4.9 no es cumplida, pero que en ciertos procesos de rastreo comparte estados conceptuales idénticos.

El hecho de que las representaciones de ambas redes resulten de naturaleza homomórfica simplemente señala que mantienen organizaciones conceptuales

diferentes, pero el que el mismo o casi el mismo contenido conceptual se mantenga, señala a un significado semántico casi equivalente, lo que implica que en ambas circunstancias de organización conceptual, el significado del tema es de relevancia al rastreo de la información. Se desglosa a continuación, cómo es que esto tiene implicaciones dentro de la literatura académica y dentro de la investigación planteada.

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES**

A continuación se desglosa una serie de argumentos, que se constituyen como interpretación de los datos, que permiten dar respuesta a la pregunta de investigación, y a su vez establecer el porcentaje alcanzado de los objetivos planteados al inicio del presente proyecto de tesis. En general se tratará de dar interpretación a los resultados obtenidos como una contribución nueva al área de rastreo de información en términos de dicha pregunta y objetivos.

Con respecto al primer interés de la presente investigación donde se pregunta si organización conceptual del usuario parece determinar la forma de rastreo de información en un sitio Web con el contenido temático de ecología, se pueden derivar de los resultados dos observaciones de relevancia.

Primero, se observa de los grupos SAMs, tanto de rastreo de información como de la red semántica de los usuarios, que los definidores comunes más relevantes fueron prácticamente iguales. Tómese como ejemplo los conceptos ANIMALES, ÁRBOLES y AGUA los cuales fueron los conceptos más comunes para ambas representaciones conceptuales. Esto permite una primera posible interpretación de los datos sugiriendo que durante el rastreo de información el significado que un usuario posee sobre el tema de ecología al inicio de su rastreo genera durante su búsqueda redes conceptuales idénticas a las que subyacen a su significado.

Sin embargo, es claro que las organizaciones conceptuales que se obtienen por los análisis Pathfinder para ambos tipos de organización conceptual (rastreo y redes del usuario) señalan que la proximidad semántica entre los contenidos conceptuales para ambos tipos de red es significativamente diferente, lo cual alerta sobre no tomar como completamente correcta esta interpretación inicial.

A este respecto, es notable que los mismos contenidos conceptuales sean usados para ambos tipos de representación conceptual. En otras palabras parece ser que no es en si la organización conceptual la que puede guiar el rastreo de información, sino el significado que emerge del contenido conceptual de la temática. Esto sugiere a su vez que ambos tipos de representación son homomórficas pero tienen como una restricción, el cuidar el mismo contenido conceptual cuando se navega por Internet.

Puntualizando lo anterior y respondiendo a la primera pregunta de investigación, es la conectividad la que impacta al rastreo de información y no índices de organización conceptual, como lo es la densidad semántica o la riqueza de red. Esto se deriva del hecho de que los participantes lograron su objetivo de rastrear información en el Ecoportal aún y cuando las redes emergentes del rastreo y la red semántica del usuario poseen organización semántica diferente.

Con respecto a la segunda pregunta hay que señalar de forma contundente que ambas redes señalan como conceptos comunes principales, los mismos definidores conceptuales. Esto es de relevancia porque parece que para ambas redes de información esos fueron los conceptos más significativos de la temática. Esto deja entrever una respuesta afirmativa a la segunda pregunta de investigación en cuanto a conceptos centrales de relevancia semántica en la búsqueda de objetos de información.

Ahora bien nótese que uno de los objetivos principales de la presente investigación era determinar en qué grado la organización conceptual de un usuario impacta en la forma heurística de acceder información sobre una temática en un sitio Web. Desde un análisis de la teoría de autómatas y estados de transición, los datos permiten establecer diagramas de transición de posibles trayectorias dinámicas en donde la información que se tiene en un momento dado se integra para pasar a otro estado de organización conceptual en la construcción de la organización conceptual del rastreo de información. En particular se propone que es posible determinar una función de transición.



A este respecto hay que señalar que ambas organizaciones conceptuales no cumplen con funciones de conmutabilidad total tal y como se demanda por la ecuación de la figura 2.6 señalada en el marco teórico. Esto sugiere la existencia de un autómata NO determinista con dos opciones de transición, (Hopcroft, Motwani, & Ullman, 2001) con un autómata determinista para cada opción (rastreo y redes de usuario).

Con respecto a la función de transición de estado conceptual a estado conceptual  $\partial(q_0, a_1)$  varias consideraciones teóricas matemáticas están a disposición. Por ejemplo, la función de transición de estados conceptuales a otros, puede hacer uso de análisis probabilísticos más que del tipo de análisis deterministas (Eisentraut & Zhang, 2010) ya que el contexto teórico en redes semánticas que usan modelos estocásticos relacionados a teoría de autómatas, señalan la conveniencia de entender el cambio de un estado conceptual de transición a otro, desde una perspectiva de modelos probabilísticos, como es el caso de análisis de cadenas de Markov, en redes semánticas (Rodríguez, 2008). Esto es deseable en el presente caso debido a que la distancia de proximidad semántica obtenida por el análisis pathfinder para ambos tipos de redes del presente estudio fue diferente y los valores pueden ser transitorios ya que lo que parece guiar el rastreo de información es el significado.

Sobre el mismo razonamiento, considerando el hecho de que “un mismo significado” parece gestionar la dinámica de interacción entre ambas redes conceptuales (rastreo vs redes conceptuales del usuario), se propone como una mejor interpretación de los resultados que el concepto de autómata sea promovido a un concepto más dinámico como lo es el caso del concepto de “atractor” de la Psicología dinámica (Spivey, 2007; Nicolis, 1991) para cada autómata determinista visualizado en el estudio.

Esto es así porque cada autómata puede entonces ser visualizado como un atractor (estado conceptual) deformando un mismo espacio conceptual vectorial (significado único). De esta forma la función de transición de autómatas es reconceptualizada para determinar estados conceptuales tipificados por atractores que

se interceptan e interactúan. Dicha función de transición debe incluir el cambio dinámico de estados conceptuales que son particulares de cada red.

En la Tabla 4.5 de la sección de resultados, se observa que existe una gran intercepción entre ambos tipos de red. Aquí es necesario realizar una reconceptualización de lo que se considera un estado conceptual en una función de estados de transición. En particular los estados aceptables de transición pueden ser reconsiderados como estados no finitos definibles. Más bien cada estado conceptual, puede tratarse como un punto de un continuo donde el estado conceptual en si señala no solo la información que es relevante en dicha estación de transición sino el tiempo en el que ese punto conceptual es relevante durante el rastreo de información.

De acuerdo con Spivey (2007) dicha dinámica puede ser considerada como dos atractores en un espacio vectorial que dinámicamente interactúan a través de una dimensión temporal tal y como se ilustra en la Figura 5.1.

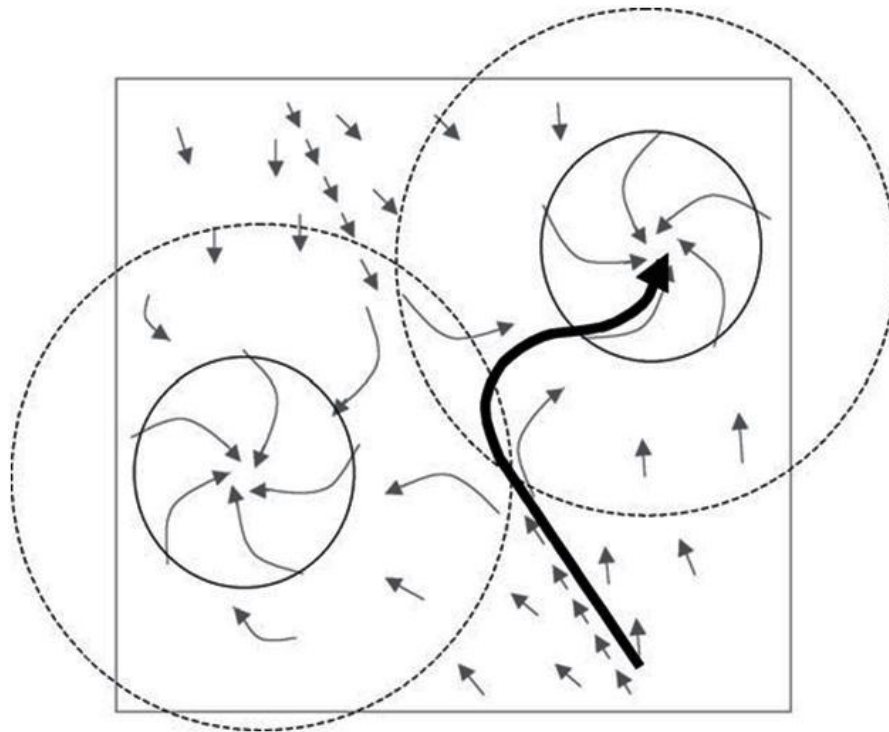


Figura 5. 1 Visualización de atractores.

En la figura 5.1 se visualización de la representación de la organización conceptual del usuario (derecha) y la representación conceptual obtenida por el rastreo de información (izquierda). La intercepción del espacio de ambos son los conceptos comunes. La forma en cómo un atractor se desplaza a través del tiempo determina el cómo se deforma el espacio vectorial del otro atractor. Esto puede ser considerado como otra función de transición dinámica como la que se muestra a continuación en la ecuación de la figura 5.2.

$$\partial X / \partial t = f (X),$$

Figura 5. 2 Ecuación dinámica de transición.

Dicha función señala que la dinámica conceptual considerada a través del tiempo, está en función de la atracción de ambos atractores en un espacio conceptual vectorial. De esta forma una organización conceptual puede ser considerada como un atractor que rige el comportamiento dinámico conceptual en el espacio conceptual vectorial (significado único) en un momento dado tal como lo señala la Figura 5.3.

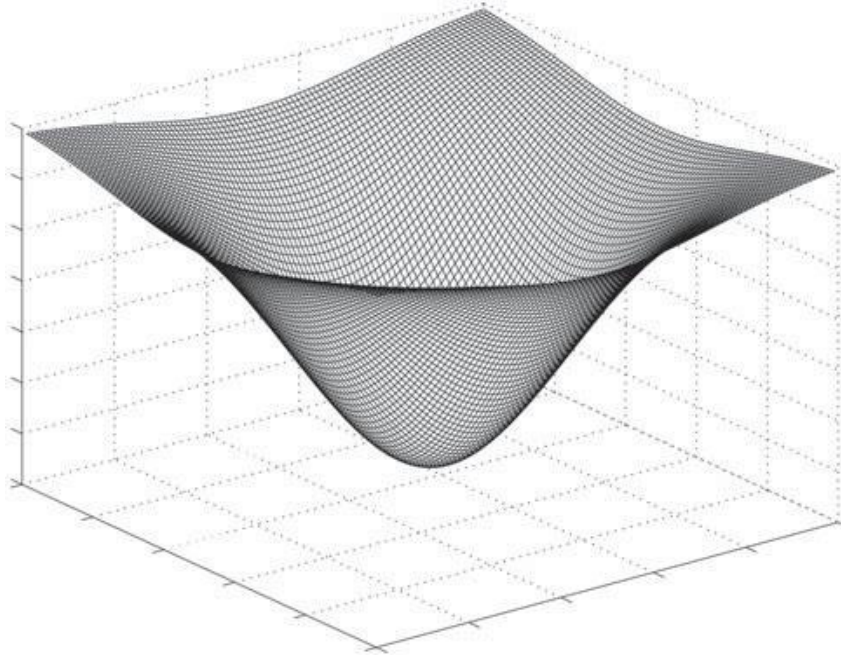


Figura 5. 3 Espacio conceptual vectorial representando una organización conceptual prototipo. La abertura representa un atractor.

Ahora bien, de acuerdo a la teoría cognitiva de representación mental (Murphy, 2001) los humanos representan eventos u objetos a través de prototipos o modelos de ejemplificación. Un modelo prototipo puede visualizarse como un centroide o atractor ilustrado en la Figura 5.2 donde el declive es la información que tipifica al prototipo de dichos eventos u objetos. Por su parte la Figura 5.4 ilustra la deformación del espacio vectorial conceptual para un modelo de instancias.

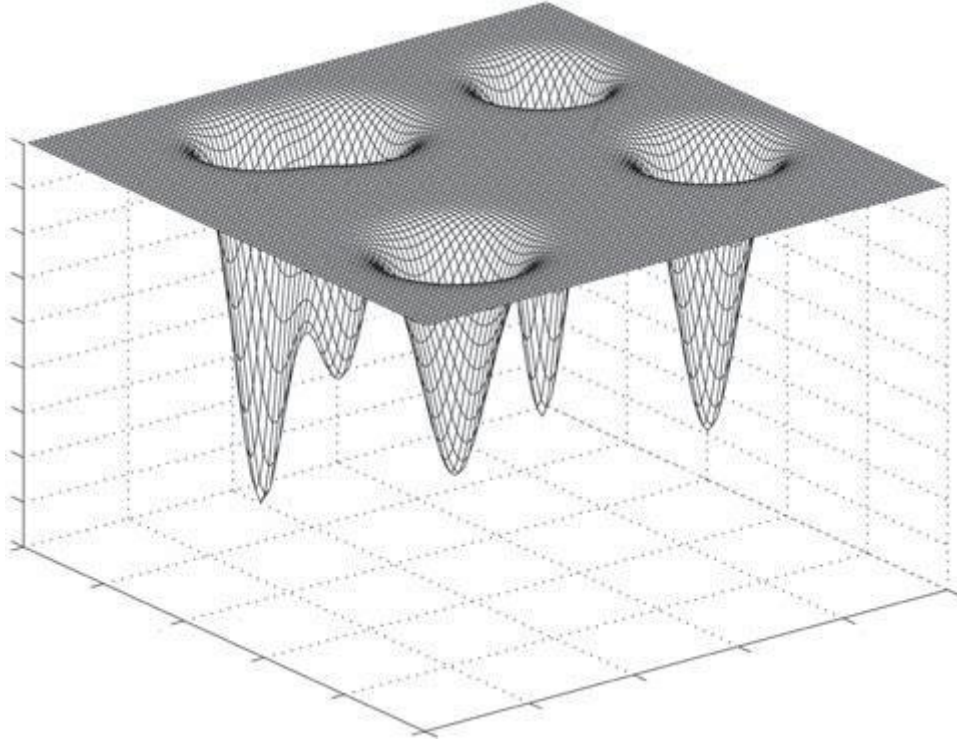


Figura 5. 4 Espacio vectorial conceptual de acuerdo a un modelo. de ejemplificación

En la figura 5.4 se muestra un espacio vectorial conceptual de acuerdo a un modelo de ejemplificación donde cada deformidad del espacio representa una instancia del evento a definir o significar. Finalmente existe la posibilidad de considerar la combinación de ambos modelos de representación tal y como se ilustra la Figura 5.5

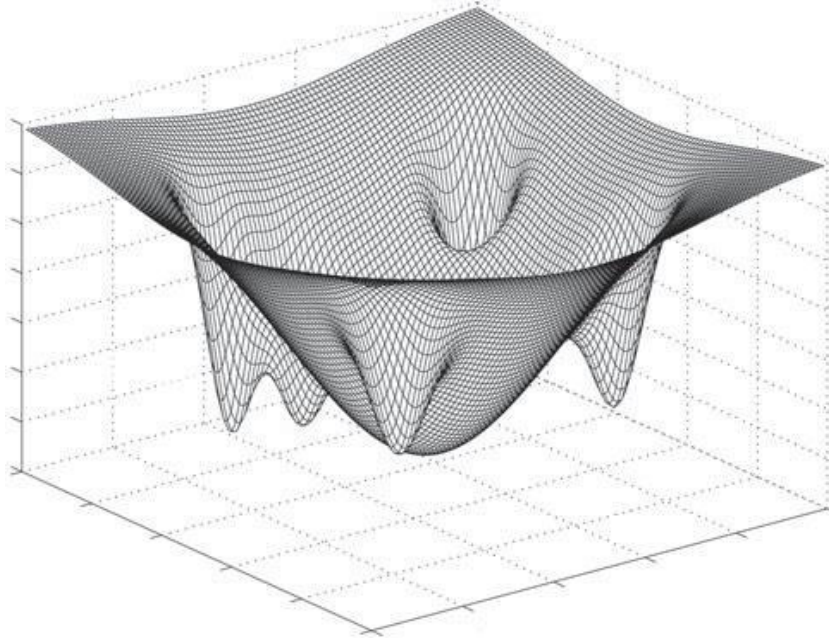


Figura 5.5 Modelo mixto de representación de un prototipo con ejemplos o instancias.

En general los nuevos modelos de representación mental de procesamiento paralelo distribuido (Masson, 1995) y de la psicología cognitiva dinámica (Spivey, 2007; Nicollis, 1991) demandan no considerar las secuencias de transición de estados conceptuales señalados en las figuras 4.7 y 4.8 como estados finitos sino como continuos que se dan cuando se rastrea información.

En otras palabras y retomando la posición teórica de sistemas cognitivos unificados presentado en el marco teórico (Hollnagel & Woods, 2005). Podemos considerar el sitio Web y su información conceptual como un atractor unificado en un espacio vectorial conceptual al atractor conceptual del usuario que pretende rastrear información.

Esta dinámica no debe considerarse como dos sistemas independientes interactuando de forma independiente, dado que los resultados sugieren que es un solo significado el que se considera como la guía, durante el rastreo de información (mismo contenido conceptual). Más bien ambas redes conceptuales se deben considerar un solo sistema cognitivo articulado para enriquecer el significado de lo que se busca. De

aquí que el espacio vectorial, debe estar delimitado por el significado inicial de un usuario, mientras que el prototipo o instancia que el individuo tiene al inicio del rastreo de información (atractor inicial) es igual a  $q_0$ . Futura investigación debe relacionar la función de transición  $\partial(q_0, a_1) = q_1$  a la función dinámica de atractores en la forma como se muestra en la ecuación de la figura 5.6

$$\partial X / \partial t = \partial(q_0, a_1)$$

Figura 5. 6 Función dinámica de atractores

Modelos dinámicos de representación del conocimiento desde esta perspectiva, han sido propuestos por Masson (1995) y Nicollis (1991) donde rutas estocásticas de activación, determinan la forma en cómo un concepto es activado por otro concepto, dada una relación semántica. Dichos modelos tienden a sugerir que la función de activación de un concepto, dado los estímulos recibidos de otro concepto, sigue una función sinusoidal como la ilustrada en la Figura 5.7.

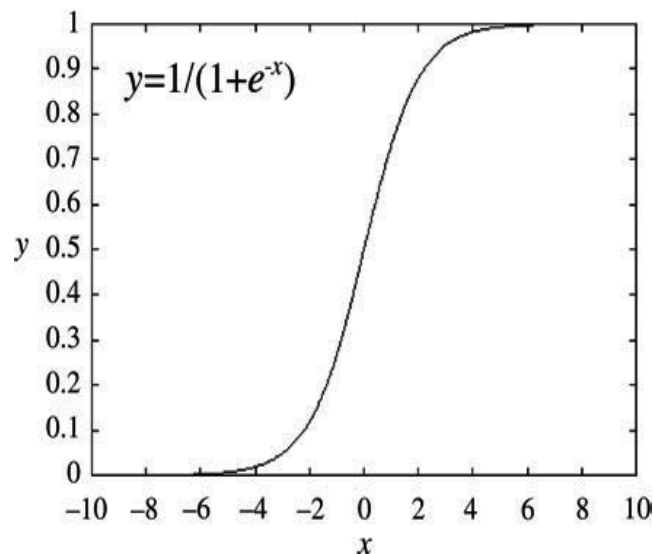


Figura 5. 7 La función de transición de un estado conceptual a otro.

La figura 5.7 muestra la visualización donde la función de transición de un estado conceptual a otro puede considerarse una activación gradual sinusoidal como la ilustrada. El eje vertical (y) es la contribución en energía a la activación (x) de otro concepto. De hecho, López (1996) ha mostrado que en estudios de facilitación semántica dado un esquema, que usan conceptos derivados de técnicas de redes semánticas naturales, (como la del presente estudio); los efectos de facilitación de un esquema a un concepto, pueden ser predichos por la función sinusoidal de la figura 5.8 que normalmente se aplica en el campo de la termodinámica, pero que es útil para explicar la facilitación de un esquema:

$$P(X_j) = \frac{1}{1 + e^{-\text{estímulo}_j/T}}$$

Figura 5. 8 Función sinusoidal para el estudio de los efectos de facilitación.

Donde la probabilidad de que  $X_j$  sea activado depende del parámetro de temperatura T y la intensidad del estímulo semántico ya que la función sinusoidal tipifica una función termodinámica Boltzman (Link, 1992; Rodríguez, 2008; Gregson, 1988, 1992).

En resumen el significado humano desde una perspectiva de la psicología dinámica de la representación mental (Spivey, 2007) así como de los modelos conexionistas de la representación mental (Rogers & McClelland, 2004; Houghton, 2005) proveen una interpretación nueva a los estados finitos y definidos de las organizaciones conceptuales mientras se rastrea información, cuando se utilizan técnicas de redes semánticas naturales. La ecuación de la figura 5.6 implica una alternativa original a esta demanda teórica y práctica.

Esto se convierte en una de las contribuciones originales de la presente tesis ya que se señala como incluir dentro de la función de transición la organización conceptual proveniente de la técnica de análisis de redes semánticas naturales, para la integración



de estados previos de organización conceptual, con nuevos conceptos a integrar a través de la función de transición de la teoría de autómatas.

Previamente Jonahssen (2000) sugería de forma general que un individuo accesa información a través de páginas de Internet como si fuera un hipertexto semántico en donde ligas de información semántica relevante al usuario conllevaban a otras ligas también de relevancia semántica hasta formar significado que el usuario quería obtener, casi al estilo de una teoría de efecto de dispersión semántica como las propuestas por Collins y Quillans (1969) y Loftus y Quillans (1973).

Estos modelos iniciales aunque de relevancia teórica no explicaban como acceder a la información conceptual del usuario, más bien sugerían como es que esta podría ser, dejando vislumbrar la necesidad de implementar una técnica formal para el análisis de la organización conceptual, mientras se daba el rastreo de información.

De hecho ni el modelo SNIF-ACT y Colides explicitan la forma de acceder a dicha información sino más bien la postulan de una forma idealizada. El hecho de que los definidores de la red semántica del usuario concuerden con los definidores conceptuales en el rastreo de información, permite por primera vez, establecer una línea de investigación, en donde la organización real obtenida del usuario, es incluida en una función de transición, que permite especificar la forma heurística al navegar por la Web.

### Implicaciones

Recientemente existe la necesidad de desarrollo de las Tecnologías de Información y la Comunicación (TICS) dentro de las demandas de nuestro contexto cultural y educativo. Plataformas virtuales de aprendizaje han sido desarrolladas e importadas en nuestro país, para facilitar el acceso a la información y el aprendizaje, en particular como se ha señalado al inicio de esta tesis. Teorías de representación del conocimiento que están basadas en las habilidades cognitivas, han sido utilizadas para

el desarrollo de una Web semántica, que permite el acceso a la información por parte de un usuario.

Un caso claro, donde la búsqueda por rastreo de información puede ser por significado puede ser observado en el desarrollo de ontologías semánticas para la organización de bases de datos complejas. Aquí la técnica de redes semánticas naturales tal como se ilustró en la sección de método señala una dirección nueva en el diseño de ontologías en la Web. Donde el objetivo ergonómico de dichas bases es permitir el uso del significado como un sistema que unifica el rastreo de la información conceptual del usuario y no aspectos idealizados del usuario o del contenido temático de una Web.

Por otra parte la presente tesis demanda una reconceptualización del propósito de una representación mental al servicio de un humano. Señalar el hecho de que eventos u objetos se constituyen o representan de una forma determinada no necesariamente describe cuál es la función de dicha representación conceptual. Más bien existe la necesidad de especificar la función de las organizaciones y representaciones mentales como un eje para su estudio y análisis.

Los individuos somos seres sociales y significamos de acuerdo a una necesidad social una interacción, trátase de otros humanos o de máquinas. La función social de una representación social ante la Web no se ha constituido como un área de estudio sino más bien como una herramienta que puede ser útil para el diseño de multimedia y nuevas tecnologías de información.

Modelos como el SNIF-ACT y Colides tienden a perder el contexto social de la interacción con la tecnología y ambientes Web. De esta forma la dinámica que se debe capturar en dicha interacción tiene que alejarse de modelos discretos y sin contexto típicos de la teoría cognitiva de la representación mental, tal como se sugiere en la presente tesis.

A este respecto se implica la necesidad de una nueva línea de generación de conocimiento donde se incluya la función de interacción de una representación mental basada en teorías de modelamiento matemático dinámico. Esta aproximación puede hacer uso de herramientas y teoría de atractores, autómatas y esquemas para el modelamiento cognitivo del humano cuando interactúa con páginas Web.

La línea de investigación aquí presentada no es incompatible con la inclusión de conceptos cognitivos que parecen estar asociados por la literatura al rastreo de información. Conducta afectiva y de estilo cognitivo pueden ser incluidas dentro de la técnica presentada a través de diseños experimentales donde variables de tipo de estilo y afectividad sean incluidos en la presente línea de investigación.

Por ejemplo el modelo de cognición distribuida señalada al inicio del marco teórico de Hutchins (1995) puede ser utilizado para observar como la dinámica conceptual de un usuario se ve afectada si es que colabora con otra persona en el rastreo de la información donde dos posibles estilos cognitivos y diferentes aproximaciones afectivas impactan la función de transición conceptual. Esto es de relevancia en líneas futuras de investigación ya que se señala a través de teorías cognitivas que manejan la idea de un contexto cognitivo como un factor importante en la forma en como representamos y significamos funcionalmente un evento que se analiza.

Concluyendo podemos definir el rastreo de información como una serie dinámica de estados de transición conceptual que se guían por el significado que el usuario de una página Web impone en su búsqueda. Dicha dinámica demanda una conceptualización dinámica entre dos posibles organizaciones conceptuales que se van afectando a través del rastreo. Existe la posibilidad matemática de establecer esta dinámica de interacción usuario vs rastreo en términos de atractores en espacios vectoriales conceptuales.

## REFERENCIAS

- Anderson, J.R. (1983). *The architecture of cognition*. Cambridge, MA: Harvard Univ. Press.
- Anderson, J.R. (1982). Acquisition of cognitive skill , 89, 369–406.
- Anderson, N.H. (2007). *Unified social cognition: Scientific Series in Psychology* New York: Psychology Press.
- Antoniou, G., & Harmelen, F. (2004). *A semantic Web Primer*. Cambridge, Massachussets: MIT Press.
- Baker, J.O., & Cheung, H.H. (2007). *Semantic web: Revolutionazing Knowledge discovery in the life sciences*. New York: Springer Verlag.
- Banaji, M. R., Lemm, R., & Carpenter, S. (2001). The Social Unconscious In A. Tesser y N. Schwarz (Eds.), *Blackwell Handbook of Social Psychology: Intraindividual Processes* (pp. 134-158). Malden, MA: Blackwell Publishers, Inc.
- Bannon, L. (1991). From human factors to human actors: The role of psychology and HCI studies in system design. In J. Greenbaum & M. Kyng (Eds.), *Design at Work* (pp. 25–44). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Bargh, J. A. (1999). The cognitive monster: the case against the controllability of automatic stereotype effects. In S. Chaiken y Y Trope (Eds.), *Dual process theories in social psychology* (pp. 361-382). New York: Guilford Press.
- Barnard, P., & Teasdale, J.D. (1991). Interacting cognitive subsystems:a systemic approach to cognitive-affective interaction and change. *Cognition and Emotion*, 5, 1-39.
- Bartlet, F. C. (1932). *Remenbering: A study in experimental and social psychology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Birnbaum, M.H. (1998). *Measurement, judgment and decisionmaking. Second edition* New York: Academic Press.
- Blackmore, S. (2000). *The meme machine* UK: Oxford University Press.
- Block (1993). *Troubles with functionalism*. In: Alvin I. Goldman (Ed.). *Philosofical applications of cognitive science*. Boulder: Westview Press.
- Bower, G. H. (1981). Mood and memory. *American psychologist*, 36, 129-148.

- Brachman, R J. (1983). What IS-A Is and Isn't: An Analysis of Taxonomic Links in Semantic Networks. *IEEE Computer*, 16(10), 30-36.
- Brachman, R J. (1979). On the Epistemological Status of Semantic Networks. In N. V. Findler (Ed.), *Associative Network-a: Representation and Use of Knowledge by Computers*. (pp. ). New York: Academic.
- Brachman, R. J. (1977). What's in a concept: Structural foundations for semantic networks. *International Journal of Machine Studies*, 9, 127-152.
- Budanitsky, A. (1990). Lexical semantic relatedness and its application in natural language processing In *Technical Report CSRG-390, Computer Systems Research Group, University of Toronto, August*. (pp. ). Canada: .
- Budanitsky, A., & Hirst, G. (2001). Evaluating WordNet-based Measures of lexical semantic relatedness *Computational Linguistics*, 32, 1-35.
- Budanitsky, A., & Hirst, G. (2001). Semantic distance in WordNet: An experimental, application-oriented evaluation of five measures. In , *Workshop on WordNet and Other Lexical Resources, Second meeting of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics* (pp. 29-34). : .
- Budnick, P., & Michael, R. (2001). Cognitive ergonomics and engineering psychology. *Ergonomics Today*, June 11, .
- Chen, C., & Rada, R. (1996). Interacting with hypertext: A metaanalysis of experimental studies *Human-Computer Interaction*, 11, 125-126.
- Churchland, P. M. (2007). *Neurophilosophy at work* Cambridge: Cambridge University Press..
- Churchland, P. M. (1996). *The engine of reason, the seat of the soul: A philosophical journey into the brain*. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press.
- Churchland, P. S. (1986). *Neurophilosophy: Towards a unified science of the Mind/Brain* New York: Bradford Book.
- Churchland, P. S., & Sejnowski, T. J. (1992). *The Computational Brain* Cambridge, Massachusetts: The MIT Press.
- Codd, E. F. (1968). *Cellular automata*. New York: Academic Press.
- Collins, A., & Quillian, M. (1970). Does category size affect categorization time *Journal of verbal learning and verbal behavior*, 9(4), 432-438.

- Collins, A., & Quillian, M. (1969). Retrieval time from semantic memory *Journal of verbal learning and verbal behavior*, 8(2), 240-248.
- Collins, A. M., & Loftus, E. F. A. (1975). A spreading activation theory of semantic processing. *Psychological Review*, 82(6), 407-428.
- Davidson, R. J. (2002). Prefrontal cortex and amygdala contributions to emotion and affective style In L. Backman & C. von Hofsten (Eds.), *Psychology at the Turn of the Millennium: Cognitive, Biological, and Health Perspectives* (pp. 355-375). East Sussex: Psychology Press.
- Davidson, R. J. (2000). Affective style, mood, and anxiety disorders: An affective neuroscience approach In *Anxiety, Depression, and Emotion: The First Wisconsin Symposium on Emotion* (pp. 66-108). New York: Oxford University Press.
- Davis, J., Fensel, D., & Harmelen, F. (2003). *Towards the semantic web: Ontology – driven Knowledge Management* West Sussex: John Wiley & Sons Ltd.
- Dawkins, R. (1976). *The selfish gene* UK: Oxford University Press.
- De Houwer, J., Hermans, D., & Eelen, P. (1998). Affectivity and identity priming with episodically associated stimuli. *Cognition and Emotion*, 12, 145-169.
- De Vega, M., Intons–Peterson, M.J., Johnson–Laird, P.N., Denis, M., & Marschark, M., (1996). *Models of visuospatial cognition* New York: Oxford University Press.
- Dennett, D. C. (1995). *Darwin's dangerous idea* New York: Simon & Schuster.
- Dennett, D. C. (1991). *Consciousness explained*. Boston, MA: Little, Brown & Co.
- Dillon, A., & Watson, C. (1996). User analysis in HCI - the historical lessons from individual differences research. *Int. J. Hum.-Comput. Stud.*, 45(6), 619-637.
- Distin, K. (2005). *The selfish meme*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Eisentraut, H. H., & Zhang, J. (2010). *On Probabilistic Automata in Continuous Time*. *The 25th Annual IEEE USA: IEEE*.
- Fazio, R. H. (1995). Attitudes as object-evaluation associations: Determinants, consequences, and correlates of attitude accessibility In R. E. Petty y J. A. Krosnick (Eds.), *Attitude strength: Antecedents and consequences* (pp. 247-282). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

- Fazio, R. H., Sanbonmatsu, D. M., Powell, M. C., & Kardes, F. R. (1986). On the automatic activation of attitudes *Journal of Personality and Social Psychology*, 50, 229-238.
- Fellbaum, C. (1998). *WordNet: An Electronic Lexical Database*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Figuroa, J. G., González, G. E., & Solís, V. M. (1981). Una aproximación al problema del significado *Revista Latinoamericana de Psicología*, 13(3), 447-458.
- Figuroa, J. G., González, G. E., & Solís, V. M. (1975). An approach to the problem of meaning: Semantic networks. *Journal of Psycholinguistic Research*, 5(2), 107-115.
- Figuroa, J. G., González, G. E., & Solís, V. M. (1974). The possible influence of imagery upon retrieval and representation in LTM *Acta Psychologica*, 38, 423-428.
- Findler, N.V. (1979). *Associative Networks: Representations an use of knowledge by computers* New York: Academic Press.
- Finkel, L. H. (2000). Neuroengineering models of brain disease. *Annual Review of Biomedical Engineering*, 2, 577-606.
- Fiske, S.T., & Taylor, S.E. (2007). *Social Cognition: From Brains to Culture*. Boston, MA: McGraw-Hill.
- Fitts, P. M. (1951). Engineering psychology and equipment design In S. S. Stevens (Ed.) , *Handbook of experimental psychology* (pp. 1287-1340). New York: Wiley.
- Gamboa, S, J., Osornio, R, R. J., Lorn, R, R. O., Tapia, L. O., Vargas, M., E., & Figuroa, N. J. (2007). Las Redes Semánticas Naturales como procedimiento para Extracción de Conocimiento, para su uso en Interoperabilidad Semántica. In *Decimoctava Reunión de Otoño de Comunicaciones, Computación, Electrónica y Exposición Indu* (pp. ). Mexico: .
- Gescheider, G.A. (1997). *Psychophysics: The fundamentals*. Hillsdale, New Jersey: LEA.
- Goldman, A. I. (1993). *Philosophical applications of cognitive science*. Boulder: Westview Press.

- Goldstein, K.M., & Blackman, S. (1978). *Cognitive style: Five approaches and relevant research* New York: John Wiley.
- Grandjean, E., & Vigliani, A. (1980). *Ergonomics aspects of visual display terminals* London: Taylor & Francis.
- Greenwald, A., Banaji, M., Rudman, L., Franham, S., Nosek, B., & Mellott, D. (2002). A Unified Theory of Implicit Attitudes, Stereotypes, Self-Esteem, and Self-Concept. *Psychological Review*, 109 (1), 3-25.
- Gregson, R.A.M. (1998). *Nonlinear psychophysical dynamics* Hillsdale, New Jersey: LEA.
- Gregson, R.A.M. (1992). *N – Dimensional nonlinear psychophysics: Theory and case studies*. Hillsdale, New Jersey: LEA.
- Gutiérrez, M. (2006). Procesamiento parafoveal de información emocional. *Investigaciones en Psicología Básica ULL: Psicolingüística, Razonamiento y Emoción*, 167-184.
- Hancock, P.A. (1999). *Human performance and Ergonomics. Handbook on perception and cognition*. New York: Academic Press.
- Hayes, J., & Allinson, C.W. (1998). Cognitive style and the theory and practice of individual and collective learning in organizations *Human Relations*, 51, 847-871.
- Heit, E., & Barsalou, L. W. (1996). The instantiation principle in natural language categories. *Memory*, 4, 413-451.
- Hinton, G. E., & Anderson, J. A. (1981) (1981). *Parallel models of associative memory*. New Jersey: Erlbaum, Hillsdale.
- Hliaoutakis, A., Giannis V., Epimenidis V., Euripides G.M.P., & Evangelos M. (2006). Information retrieval by semantic similarity. *International Journal on Semantic Web and Information Systems*, 2(3), 55-74.
- Hoekstra, A.G., Kroc, J., & Sloot, M.A. (2010). *Simulating complex systems by cellular automata*. New York: Springer Verlag.
- Holland, J. H., Holyoak, K. J., Nisbett, R. E., & Thagard (2006). *Induction: Processes of inference, learning, and discovery* Cambridge, MA: MIT Press.
- Hollnagel, E. (2003). *Handbook of cognitive task design*. New York: Francis and Taylor.



- Hollnagel, E., & Woods, D. D (2005). *Joint cognitive systems: Foundations of cognitive systems engineering*. Boca Raton, FL: CRC Press / Taylor & Francis.
- Hopcroft, J.E., Motwani, R., & Ullman, J.D. (2001). *Introduction to autómata theory, languages, and computation*. New York: Addison-Wesley..
- Houghton, G. (2005). *Connectionist models in cognitive psychology*. New York: Psychology Press.
- Imbert, M.J., Bertelson, B., Kempson, R., Osherson, D., Schnelle, H, Streitz, N. Thomassen, A., & Viviani, P. (1986). *Report on the state of Cognitive Science in Europe*. France: Centre d'Epistemologie Appliquée, (CNRS).
- Jiang, J., & Conrath, D. W. (1997). Semantic similarity based on corpus statistics and lexical taxonomy. Taiwan: *Conference on Research in Computational Linguistics*.
- Johnson-Laird, P.N. (1993). *The mental representations of the meaning of the words*. In: Alvin I. Goldman (Ed.). *Philosophical applications of cognitive science*. Boulder: Westview Press.
- Jonassen, D.H. (2002). Engaging and supporting problem solving in online learning. *Quarterly Review of Distance Education*, 3 (1), 1-13.
- Jonassen, D.H. (2000). Toward a design theory of problem solving. *Educational Technology: Research & Development*, 48 (4), 63-85.
- Kaber, D.B., & Boy, G. (2010). *Advances in cognitive ergonomics*. New York: CRC Press.
- Kaluzniacky, E. (2004). *Managing Psychological Factors in Information Systems Work: An Orientation to Emotional Intelligence* London: Information Science Publishing.
- Kasabov, N. (2007). *Evolving connectionist systems* UK: Springer Verlag.
- Khine, M.S., & Saleh, I.M. (2010). *New science of learning: Cognition, computers and collaboration in education* New York: Springer Verlag.
- Kiekel, P. A., & Cooke, N. J. (2005). Human factors aspects of team cognition In R. W. Proctor & K.-P. L. Vu (Eds.), *Handbook of human factors in web design* (pp. 90-103). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Kintsch, W. (2000). Metaphor comprehension: A computational theory. *Psychonomic Bulletin & Review*, 7, 257-266.

- Kintsch, W. (1998). *Comprehension: A Paradigm for Cognition*. London: Cambridge University Press.
- Kintsch, W., & Mross, E. (1985). Context effects in word identification. *Journal of Memory and Language*, 24, 336-349.
- Kitajima, M., Blackmon, M.H., & Polson, P.G. (2005). Cognitive architecture for Website design and usability evaluation: Comprehension and information scent in performing by exploration. In *Paper presented at the Human Computer Interaction International, Las Vegas, NV*. (pp. ). : .
- Klauer, K. C., & Musch, J. (2003). An affective priming: findings and theories. In J. Musch, y ,. K. Klauer, *The psychology of evaluation: affective processes in cognition and emotion* (pp. 7-50). New Jersey: Lawrence Erlbaum associates publishers.
- Kompatsiaris, Y., & Hobson P. (2008). *Semantic Multimedia and ontologies: Theory and applications* New York: Springer Verlag.
- Konar, A. (2000). *Artificial Intelligence and Soft Computing Behavioral and Cognitive Modeling of the Human Brain* London: CRC Press LLC.
- Lachman, R., Lachman, J. L. & Butterfield, E. C. (1979). *Cognitive psychology and information processing: An introduction*. Hillsdale, New Jersey: Erlbaum.
- Leventhal, H., & Scherer, K. R. (1987). The relationship of emotion to cognition: A functional approach to a semantic controversy *Cognition and Emotion*, 1, 3-28.
- Lindsay, P. H., & Norman, D. A. (1977). *Human Information Processing: An introduction to Psychology*. New York: Academic Press.
- Link, S.W. (1992). *The wave theory of difference and similarity: Scientific Psychology Series*. Hillsdale, New Jersey: LEA.
- Long, J. & Whitefield, A. (2011). *Cognitive ergonomics and human-computer interaction*. UK: Cambridge series on human-computer interactions.
- López, R.E.O. (2002). *El enfoque cognitivo de la memoria humana: Técnicas de investigación* México, D.F.: Trillas.
- López, R.E.O. (2001). *Los procesos cognitivo en la enseñanza y el aprendizaje: El caso de psicología cognitiva en el aula escolar*. México, D.F.: Trillas.

- López, R.E.O. (1996). *Schemata related word recognition*. USA: Tesis doctoral. University of Wisconsin – Madison..
- López, R.E.O. & Theios J. (1992). Semantic Analyzer of Schemata Organization (SASO). *Behavior Research Methods, Instruments & Computers*, 24(2), 277-285.
- López, R.E.O., Morales, M.G.E & Hedlefs, A.M.I (2011). *El enfoque cognitivo de la formación de nuestros significados*. En prensa México D.F.: Trillas.
- Martin, A. (2007). The representation of objects concepts in the brain *Annual Review of Psychology*, 58, 24-45.
- Masson, M. E. J. (1995). A distributed memory model of semantic priming. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, & Cognition*, 21, 3-23.
- McNamara, T. P. (2005). *Semantic priming: Perspectives from memory and word recognition*. New York: Psychology Press.
- Medin, D. L., Lynch, E. B., & Solomon, K. E. (2000). Are there kinds of concepts. *Annual Review of Psychology*, 51, 121-247.
- Meltzoff, A. N., & Moore, M. K. (1977). Imitation of facial and manual gestures by human neonates. *Science*, 198, 75-78.
- Meyer, D.E., & Schvameveldt, R.W. (1976). Meaning, memory structure and mental processes. *Science*, 192, 27-33.
- Mika, P. (2007). *Social networks and the semantic web*. New York: Springer Verlag.
- Miller, C.S., and Remington, R.W. (2004). Modeling information navigation: Implications for information architecture *Human-Computer Interaction*, 19, 225-271.
- Miller, G. A. (1983). Informavores. In F. Machlup & U. Mansfield (Eds.), , *The study of information: Interdisciplinary messages* (pp. 111-113). New York: Wiley.
- Mohammad, S. (2008). Measuring semantic distances using distributional profiles of concepts. In *Department of Computer Science University of Toronto. Doctoral dissertation*. (pp. ). : .
- Mohammad, S. & Hirst, G. (2005). Distributional measures as proxies for semantic relatedness. In *Department of Computer Science University of Toronto. Submitted for publication* (pp. ). : .
- Murdock, B. B. (1962). The serial position effect of free recall *Journal of Experimental Psychology*, 64, 482-488.

- Murphy, G.L. (2002). *The big book of concepts*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press.
- Musch, J., & Klauer, K. C. (2003). The psychology of evaluation: an introduction. In Jochen Musch & Karl Christoph Klauer (Eds.), *The psychology of evaluation: affective processes in Cognition and emotion*. (pp. ). New Jersey: LEA.
- Neely, J. H. (1991). Semantic priming effects in visual word recognition: A selective review of current findings and Theories. In D. Besner, and G.W. Humphreys (Eds.), *Basic processes in reading: Visual word recognition*. (pp. 264-336). Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Neisser, U. (1967). *Cognitive psychology*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall..
- Nicolis, J.S. (1991). *Chaos and information processing*. Singapore: World Scientific.
- Nisbet, E., Zelenzky, J., & Murphy, S. (2008). The Nature Relatedness Scale: Linking Individuals' Connection with Nature to Environmental Concern and Behavior. *Environment and Behavior*, , In press.
- Palmquist R.A.& Kim K-S. (2000). Cognitive Style and On-Line Database Search Experience as Predictors of Web Search Performance. *Journal Of The American Society For Information Science.*, 51(6), 558-566.
- Pantel, P. & Lin, D. (2002). Discovering word senses from text In *Proceedings of the eighth ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery and data mining*. (pp. ). : .
- Picard, R. W. (1997). *Affective computing*. Cambridge, MA: The MIT Press..
- Pirolli, P. (2007). *Information Foraging Theory. Adaptive Interaction with Information. Series in Human – Technology Interaction*. New York: Oxford University Press.
- Poder Ejecutivo Federal (2007). *Plan Nacional de Desarrollo 2007 -2012 México*: Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos, Presidencia de la República.
- Poder Ejecutivo Federal (1995). *Plan Nacional de Desarrollo 1995-2000 México*: Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos, Presidencia de la República.
- Power, M., & Dalgleish, T. (2007). *Cognition And emotion: From order to disorder. Second Edition*. East Sussex, EUA: Psychology Press.
- Pylyshyn, Z. (1984). *Computation and Cognition*. Cambridge: The MIT Press.

- Resnik, P. (1995). Using information content to evaluate semantic similarity. In *In Proceedings of the 14th International Joint Conference on Artificial Intelligence*, (pp. 448-453). Montreal, Canada, August: .
- Resnikoff, H. L. (1989). *The illusion of reality*. New York: Springer-Verlag.
- Rips, L. J., Shoben, E. J., & Smith, F. E. (1973). Semantic distance and the verification of semantic relations. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 14, 665-681.
- Roddick, J.F., Hornsby, K., & de Vries, D. (2003). A unifying semantic distance model for determining the similarity of attribute values. In *Twenty-Sixth Australian Computer Science Conference (ACSC2003)* (pp. ). Australia: .
- Rodríguez, M.A. (2008). *Grammar-based random walkers in semantic networks*. Amsterdam. The Netherlands: Elsevier Publishers.
- Rogers, T. T., & McClelland, J. L. (2004). *Semantic Cognition: A Parallel Distributed Processing Approach*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Rosch, E. (1978). Principles of categorization In In E. Rosch & B. B. Lloyd (Eds.), , *Cognition and Categorization* (pp. 27-48). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Rosch, E., & Mervis, C. B. (1975). Family resemblance: Studies in the internal structure of categories. *Cognitive Psychology*, 7, 573-605.
- Ross, W.D. (1930). *The Works of Aristotle (Vol.3)*. Oxford: Clarendon Press.
- Roth, G. (2003). Is the human brain unique?. In M. Brune, H. Ribbert & W. Schiefenhover (Eds.), *The social brain: Evolution and pathology* (pp. 29-42). West Sussex, England: John Wiley & Sons.
- Rourke, D. (2000). *The lost art of human memory: Seven secrets to a powerful mind* USA: Top Hat Press.
- Rumelhart, D. E., McClelland, J. L., & the PDP research group (1986). *Parallel distributed processing: Explorations in the microstructure of cognition. Volume I*. Cambridge, MA: MIT Press. .
- Sánchez M. M. P., De la Garza, G.A., & López, R.E.O. (2010). Un estudio de mediciones de actitudes implícitas hacia al medio ambiente en estudiantes de biología y psicología: ¿Biofilia?. *Revista Electrónica Psicología Científica.com*, Abril, .

- Sánchez M. M. P., De la Garza, G.A., & López, R.E.O. (2009). La identidad y actitud hacia el medio ambiente en estudiantes de biología y psicología *Revista Electrónica Psicología Científica.com, Marzo, .*
- Sánchez, M.M.P. (2010). *Una aproximación a la Biofilia a través de estudios de asociación implícita y representaciones semánticas en estudiantes de biología y psicología. : Tesis Doctoral, Facultad de Psicología, Universidad Autónoma de Nuevo León.*
- Schaveneldt, R.W. (1990). *Pathfinder Associative Networks: Studies in Knowledge Organization.* New Jersey: Ablex.
- Schultz, W., Shirver, Ch., Tabanico, J. y Khazian, A (2004). Implicit Connections with Nature. *Journal of Environmental Psychology , 24, 31-42.*
- Schvaneveldt, R. W., Durso, F. T., & Mukherji, B. R. (1982). Semantic distance effects in categorization tasks. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 8, 1-15.*
- Scultz, W. (2002). Empathizing With Nature: The Effects of Perspective Taking on Concern for Environmental Issues - *Statis Journal of Social Issues , 56(3), 391-406.*
- Sears, A. & Jacko, J.A. (2008). *The Human–Computer Interaction Handbook Fundamentals, Evolving Technologies, and Emerging Applications.* New York: Taylor & Francis Group, LLC..
- Secretaría de Educación Pública (1995). *Programa de Desarrollo Educativo 1995-2001* México: Secretaría de Educación.
- Shneiderman, B. (1992). *Designing the user interface: Strategies for effective human-computer interaction.* Reading, MA: Addison-Wesley Publishing Company..
- Shneiderman, B. (1980). *Software psychology: Human factors in computer and information systems.* Cambridge, MA: Winthrop.
- Skinner, B. F. (1964). New methods and new aims in teaching. *New Scientist, 122, 483-484.*
- Smith, E. E., & Medin, D. M. (1981). *Categories and concepts.* Cambridge, MA: Harvard University Press.

- Smoke, K. L. (1932). An objective study of concept formation *Psychological Monographs, XLII* , 191.
- Sowa, J.F. (2008). Conceptual graphs. In F. van Harmelen, V. Lifschitz and B. Porter (Eds.) , *Handbook of Knowledge Representation*. (pp. ). New York: Elsevier..
- Spivey, M. (2007). *The continuity of mind*. Oxford, UK:: Oxford University Press.
- Stein, D. J., & Ludik, J. (1998). *Neural networks and psychopathology: An introduction*. Cambridge: Cambridge University Press..
- Thagard, P., Gabbay, D., & Woods, J. (2007). Philosophy of Psychology and Cognitive Science: A Volume of the Handbook of the Philosophy of Science Series. , , .
- Theureau, J. (2000). Nuclear reactor control room simulators: human factors research & development. *Cognition, Technology & Work*, 2, 97-105.
- Valdez, J. (1998). Las redes semánticas naturales, usos y aplicaciones en psicología social. , *Universidad Autónoma del Estado de México*, 2, 65-80.
- Van der Veer, G. C., Bagnara, S., & Kempen, G.A.M. (1992). *Cognitive ergonomics: Contributions from experimental psychology*. Amsterdam, Alemania: Elsevier Science Publishers..
- Vargas, M. E. (2010). Aspectos y fundamentos de la técnica de Redes Semánticas Naturales In López, R.E.O. & Morales, M.G , *El Enfoque Cognitivo de la Formación de Nuestros Significados (En prensa)* (pp. ). Mexico, D.F.: Trillas.
- Vining, J., Merrick, M., & Price, E. (2008). The Distinction between Humans and Nature: Human Perceptions of Connectedness to Nature and Elements of the Natural and Unnatural. *Human Ecology Review*, , 15(1), 1-11.
- Vozmediano, L., & Guillén, C. (2005). Escala de Nuevo Paradigma Ecológico: propiedades psicométricas con una muestra española obtenida a través de Internet. *Medio Ambiente y Comportamiento Humano* , 6(1), 37-49.
- Wells, A., & Matthews, G. (1994). *Attention and Emotion: A Clinical Perspective*. Hillsboro NJ: Lawrence Erlbaum..
- West, C. K., Farmer, J. A., & Wolff, P. M. (1991). *Instructional design: Implications from cognitive science*. Boston: Allyn and Bacon.
- Wittgenstein, L. (1953). *Philosophical Investigations* Oxford: Blackwell.
- Yates, F. A. (2001). *The Art of memory*. Chicago: The University of Chicago Press.

## RESUMEN AUTOBIOGRÁFICO

Francisco Torres Guerrero

18/Agosto/1983

### Educación

- **Universidad Autónoma de Nuevo León.  
Monterrey, MX**

Doctorado en Filosofía en Psicología Cognitiva Promedio 97/100 08/08 – 05 /11

Tesis: “Una Aproximación Cognitiva Funcional al Rastreo de la Información en Páginas Web a Través del Significado”

Áreas de Investigación: Innovación en Tecnologías de Información, Interacción Humano Computadora y Representación del Conocimiento.

- **University of Texas-Pan American. Edinburg,  
Texas.**

Maestría en Ciencias Computacionales. Promedio 3.5/4.00 08/05 – 06/08

Tesis: “Methods Of Measuring Topic Bias In Web Search”

- **University of Texas-Pan American. Edinburg,  
Texas**

Computer Science Broad Field major with Minor Applied Mathematics 08/00 – 05/05

Promedio 3.00/4.00

- **Universidad Autónoma de Nuevo León Monterrey,  
MX**

Ingeniero Administrador de Sistemas. 08/00 – 05/06

### Experiencia en Educación

**Universidad Autónoma de Nuevo León Monterrey, MX**

Profesor

**Cursos Nivel Licenciatura:** Aplicación de los Sistemas de Información, 08/08 – 06/11

**University of Texas -Pan American- Computer Science Department  
Edinburg, TX** Asistente de Profesor

08/05 - 08-12

**Curso de Licenciatura:** Computer Science I



## **PUBLICACIONES CIENTIFICAS ACEPTADAS**

Torres, F. & Lopez, R. (2011) Rastreo de la Información en Páginas Web a través del Significado Foraging Information in Webpages through Meaning. *Daena: International Journal of Good Conscience*. 5(2) 308-323. ISSN 1870-557X

Torres F., Pompa, E, Meza, C. Ancer, L. & González, M. (2011) Relación entre Auto Concepto y Apoyo Social en Estudiantes Universitarios . *Daena: International Journal of Good Conscience*. 5(2) 298-307. ISSN 1870-557X

Torres, F., Barragán, J., Neira L. & Pérez T. (2010) Estructura del proceso de decisión de compra en los jóvenes universitarios en equipos de telefonía celular: caso de estudio población universitaria en Monterrey Nuevo León. *Innovaciones de Negocios*.

Pompa, E., González, M. & Torres, F. (2010) Ansiedad y Depresión en niños con sobrepeso y obesidad: Resultados de un Campo de Verano. *SUMMA Psicológica UST*. 7(2) 67-74. ISSN 0718-0446