

Complejidad y sistemas sociales : un modelo adaptativo para la investigación interdisciplinaria	Título
Amozurrutia de María y Campos, José - Autor/a;	Autor(es)
México D. F.	Lugar
Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades Universidad Nacional Autónoma de México	Editorial/Editor
2012	Fecha
Colección Debate y Reflexión	Colección
Procesamiento de datos; Investigación; Ciencias sociales; Análisis social; América Latina;	Temas
Libro	Tipo de documento
* <a href="http://biblioteca.clacso.edu.ar/Mexico/ceich-unam/20170428035609/pdf_1308.pdf">http://biblioteca.clacso.edu.ar/Mexico/ceich-unam/20170428035609/pdf_1308.pdf</a> *	URL
Reconocimiento-No Comercial-Sin Derivadas CC BY-NC-ND <a href="http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.0/deed.es">http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.0/deed.es</a>	Licencia

**Segui buscando en la Red de Bibliotecas Virtuales de CLACSO**  
<http://biblioteca.clacso.edu.ar>

**Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales (CLACSO)**  
**Conselho Latino-americano de Ciências Sociais (CLACSO)**  
**Latin American Council of Social Sciences (CLACSO)**  
[www.clacso.edu.ar](http://www.clacso.edu.ar)



Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales  
 Conselho Latino-americano de Ciências Sociais  
 Latin American Council of Social Sciences



# COMPLEJIDAD Y CIENCIAS SOCIALES

## UN MODELO ADAPTATIVO PARA LA INVESTIGACIÓN INTERDISCIPLINARIA

José A. Amozurrutia

COLECCIÓN  
DEBATE Y  
REFLEXIÓN

## **José A. Amozurrutia**

Tiene una trayectoria multidisciplinaria que va de la composición musical a la ingeniería química, pasando por las matemáticas, el diseño y programación de sistemas y la sociología. Es profesor de la Facultad de Química, y de la de Ciencias Políticas y Sociales, así como Investigador de tiempo completo del Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades de la Universidad Nacional Autónoma de México. Es autor de varios artículos y capítulos de libros sobre Cibercultur@ y análisis social. Ha sido acreedor de dos premios de la Academia de Artes y Ciencias Cinematográficas por su trabajo en música para cine, así como del premio Walter Buckley que otorga el Comité de Investigación de Sociocibernética de la Asociación Internacional de Sociología –RC51-, en el que participa activamente desde 2002. Desde 2009 es miembro del Sistema Nacional de Investigadores.

COMPLEJIDAD Y SISTEMAS SOCIALES:  
UN MODELO ADAPTATIVO PARA LA INVESTIGACIÓN  
INTERDISCIPLINARIA

### **Comité editorial**

Maya Victoria Aguiluz Ibargüen  
Norma Blazquez Graf  
Ana María Cetto Kramis  
Diana Margarita Favela Gavia  
José Guadalupe Gandarilla Salgado  
Elke Köppen Prubmann  
Rogelio López Torres  
Mauricio Sánchez Menchero  
Isauro Uribe Pineda

# **Complejidad y sistemas sociales**

## **Un modelo adaptativo para la investigación interdisciplinaria**

José A. Amozurrutia de Maria y Campos



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

CENTRO DE INVESTIGACIONES INTERDISCIPLINARIAS EN CIENCIAS Y HUMANIDADES  
MÉXICO, 2012

H61  
.3  
A56

Amozurrutia de Maria y Campos, José Antonio  
Complejidad y sistemas sociales : un modelo adaptativo para la investigación interdisciplinaria / José A. Amozurrutia de Maria y Campos. – México : UNAM, Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades, 2012. 443 p. – (Colección Debate y reflexión)  
ISBN 978-607-02-2708-0

1. Ciencias sociales – Investigación – Procesamiento de datos. 2. Ciencias sociales – Simulación por computadora. 3. Ciencias sociales – Modelos matemáticos. 4. Análisis de sistemas. I. t. II. Ser.

Primera edición, 2012

D.R. © Universidad Nacional Autónoma de México  
Centro de Investigaciones Interdisciplinarias  
en Ciencias y Humanidades  
Torre II de Humanidades, 4º piso,  
Circuito Interior, Ciudad Universitaria,  
Delegación Coyoacán, México, 04510, D. F.  
[www.ceiich.unam.mx](http://www.ceiich.unam.mx)

Corrección: Alina Amozurrutia  
Diseño de portada: Angeles Alegre Schettino

Impreso y hecho en México

*Para mi familia*  
*Busi*  
*Sebastián, Alina y José*

*Para mis padres*  
*Beatriz † y José*

*Para mis amigos*  
*y compañeros de investigación*  
*Jorge A. González S.*  
*y Margarita Maass M.*



---

## RECONOCIMIENTOS



Éste es un trabajo que inicia a partir del fin de siglo veinte, y gira sobre un ciclo que todavía no termina, pero también depende de otros ciclos que se han tejido para vincularse al presente.

En este ciclo reconozco el afecto, la amistad, la musicalidad y la guía sociológica que me ha brindado Jorge González, y muy de cerca, el afecto, dedicación, aprendizaje y reflexión de Margarita Maass, queridos amigos y colaboradores de un trayecto de tres vías trenzadas del LabCOMplex, proyecto que ha transformado la actividad profesional en el arte de investigar, compartir y gozar de este ciclo que encabalga nuevos ciclos. ¡Gracias Giorch y Mas!

Entre los maestros significativos que he tenido en los ciclos que giran como espirales entrelazadas, en este último está Rolando García, a quien agradezco su paciencia, conocimiento, y la especial garra, firmeza y humor para discutir los temas de la vida y las articulaciones de la epistemología.

*Agradezco:*

A mis colaboradores en el proyecto LabCOMplex: Laura González, Manuel Meza, Patricia Almager, Javier Maisterrena, de quienes he recibido un gran afecto, crítica enriquecedora y colaboración.

A mis fabulosos tesistas: Lidia González Malagón, Elena Román García, Francisco Cantú Barrera, Emma García Figueroa, Armando Reyes González, Carlos Correa Sequeyro, Abigail Álvarez y Mari Carmen Cisneaga, mi agradecimiento por su paciencia, dedicación y espíritu de aventura para compartir la puesta en marcha de los SiAs y EPIRs.

A mis colaboradores cibernéticos, cuyo vínculo es una prueba de lo maravilloso que es, hoy en día, el poder conectarse con personas que están en distintas partes del mundo y entablar diálogos vivos y constructivos que trascienden fronteras:

Chaime Marcuello, en Zaragoza, España, por su apoyo y amistad, compañero de proyectos donde navegan embarcaciones adaptativas y familias que gozan la música.

A Manuel Lisboa, en Lisboa, Portugal, por el placer de compartir vida, familia, amigos, locuras y reflexiones. Y a su cálido equipo de investigación —Dalila Cerejo, Ana Roque Dantas, Ana Lúcia Teixeira Dias, Ana Ferreiro y Ricardo Santana.

A Bernd Hornung, en Marburg, Alemania, por su guía y amistad, así como por sus comentarios, reflexiones y observaciones a las largas páginas de este libro.

A Michael Paetau, en Bonn, Alemania, también por su amistad y sus comentarios reflexivos sobre varias propuestas de este libro.

*Agradezco especialmente:*

Al Dr. Daniel Cazés Menache y a la Dra. Norma Blázquez Graf, directores del Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades (el CEIICH), por su gran apertura y confianza para apoyar el desarrollo de esta investigación en el marco del LabCOMplex.

Al equipo que llevó a cabo la coordinación y producción del libro: el Mtro. Rogelio López Torres, secretario técnico del CEIICH; al coordinador de la edición, Mtro. Isauro Uribe Pineda; al editor Q. Arturo Villegas Rodríguez, y a la diseñadora María de los Ángeles Consuelo Alegre Schettino, muchas gracias.

A Patricia Urías, por su amistad, afecto y apoyo en ofrecer su bella casa al pie del Tepozteco y permitirme trabajar ahí la última etapa en la redacción de este libro. Gracias Paty.

*Pero mas allá de este ciclo y con todo mi querer y afecto, agradezco,*

A Alina Amozurrutía Cortés, por su amplia reflexión, sensibilidad, crítica constructiva y propositiva al texto que el lector tiene entre sus manos. Gracias Alin, seguiremos aprendiendo y construyendo juntos.

A mi papá, por hacer su mayor esfuerzo para comprender, reflexionar, discutir y criticar sabiamente los embrollos de este trabajo, a sus noventa y dos años, pleno de afecto, salud y humor. Gracias pá.

A Busi, mi compañera y esposa, por cuestionar sabia y amorosamente las ideas, encabalgamientos y fruiciones de este texto, como una parte más de nuestro proyecto de vida, ricamente entrelazado con los sabios ciclos de nuestros hijos, Sebastián, Alina y José y nuestros maravillosos nietos, gracias Busana. Gracias familia.

---

## ÍNDICE



<b>Prólogo</b> (de Jorge González) .....	15
<b>Prefacio</b> (de Chaime Marcuello) .....	21
<b>Introducción</b> .....	27
<b>PRIMERA PARTE: Del análisis social</b>	
<b>Capítulo 1:</b> El reto del análisis y sus aproximaciones .....	39
1.1 Un problema observado desde un nivel multidisciplinario .....	41
1.2 Niveles de observación .....	47
1.3 Del problema y las preguntas a las técnicas de investigación .....	52
1.4 Las preguntas de investigación .....	55
1.5 El problema como totalidad relativa .....	58
<b>Capítulo 2:</b> Un problema y tres perspectivas .....	71
2.1 Dos estrategias para enfrentar el análisis de un problema .....	73
2.2 Escenario “A”: una perspectiva más cuantitativa .....	82
2.3 Escenario “B”: una perspectiva más cualitativa .....	90
<b>Capítulo 3:</b> Nuevo escenario, nuevas preguntas .....	97
3.1 Escenario “C”: Hacia una integración de complementariedad entre cantidad y cualidad .....	98
3.2 Cuestionamiento para enfrentar lo complejo en el análisis social .....	115

**SEGUNDA PARTE: De la fundamentación teórica  
del modelo adaptativo**

**Capítulo 4:** Perspectiva desde la Epistemología genética . . . . . 119

- 4.1 Visión de conjunto . . . . . 121
- 4.2 Puntos de partida: relaciones de relaciones . . . . . 129
- 4.3 Procesos constructivos elementales . . . . . 142
- 4.4 Teoría de las Equilibraciones . . . . . 145
- 4.5 Tres mecanismos esenciales y sus operaciones epistemológicas 155

**Capítulo 5:** Perspectiva sistémica y Pensamiento sistémico. . . . . 167

- 5.1 El enfoque sistémico . . . . . 169
- 5.2 Marco epistémico de los sistemas no-triviales . . . . . 173
- 5.3 El concepto de sistema adaptativo . . . . . 188
- 5.4 Pensamiento sistémico . . . . . 193

**Capítulo 6:** Vínculos entre la Epistemología genética y Pensamiento  
sistémico . . . . . 201

- 6.1 Correspondencias entre la Epistemología genética y las  
    cibernéticas de primero y segundo orden. . . . . 203
- 6.2 Enfrentamiento ante lo complejo . . . . . 212
- 6.3 Desafíos conjugados . . . . . 222

**TERCERA PARTE: De los sistemas adaptativos para el análisis social**

**Capítulo 7:** Descripción general del modelo básico del sistema  
adaptativo . . . . . 235

- 7.1 El modelo básico y el sistema adaptativo. . . . . 239
- 7.2 Funciones de interfase . . . . . 260
- 7.3 Funciones de integración de lo heterogéneo . . . . . 266
- 7.4 Funciones de diferenciación de lo homogéneo . . . . . 272
- 7.5 Estructuración de subsistemas y sistemas . . . . . 275
- 7.6 Organización matricial . . . . . 277
- 7.7 Representación de resultados . . . . . 284

---

<b>Capítulo 8: Metodología para la construcción de un sistema adaptativo para el análisis social. . . . .</b>	<b>293</b>
8.1 Perspectiva general desde la Cibercultur@ . . . . .	295
8.2 Teoría fundamentada . . . . .	305
8.3 Simulación. . . . .	311
8.4 Guía de protocolo de investigación. . . . .	319
<b>Capítulo 9: Caso de estudio y otras aplicaciones . . . . .</b>	<b>343</b>
9.1 Escenario “D”: delimitando el problema. . . . .	345
9.2 Construcción del esquema categórico. . . . .	351
9.3 Base de datos y base de conocimiento. . . . .	357
9.4 Representaciones del sistema. . . . .	368
9.5 Nuevas respuestas . . . . .	374
9.6 Otras aplicaciones del sistema . . . . .	377
9.7 Síntesis y criterios prácticos para aplicar el SiAs. . . . .	395
9.8 Simulador de momentos en el Espacio “EgC” . . . . .	401
<b>Conclusiones . . . . .</b>	<b>415</b>
<b>Lista de figuras. . . . .</b>	<b>421</b>
<b>Bibliografía. . . . .</b>	<b>431</b>



**Palabras de inicio que progresan *adaptadas* hacia otro inicio**

La ciencia, lo que hoy conocemos como “ciencia”, es un producto socio-histórico de instituciones especializadas en la generación de *un tipo particular* de interpretación del mundo y de la vida. Por ello mismo tiene respecto a otros sistemas de interpretación como la religión, el derecho, las variadas cosmologías, semejanzas y diferencias. Las interpretaciones que la ciencia genera, son verdades limitadas a un dominio específico de fenómenos que se piensa que deben pasar de simplemente *ser vividos* y experimentados, a tener una inteligibilidad, es decir, comunicabilidad razonable. No hay en la ciencia nada que sea “perfecto”.

Cuando se usa a la historia de la ciencia como “laboratorio epistemológico”, tal y como ha hecho Rolando García, fuera de toda narración anecdótica aparece una constante: todas las disciplinas científicas han alcanzado ese estatuto, no sin tropiezos y tensiones múltiples, sólo hasta que han sido capaces de *representar los procesos* de mutación y adaptaciones de diversas estructuras en el tiempo que les permiten comprender y explicar las variaciones y las constantes de las particularidades fenomenológicas de sus objetos de estudio, desde un “punto de vista”, es decir, para una escala de fenómenos y un determinado nivel de abstracción. En otras palabras, las disciplinas científicas se forman desarrollando una *teoría* desde la cuál es posible, no sólo describir o establecer relaciones causales, sino entender y explicar sus recortes a la realidad de estudio.

Jean Piaget y Rolando García nos han mostrado que el desarrollo de los conceptos y las teorías científicas se genera cognitivamente siguiendo una rigurosa continuidad funcional a través de desequilibrios y discontinuidades en las estructuras, justo como la especie humana construye sus conocimientos desde el nacimiento hasta la adolescencia mediante los mecanismos *intra-inter-trans* objetuales.<sup>1</sup>

Desde esta novedosa perspectiva ha sido posible establecer el desa-

<sup>1</sup> *Psicogénesis e historia de la ciencia*, México, Siglo XXI, 1982.

rrollo de los conceptos de la física y de las matemáticas que han recorrido ese camino a lo largo de siglos. No puede ser distinto para el desarrollo de la ciencia cuando se propone como objeto de estudio a la sociedad.

Comparada con los ejemplos de la física y de las matemáticas, la relativa novedad (apenas poco más de un siglo) del estudio científico de la sociedad está aún por realizarse, en parte debido a la heterogeneidad de las perspectivas que se han ido empleando, y en parte también por la propia complejidad dialéctica del mismo objeto, pues como bien lo señaló Piaget,<sup>2</sup> el reto del estudio científico de la sociedad está en: “cómo concebir una totalidad que modifica los elementos de los que está formada, sin utilizar, sin embargo, nada más que los materiales tomados de esos mismos elementos”.

La salida de esa contradicción laberíntica la debe proporcionar no la sociología, sino la epistemología genética como teoría general de los procesos de conocimiento.

Prácticamente desde el origen de esa voluntad de estudiar científicamente las relaciones sociales se establecieron una serie de tenaces dicotomías, que no por tozudas resultan más científicamente plausibles.

La primera y más basta, establece desde el siglo XIX la diferencia casi ontológica entre las “ciencias naturales” y las “ciencias humanas”, “sociales” o del “espíritu”.

Las primeras “explican” sus objetos de estudio y con ello desarrollan teorías que pueden anticipar y predecir.

Las segundas basadas en esa paradoja señalada por Piaget, *no pueden* “explicar” del mismo modo que las *naturales* (también llamadas exactas, duras, nomotético deductivas, etc.) y se ven obligadas a “interpretar”, a “comprender” el sentido de las acciones irrepetibles de la historia humana. Más modernamente, esta condición del objeto de la sociología ha hecho que ésta se plantee su desarrollo como una *doble hermenéutica* que interpreta mundos sociales pre-interpretados.<sup>3</sup>

A partir de esas mismas dicotomías, en el oficio concreto de la investigación empírica de los fenómenos sociales, también se ha establecido la “nítida” separación entre las aproximaciones “cuantitativas” y “cualitativas”.

El mismo proceso de establecimiento de las disciplinas sociales o humanísticas como diferentes cualitativamente a las consagradas como

<sup>2</sup> *Estudios sociológicos*, Barcelona, Ariel, 1983, pág. 31.

<sup>3</sup> *Las nuevas reglas del método sociológico*, Buenos Aires, Amorrortu, 1987, pág. 165.

“naturales” ha sido potenciado por un proceso de diferenciación y especialización histórico y social en los centros de producción de ese conocimiento: estructuras sociales diferenciadas de investigación “científica” y de “humanidades”, departamentos, facultades, centros e institutos claramente diferenciados de antropología, sociología, economía, historia, filosofía, filología operan como “hechos sociales” que documentan lo que descriptiva y metafóricamente hace mucho tiempo Snow<sup>4</sup> llamó las “dos culturas”.

A los que acreditan la diferencia esencial de esa dualidad, esta obra será difícil de tragar.

Pienso que la *sociología* (así llamaré al conjunto general de las disciplinas que estudian aspectos o diversas totalidades relativas de la sociedad) permanecerá atrapada en ellas si no tiene la ayuda de una potente teoría de los procesos de conocimiento que le permita establecer tanto la psicogénesis de sus propios conceptos como la sociogénesis de su desarrollo.

El texto que aquí nos ofrece José Amozurrutia, mi querido *compa* Pepe, es un complejo desafío a varias concepciones largamente arraigadas en el ejercicio de la sociología y que viene de un trabajo exhaustivo y clavado en las fuentes originales. Nada tiene de improvisado o de oportunista que se trepa a la cresta de la onda posmoderna y tecno.

Retará a quienes erróneamente han siempre anatemizado a la cibernética y a su hermana la teoría de sistemas como distantes de los procesos legítimos de interpretación de lo social.

Este libro proporciona un modelo adaptativo para el análisis de la sociedad y de forma muy concreta se mete con técnicas diferentes que nunca han sido pensadas de esta forma y dentro de esta estructura. Ese es uno de sus grandes riesgos.

Una lectura apresurada puede fallar en el entendimiento de la relación y la configuración que Amozurrutia propone.

Las bases conceptuales fuertes de toda la dimensión de los procesos de conocimiento del mundo social para los que el modelo puede ser adaptado, vienen de la epistemología genética. Todo un capítulo del texto se concentra en los detalles, que pueden parecer a veces excesivos, sobre los fundamentos de esta disciplina científica nacida a mediados del siglo xx, pero que por efecto de las deformaciones de las lecturas apresuradas o instrumentalizadas de la obra de Piaget, su definición como

<sup>4</sup> *Las dos culturas*, Buenos Aires, Nueva Visión, 2000.

fundador de la epistemología científica, no especulativa, sigue siendo desconocido y de forma asombrosa sigue siendo considerado como “pedagogo”, “educador”, en el mejor de los casos “psicólogo infantil”. Es decir, nada *serio* como para meterse con él en sociología.

La relación de su modelo con la teoría de sistemas dinámicos, que en sociología tuviera como un importante exponente a Walter Buckley, suele también confundirse con la parte más rígida e ideologizada de la obra de Parsons. Otro craso error.

La concepción sistémica, relacional, abierta, móvil, adaptable, autoorganizada, emergente, es decir, adaptativa contemporánea, tiene poco o nada que ver con la caricatura de pensamiento sistémico que se difunde, desafortunadamente en la formación de los sociólogos.

Este texto ayudará a cruzar el vacío de la docta ignorancia soberbia que le ha negado la voz y la difusión como herramienta poderosa en el análisis social.

Lo mismo puede ser dicho para superar la espuria dicotomía entre “*cuanti*” y “*cuali*”. La construcción de un modelo experto no puede prescindir de la experiencia y sensibilidad valorativa de los analistas de la sociedad que van tejiendo conforme avanzan adaptándose al juego de la información generada y las concepciones operadas.

Amozurrutia se lanza al ruedo, toma la alternativa y proporciona las bases y las mismas tripas de su modelo adaptativo para enfrentar también otro fantasma: el de la sempiterna placidez de la *contemplación teórica y especulativa* que no se molesta en confrontarse empíricamente con los recortes de la realidad. “Eso es para *antropólogos*”, alguna vez escuché decir.

Para ello, Pepe propone varios ejemplos y profundiza en uno de ellos a manera de entender el trabajo concreto de pasar de la identificación de problemas prácticos al encuentro de soluciones de conocimiento que ayuden a resolver ese problema.

En este sentido, no ha abandonado jamás su formación de ingeniero, ni su formación de desarrollador informático. Tampoco sacrifica ni niega su amplísima formación disciplinaria y disciplinada como músico y compositor. Su formación más reciente es la sociología y posteriormente la epistemología genética.

En realidad, este texto, el primero de esta envergadura y con estas aspiraciones, está formado justo como una polifonía, donde diferentes voces se ponen armonizadas para conseguir un efecto: no sólo la comprensión del mundo social, sino su posible transformación que implica

también *la transformación de los estudiosos*, de los científicos. Volvemos a la paradoja planteada por Piaget.

Sabemos que una de las profesiones más conservadoras puede ser también la del científico de la sociedad, la del sociólogo que piensa y vive dentro de una *doxa científica* (la peor de todas las doxas) porque al negar su oficio como profesional de la duda, se niega también la posibilidad de crecer, de aprender y de escuchar, con lo que sin quererlo, se asesina la otra vertiente del científico que es la de ser un profesional de la esperanza.

Este texto puede tener en los extremos **dos tipos de lectura**, ambas igualmente estériles y riesgosamente paralizantes.

**La primera**, es de los que no saldrán jamás de sus cómodos esquemas de adscripción a filias y proscripción de fobias, entre las que figuran las ya mencionadas sobre la teoría de Sistemas y la Sociocibernética, ambas malentendidas como despropósitos del control y de la sumisión del pensamiento humano a la técnica, a la tecnología, a las máquinas y sus fabricantes; la epistemología como una “filosofía” más, en el mejor de los casos, innecesaria, para generar “conocimiento”, es decir, publicar “papers”. No nos hace falta saber cómo lo hacemos para poder hacerlo.

La propuesta será rechazada sin leerla y sin documentarla, simplemente por hacer referencia fuerte a las fuentes citadas.

“Eso NO es sociología, NO es metodología, NO es ciencia”.

**La segunda lectura** riesgosa, es la del neófito ganoso, que tiene fe y *quiere creer* en propuestas más contemporáneas, que asuman la tecnología como parte del ser actual, y que lejos de entender el cogollo de las propuestas, la textura de la trama que el autor teje entre ellas, y probablemente fascinado por la *sexy* metáfora del pensamiento posmoderno que puede hacer *pasticcio* de todo lo que le aparezca, se contente con la sonoridad de los enunciados y la osadía de intentar una mezcla explosiva de este tipo, sin entrar en detalle y sin por ello mismo, entender el esfuerzo de síntesis con perspectivas que arriesga el autor. Los que no tienen ni idea, pero les suena bien. La primera, sataniza sin conocer y la segunda, glorifica sin estudiar.

Este texto es una toma de posición dentro de un campo de producción concreto. Independientemente de las filias y fobias de los lectores, encontrarán un intento honesto, muy honesto y de larga data de cómo la *preocupación* por mejorar la calidad de la ciencia que se fija en la sociedad, pasa a ser *ocupación concreta*, modelante y a veces temeraria para enfrentar el problema con otros.

No garantizamos que sea resuelto de una vez y para siempre.

Lo que sí es una garantía es el seguimiento de una forma de pensar y de imaginar la sociología con valor y con una vocación de transversalidad que para poder generarla, no bastan los deseos buenos y ser “interdisciplinariamente” correctos.

Necesitamos herramientas, mediaciones culturales concretas e intersubjetivas que nos lo permitan y nos sigan retando a mejorar nuestra pericia para hacer una sociología conversante, escuchante, adaptable y con plena responsabilidad del establecimiento de cada una de las relaciones que proporcionamos para entender el mundo.

De eso se trata esta propuesta, que sigue teniendo el mismo carácter que postula para su modelo: es adaptativa, requiere de la participación del sujeto, de la experiencia y sensibilidad del *Kybernetes*, del timonel escuchante.

Como decimos acerca del desarrollo de cibecultur@ entendida no como navegar en el ciberespacio, sino como capacidad colectiva de *escucha autodeterminante* potenciada por tecnologías diversas, frente a problemas concretos, dolorosos, tenidos como *imposibles de solución*: tiene las características de una *vía* que, al final, *por sus frutos la conocerán*. El lector escuchante, tiene la palabra.

Enhorabuena por el valor de Pepe por esta concreción de su creativo, musical, polifónico, a veces abigarrado, pero siempre adaptativo y dúctil pensamiento.

*Jorge A. González*

## PREFACIO



La primera vez que me encontré con el autor de este libro fue en junio de 2001. Se quedó sentado en una segunda fila respecto de las mesas que formaban el anillo central grupo. Era en una sala de reuniones de la universidad Iberoamericana de León, Guanajuato. Participábamos en la tercera conferencia internacional de Sociocibernética del RC51 (Research Committee on Sociocybernetics) de la Asociación Internacional de Sociología (ISA). Los organizadores locales Héctor Gómez, M<sup>a</sup> Lourdes Hernández y otros más, impulsados por Jorge González, habían asumido el compromiso un año antes en Panticosa (España), acompañados por Chucho Galindo.

Aquel personaje llegó como a hurtadillas y de manera discreta. Parecía que quisiera pasar desapercibido. Observaba, escuchaba y no intervenía en las discusiones. Salvo en una breve conversación en uno de los descansos, no hubo mayor interacción. Tal como vino se fue.

Al verano siguiente, fue muy distinto. En el congreso mundial de sociología de la ISA celebrado en Brisbane, Australia, José Antonio Amozurrutía presentó su primer trabajo en el RC51: *Cibernética en hoja electrónica, para una cibernética de segundo orden*. Era la sesión 12 del programa del grupo: Un enfoque sociocibernético al los retos del siglo XXI. Estaba coordinada por Dario Menanteau-Horta y yo mismo. De los trabajos aceptados sólo contábamos con tres presentaciones que, finalmente se quedaron en dos. La de Emilio Nogales y la de Pepe. Como la sesión era en español, apenas hubo público. Aunque es lengua oficial de la ISA, el inglés es la lengua vehicular y lo que no se cuenta en la lengua imperial no existe. A pesar de ello, la presentación del trabajo fue excelente y todo un descubrimiento para quienes la pudimos escuchar.

Durante los días del congreso, conversamos mucho y de muchos temas. Desde lo humano a lo divino, de lo trascendente y lo insustancial, de lo efímero y de lo que permanece, de nuestras familias, de nuestras vidas, aficiones, gustos... Incluso pudimos contemplar canguros, cocrilos, koalas y ver la olas del Pacífico Sur en Sunshine Coast, en la excursión del último día. En ese contexto, hablamos sobre la potencia teórica y práctica que tenía la presentación que había realizado. Desde

mi punto de vista, el contenido era el germen de una tesis doctoral, algo que debía explotar y profundizar.

Aquello no cayó en saco roto. Aunque, desde la distancia, fue el empeño y el empuje de Jorge González el que hizo que las posibilidades se materializaran. En una de las visitas de Jorge a Zaragoza, conversamos sobre lo excepcional del trabajo presentado en Australia, sobre las posibilidades de construir una tesis a propósito de aquello y de las opciones del programa de doctorado en Sociología de la Universidad de Zaragoza —y Jorge “empujó” a Pepe—. Mientras las cosas tomaban cuerpo nos volvimos a encontrar en las siguientes conferencias del RC51. Pepe se matriculó en el doctorado. En un breve plazo había realizado los cursos, las líneas de investigación y después de la conferencia de Murcia de 2007, el 27 de junio defendía su tesis doctoral: *Sistemas adaptativos para el análisis social: una aproximación desde la Sociocibernética*.

En mi caso, disfruté del lujo de acompañar el proceso. Mi papel, más que de director fue el de facilitador, de acompañante de una experiencia creadora singular y difícil de repetir. Se trataba de dejar crecer la semilla, de poner algunos elementos de contexto, de aportar detalles logísticos, de asuntos formales y de discutir para afinar lo que ya estaba maduro. En aquella ocasión, como en las demás tesis que he dirigido, terminé aprendiendo mucho más de lo que había aportado. Al menos esa es mi sensación. Pero lo más brillante de aquella tesis fue el ejercicio de defensa. Frente a las prácticas habituales, con sesiones rápidas, donde el tribunal le pide al doctorando que sea breve, optamos por lo contrario.

Fue un ejercicio que comenzó a las nueve de la mañana para terminar a las dos de la tarde. Una presentación brillante que estuvo acompañada de un debate intenso y extenso. Al detalle y en profundidad, una experiencia rara por lo poco habitual y por el contenido de las discusiones, de las preguntas y de las respuestas... que concluyeron con una exposición final que anticipaba nuevos retos en el horizonte. Y uno de ellos es este libro.

Estas páginas son un reto para su autor, pero también para cualquier lector que quiera adentrarse en ellas. Muestran un mundo donde el rigor conceptual pretende construir una estructura de relaciones y elementos que permitan atender con más calidad y profundidad las preguntas sobre problemas complejos e interdisciplinarios.

Este libro forma parte de las llamadas “ciencias de la complejidad”. Éstas incluyen un abanico cada vez más relevante de autores y de aproxi-

maciones al reto de nuestro tiempo: hacer una ciencia más humana y mejor. Una ciencia más centrada en los problemas de las personas que en la autosatisfacción onanista que se entretiene construyendo artefactos materiales y conceptuales. Va más allá del narcisismo de quienes sólo hablan para los suyos y se gustan mirándose al espejo. Propone un camino para romper con la división, quizá necesaria, del XIX donde el conocimiento se escindió en dos mundos, en dos culturas... que la sociocibernética viene acoplando y (re)integrando desde sus orígenes.

Las ciencias sociales ya no se han de entender como disciplinas menores, amilanadas por el poderío de las conquistas de las ciencias de la Naturaleza. Aquí, en estas páginas las ciencias del espíritu no se discuten, ni se pretenden enmendar para superar su pecado original. Aquí se convierten en el epicentro de multitud de temas donde la complejidad de heterogeneidades y de dificultades obligan a buscar soluciones, muchas de ellas inexploradas, pendientes de propuestas, como ésta, que vienen a establecer relaciones nuevas, interdisciplinarias.

Ahora no se trata de desmigajar la obra y presentar su argumento, sus tres partes y nueve capítulos, las posibles lecturas y el orden “recomendado” para masticar y digerir su contenido. Ese es un reto que cada quien, cada persona que se acerque a leer este universo de páginas tendrá que resolver. El libro está construido meticulosamente para facilitar su análisis, debate y aplicación posterior. Esa es una de las virtudes, se hace teoría desde el “suelo” para elevarlo al terreno de la praxis. Propone una estrategia y un modo de desarrollar el “pensamiento sistémico” que sea capaz de responder a los problemas que afloran por el hecho de estar vivos.

La propuesta central es el modelo adaptativo para la investigación interdisciplinaria y está articulado con todos sus pasos para que se haga más fácil de comprender. En el camino se trabajan numerosas referencias a las obras de Piaget, de von Foerster, de Wiener, de Luhmann, de Buckley y del gran Rolando García de donde se nutre buena parte de la perspectiva teórica que subyace al texto. Y en esto se mantiene en un nivel de formalización que le quiere dar más consistencia y coherencia a las aportaciones que realiza.

¿Qué es entonces lo que nos ofrece José Antonio Amozurrutia con su modelo y sistema adaptativo? ¿Qué es lo esencial de su discurso y de su aportación? Para mí es una herramienta que pretende facilitar el trabajo de reflexión, análisis e interpretación ante preguntas que exploran problemas sociales de cualquier tipo. Es especialmente útil cuando un

equipo de investigación pretende abordar asuntos que tienen características heterogéneas que hacen mayor la complejidad de los problemas.

Esta herramienta se convierte en mediación reflexiva del proceso de investigación en su conjunto. Obliga a pensar en su totalidad el proceso heurístico de exploración a las preguntas de investigación planteadas. Es una herramienta para la búsqueda de respuestas y, a veces, de soluciones. Es cierto que no nos dice cómo se deben realizar los procesos de observación de la “realidad social”. No se trata de discutir si debe haber más o menos instrumentos cuantitativos o cualitativos. Ni quiere ni le interesa debatir sobre la pertinencia y aportaciones de las encuestas o de los grupos de discusión. Esa vieja y trasnochada división entre la perspectiva cuantitativa y la cualitativa queda superada en función de la pregunta/problema que se quiere enfrentar.

El sistema se construye distinguiendo bien las piezas, sus relaciones y las miradas con las que combinarlas. El sistema se apoya en la computadora para procesar y objetivar con más facilidad los elementos encontrados en el proceso de observación y de estudio de la realidad. El sistema se modela para aglutinar los distintos elementos —la integración de lo heterogéneo—, de tal manera que permite tener miradas más amplias, —anheladamente holísticas—, que son refinadas y afinadas en función de cómo los intérpretes del proceso quieren desarrollar su trabajo. Porque, en definitiva, de eso se trata: de mejorar la práctica investigadora interdisciplinaria de asuntos cuya complejidad y, en muchas ocasiones complicación, demandan de instrumentos capaces de gestionar los datos, las intuiciones y las interpretaciones del equipo investigador.

Por eso, el sistema que aquí de-construye José Antonio Amozurrutia trasciende la mera aplicación informática y “computerizante” para dar valor a los elementos que se suman al concierto. Es un modo de empastar distintas formas de producir información para mejorar la creación de interpretaciones densas de los problemas sociales que se abordan. El sistema funciona a modo de gran aparato digestivo donde se van decantando los nutrientes requeridos para responder a las preguntas planteadas. Se trata de mediar entre la realidad social como totalidad a la que se le extraen muestras de sangre, para ser capaces de ofrecer un diagnóstico y, en su caso, aquellas terapias posibles que permitan dar el siguiente paso.

En este sistema se decantan muchos elementos que teóricos de la sociocibernetica han venido formulando en los últimos años, pero que en muy pocas ocasiones se traducen en aplicaciones operativas con las



que responder a los retos prácticos de la vida cotidiana. Pepe, que también conoce a Dorine, le responde a su pregunta de hace más de once años... ¿esto para qué sirve? Y la respuesta es que para mucho más de lo que se puede contar en unas líneas que quieren ser un prólogo, una llamada a leer con pasión el resto de este libro.

*Chaime Marcuello Servós*  
Zaragoza, 2011





---

## INTRODUCCIÓN



### **Propósito**

El propósito de este libro es fundamentar la propuesta de un modelo adaptativo para el análisis multidimensional de problemas sociales que enfrentan lo complejo. Para ello, el modelo que propondremos funciona como un agente que interacciona con información de un contexto social determinado y dispone de varios niveles de adaptación para enfrentar las perturbaciones y necesidades de transformación que surjan durante el análisis. Para lograr esto, el modelo se cristaliza en un sistema de cómputo que conjuga un cuerpo teórico integrado por dos o más disciplinas, capaz de asimilar las reflexiones y decisiones de un equipo de investigación que lo opera de acuerdo a una estrategia diseñada para poder enfrentar la complejidad de los problemas sociales. Según veremos, la integración de estos componentes —las posibilidades del modelo como agente, el cuerpo teórico y las reflexiones del equipo interdisciplinario de investigación— junto con la información acerca del problema práctico —considerada como complejo empírico— nos permitirán delimitar al objeto de estudio como una *totalidad relativa* que se orienta a encontrar mejores formas de equilibración, tanto interna, como con otras totalidades implicadas en su contexto sico-socio-cultural.

En este sentido, el modelo tiene como referencia las formas de adaptabilidad de los organismos vivos que conviven con su entorno en la búsqueda de mejores formas de equilibrio. Es una adaptabilidad que, de acuerdo a las perspectivas teóricas de Walter Buckley, Heinz von Foerster, Jean Piaget —autores centrales para la fundamentación teórica del modelo—, se orienta a generar alternativas de respuesta de un sistema que representa comportamientos en ámbitos psicológicos, sociales y culturales. Un concepto de adaptabilidad que se traduce en grados de auto-organización y de inteligencia —como capacidad de selección e inferencia— entre los componentes sistémicos del agente y en los pro-

cesos de reflexión de los actores que participan en la solución del problema.

El modelo tiene entonces el propósito de configurar una mejor comprensión de los problemas sociales, de potenciar la reflexión sobre los procesos cognitivos —tanto en los actores de esos problemas, como en el equipo interdisciplinario que los analiza—, y de generar la construcción de explicaciones que eventualmente permitan una mejor toma de decisiones acerca su manejo en el futuro. Por esta razón, sus componentes están sujetos a una permanente actualización, tanto en sus códigos de operación y valoración, como en sus estructuras y procesos.

Queremos resaltar nuestro interés en que el sistema adaptativo que proponemos propicie una investigación interdisciplinaria que, desde miradas múltiples y cada vez más abiertas, se oriente a la solución de problemas e incluya la participación del grupo social implicado en ellos. Estamos convencidos de que una herramienta de esta naturaleza es de gran importancia actualmente, pues nos permitirá comprender mejor la complejidad e imbricaciones de los problemas sociales y explicar los comportamientos que se analicen desde nuevos niveles de observación, además de impulsar una presencia cada vez mayor de las ciencias sociales en las acciones y decisiones que definen el devenir social de nuestro tiempo.

Para lograr estos propósitos el libro está configurado en tres partes orientadas a una reflexión sobre la aplicación de las técnicas de análisis de problemas sociales, a una vinculación estrecha entre los cuerpos teóricos de la Epistemología genética y el Pensamiento sistémico, y a la metodología de construcción de un sistema íntimamente relacionado con las implicaciones de una investigación interdisciplinaria.

## **Génesis y motivaciones**

El libro surgió a partir del deseo de compartir los hallazgos que he experimentado en el terreno del diseño y la programación de técnicas orientadas al análisis de historias de vida. Inicié esa actividad a partir de mi amistad con Jorge A. González en un verano en los inicios de los años noventa, entre los placeres de compartir comidas, el mar y los hijos, y sólo entonces, reflexionar sobre los retos para encontrar mejores soluciones al análisis de problemas que no se dejan atrapar fácilmente por el sentido común. Nuestras reflexiones —que más adelante se enrique-

cieron con la interacción multidimensional de Jesús Galindo— giraban en torno a las formas de comprensión sobre las dificultades para encontrar información relevante y no explícita en los discursos —inquietud sociológica—, y en las posibilidades de organizar dicha información en tablas o arreglos para ser procesados por un algoritmo que las clasificara —inquietud sistémica—. Pero no existían dichos programas, o apenas iniciaba su desarrollo en otras latitudes, con el inconveniente de propiciar dependencias tecnológicas y de imponer otros marcos teóricos y metodológicos no adecuados a las necesidades de nuestros propios investigadores, si se adquirieran como paquetes de software. Había que hacer “trajes a la medida” y desde nuestra propia perspectiva valorativa y social, para que realmente tuviera sentido la aplicación de las técnicas de análisis orientadas al tratamiento y procesamiento de esa información que habíamos configurado. Este fue el atractor real que me siguió motivando, al reconocer que mi actividad como diseñador y programador de sistemas en ingeniería podía tener nuevos retos en el terreno de la creatividad sociológica, porque diseñar y programar sistemas es una actividad creativa que implica un estudio permanente de las disciplinas que están implicadas en el diseño del sistema. Desde entonces no he dejado de ejercitar la creatividad, recreando la amistad con quienes comparten este viaje conmigo, y buscando y encontrando nuevas formas de comprender los encabalgamientos de los significados y las rutas del sentido, dos retos centrales en las ciencias sociales y humanísticas.

Años más tarde tuve un segundo estímulo que contribuyó a seguir desarrollando un modelo que permitiera enfrentar dichos encabalgamientos y rutas posibles del dominio social. Tuve la oportunidad de participar en el grupo de investigadores que forman parte del comité de Sociocibernética de la Asociación Internacional de Sociología (ISA). Esta nueva propuesta de integración fusiona precisamente a las ciencias sociales con la cibernética, proponiendo una apertura desde la sociología hacia un diálogo más amplio entre lenguajes que difícilmente se escuchan y conviven dialógicamente. El sentido de estas reflexiones —que han continuado estimulando y enriqueciendo mi participación anual en el RC51 desde entonces y hasta la fecha— me confirmaba la necesidad de dar mayor dedicación y estudio a nuevas formas de interacción disciplinaria. La participación y diálogo permanente con investigadores de trayecto multidisciplinario contribuyó a mi entusiasmo por la sociología, y a seguir trabajando en modelos que se orientasen por el lado de la adaptabilidad, al desarrollo de grados de inteligencia en equipos de

investigación y en grupos sociales, para la solución de problemas prácticos. Pero ello implicó pensar en sistemas que enfrentan lo complejo, ya no sólo en el encuentro de implícitos, sino también en la configuración de nuevas formas de integración de naturalezas heterogéneas, en acciones impulsadas por la razón, la emoción y la volición implicadas en ellas. La Sociocibernética me ayudó a confirmar que la aventura que habíamos fraguado en la playa con Jorge, era un camino que ya se había iniciado, pero que estaba todavía en sus inicios y había mucho por hacer.

Un tercer estímulo asociado a la necesidad de seguir aprendiendo sobre las naturalezas implicadas en las acciones sociales y humanísticas, lo he tenido en el seminario de Epistemología en nuestro Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Comunicación Compleja —LabCOMplex—, del Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades (CEIICH) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)— junto con Margarita Maass y Jorge González, con quienes nace la idea de iniciar una colaboración interdisciplinaria. Ahí hemos sido fieles alumnos de nuestro maestro Rolando García, con el que hemos construido un diálogo y reflexión intensos sobre el qué conocemos y cómo conocemos en torno al quehacer científico. Ello nos ha nutrido mucho y se ha sumado a mi interés sobre el pensamiento Piagetiano y a la experiencia vivencial y desarrollo conceptual que Rolando García nos ha compartido para enriquecer de manera sustantiva el componente epistemológico del modelo. En ese seminario hemos podido ver con mayor claridad los retos que enfrentan las ciencias sociales, no sólo para explicar las formas de comprensión de los significados en las acciones humanas y el sentido que tienen en dominios sociales y culturales, sino en los dominios científicos y en los de la real toma de decisiones. Reconocer el desbalance en las formas de argumentar así como las distancias conceptuales entre las disciplinas sociales y físicas, propició el seguir compenetrándome —desde la epistemología piagetiana— en una mejor comprensión de las fuertes interdefiniciones en las relaciones heterogéneas de las acciones, los hechos, las comunicaciones y las actividades humanas en un escenario de dominios conjugados. De ello, aprecié todavía con más énfasis el fuerte desnivel que existe entre los conocimientos, las formas de hacer investigación, de las argumentaciones, de los apoyos institucionales, y consecuentemente las implicaciones en los presupuestos y en “los sentires generales” respecto a las posibilidades y participación de los profesionistas de las ciencias sociales y los de las ciencias físicas y naturales. En el seno de ese seminario de reflexión ante

lo complejo, íntimamente vinculado a los propósitos del laboratorio de investigación que construimos con Margarita y Jorge, se fragua nuestra convicción de participar y contribuir en el tejido de puentes entre los dominios disciplinarios, y entre las Facultades y Coordinaciones de nuestra universidad.

La génesis del modelo que propongo en este libro parte de una primera versión presentada en el XV Congreso Internacional de Sociología de la Asociación Internacional de Sociología, dentro del grupo de Sociocibernética realizado en la Ciudad de Brisbane, Australia en 2003. A partir del entusiasmo que mostró el colega Sociocibernético Chaime Marcuello en dicho trabajo —y quien sería más adelante mi director de tesis doctoral—, continué su desarrollo hasta su presentación en mi examen de grado para la Facultad de Sociología en la Universidad de Zaragoza, España en 2007. Esta necesidad me impulsa a explicitar el compromiso que tenemos en el LabCOMplex por contribuir en el desarrollo de una actividad interdisciplinaria en nuestro Centro de trabajo en la UNAM y la rica multiplicidad de proyectos y perspectivas de investigación en torno al temas sociales en dicho Centro. Hago énfasis también en el compromiso de contribuir en la configuración de una propuesta amplia en el fuerte reto que implica la investigación interdisciplinaria, y reitero mi agradecimiento por contar con las mejores condiciones de trabajo para desarrollar una reflexión de esta naturaleza. Todo ello contribuye a redondear las convergencias que propician la escritura de este libro.

### **Fuentes disciplinarias**

He de explicitar brevemente las diversas fuentes que nutren esta aventura. En primera instancia, está la perspectiva teórico-práctica que como ingeniero químico desempeñé durante los primeros diez años de mi vida profesional, programando sistemas en lenguaje FORTRAN para diseñar y simular el comportamiento de equipos cuya operación unitaria básica es la transferencia de calor. El segundo componente lo derivo de mi permanente interés por el análisis y diseño de sistemas industriales y culturales, que desde esa época no he dejado de practicar. El tercer componente deriva de mi interés en conocer mejor las acciones, comunicaciones y actividades en mi interacción social a través de la Sociología, que en los últimos diez años ha sido mi ámbito de aprendizaje más intenso.

Un cuarto componente es la docencia, fuente de motivación, estudio y satisfacciones constantes en torno al contexto sociocultural en que me desenvuelvo. Especial conjunción en mi actividad multidisciplinaria se dio al reconocer las empatías y posibilidades de conjugación que tenían las redes neuronales artificiales —tema que incluía en mis clases de matemáticas en la Facultad de Química— con las estructuras de red que formulaba para la programación de técnicas cualitativas en el análisis social. Reconocer la estrecha vinculación analógica entre la función integradora de las sinapsis entre las neuronas, con su representación como coeficientes de ponderación en un sistema de ecuaciones, me permitió establecer el vínculo para homologarlas como factores de valoración y niveles de atención en la integración de variables que representan observables sociales y su posterior integración en categorías que permitieran normar criterios de valoración más generales. La resonancia de estos nuevos acordes en mi trayectoria multidisciplinaria constituyó un nuevo atractor para seguir estableciendo correspondencias disciplinarias para ser modeladas sistémicamente. Finalmente, y desde temprana edad, la disciplina que me acompaña todos los días, y sin la cual no es posible lo demás, es la música, como intérprete y compositor establezco analogías con las fugas de Bach y las Sonatas de Scriabin, que enriquecen implícitamente la visión integradora de las disciplinas referidas en este libro.

Puede imaginar el lector que esta constelación de disciplinas me ha permitido enfrentar sin ningún desenfado, y con mucho compromiso, las fuertes enarmonías que derivan de la propuesta interdisciplinaria implicada en un Sistema adaptativo para el análisis social: SiAs. Hago explícitas estas siglas para diferenciarlo de otros sistemas que también hacen referencia a la propiedad de la adaptabilidad, y que si bien comparten similitudes, tienen distinciones importantes que matizar, especialmente en el marco epistémico que los enmarca. Tal como mencioné, por nuestra parte, la línea de adaptabilidad que desarrollamos deriva esencialmente de las propuestas del sociólogo Walter Buckley, del cibernético Heinz von Foerster y del epistemólogo Jean Piaget.

Las múltiples interacciones entre las disciplinas implicadas en el modelo imponen un reto respecto al orden de exposición de ideas. Por ello he identificado a cada párrafo con un número que me permite establecer relaciones más puntuales entre las mutuas referencias que son necesarias en la exposición de los temas desde los diferentes capítulos. El lector verá un uso permanente de figuras y esquemas gráficos que me permiten sintetizar ideas para una mejor comprensión, y desarrollar un

lenguaje visual que contribuya a una mejor concepción del modelo y del libro. Usaré permanentemente la primera persona del plural porque considero que es un trabajo derivado de una colaboración y enriquecimiento en equipo, no sólo con Jorge y Margarita, sino también con todos los investigadores que permanentemente están asociados al LabCOMplex. Solamente en los casos en que considero que las afirmaciones son sólo mi responsabilidad, explicito la primera persona.

### **Estructura y proceso**

Como ya bosquejé inicialmente, el libro tiene tres partes. En la primera presento un conjunto de ideas y criterios sobre el nivel de observación desde donde habré de formular problemas y preguntas. Incluyo en esta primera parte algunas dificultades importantes del análisis social ante los problemas que son observados como comportamientos complejos, no triviales. Señalo los retos y limitaciones que presentan la perspectiva de las técnicas de primer orden —cuantitativas— y la de las técnicas de segundo orden —cualitativas—, para dar respuesta a las preguntas hechas al problema. Esto me conduce a establecer preguntas de investigación que deberán responderse a la luz de una argumentación que desarrollo en la segunda parte. La fundamentación de las respuestas que propongo se asienta —como indiqué al inicio— en dos cuerpos teóricos: la Epistemología genética de Jean Piaget y su enriquecimiento propuesto por Rolando García, y el desarrollo de un pensamiento sistémico derivado de elementos centrales de la Sociocibernética y de la experiencia y desarrollo como investigador que he tenido en el LabCOMplex, a través de la convergencia disciplinaria que hemos formulado para la Ciberkultur@. En la tercera parte del libro describo el modelo adaptativo, y la forma que adquiere como sistema —los dos capítulos centrales del libro—. En el último capítulo desarrollo un caso de estudio que ejemplifica la metodología para su construcción y aplicación, e incluyo la síntesis de otras aplicaciones basadas en el modelo. Con los argumentos de la segunda parte y la aplicación del caso de estudio, respondemos a las preguntas iniciales y nos formulamos nuevas preguntas, para desarrollar e investigar en una etapa posterior.

Los tres capítulos que componen la primera parte están escritos con un lenguaje básico en las ciencias sociales y están dirigidos principalmente al estudiante que ha tenido alguna iniciación en la aplicación

de técnicas de investigación. Los capítulos de la segunda parte son más densos en el uso del lenguaje empleado, dado que requieren de una mayor precisión para abordar la fundamentación epistemológica del modelo y su íntima vinculación con la perspectiva sistémica. En el capítulo cuarto sintetizo la perspectiva piagetiana y la aportación de García, para dar cuenta del proceso cognoscitivo a partir de una génesis compleja que integra los componentes biológico, psicológico y social, así como de la necesaria interacción sujeto cognoscente/objeto cognoscible en la construcción del conocimiento en el marco de un contexto sociocultural. En el quinto, sintetizo los antecedentes y la línea de pensamiento sistémico del modelo. Doy especial énfasis al concepto de sistema no-trivial que se deslinda de aquella concepción —muy arraigada ya en casi todas las disciplinas— que ve en los sistemas, la sistematización de un esquema cerrado y que en lugar de propiciar la reflexión, la enjaulan y la sujetan al control de quien los programa. Nada más lejos que esto es la orientación de los sistemas no-triviales, de estrategias de solución siempre heurística y necesariamente creativos para reflexionar sobre los procesos de transformación de estructuras en las realidades que analizan. Una síntesis de la Epistemología genética y del pensamiento sistémico la presento en el capítulo sexto, y constituye, junto con el modelo adaptativo, una segunda propuesta esencial del libro.

La tercera parte del libro está dedicada a la descripción del modelo adaptativo —capítulo séptimo—, a la metodología de construcción de un sistema que lo aplica —capítulo octavo—, y a la presentación de un caso de estudio y diversas aplicaciones del modelo —capítulo noveno. Incluyo en el octavo capítulo tres apartados que son extensivos para la metodología implicada en la construcción de un sistema adaptativo: una síntesis de la Teoría fundamentada, una conceptualización de la estrategia de la Simulación en torno a fenómenos sociales y el contexto de investigación interdisciplinaria en el marco de la Cibercultur@. Esta última, será entendida como una convergencia disciplinara en torno a la comunicación, la información y el conocimiento, que dota de mayores grados de auto-organización a comunidades de nuestra sociedad y a comunidades que desarrollan investigación interdisciplinaria. La relación entre la epistemología genética y la perspectiva sistémica en el marco de la Cibercultur@, constituyen una conjugación que fundamenta el modelo adaptativo.

Estoy consciente del fuerte nivel de abstracción que requieren los capítulos 4 a 8, por ello, en el capítulo 9 insistiré en explicitar, mediante

ejemplos diversos, la forma de vincular y poner en práctica los conceptos de la epistemología genética y de la cibernética, tal como he podido aplicarlos en varios problemas reales dentro de diferentes equipos de trabajo en los que he participado.

La lectura recomendada seguiría el orden expuesto, especialmente para los estudiantes de licenciatura, pero para estudiantes más avanzados o para el lector que desea conocer directamente el modelo, le sugiero ver el panorama que presentamos en los capítulos primero y tercero y entrar directamente al séptimo y octavo que describen el modelo y su metodología para aplicarlo. Posteriormente, si el lector también tiene interés en los retos de la fundamentación interdisciplinaria, verá la necesidad de regresar a los capítulos centrales, para conocer una forma posible de su fundamentación en el contexto del modelo. También es posible iniciar por el último capítulo y ver, a través del caso de estudio y de los ejemplos de aplicación del sistema, el panorama que abarcan y el tipo de problemas que hasta ahora hemos podido enfrentar, y a continuación regresar a los capítulos centrales.

Aunque el caso de estudio y los ejemplos del capítulo noveno son coordinados desde una perspectiva Sociológica, incluyen componentes disciplinarios de otras ramas de las ciencias sociales. El primer aspecto que permite generalizar retos comunes a dichas ramas radica en la naturaleza de las técnicas de investigación que son extensivas a la gran mayoría de las disciplinas en las ciencias sociales. Ellas incluyen el análisis de informaciones —como parte esencial del complejo empírico— de diversa naturaleza. Tal es el caso del análisis de transcripciones —derivadas de opiniones, entrevistas, grupos de discusión, historias de vida— o del análisis de discursos en documentos —legislaciones, expedientes, planes de estudio— o de informaciones derivadas de pruebas psicológicas, de etnografías o de documentos históricos. El segundo aspecto que permite generalizar retos comunes a la gran mayoría de las disciplinas en las ciencias sociales radica en la definición de los límites del complejo empírico, y en la definición de la naturaleza del proceso de construcción del esquema categórico —considerado como la unidad de análisis— que implica toda comprensión y explicación a un problema social. La construcción de dicho esquema puede ser a partir de uno ya existente o de uno derivado del material empírico disponible y del contexto del análisis. Esta segunda opción se privilegia en la metodología que proponemos para la construcción del sistema adaptativo.

Con los dos aspectos señalados, comunes a las disciplinas sociales,

me es posible proponer una estrategia general que los integra a la actividad de un equipo de investigación necesariamente interdisciplinario, que reflexiona sobre un problema social y reconoce significados, acciones y comunicaciones de naturaleza heterogénea y con alta interdefinición. Como ya había mencionado, al conjunto de elementos y relaciones asociadas al modelo adaptativo, al equipo de investigación y a los actores del problema, los defino como totalidad relativa (distinguida en su momento de otras formas de totalidad), y su propósito y sentido se orienta a la maximización de mejores estados de equilibrio social.

### **Retos y deseos**

Como apreciará el lector, en el libro conjugo tres perspectivas que aparentan tener objetos de estudio distantes: la Epistemología genética, que es una teoría científica, coherente y empíricamente contrastable que explica y fundamenta los procesos de construcción del conocimiento, la Sociología, que es una ciencia que comprende, interpreta y participa en los procesos de cambio social, y la Teoría de sistemas, que es una ciencia formalizada que modela procesos de control y comportamientos humanos, proponiendo la construcción de sistemas triviales y no-triviales que resuelvan problemas. De estas tres disciplinas, la primera, ha sido relegada al dominio especulativo, mientras la segunda y la tercera pertenecen a dominios que tradicionalmente se han distanciado entre sí, bajo paradigmas diferentes que oscilan entre los idealismos e innatismos, por un lado, y los empirismos y materialismos, por el otro, o entre varios conceptos planteados de manera polar, como “dos mundos” diferentes. Uno de los principales propósitos de este libro es contribuir a la transformación de esas distinciones y a establecer mejores puentes y correspondencias entre el lenguaje epistemológico, el cibernético y el sociológico, lo que a su vez implica, como veremos, el biológico y el matemático.

Se trata de una contribución que enfrentará muchas preguntas —que darán vueltas de tuerca afortunadas o reflexivas en los lectores—, y que parte de la necesidad de promover y propiciar lenguajes comunes, o con mayor precisión, de vincular conceptos análogos, morfismos y resonancias entre los lenguajes de tres perspectivas disciplinarias. Pero también conjuga los lenguajes de manera amplia para establecer vínculos que deberán ponerse a prueba y rectificar su pertinencia conforme se aplica el modelo en problemas reales. Es una aventura que evitará caer

en reduccionismos y relativismos que son excluidos desde la perspectiva constructivista de la Epistemología genética. Por otro lado, reconozco que habré de transgredir algunos conceptos de dicha epistemología, pero ello será para explorar la pertinencia de establecer correspondencias que conduzcan a un nivel de observación que la conjugue más fluidamente con otras disciplinas y ofrezca mayor certeza en la comprensión y explicación de un análisis que enfrenta lo complejo en las ciencias sociales.

Por otra parte, otro reto del modelo y su configuración como sistema es que éste no espera ser sólo una herramienta teórica que enriquezca formas de comprensión integradas a formas de explicación, sino también una estrategia para incidir en la realidad de una manera reflexiva y coherente. Un modelo que contribuya a la formación de nuevos sociólogos —porque les exigirá una fuerte ampliación de sus umbrales disciplinarios—, que puedan hacer investigación interdisciplinaria desde sus centros de investigación e involucren a sus colegas y a los actores de los problemas, ofreciéndoles una imagen más clara de sus propias problemáticas, para ampliar su visión, su reflexión y su capacidad crítica. En última instancia, para tomar en las manos los propios procesos de transformación y, en la medida de lo posible, volverse co-creadores de un cambio socio-cultural. Esta es una aventura que compartimos en el Lab-COMplex y en el CEIICH. Estamos convencidos de que se requiere de más de un lenguaje disciplinario para poder escuchar mejor a los otros en sus disciplinas físicas y naturales, comprender la naturaleza heterogénea de nuestras problemáticas y construir mejores explicaciones de nuestros hallazgos y de ahí que se trate de una propuesta interdisciplinaria.

Este libro será para varios lectores un reto que los hará reflexionar —y ese es mi deseo—, en una dirección semejante a la que me he planteado al conjeturar y formalizar un modelo que tiene el propósito de establecer puentes entre las ciencias sociales y humanísticas y las físicas y naturales. Un modelo que desea transformar la distinción entre las perspectivas que cifran la realidad en términos de números o de significados, y que invita a observar, desde disciplinas conjugadas, mediante lenguajes comunes y desde una misma zona de altitud y latitud, que el reto ante lo complejo es el mismo, y que la estrategia se orienta hacia una rectificación de umbrales cognoscitivos y hacia una integración de perspectivas disciplinarias para enfrentar los problemas hoy en día. Deseo que este libro suscite nuevas preguntas para visualizar mejores horizontes sociales.





CAPÍTULO 1  
VISIÓN DE CONJUNTO: EL RETO DEL  
ANÁLISIS Y SUS APROXIMACIONES

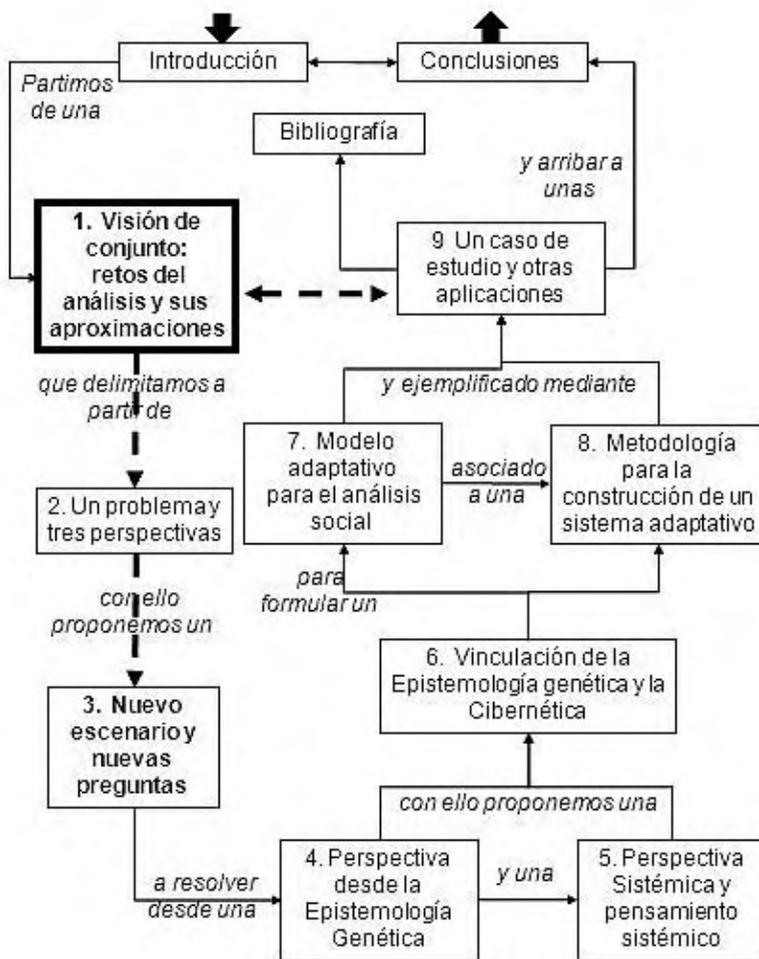


Figura 1. A El capítulo 1 dentro del libro

En este capítulo presentamos los retos que enfrenta el estudio de las Ciencias sociales cuando el nivel de observación de los problemas que se analizan surge del diálogo de dos o más disciplinas. Mostramos qué significa para un equipo de investigación enfrentarse a lo complejo,<sup>1</sup> así como la importancia de plantear las preguntas esenciales sobre las causas de los problemas que se estudian, y cómo abordarlos para obtener mejores formas de comprensión/explicación<sup>2</sup> y eventualmente lograr alguna transformación real de los mismos.

Señalamos el reto de cómo conocer las relaciones entre el material empírico disponible y las preguntas de investigación, haciendo explícitos los instrumentos de análisis derivados de las técnicas orientadas a lo cuantitativo —entendidas como de *primer orden*— y las técnicas orientadas al componente cualitativo —o de *segundo orden*. También mostramos los métodos para llevar a cabo la síntesis que permitirá proponer soluciones al problema. A partir de aquí, formularemos la necesidad de considerar dicha síntesis como una *totalidad relativa*<sup>3</sup> —como un sistema adaptativo— que en primera instancia se adapta a las necesidades de comprensión/explicación de los problemas en estudio y en segunda, contribuye en su transformación. Terminamos con la reflexión sobre el par de conceptos “comprensión y explicación” que será importante para el resto del libro. Una visión de conjunto del capítulo es la siguiente:

<sup>1</sup> Como una primera aproximación, que más adelante ampliaremos, señalamos que lo complejo es un adjetivo que un observador emplea para hacer referencia a una multiplicidad de dificultades y retos que debe enfrentar para aproximar la explicación de un objeto, proceso o fenómeno de estudio. Lo complejo radica en la dificultad para establecer relaciones formales entre fenómenos de naturaleza heterogénea, y sujetas a mutuas interdefiniciones.

<sup>2</sup> A reserva de que más adelante ahondaré en el tema de estos dos términos, en los sucesivos me referiré a ellos en pareja —separados por una diagonal— para mostrar las dos caras de una dicotomía que me gustaría empezar a entender como un continuo, esto es, la de la distinción tradicional entre lo que es poder explicar algo “científica” o “racionalmente” con base en un cuerpo teórico y poder comprenderlo sólo “subjetivamente” o a partir de un lenguaje no formal. Como pretendo mostrar, ambos términos pueden ser definidos desde un lenguaje epistemológico en donde el segundo deriva del primero o el primero conduce al segundo dentro de un proceso continuo.

<sup>3</sup> Adelantamos que el concepto de *totalidad* se refiere a un conjunto de cualidades y características heterogéneas e interdependientes, organizadas dentro de la concepción de sistema. Es *relativa*, porque no pretende tener todos los atributos posibles, sino aquellos que le son más pertinentes para lograr las mejores formas de equilibrio del sistema.

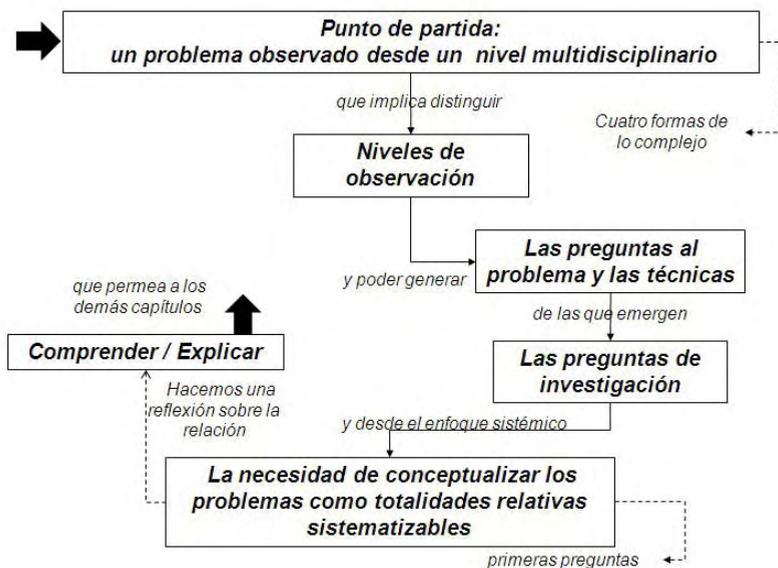


Figura 1.B Visión de conjunto del capítulo 1.

### 1.1 Punto de partida: un problema observado desde un nivel multidisciplinario

1. Partimos de un gran interés por abordar desde nuevas perspectivas, la difícil situación que atraviesa nuestra sociedad ante los retos y transformaciones derivados de la alta densidad y velocidad de acontecimientos biológicos, tecnológicos, sociales y culturales en esta segunda década de nuestro siglo. Tal como hemos dicho, nuestro interés tiene dos componentes que se conjugan para comprender el entramado de algunos problemas de nuestra sociedad y para explicar, desde un marco teórico plausible, las formas posibles de transformación e intervención. La complementariedad entre estos dos componentes la desarrollaremos a partir de la perspectiva sistémica orientada a la construcción de sistemas, que van adaptando los niveles de comprensión del problema a los niveles de explicación.<sup>4</sup>

<sup>4</sup> Una forma complementaria a los niveles de explicación que proponemos en este capítulo, la establece García a través de los niveles de análisis asociados a *tres niveles de procesos* dentro de problemas de mayor envergadura social: en un primer nivel, refiere a los cambios producidos en

2. Por ello el primer reto que enfrentamos es el de saber plantear *un problema práctico* desde un *nivel de observación interdisciplinario*<sup>5</sup> y posteriormente abordar el problema de conocimiento que ello implica. Dicho planteamiento exige no ser desde una sola disciplina que señale el núcleo a partir del cual se puede obtener una solución. Consideramos que hoy en día, debe ser necesariamente desde la mirada conjugada de varios niveles de observación que reconocen diferentes componentes que intervienen en el entramado que deriva en el problema.
3. La observación desde *una disciplina*, puede ser afortunada, pero en la mayoría de los casos adolece de sesgar el tipo de transformación que infiere de las relaciones entre los elementos que determinan el problema y propicia un desequilibrio global que más adelante se manifiesta en otra cara del problema. Generalmente observa un tipo de relaciones propias de un dominio de conocimiento, con una naturaleza de fenómeno homogéneo. En el caso de la investigación *multidisciplinaria*, la interacción entre las disciplinas se orienta al apoyo de unas a otras pero generalmente está conducida por los criterios básicos y esenciales de una de ellas. Se trata de una *colaboración de apoyos* técnicos entre disciplinas, en donde el conocimiento que tiene el coordinador de la investigación es limitado o sesgado, lo que puede ser complementado en alguna medida por el auxilio de otra disciplina, que no altera el sentido original de la disciplina que conduce la investigación.
4. En el caso de la observación *interdisciplinaria*, que implica también de dos o más disciplinas, indudablemente es más difícil abordar los problemas por el grado de escucha que se requiere y por el enfrentamiento de identidades y cotos de poder cognoscitivos y científicos implicados en los observadores. En consecuencia, la solución es más lenta. Aunque no es tan sencilla para todos los actores involucrados

---

medio físico donde se ubica el problema, a los medios de producción, en las condiciones de vida y al sistema de relaciones socioeconómicas; en un segundo nivel de procesos, refiere a las modificaciones en el sistema productivo que inducen cambios en el primer nivel; y en un tercer nivel de procesos, refiere a las políticas de desarrollo nacionales e internacionales que determinan al segundo nivel (García, 2006;56-59).

<sup>5</sup> El nivel de observación que asumimos en este capítulo y en los que siguen, lo haremos compatible con el tipo de observación que hace el sujeto piagetiano, que siempre está integrado al objeto con quien interacciona. Si bien el nivel de observación al que hacemos referencia, va a ser variable, esto es, que adoptará diferentes niveles o distancias respecto a lo observado, estos niveles corresponderán a los niveles de conocimiento y al tipo de inferencias que hace el sujeto piagetiano.

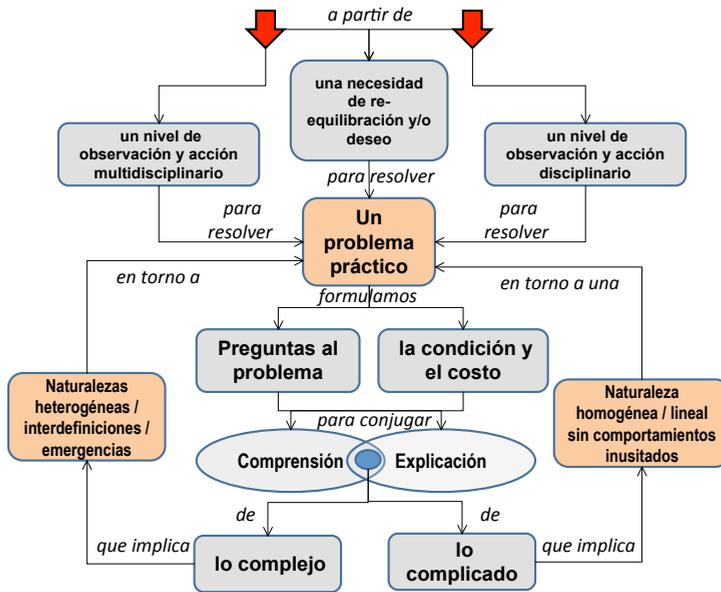
—porque implica una transformación cognoscitiva en ellos, una reacomodación de sus principios disciplinares derivada de la solución real del problema— tiende a sesgar menos el tipo de transformación de las relaciones que lo determinan. Ello se debe al reconocimiento de las diferentes naturalezas de los atributos que participan en el problema y su necesaria adecuación y adaptación en sus interdefiniciones.<sup>6</sup> Su atención se centra en proponer formas de re-equilibración que no propicien nuevos desajustes, sino que fortalezcan la capacidad para transformar las condiciones que originan el problema y para lograr un mejor balance conceptual, un mejor equilibrio en la operación del sistema que representa al problema.

5. Desde luego que existen problemas que exigen de una sola disciplina para destejer el nudo que ellos propician. En esos casos el problema puede ser resuelto al aplicar un procedimiento puntual a partir del cual comprendemos el tipo de relaciones que propicia el nudo problemático. En estos casos, dicha comprensión debe estar asociada a un marco teórico que explique el comportamiento de dichas relaciones de manera explícita y con la certeza de que desde ese nivel de observación, la transformación de las relaciones seleccionadas es correcta. Armar un motor, ordenar las cuentas contables, coordinar clientes en un banco o limpiar una mesa de disección, son ejemplos de esto porque implican un conocimiento claro de las disciplinas involucradas en cada caso: mecánica, administración, comunicación y bioquímica, respectivamente. En estos casos se trata de un problema complicado, que si bien puede requerir de una gran cantidad de cálculos y de ciclos de retroalimentación para alcanzar los resultados esperados —dentro de criterios de convergencia explícitos, cuantificables y controlables—, tiene una regularidad en sus comportamientos, que es predecible y organizable. En contraste, un problema complejo no está necesariamente asociado al uso de una o varias disciplinas, sino que se define por enfrentar los retos desde una reflexión de segundo orden —ya conceptual, cibernética o epistemológica— en donde el investigador no puede reducir su estrategia de

<sup>6</sup> Este término refiere a la mutua determinación que se establece entre dos unidades de observación (acciones, comunicaciones, hechos, actividades), aunque es posible una dependencia entre ellos. Es una consecuencia de hacer explícita la relación sujeto cognoscente/objeto cognoscible piagetiana (desarrollado en 6#10). Una analogía útil pero no exacta de la interdefinición la establecemos con un sistema de ecuaciones simultáneas en matemáticas y que incluiría ambos casos, cuando son linealmente independientes y cuando no lo son.

cálculo a un algoritmo, sino que requiere, por la naturaleza de las operaciones y sus interdefiniciones, de una estrategia fuertemente heurística que permita crear nuevos caminos para aproximarse a la solución del problema. En este caso, identificamos al problema como complejo, no sólo por la naturaleza heterogénea e interdefinición de sus partes o componentes, sino por el nivel de observación del investigador que lo enfrenta.

6. El *nivel de observación interdisciplinario* implica nuevos retos que es necesario precisar para no confundirlo con el multidisciplinario, que surge de una actividad disciplinaria auxiliada por otras disciplinas. Se trata de un nivel de observación que implica una actividad que conjuga principios, métodos y metodologías compartidas. En el mejor de los casos, hace uso de lenguajes comunes entre dos o más disciplinas. Desde este nivel de observación, en el que investigador tiene que descentrarse de su disciplina para continuar su análisis, el tipo y naturaleza de las relaciones asociadas a los elementos y componentes de un problema, proviene de conceptualizaciones derivadas de diferentes *dominios de conocimiento* y consecuentemente, es de naturaleza heterogénea. El caso típico es aquel que reconoce componentes de tradición, de racionalidad y de emocionalidad en el análisis de una acción social o de una comunicación entre actores sociales. Decimos que es un nivel de observación que *enfrenta lo complejo* en la conceptualización de un problema práctico. Este concepto lo definimos con más detenimiento en 5#36. En la figura 1. damos una visión de conjunto de estas ideas.
7. Definir lo complejo desde un nivel de observación interdisciplinario y establecer las estrategias posibles para enfrentar su conjugación es una tarea difícil entre otras cosas porque implica establecer lo más claramente posible, los marcos epistémicos y teóricos desde donde se enfrenta el problema. En este momento lo que nos interesa es señalar que desde los niveles de observación de cada disciplina se distinguen relaciones de diferente naturaleza —volitiva, racional, afectiva, fisicoquímica—, y asociadas a un espacio, un tiempo y una causalidad propias del dominio de observación específico. Por eso, cuando dialogan entre ellas, suscitan diferencias significativas que en primera instancia dificultan la estrategia para la solución del problema y parecen alejarse de la posibilidad de integraciones que conduzcan a su mejor comprensión, interpretación y explicación.
8. Hay al menos cuatro formas de lo complejo que ponen en evidencia



**Figura 1.1** Puntos de partida para ubicar los retos para una comprensión y explicación de un equipo multidisciplinario ante lo complejo en un problema práctico.

la necesidad de un descentramiento de la disciplina de cada observador para propiciar un diálogo convergente que enfrente el reto de distinguir los *isomorfismos* —esto es, las formas comunes en las relaciones básicas de los objetos de estudio—, analogías y métodos comunes, en lo complejo en ellos:

- *La naturaleza heterogénea de las relaciones* entre los elementos que configuran el problema,
- *La fuerte interdefinibilidad* —esto es, las dependencias mutuas— entre los atributos de los elementos de nuestro objeto de estudio, entre sus relaciones múltiples,
- La naturaleza de relaciones implícitas, no visibles sino en momentos de un comportamiento particular que deriva en *la emergencia de una nueva propiedad*, y
- *La dificultad de establecer escalas espacio-temporales comunes* para relacionar elementos comprendidos y explicados en sus propias escalas espacio-temporales.

9. El orden e importancia de estos cuatro retos varía de acuerdo a la disciplina del observador. En el párrafo anterior, podría referir al sociólogo, al matemático, al físico y al economista, como los observadores que señalarían a cada uno de los retos como el más significativo para resolver un problema desde su disciplina.
10. El sociólogo —e igualmente el antropólogo, sicólogo o comunicólogo— señalaría el reto que enfrenta su cuerpo teórico para relacionar acciones impulsadas simultáneamente por la razón y por el sentimiento, y a su vez asociadas a un grupo de personas que toman decisiones desde un orden político, social, uno psicológico y religioso simultáneamente. La naturaleza de cada tipo de acción ha sido estudiada por separado, pero no así en las posibilidades de su interacción.
11. En el caso del matemático —y asociamos a esta disciplina a todas las ingenierías—, el reto se presentaría en encontrar el valor máximo o mínimo en un sistema de ecuaciones que representa o modela al problema en cuestión, en donde el número de relaciones entre las ecuaciones y al interior de ellas —una forma de la interdefinibilidad— es muy alto y todos los elementos implicados en las variables dependen de valores y/o coeficientes desconocidos. El reto implica nuevas estrategias para encontrar dichos valores óptimos considerando recursos de tiempo de cálculo y espacio o memoria requerida.
12. El problema de la emergencia de nuevas manifestaciones y comportamientos de un fenómeno —dentro de sus fases, estratos o dominios— que opera no sólo a nivel fisicoquímico, sino bioquímico e incluso social, es una preocupación que los físicos (y por extensión a los químicos, biólogos y especialistas en las ciencias sociales) han tenido como impulso para dilucidar lo complejo en fenómenos particulares. Determinar el momento en que un equipo inicia repentinamente un fenómeno de resonancia y en consecuencia está próximo a una catástrofe, o determinar el momento para el cambio de una reacción química que deriva en una enfermedad o en un compuesto nuevo, son preguntas que enfrentan lo complejo en los dominios de las ciencias físicas y naturales, principalmente.
13. El problema que hemos señalado como propio del economista, en su dilema para relacionar acciones de economía entre las personas y entre las instituciones, lo enfrenta, como muchas otras disciplinas a un problema cifrado como macro-micro. Tanto en la física, como

en la economía, la sociología e incluso en las matemáticas, las relaciones entre escalas espacio-temporales de uno y otro dominio no han sido conciliadas y enfrentan lo complejo en su intento por hacer integraciones que ofrezcan una coherencia y sentido justificado en los cuerpos teóricos.

14. El reto que planteamos inicialmente implica que la forma de lo complejo, derivada del nivel de observación en un equipo de personas que indagan sobre un problema práctico, real, siempre asume dos o más de los atributos señalados anteriormente.<sup>7</sup> Una mirada atenta de un equipo de investigación que desea el trabajo interdisciplinario reconoce una fuerte interdefinición entre los elementos heterogéneos asociados al problema en cuestión, y asume que de dicha interrelación pueden emerger nuevos comportamientos y que el fenómeno en su conjunto está asociado a espacios y tiempos regidos tradicionalmente por escalas diferentes.

## 1.2. Niveles de observación

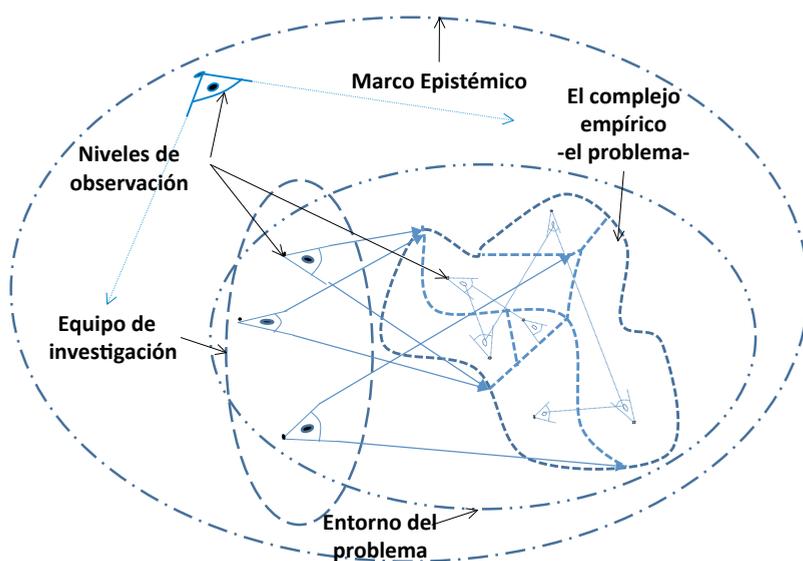
15. El nivel de observación de una investigación puede estar ubicado dentro del espacio conceptual de una disciplina o en un espacio conceptual compartido por dos o más disciplinas. En ambos casos el *marco epistémico* —de acuerdo con García (2006;35,45)— está determinado por la definición de los objetivos esenciales de la investigación —fuertemente anclados en una jerarquía de valores del equipo de investigación— y por el conjunto de principios, leyes y procedimientos que explican el comportamiento de un universo de elementos y

<sup>7</sup> Este equipo de personas, así como los equipos de investigación a los que haremos referencia, están constituidos por dos o más personas con dos o más disciplinas diferentes, pero con algunos conocimientos básicos —o al menos con el interés por desarrollarlos— de los lenguajes comunes a que haremos referencia permanente: la epistemología, las matemáticas y el pensamiento sistémico, este último asociado al manejo de dispositivos y lenguajes de computación. La coordinación del equipo estará centrada en alguno de ellos y no necesariamente deberá mantenerse a lo largo del tiempo, sino que es necesario rotarla conforme al compromiso y a la disponibilidad afectiva, ética, política, social y científica en ellos. El coordinador es como un director de orquesta que necesita en primera instancia, ser especialista de su instrumento, conocer los demás instrumentos y saber escuchar y saber descentrarse de su disciplina, y sólo entonces, aventurarse al diálogo y conocimiento con las demás. El mejor coordinador no es el que sabe más, sino aquel que está dispuesto a estar en permanente aprendizaje de los conocimientos que exigen los proyectos de investigación que enfrentan problemas ante lo complejo en las ciencias sociales.

relaciones entre ellos. Dicho comportamiento depende de la naturaleza de lo que se conoce y las operaciones y procesos posibles en ella. Impone un tipo de preguntas pertinentes o *preguntables* desde el propio marco conceptual. Constituye una concepción del mundo delimitada al problema en cuestión.

Dado que estamos partiendo de una Epistemología constructivista —que es otra forma menos atinada de referir a la Epistemología genética— no existen principios absolutos del orden empírico o conceptual y en consecuencia la selección de dichos principios dentro de la definición del marco epistémico de una investigación implica una toma de posición que admite afirmaciones de valores que se asumen como puntos de partida en la concepción epistemológica del proyecto de investigación.

16. El marco epistémico incluye no solamente el conjunto de principios y conceptos que delimitan una visión integral del dominio que abarcan, sino también las formas de materia y energía en dicho dominio, esto es, el universo real y vivo de datos configurados como observables



**Figura 1.2** Nivel de observación del complejo empírico y del equipo de investigación dentro del marco epistémico en el que se configura el problema práctico.

desde un marco conceptual. Dicho universo constituye un *complejo empírico* en la medida en que es posible observarlo siempre como un entramado de interdefiniciones, integraciones de lo heterogéneo y diferenciaciones de lo homogéneo, así como de relaciones emergentes y niveles de escalas espacio-temporales distintas. En la siguiente figura delimitamos estas ideas:

17. Es posible el diálogo entre las disciplinas al interior de un observador, una especie de multidisciplinariedad o incluso interdisciplinariedad *sui generis*. Pasar de un lenguaje a otro, tomar distancia y reflexionar sobre los elementos comunes en ellos, permite desarrollar un nivel de análisis que puede cumplir con expectativas afortunadas para la toma de decisiones en torno a un problema práctico. Sin embargo, el diálogo multidisciplinar entre dos o más personas exige un mayor esfuerzo para descentrar el nivel de observación en ellas, así como ampliar su actitud y disposición de escucha para lograr un mayor distanciamiento de la disciplina propia y un mayor acercamiento a la del interlocutor.
18. Descentrar a los observadores y reubicarlos dentro de *un espacio conceptual común* es un gran logro y punto de partida para un equipo multidisciplinario (ver más adelante figuras en 8#12). Toda actividad que se derive de esta nueva disposición implicará relaciones *interdisciplinarias* y si se orientan a la comprensión y explicación de un problema práctico, será posible la *investigación interdisciplinaria*. La solución a los problemas será necesariamente diferente a la que habría desde una sola disciplina, ya que al ser asistida y/o apoyada por otras disciplinas genera un compromiso —y una transformación— que puede ser meramente racional o lógico pero también enriquecido por el afecto —como enfatizaremos en 8#9, y por el compromiso ético, entre los integrantes del equipo de investigación.
19. Pero los retos son grandes: habrá que aprender a escuchar cada vez con mayor apertura las perspectivas de las otras disciplinas, y paralelamente reflexionar y conjugar alternativas dentro de un lenguaje común que tendrá a su vez, trasplantes a las disciplinas implicadas. Toda investigación interdisciplinaria requiere entonces de un conocimiento profundo de las disciplinas implicadas de cada participante, porque es el balance de los conocimientos y sus aportaciones conjugadas lo que determina nuevas formas de equilibrio en la solución de problemas complejos. Dichas formas y los procedimientos para re-equilibrar los desbalances en un problema, necesariamente

conducen a nuevas formas de comprender y explicar la intervención en un problema práctico. Los retos y características de este tipo de investigación los abordaremos nuevamente en capítulos posteriores, especialmente en 8#1. En éste, solamente referimos el carácter esencial que tiene la investigación interdisciplinaria para abordar un problema que enfrenta lo complejo.

20. Además de distinguir principios y procedimientos específicos en las disciplinas, o los conceptos comunes entre dos o más disciplinas, el nivel de observación al que nos aproximamos en un equipo de investigación interdisciplinaria reconoce y hace explícitas otras características de su propia forma de observar. Admite que desde el momento de aplicar el instrumento de medición —la forma de hacer las preguntas, la nitidez de una transcripción, la selección de los materiales, la relación con los artefactos de trabajo y el uso de sistemas computacionales—, interacciona y altera en alguna proporción la unidad de observación involucrada<sup>8</sup>. En consecuencia tiene que desarrollar una reflexión sobre el grado de intervención y hacerlo explícito en su análisis. Esta es una de las formas de enfatizar la importancia de la relación sujeto/objeto que también será explicitada desde la Epistemología genética y que describiremos en 4#16, así como en una reflexión más general sobre este tema, que haremos en 6#10.
21. Pero al mismo tiempo cada observador debe reconocer que siempre existirá un “punto ciego” en cualquier nivel de observación que asuma, un punto que no es posible observar “porque con él observa”. Por ello, una reflexión permanente y explícita en la investigación interdisciplinaria sobre el modo de observación propio puede dar cuenta de estas limitaciones y de esa manera delimitar con más precisión las fronteras de su análisis, así como posibilitar rutas de investigación que superen dichas limitaciones. Esto último constituye una fuente impulsora de “equilibrio maximizante” en la investigación interdisciplinaria, tema que más adelante retomaremos (4#51).

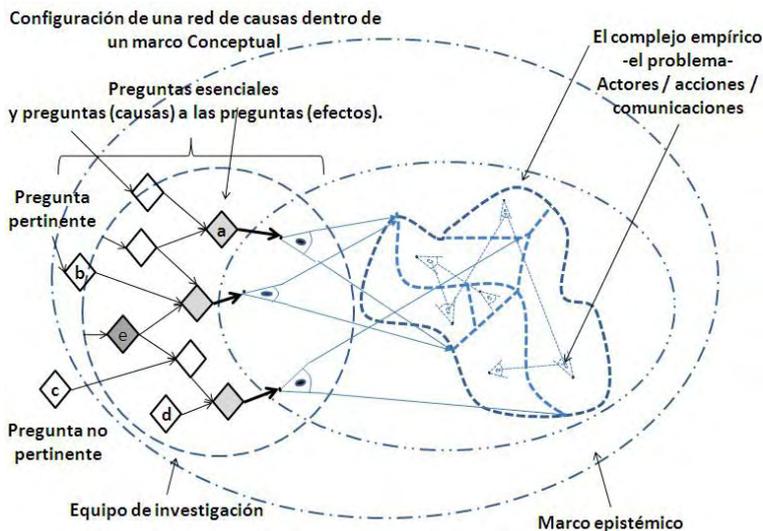
<sup>8</sup> La unidad de observación es la instancia que se usa como referencia básica para hacer el análisis de los procesos en torno a un fenómeno o problema social. Dicha instancia puede ser un tipo de objeto, de sujeto, o incluso un tipo de acción, de comunicación, de hecho, de actividad o de agregado, como un proyecto, una institución o un grupo social. En cualquier caso tiene asociadas propiedades extrínsecas o de superficie y propiedades intrínsecas o internas. A través de ella, se construirán argumentos que permitirán explicar las estructuras y los procesos, así como los estados de equilibrio y desequilibrio del fenómeno que se analiza.

22. Pero ¿cómo vamos a dar solución a un problema que enfrenta lo complejo? ¿Cómo vamos a orientar el análisis y a seleccionar las técnicas de investigación?<sup>9</sup> El proceso puede ser conducido de varias maneras, la forma clásica es mediante el método hipotético-deductivo, estableciendo hipótesis de trabajo y aplicando una metodología que nos conduzca a confirmar o rechazar la hipótesis. Consideramos que para la solución de un problema práctico que enfrenta lo complejo es necesaria una estrategia de tipo heurístico que parta de hacer *nuevas preguntas a problemas viejos—o nuevos— de interés colectivo*, cuya respuesta precisamente toque el problema, se aproxime a la zona de solución y en el mejor de los casos resuelva el problema o contribuya a ello. Para esto, las preguntas deben ser inteligentes, dentro del marco epistémico vigente y muy certeras, pues de lo contrario el problema seguirá desarrollándose al no ser modificadas y transformadas las relaciones más significativas que propician el desequilibrio indeseable. Pero no solamente son necesarias las preguntas al problema, sino también la estrategia para el registro y análisis de los observables implicados, dado que de éste surgirán las preguntas más difíciles de responder, las preguntas de investigación, las preguntas del conocimiento que es necesario desarrollar o construir, las preguntas que tienen que ver con el cómo se obtendrán los observables implicados en las relaciones y elementos sustantivos del problema y su relación con un cuerpo teórico a partir del cual se explicarán los equilibrios y desequilibrios. De ello derivarán las técnicas para delimitar los observables y vincularlos a una perspectiva teórica desde la cuál se podrán generar respuestas a las preguntas al problema. Veamos con más detalle estas actividades.

<sup>9</sup> El campo de análisis es vasto y con muchos períodos de desarrollo, una síntesis de ello la puede consultar el lector en (Amozurrutia, 2007) trabajo en el que sintetizo perspectivas clásicas de Schwarts y Jacobs (1989) y Padua (1982), Visiones de conjunto (Denzin y Lincoln, 1994) y (Guba y Lincoln, 1994), (Abell, 1987, 1993, 2004), así como perspectivas más novedosas (Conde, 1995), (Davila y Gutierrez, 1995), (Orti, 1995), (Galindo, 1998), (Hornung, 2001 y 2003b), Zamorano (2005) y Lisboa (2006), incluyendo las perspectivas más acordes para las técnicas de segundo orden propuestas por Jesús Ibáñez (1985 y 1994) y el conocimiento praxeológico de Pierre Bourdieu (1975) para el análisis social.

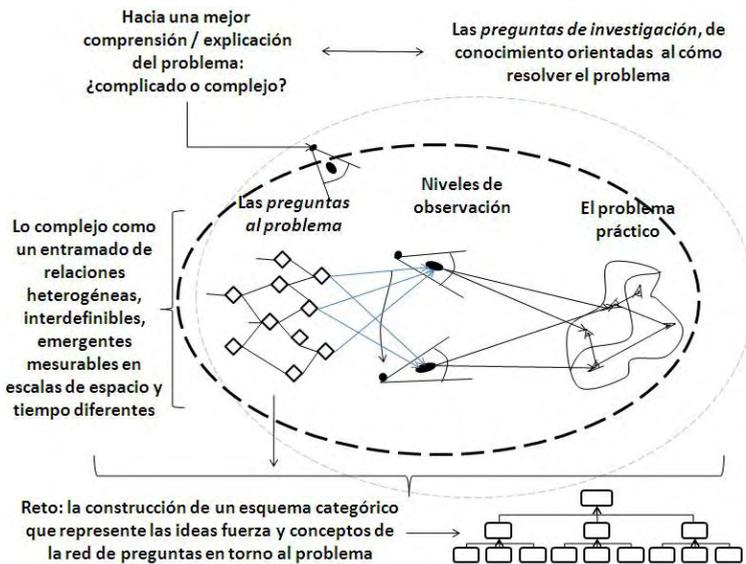
### 1.3 Del problema y las preguntas a las técnicas de investigación

23. A partir de un nivel de observación multidisciplinar sobre un problema complejo, es posible delimitar al menos una gran pregunta desde cada disciplina. Las respuestas conjugadas a ella se organizarán dentro de una estrategia conjunta que conducirá a una solución posible del problema. En la siguiente figura 1.3 mostramos cómo a partir de una pregunta esencial y certera desde cada disciplina (a), es posible derivar una pregunta anterior que funge como causa previa (b) o que implica a dos o más preguntas esenciales (e). También mostramos una pregunta no pertinente (c) que se sale del marco epistémico del problema, así como preguntas que tocan más de una pregunta esencial. Es a partir de ellas que se cierran ciclos y se configura una red de preguntas. Las preguntas que vinculan preguntas esenciales de diferentes disciplinas generalmente están formuladas en un lenguaje común a esas disciplinas y permiten configurar una red donde fluyen las comunicaciones, acciones y transformaciones de energía del problema en cuestión.



**Figura 1.3** Preguntas esenciales al problema (a), preguntas pertinentes (b), no pertinentes (c), preguntas a una pregunta esencial (d) y preguntas a dos o más preguntas esenciales (e). Red de preguntas al problema.

24. La red de preguntas al problema permite configurar un primer esquema de los temas y conceptos asociados a sus posibles soluciones. Es a partir de esta red de preguntas que estableceremos un componente esencial para la estrategia de análisis del problema. Dicha estrategia, que será de tipo heurístico, toma como base la Teoría Fundamentada —Grounded Theory— (Strauss y Corbin, 1994) que sintetizaremos en 8#13. Desde la red de preguntas al problema cubrimos niveles de observación que van desde las preguntas esenciales, íntimamente asociadas a categorías generales, hasta preguntas derivadas que indagan sobre los observables más sutiles. En la siguiente figura mostramos la red de preguntas a partir de la cual es posible generar un primer nivel de estructuración asociado a un cuerpo teórico.
25. Es a partir de esta red de preguntas que podemos ya definir la naturaleza del material empírico, de los datos que es necesario conocer. Consecuentemente tenemos que reflexionar sobre la forma de seleccionarlos de su contexto y delimitarlos como observables dentro de las variables. Con estos elementos, las técnicas de investigación



**Figura 1.4** Lo complejo como un entramado de preguntas a partir del cual se configura un esquema de análisis.

quedan prácticamente definidas, dado que la pregunta incide en el tipo de atributos que necesitamos conocer: propiedades visibles y explícitas en los datos o propiedades no visibles e implícitas en ellos, propiedades de superficie e extrínsecas que conducen a técnicas de primer orden con atención en las cantidades, o propiedades internas o intrínsecas que conducen a técnicas de segundo orden con atención a las cualidades.<sup>10</sup>

<sup>10</sup> Es importante aclarar que los términos de *primer orden* y *segundo orden* los empleo en dos contextos diferentes. El primero para distinguir entre técnicas de investigación y el segundo para distinguir tipos de cibernéticas. En el primer caso, una técnica de primer orden se refiere a una técnica basada principalmente en el establecimiento de inferencias a partir de relaciones causales, esto es, en la relación que se establece entre la propiedad del objeto y el contacto con las terminaciones neuronales del observador con el objeto — ver con mayor detalle en 4#8—. De aquí que son técnicas basadas en evidencias empíricas derivadas de la constatación y medición de propiedades generalmente extrínsecas de los objetos.

Por otro lado, las técnicas de segundo orden, están basadas principalmente en nuevas relaciones que parten de las relaciones causales, denominadas como *relaciones de implicación* por Piaget y García, (1987) y que excluyen las relaciones causales. En este caso la expresión “relaciones entre las relaciones” que no serán necesariamente visibles, ni audibles, permite hacer referencia a un segundo orden del concepto de relación, esto es de una aplicación del concepto sobre sí mismo, sin caer en la tautología, sino generando un nuevo nivel de conceptualización de la operación. De aquí que las técnicas de primer orden estén asociadas a relaciones causales y las de segundo orden a relaciones de implicación. Dichos términos también son referidos por Ibáñez (1985 y 1994), en analogía a las técnicas de tipo distributivo —cuantitativas— y estructurales —cualitativas.

En el caso de la cibernética, como veremos en el capítulo 5, la de primer orden, se refiere al uso de principios y operaciones propuestas inicialmente por la primera cibernética, por ejemplo en la definición de operaciones básicas —asignaciones, condicionamientos, repeticiones— para controlar la operación de un proceso —por la vía de las retroalimentaciones negativas, también referido como proceso homeostático. La cibernética de segundo orden implicaría el desarrollo de un proceso que denominaremos como proceso externo al del control referido, basado en las operaciones básicas de la cibernética, que tiene el propósito de modificar los límites de operación del proceso de control referido y al mismo tiempo, controlar el proceso de modificación de dichos límites. De esta manera, el proceso externo controla a un proceso interno de control —evitando la tautología al reconocer diferente estrategia en la actividad de control. El proceso externo implica el uso repetitivo de dichas operaciones básicas de la cibernética, pero orientadas a otra conceptualización de la operación de control, esto es, para controlar las modificaciones posibles del control homeostático. De aquí que una cibernética de segundo orden sea equivalente a una cibernética de la cibernética, tal y como lo propuso Heinz von Foerster (1996).

Desde otra perspectiva más general y empleada en otros contextos, las referencias al atributo de “primer orden” refieren a operaciones directas entre el sujeto y el objeto, y el atributo de “segundo orden” a las operaciones de un segundo sujeto, sobre las operaciones del primer sujeto y el objeto. En este caso, se trata de operaciones epistemológicas basadas en su uso recursivo, esto es, en la aplicación de la operación a la propia operación, por ejemplo, “pensar cómo se piensa”, “observar al que está observando”, remiten a una reflexión de segundo orden, pero también aplica en el lenguaje de las matemáticas: “derivar una función ya derivada” que remite a una derivada de

## 1.4 Las preguntas de investigación

26. De la interacción de las relaciones conceptuales establecidas ante las preguntas al problema práctico con un mayor conocimiento de las propiedades de los datos, emergen nuevas relaciones que configuran con mayor densidad el complejo cognoscitivo del proyecto de investigación. Este conjunto de relaciones cobra mayor definición si las configuramos como preguntas, que en última instancia conducen a delimitar un problema de conocimiento. Dichas preguntas pueden ser identificadas como las preguntas de investigación. ¿Cómo formulamos un esquema categórico que acople a los instrumentos asociados a las preguntas al problema, con los datos y su conformación como observables, dentro de un cuerpo teórico en términos de dichas categorías de análisis o índices de valoración?
27. Esta pregunta tiene varias alternativas de solución que oscilan entre dos perspectivas: la que parte de un cuerpo teórico que propone un esquema categórico ya establecido para responder a dichas preguntas, y la que parte de la necesidad de construir dicho esquema categórico, a partir del tipo de relaciones y propiedades de los datos, así como una guía de uno o más cuerpos teóricos que apoyen dicha construcción. La primera exige una clara comprensión del cuerpo teórico y de la adecuación de los datos al esquema categórico y conceptual asumido. Si las relaciones entre los datos y las categorías establecidas por el equipo de investigación están en concordancia con las establecidas por el autor del cuerpo teórico, las respuestas al problema —generalmente considerado complicado— son directas y adoptan una estrategia algorítmica, que consiste en un conjunto de criterios y procedimientos puntuales que conducen a un resultado preciso y determinable, después de aplicar las técnicas asociadas al cuerpo teórico.
28. Si la naturaleza de los datos y las relaciones observadas enfrentan lo complejo, esto es, al menos asumen una fuerte interdefinición de propiedades heterogéneas que no caben en cuerpos teóricos previos,

---

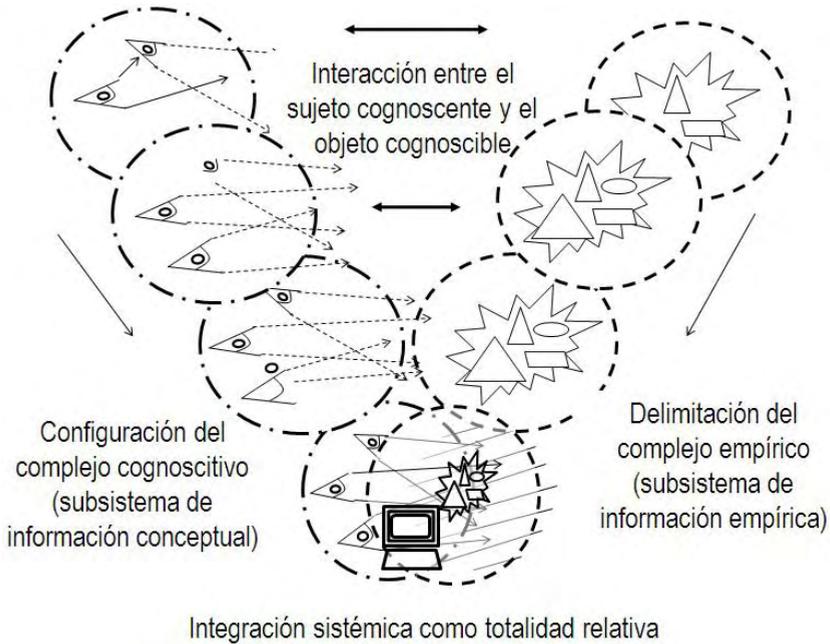
segundo orden, que aplicado el concepto en la mecánica, se resuelve más claramente al usar diferentes palabras: la velocidad como relación de distancia entre tiempo y equivalente a una primera derivada, y la aceleración como relación de velocidad entre tiempo o de distancia entre tiempo y entre tiempo, esto es como segunda derivada. En todos los casos se trata del surgimiento de una nueva propiedad cognoscitiva.

el problema impone una nueva estructuración categórica, asociada a uno o más cuerpos teóricos de referencia que le den la mejor forma para responder a las preguntas al problema. Dicha estructuración exige una construcción de nuevas relaciones de integración de datos como variables de naturaleza heterogénea debiendo ser tejidas dentro de un proceso dialéctico —que más adelante definiremos en términos de mecanismos de relación y equilibración (4#40)— que parte de ideas muy generales y aproximadas que se van estructurando hacia los observables y simultáneamente, de un proceso que parte de los datos para configurarse como observables y variables estructurándose en las categorías —estrategia que veremos con más detalle a través de la Teoría Fundamentada en el inciso 8.2. Dicho proceso dialéctico se traduce por un lado, en una estrategia de tipo heurístico que opera por prueba y error, *convergiendo asintóticamente*, esto es, acercándose cada vez más y más hacia la zona de solución del problema —desde una perspectiva matemática— o a través de un proceso de interacción circular —desde una sistémica—. Por otro lado, se traduce también en una estrategia de relación sujeto cognoscente / objeto cognoscible —reflexionada en el inciso 6.2.

29. El lector puede apreciar que el reto implicado en un nivel de observación que conjuga perspectivas en varias dimensiones, derivadas del carácter interdisciplinario ante el imbricamiento de relaciones heterogéneas, interdefinidas y emergentes propias de muchos problemas de nuestra sociedad, exige criterios y formas que le permitan delimitar lo más claramente posible el tamaño del problema. Por un lado la definición de sus límites, y con ello la forma que puede adoptar el *complejo empírico*—y consecuentemente la relevancia de un *subsistema de información empírico*<sup>11</sup> que posibilite niveles de reflexión sobre dicho complejo, y por el otro, el acoplamiento de dicho complejo, al *complejo cognoscitivo*, integrado por el cuerpo teórico derivado de las disciplinas que se conjugan para dar sentido al problema, y su modelado dentro de la perspectiva sistémica. De aquí la importancia de un *subsistema de información conceptual*,<sup>12</sup> que registre los estudios

<sup>11</sup> El sistema de información empírico incluye no solamente los observables que se usarán en el análisis —y que están considerados dentro del sistema adaptativo—, sino que puede incluir todo el universo de datos a partir del cual se generan los observables para el análisis.

<sup>12</sup> El sistema de información conceptual incluye la lista de referencias bibliográficas asociadas al cuerpo teórico, así como los resúmenes y las fichas de cada documento (libros, artículos, proyectos y demás trabajos relacionados con el proyecto de investigación). También puede incluir



**Figura 1.5** Integración del complejo empírico con el complejo cognoscitivo dentro de una totalidad relativa.

previos relacionados al problema y el material bibliográfico y conceptual de las teorías disciplinarias que participan en el problema. Ambos subsistemas forman parte, dentro de una organización general de la información, del *sistema adaptativo para la investigación interdisciplinaria* (ver figura 1.5). En el siguiente apartado sintetizamos la perspectiva sistémica que permite dar forma a esta integración de complejidades, configurarlas como un proyecto de investigación y delimitarlas como totalidades relativas, con grados de auto-organización y límites íntimamente acoplados a un entorno donde hay otras totalidades, también relativas, con las que cohabita.

30. Desde la perspectiva de nuestro observador —dentro de un equipo de investigación que se asume parte del problema que investiga—,

---

mapas conceptuales e imágenes asociadas a los temas. El desarrollo de un sistema de este tipo no lo consideramos en este libro. En (González, Maass y Amozurrutia, 2007) describimos ampliamente cómo diseñar y construir un sistema de este tipo.

el conjunto de elementos y relaciones, preguntas y conceptualizaciones, que configuran el problema y el proyecto, muestran grados de autonomía, de organización y equilibrio propios que responden a un juego complejo de interacciones que es necesario conocer para intervenir en él. Asumir que dicho nivel de observación es imparcial y absoluto implica no reconocer la existencia de puntos ciegos, la dificultad de definir los límites del sistema y el nivel de intervención del equipo de investigación en el mismo problema que investiga. Conocerlos implica reconocer la dificultad de establecer dónde inician y dónde acaban las relaciones que se analizan —los límites del problema—, así como reconocer que tienen una organización en permanente transformación por no estar aislado el problema, esto es, con re-estructuraciones y re-valoraciones que determinan sus comportamientos, y que todo ello queda perturbado en un grado sutil y en ocasiones significativo, por el mismo equipo de investigación que reconoce ser juez y parte del problema.

### 1.5 El Problema como totalidad relativa

31. Durante este proceso, también es importante reconocer que el complejo empírico que se analiza tiene mecanismos generales y comunes a otros complejos empíricos, y que las relaciones por analizar están íntimamente vinculadas a la realidad empírica del problema pues lo determinan. Su dinámica —entre actores, comunicaciones, informaciones y actividades, definidos como observables—, responde a procesos con niveles de inteligencia semejante o diferente al que tiene el equipo de investigación que lo analiza. Por ello es posible considerarlo como parte de una *totalidad relativa*,<sup>13</sup> que está constituida

<sup>13</sup> Entendemos el concepto de *totalidad* como un atributo que integra el mayor número de cualidades y características en torno a un conjunto de elementos y relaciones, que en nuestro caso constituyen un sistema. La heterogeneidad de los atributos configura a la totalidad en forma multidimensional y por ello requiere de varias disciplinas para su definición. Pero a su vez es *relativa* y *sistematizable*, porque no pretende tener todos los atributos posibles, sino sólo aquellos que establece el equipo de investigación y son más pertinentes para lograr las mejores formas de equilibrio y procesos de re-equilibración ante las perturbaciones del entorno dentro de una concepción sistémica, con grados de auto-organización. Esta perspectiva comparte varios elementos referidos por García (2006; 54-55) aunque él la matiza como *totalidad organizada*, y toma distancia con la teoría de sistemas complejos y el análisis o ingeniería de sistemas, que en nuestro caso sí existen ligas, como lo referiré en 5.2.

por una inteligencia explicable en términos de relaciones, códigos, estructuraciones, funciones y procesos. Una totalidad *relativa*<sup>14</sup> —como referimos en la nota— porque no integra todos los atributos posibles de su dominio, sino aquella parte que ha sido observada y explicitada por el investigador, pero que también incluye las posibles relaciones derivadas de su interacción, no solo en su interior sino de aquellas derivadas de su acoplamiento con otros sistemas, dominios y totalidades con quienes convive. Y si bien la suma de totalidades relativas puede constituir el sistema social en su conjunto y con ello una mayor aproximación con el concepto de totalidad Marxiana, —poniendo énfasis en los procesos de producción— ello no deja de reconocer que hay totalidades más vastas que incluyen otros dominios, como los ecológicos y los cosmogónicos.

32. Pero lo que aquí nos interesa es la delimitación de totalidades relativas<sup>15</sup>, que si bien han sido nombradas de diferentes maneras, como

---

Deslindamos el concepto de *totalidad* asociada al Materialismo Dialéctico de Marx en la medida que ésta, —si bien considera la relación del todo y las partes y sus determinaciones derivadas de su historicidad y contexto— considera los atributos de la sociedad no como pertenecientes a diferentes disciplinas sino como “facetas de la ciencia social” integradas dentro de una metodología que caracteriza a la sociedad como totalidad. Por otro lado, compartimos “una metodología que toma en cuenta la interrelación entre las diversas partes”, en su estructura y jerarquía— y su juego recíproco dentro del sistema, el cual constituye dicha totalidad, y se caracteriza por ser un recorte que realiza el investigador dentro de cierta escala de fenómenos y nivel de abstracción. También compartimos la posibilidad de que predomine un factor, una faceta, que si en el caso de Marx es la producción, en el caso de los sistemas adaptativos, como totalidades, es la consistencia entre las valoraciones asociadas a su esquema categórico y a los resultados esperados. (Las referencias a la concepción Marxiana, son tomadas de Vega Cantor (1997,6-7) que derivan de observaciones de Lukacs, del propio Marx, de Leo Kofler y de Vilar P.

<sup>14</sup> Esta delimitación del sistema tiene empatía con la referencia que hace García, a Lucien Goldman cuando este último dice que “el problema del método en las ciencias sociales, consiste en hacer recortes de los datos empíricos en totalidades relativas suficientemente autónomas como para servir de marco a un trabajo científico” (García, 2006;181).

<sup>15</sup> El concepto de totalidad asociado al sistema, está en correspondencia con la perspectiva que plantea García, tanto en su concepto de sistema, en el que los procesos y la resultante de sus interacciones se dan como totalidad organizada, —a través de su funcionamiento no sólo de cada nivel sino entre sus niveles que dan cuenta de las interrelaciones conceptuales, teóricas e interpretativas—(García, 2006;189), como con la perspectiva de sistema complejo. En este caso, el sistema tiene “un funcionamiento a través del cual impone, por así decir, sus propias leyes a los subsistemas, ...que pone de manifiesto en los mecanismos homeostáticos que mantienen un sistema en estado estacionario, pero también en los mecanismos de reorganización que conducen a la formación de nuevas estructuras estabilizadas” (García, 2006;190). Como veremos tanto en el capítulo cuarto como en el quinto, dichos mecanismos corresponden a las operaciones fundamentales de las cibernéticas de primero y segundo orden, así como a los procesos de regulación y compensación de la

organismos, como mecanismos, como funciones y estructuras, como procesos y como sistemas sociales, deseamos considerarlas también como *sistemas triviales* y *sistemas no-triviales* a la manera de von Foerster (1984). Los primeros, asociados a mecanismos predecibles u organismos homeostáticos; los segundos, asociados a sistemas que integran heterogeneidades con grados de auto-organización, con niveles de inteligencia, adaptabilidad e imprevisibilidad. Sistemas sujetos a una transformación derivada de su propia historia —todo problema tiene un conjunto de antecedentes que lo van tejiendo y determinando— y de su propia situación de contingencia en su presente, situación expuesta a las perturbaciones de su entorno y a las necesidades y deseos en su interior. En el capítulo 5 desarrollamos las características de los sistemas no-triviales.

33. Nuestra conceptualización del problema práctico lo asociamos a la relación de acciones, comunicaciones, hechos y procesos dentro del *complejo empírico*. Este complejo está configurado por la delimitación del conjunto de *datos empíricos*, derivados del *registro de los observables* y que a su vez derivan de los *registros perceptivos* asociados a las terminaciones nerviosas de nuestros sentidos. Definir los observables implica un conocimiento previo para establecer las relaciones básicas entre ellos, así como asociarlos a los hechos —ya como observables interpretados— y a los procesos, entendidos como una serie de cambios consecuentes de las relaciones causales entre los hechos (García, 2006;181-182).
34. La perspectiva sistémica que tomamos en cuenta, parte de la Teoría General de Sistemas propuesta por Ludwig von Bertalanffy en los años sesenta del siglo pasado e incluye aportaciones de muchos investigadores multidisciplinarios. Explicitamos nuestro deslinde con las perspectivas que orientan su desarrollo a una sistematización controladora y reacia a su adaptación para el encuentro de mejores formas de equilibrio social. Nos orientamos a una concepción de sistema que tiene el deseo y la necesidad de encontrar mejores formas de equilibrio interno asociadas a su acoplamiento con otros sistemas en su propio equilibrio.

---

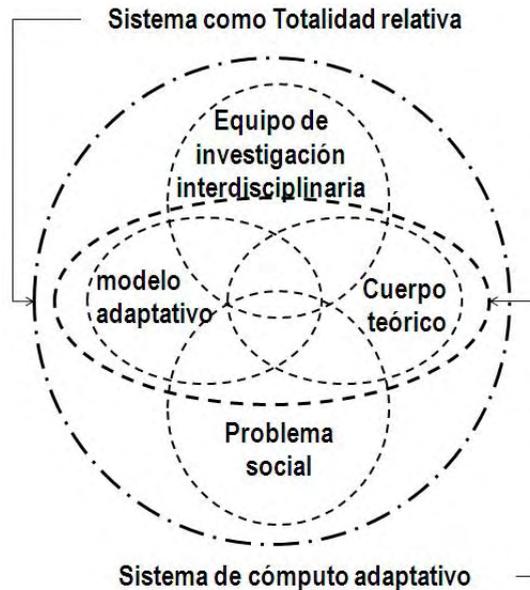
Epistemología genética Piagetiana, analogías que nos permitirán configurar la conjugación disciplinaria de modelo adaptativo.

*Sobre sistemas adaptativos*

35. Los sistemas adaptativos que deseamos desarrollar son totalidades relativas sistematizables que incluyen en el problema práctico al equipo de investigación que lleva a cabo una investigación interdisciplinaria, esto es, un equipo que define de común acuerdo el objeto de estudio y la metodología de la investigación, implicando con ello una permanente adecuación de sus concepciones en la importancia de las relaciones y atributos de los elementos del problema. Dichas totalidades —consideradas como objetos de estudio— se consideran como un conjunto de relaciones entramadas con atributos de lo complejo. Consecuentemente, la estrategia de análisis siempre será de tipo heurístico y asumirá los lineamientos generales de la Teoría Fundamentada (8#13) para la construcción de un esquema categórico que explique las relaciones del complejo empírico en cuestión. Finalmente, se trata de un sistema adaptativo que se usa como instrumento de investigación y que asume una forma como sistema de computación comprendido, asimilado y programado por el equipo de investigación. El componente esencial de este sistema es un *Modelo adaptativo para la construcción de espacios cognoscitivos de problemas*.

En la siguiente figura (1.6) integramos los componentes del sistema adaptativo constituidos por elementos, relaciones, códigos y funciones, así como por los principios y conceptos del cuerpo teórico aplicado. Esta integración se enriquece por las aportaciones y permanente actualización de conocimientos del equipo de investigación al sistema adaptativo y, en su conjunto, los tres componentes constituyen el complejo cognoscitivo. Este complejo interactúa y configura una totalidad relativa con el complejo empírico que está delimitado por el conjunto de observables, hechos y procesos asociados al problema social. Finalmente, dicha totalidad relativa se acopla a otras totalidades relativas.

36. Nuestro sistema adaptativo se basa entonces en un modelo que propone grados de adaptabilidad —entendida como la capacidad para generar nuevas selecciones ante las perturbaciones del entorno sobre un sistema—, respecto a a) las formas de registrar los datos y configurar los observables, b) las formas y valoraciones para integrarlos dentro de un esquema categórico y c) las formas de representarlos y externarlos a sus interlocutores. Cada una de estas operaciones se puede adaptar a las necesidades o perspectivas de los actores con



**Figura 1.6** Visión de conjunto de los componentes que integran el sistema adaptativo como una totalidad relativa.

quienes interactúa el sistema. No es un producto terminado porque asume una adaptación permanente a formas y mecanismos de operación derivados de la experiencia y conocimiento del equipo de investigación y sus interlocutores que lo usan y del tipo de problemas que enfrentan.

37. Ante estos retos nos planteamos varias preguntas que nos permitirán definir una estrategia para abordar con más detalle y precisión la forma del sistema adaptativo que parte de un modelo de nodos en interacción que permiten enfrentar algunas formas de lo complejo en un problema práctico:

- ¿En qué momento un problema puede ser considerado como complicado o como complejo, cómo definirlo y delimitarlo?
- ¿Desde qué nivel de observación hay que enfrentar las diversas formas de lo complejo?
- ¿Qué características debe tener un equipo interdisciplinario para enfrentar lo complejo?
- ¿Cómo diseñar un instrumento para el análisis de problemas que enfrenten lo complejo”?

38. Hasta ahora he delimitado los aspectos más significativos asociados a la solución de un problema que enfrenta lo complejo. He hecho alusión sintética a varios conceptos que requieren de una mayor precisión para entender el sentido de las preguntas anteriores, el nivel de los retos y la comprensión de las propuestas. En los siguientes capítulos iré enriqueciendo las características del *marco epistémico* —en términos de la epistemología que aplicamos en el nivel de observación sobre el complejo empírico y cognoscitivo. De manera paralela, iré presentando los componentes teóricos y conceptuales del *modelo adaptativo* que me permitirán dar coherencia y sentido a los argumentos que fundamentarán el instrumento que propongo para enfrentar lo complejo: *el modelo como sistema adaptativo*, que opera desde la perspectiva de la *investigación interdisciplinaria* y que tiene el propósito de enriquecer nuevas formas de *comprender / explicar* las posibilidades de intervención en una parte de los problemas de nuestra sociedad. Para identificar con mayor precisión los retos y los conceptos que habremos de desarrollar, presentaré en el siguiente capítulo un caso de estudio sobre el análisis del comportamiento de los estudiantes de una escuela. Pero antes es necesario detenernos en la distinción y complementariedad de los conceptos “comprender” y “explicar”.

#### *Comprender / explicar*

39. Ya hemos hecho varias menciones al par de conceptos comprensión y explicación, como conceptos independientes o separados por una diagonal. Vincularlos por ella explicita una re-conceptualización para establecer un continuo entre ambos conceptos. Considero necesario seguir tejiendo entre estos conceptos una especie de *interpenetración complementaria* que los integre y propicie la continuidad conceptual con implicaciones teórico-prácticas, vinculando relaciones consideradas como heterogéneas. La idea es concebir un proceso de construcción de una visión no fragmentada y no escindida de la realidad.
40. Tenemos muy presentes las implicaciones que derivan de la distinción entre comprensión y explicación, porque conducen a establecer valoraciones y evaluaciones desde dos ámbitos diferentes y por lo tanto propician fuertes desequilibrios en las tomas de decisión. En forma sintética, la raíz de la dicotomía parte de no aceptar algunos

procesos de integración entre elementos y relaciones asociados a comportamientos que en principio son distintos en su naturaleza, y en consecuencia incompatibles y de difícil medición dentro de una escala común. Los pares más representativos son cuerpo-mente, razón-sentimiento, adentro-afuera, entre otros. Una dicotomía, que de aceptar su anulación para propiciar grados de integración entre las naturalezas implicadas, conduciría a la generación o emergencia de nuevas propiedades de difícil medición.

Pienso que dentro de una primera fase de construcción hacia el cómo resolver este dilema es posible enfrentarlo a través de una reconceptualización de términos basada en un proceso dialéctico multidimensional (que presentamos en 4#59), y en una redefinición en última instancia, de los procesos cognoscitivos que matizan los gradientes entre lo científico y lo no científico.

41. Reconocemos que la distinción entre los procesos cognoscitivos de la comprensión y la explicación ha sido tratada en diversas épocas como un reto hacia el equilibrio entre los procesos cognoscitivos asociados a los diferentes niveles de razón e ilusión, tradición y recreación y que en última instancia son los extremos de procesos de diferenciación e integración. Volveremos a abordar dichos conceptos en el capítulo 4#59, dentro de la concepción de un proceso dialéctico multidimensional derivado de la perspectiva piagetiana, que nos permitirá obtener una mejor estrategia para lograr una convergencia diferente —por aproximaciones sucesivas— hacia la continuidad en dichos procesos cognoscitivos, concibiéndolos como gradientes de una conjugación de opuestos equilibrados y complementarios.<sup>16</sup>
42. El reto es grande porque en última instancia estos conceptos se han reflexionado ampliamente desde fines del siglo XIX durante el *Methodenstreit* alemán con Dilthey, Rickert, Windelband y Weber, para distinguir y valorar dos formas distintas de establecer la diferenciación cognoscitiva entre ciencias sociales y humanísticas —que están orien-

<sup>16</sup> La propuesta del principio de complementariedad de Bohr para comprender el dilema onda-partícula es significativa para modelar la complementariedad entre otros pares de conceptos que brindan perspectivas mutuamente inconsistentes pero complementarias (Mosterín y Torretti, 2002:98). En este caso, la inconsistencia se confirma cuando deslindamos las categorías de espacio y tiempo, asociadas a la comprensión de la luz como onda o como partícula, pero cuando las reconceptualizamos dentro de una forma de integración —espacio-temporal—, los lados de la dicotomía se integran en una nueva dimensión en donde son sólo dos momentos de una misma categoría. Asumir y construir su complementariedad genera las posibilidades de esta nueva categoría.

tadas a la comprensión de la complejidad social y a la imposibilidad de explicarla bajo un marco teórico de leyes universales—, de las ciencias físicas y naturales —que sí pueden ser explicadas en el marco de una teoría de esa naturaleza. Más adelante, en el marco del positivismo lógico, dentro del ámbito de la filosofía de la ciencia, ya entrado el siglo veinte, se hace referencia a la comprensión para definir lo que es un conocimiento pre-científico, íntimamente ligado a un contexto de descubrimiento, de conjetura, de búsqueda, diferenciado de un conocimiento científico, ya consolidado y ligado a un contexto de justificación y/o formalización. Es precisamente el período de la transición entre ambos períodos de desarrollo cognoscitivo lo que debe ser matizado y formalizado para tejer la continuidad en la construcción de conocimiento científico.

43. Recordemos que el punto de vista de las ciencias físicas y naturales hacia la explicación parte de un nivel de observación en el que el objeto de estudio está claramente circunscrito. Una delimitación cuyas limitaciones vemos ahora con más claridad —como caso particular— pero que antes tenía pretensiones casi universales. Se trata de un conjunto de fenómenos físicos y naturales, en el que ya ha sido posible establecer leyes y relaciones entre los elementos de interés —y parcialmente delimitados— en el que además, dichas leyes han sido asentadas en un lenguaje de lógica y de matemática. Sólo a partir de este lenguaje —basado en la geometría analítica cartesiana y el cálculo diferencial e integral de Newton y Leibnitz—, así como de principios físicos asentados en leyes que reproducen trayectorias y comportamientos de objetos reales —leyes del movimiento de Galileo y Newton—, es posible una *explicación*, que asume coherencia en dicho lenguaje y una consistencia entre las ideas implicadas y la concepción de lo real. Se trata de un discurso que responde a los cánones de una racionalidad científica. Queda asentado que es condición necesaria y suficiente para que sea posible una explicación el que haya un cuerpo teórico que permita describir y predecir el comportamiento de un fenómeno considerado dentro del marco epistémico de dicha teoría. Desde esta perspectiva, la definición de lo científico es correcta pero deja fuera de su ámbito la valoración de una gran cantidad de conocimientos, aconteceres, problemas y criterios para tomar decisiones, que están requiriendo nuevas formas de solución.
44. Tal es el caso, si el objeto de estudio es otro: un ademán coloquial en un discurso oficial, una impuntualidad en el inicio de un evento, un

giro armónico en una obra musical dodecafónica. En estos casos no es posible la explicación científica, dado que no se han encontrado leyes que expliquen la no pertinencia del ademán, de los argumentos sobre la impuntualidad o de la relevancia del giro armónico en la obra dodecafónica, pero no sólo ello, sino que tampoco hay posibilidad de hacer predicciones y explicaciones en el marco de un lenguaje coherente y claro. De acuerdo al discurso tradicional de las ciencias sociales, en estos casos sólo cabe su comprensión y diversas formas de interpretación que describen el sentido del hecho bajo contextos específicos, ya que se caracterizan por ser irrepetibles, únicos o inaprehensibles. ¡De manera que estas inferencias no sólo son propias del dominio de una concepción de las ciencias físicas y naturales, sino también del propio dominio de las concepciones sociales y humanísticas!

45. Desde el ámbito de las ciencias sociales hay una dinámica muy irregular o tironeada por peculiares arrebatos de naturaleza ya psicológica, antropológica, histórica o sociológica —siempre más allá de lo predecible— enfatizando la imposibilidad de que lo irrepetible y único pudiera ser cifrado en un lenguaje coherente y consistente. Por otro lado, dado que la naturaleza de los fenómenos por atrapar es muy variada, en dicho ámbito se hace uso de una racionalidad, en ocasiones basada en silogismos y en muchos casos, avalada por la estadística —de lo “normal” —, que debe enfrentar además, fuertes dosis de emocionalidad y valoraciones dentro de marcos epistémicos muy diversos. Consecuentemente, es difícil que se disponga de leyes asentadas en un lenguaje formal, como el matemático, que no inhiban las potencialidades de sus manifestaciones dentro de camisas de fuerza y que permitan reconocer similitudes o distinciones cada vez más sutiles así como adelantar o prever comportamientos. En cada acontecimiento, comportamiento u acción se presenta un discurso —una comprensión e interpretación— diferente y específica de acuerdo al punto de vista disciplinario que los describe y al contexto de referencia —ya psicológico, antropológico, sociológico, económico. Así, hay un permanente cambio tanto en las condiciones de contexto —de frontera, de su entorno—, como en la concepción estructural del fenómeno en la mira, porque siempre es dinámico. De esta forma, desde una mirada uni-disciplinaria y un nivel de observación bien establecido, las inferencias pueden ser adecuadas para una racionalidad y código de valores, pero desde una perspectiva de racionalidad científica más dura, es muy difícil predecir las irregularidades de los comportamientos sociales.

46. Si adoptamos el nivel de observación clásico heredado por este juego dicotómico entre lo racional e irracional, lo “predecible” y lo “impredecible”, podemos apreciar que en la concepción de la *explicación*, hay un tipo de distinción basada en relaciones y elementos que ya se ha identificado por un lenguaje de referencia —racional y científico— que distingue y diferencia claramente a unas y a otros. Los instrumentos de medición asumen el criterio para validar las propiedades de los elementos y los tipos de relación. Esta forma de concebir un entramado de relaciones entre elementos generalmente homogéneos, se caracteriza por ser extensiva y especialmente explícita —pues aplica para muchos casos—, aunque también es relativamente específica para un dominio de aplicación y especialmente precisa bajo un criterio de aproximación determinado. El paso de un argumento a otro está basado en elementos y relaciones ya establecidos —principios y axiomas— regidos por una lógica de corroboración entre el modelo conceptual relacional y las relaciones verificadas por el instrumento de medición, y desde un nivel de observación, en principio consensuado. Sólo en algunos casos, sutilmente justificados, el consenso es delimitado y hay posibilidad de restringir la aplicación de las leyes o de modificarlas.<sup>17</sup> Así pues, la rigurosidad científica asume lagunas y queda restringida a casos evidentes y “normales”. El lenguaje generalmente es denso en componentes necesariamente racionales, porque ha excluido deliberadamente referencias emocionales, y está regido por escalas de valoración referidas a una misma naturaleza de fenómenos físicos y que parten de una selección parcial de los fenómenos naturales. Se trata de un lenguaje científico, de relaciones entre conceptos, avalados por principios naturales y acorde a la coherencia y consistencia de un metalenguaje —las matemáticas— que describe el fenóme-

<sup>17</sup> Los ejemplos para reconocer las limitaciones del discurso científico en la práctica son de diferentes tipos y solo mencionaremos algunas asociadas al flujo de fluidos y a la transferencia de calor: la dificultad y/o incapacidad para explicar el comportamiento de los fluidos en régimen turbulento o la estimación de coeficientes de transferencia de calor para las incrustaciones de sólidos en las paredes de los ductos. En ambos casos solo se generan correlaciones experimentales simplificadas de los comportamientos implicados, y no se explican con base en los principios formales que deberían explicarlos. Son aproximaciones equivalentes a los factores de seguridad contra sísmos en construcciones ingenieriles. En estos casos, la teoría queda restringida a las capacidades cognitivas del experimento, aunque mantiene la etiqueta de científicidad.

no que sintetiza, y queda circunscrito a la naturaleza de dichas relaciones, dentro de los límites del sistema considerado.

47. Por otro lado, si tomamos en cuenta un fenómeno o comportamiento basado en relaciones y elementos heterogéneos en su naturaleza y que no podemos identificar dentro de un lenguaje de referencia que sea consistente, que los distinga y diferencie claramente, solo es posible una comprensión relativa de los fenómenos en estudio, y también, muchos niveles de observación, que si no están claramente definidos, se vuelven relativos y subjetivos. Aquí se encuentran los discursos políticos, económicos y culturales, los derivados del sentido común y los generados por experiencias artísticas o semejantes, especialmente entre las poéticas. Esta forma de concebir el entramado de relaciones no físicas, sino de significados, se caracteriza por ser muy específico —desde la perspectiva del individuo o del intérprete— y también denso en componentes no racionales, sino emocionales y valorativos desde su propia escala, como es el caso de los diversos matices que pueden existir en los ademanes coloquiales, en los criterios de medición de la justificación sobre la impuntualidad, o de la concepción de armonía en la dodecafonía o de la dodecafonía en la tonalidad. Se trata de un tejido de relaciones que puede ser tan preciso como el fenómeno que sintetiza, pero que adolece de explicitar la naturaleza de dichas relaciones respecto a un lenguaje de referencia o simplemente no puede ser explicado y menos predecir cuál será su próximo estado o condición.
48. La continuidad entre *explicar* y *comprender* debería fluir dialécticamente dentro de un contrapunto formalizado pero abierto a necesarias actualizaciones, en una continuidad basada en el curso de una trenza de discurso lógica y sensiblemente entretejida por una permanente adaptación a mejores formas de integración, tal y como nos aproximaremos mediante la Epistemología genética del capítulo cuarto. Pero no hay que olvidar que, hasta ahora, lo que ha estado vigente es la distinción y separación de discursos sujetos a códigos que evalúan a uno y otro dominio por separado. El nivel de justificación de las ciencias sociales ha adolecido por mucho tiempo por carecer de los criterios de cientificidad de las ciencias naturales y físicas —salvo cuando se apoya en la estadística y asumiendo un nivel de valoración que genera propuestas también sesgadas por los criterios de *normalidad gaussiana* implicados—. Y esta falta de “cientificidad” le ha valido el mantenerse al margen de muchos discursos públicos.

El desbalance entre ambas perspectivas es tan fuerte que la presencia de las Ciencias Sociales en la toma de decisiones y asignación de presupuestos —al menos en nuestro dominio nacional, es mínima. Es necesario salirnos de este ciclo homeostático que regula un sistema desequilibrado y repensar las formas sutiles entre lo cualitativo y lo cuantitativo, en formas de continuidad entre las materialidades de la realidad y encontrar un código que en forma dialéctica conjugue el flujo de aquella trenza de múltiples naturalezas, propósitos que enfrentaremos en los capítulos cuatro a seis.

49. La distinción clásica entre la comprensión y la explicación es magistralmente abordada por García (2000 a; 189-207) en la discusión sobre la Filosofía de la Ciencia, durante el siglo xx, y a partir de ello debemos incluir de manera permanente nuevas reflexiones que no propicien tensiones sino integraciones orientadas a una mejor conceptualización del proceso cognoscitivo como continuidad, y desde luego, dentro de una percepción de matices y gradientes para tejer mejor las heterogeneidades e interdefiniciones de nuestros comportamientos dentro de escalas espacio-temporales no polarizadas.
50. Es necesario redefinir códigos, escalas de medición tomando en cuenta la interdependencia de relaciones de naturaleza multidimensional, integrando la continuidad entre los niveles físico, psicológico, cognoscitivo, social y cultural. Es necesario un lenguaje que permita elaborar una secuencia de argumentos que sea acorde a vinculaciones explícitas entre los elementos de nuestro discurso, haciendo de las comprensiones, explicaciones plausibles y de nuestras explicaciones, comprensiones enriquecidas por el lenguaje de su constructor. Veremos que la distinción siempre será necesaria, para disponer de lenguajes que permitan explicar la continuidad de los procesos, pero también es necesaria una mayor atención a los procesos de integración de naturalezas heterogéneas bajo nuevos criterios, una integración que incluye la emergencia de nuevas relaciones. Hacia allá nos queremos dirigir, la concepción del modelo adaptativo y la construcción de sistemas basados en este modelo, son la propuesta que consideramos pertinente para re-equilibrar el desequilibrio que apreciamos entre las ciencias sociales y humanísticas y las ciencias físicas y naturales, reconociendo que en el encuentro de niveles de observación comunes a las disciplinas, hay un espacio-tiempo desde donde los retos son similares y las aproximaciones asintóticas.



CAPÍTULO 2  
UN PROBLEMA Y TRES PERSPECTIVAS

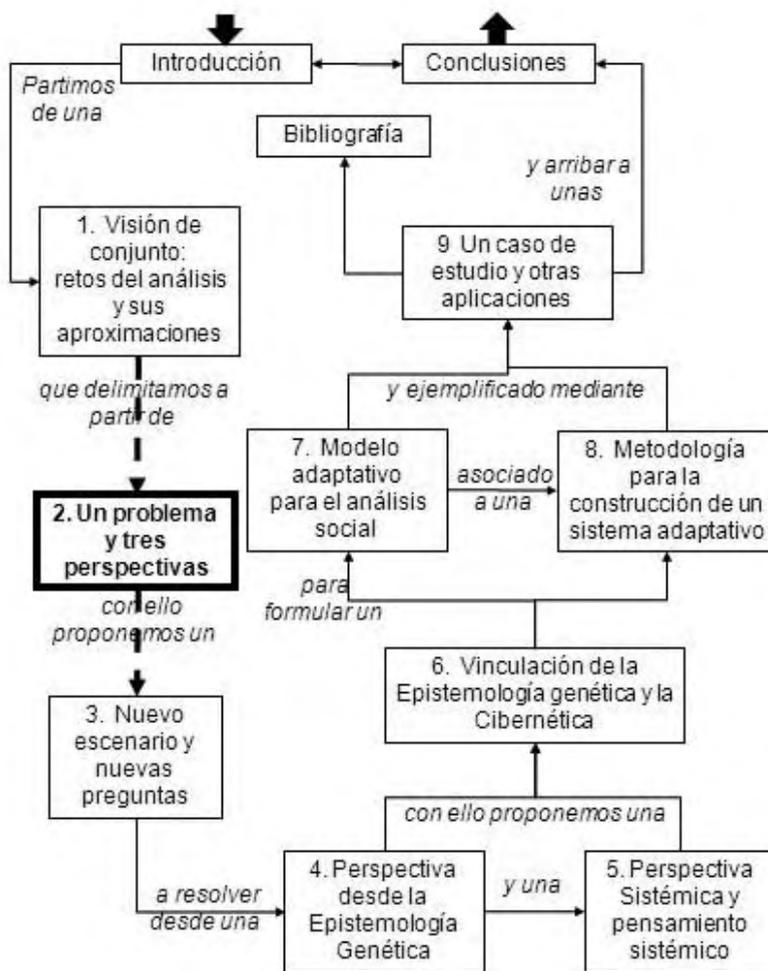
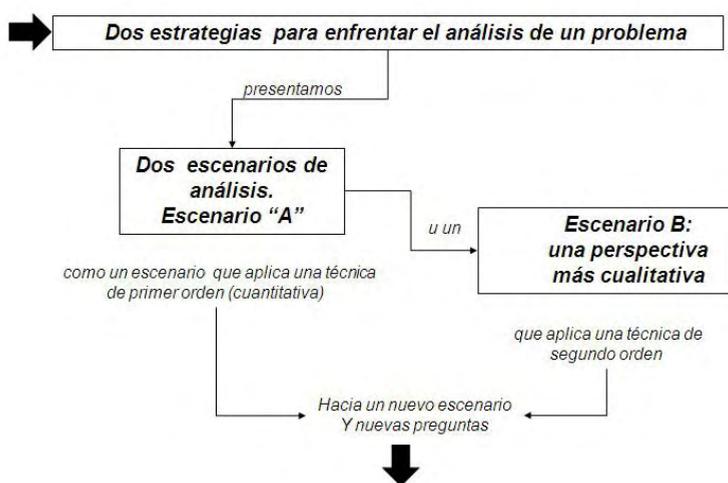


Figura 2. A El capítulo 2 dentro del libro.

En este apartado formularemos un problema práctico relacionado con la situación preocupante de una institución de enseñanza media. Lo describimos con algunas *complicaciones* y *complejidades* con el propósito de señalar aspectos significativos que nos permitirán delimitar la distinción entre niveles de observación disciplinaria y multidisciplinaria, así como la distinción entre técnicas de corte cuantitativo y cualitativo. Se trata de un problema definido por una formulación que enfrenta lo *complicado y/o lo complejo* de un problema práctico en el ámbito de lo social. De aquí matizamos las estrategias posibles para *comprender/explicar* el problema a partir de las respuestas derivadas de las preguntas sugeridas en el capítulo primero. Paralelamente iremos organizando la concepción del problema *como sistema trivial y como sistema no trivial*, objeto de nuestro interés a mediano plazo. En el capítulo 5 desarrollaremos más este tema.

Partimos de un problema académico típico para facilitar la distinción entre las dos estrategias de análisis que nos permiten presentar dos escenarios y perspectivas de investigación. Las identificaremos como “escenario A” y “escenario B”, que se pueden llevar a cabo en forma paralela. A partir de ellos, formularemos más adelante un tercer “escenario C” que integra algunos elementos pero se enfrenta a nuevos retos que nos dan pie para plantear el modelo adaptativo para el análisis de problemas semejantes. Las partes del capítulo se sintetizan en el siguiente esquema:



**Figura 2.B** Visión de conjunto del capítulo 2.

## 2.1 Dos estrategias para enfrentar el análisis de un problema

1. El “escenario A” lo asociaremos a una perspectiva de análisis descriptivo que puede conducir a una estrategia hipotético-deductiva, vinculada con un nivel de observación disciplinar, capaz de comprender y explicar lo complicado de un problema desde una organización trivial basada en una técnica de primer orden. La segunda perspectiva la identificamos por el “escenario B” asociada a una metodología heurística que enfrenta lo complejo desde una organización no trivial para comprender/explicar el problema a partir de un actuar interdisciplinario que da preferencia a las técnicas cualitativas.
2. Desde luego que es posible que se entremezclen los aspectos seleccionados para estas dos perspectivas en el que no se manifiesten tan dicotómicas. Recordemos que la selección de dichas perspectivas depende de las preguntas que le hagamos al problema y que pueden ser: Por un lado, preguntas cuyo interés deriva de las propiedades extrínsecas, de superficie y/o de distribución espacial, respondidas adecuadamente mediante técnicas cuantitativas o de primer orden —porque generalmente derivan del establecimiento de una relación causal, directa y generalmente lineal entre la condición del observable y el atributo considerado, y no exigen de una reflexión sobre su definición.

Por otro lado, están las preguntas que derivan de las propiedades internas o intrínsecas que están implícitas en el material empírico y asociadas a los aspectos estructurales y procesuales. Estas serán respondidas adecuadamente mediante técnicas de segundo orden o cualitativas, porque exigen de una reflexión mayor sobre la selección del atributo o propiedad de análisis al requerir de relaciones de implicación o condiciones que difícilmente se establecen de forma directa y lineal, como referimos en la nota 10 del capítulo 1.

3. Deseamos hacer una distinción más en el caso de estudio que presentamos en este inciso para hacer un claroscuro o contrapuntar la diferencia entre *complicado* y *complejo* y su relación con las técnicas de primero y segundo orden y los retos que ello implica. También es necesario enfatizar que en muchos escenarios de investigación suele preferirse la primera, dada la seguridad que implica estar basada en una metodología que asume una concepción de lo científico asentada en la aceptación o rechazo de una hipótesis de trabajo —guiada en muchas ocasiones por la necesidad de formar parte de una teoría,

o de enriquecerla— y por estar asegurada por la fuerza de una materialidad o evidencia empírica, así como del uso de la estadística que avala la justificación científica de la investigación. En este sentido, las inconveniencias de las técnicas cualitativas o de segundo orden suelen encontrarse en la falta de rigurosidad para cumplir los planes de trabajo —dado el enfoque heurístico— y en la falta de justificación empírica y evidente en algunos observables —no explícitos en el material empírico— asociados a dichas técnicas, así como en la falta de contundencia en las respuestas. Nuestro propósito es equilibrar los dos enfoques, salirnos de la dicotomía entre la certeza de la cualidad o la cantidad y encontrar una relación de complementariedad que conduzca a mejores formas de equilibrio, de análisis y de comprensión/explicación del problema.

4. Resolver esta dicotomía exige de una concepción epistemológica que no sesgue el equilibrio entre la importancia y papel de las evidencias empíricas —generalmente explícitas y extrínsecas en el material empírico analizado—, así como la importancia y papel de las manifestaciones implícitas de las propiedades intrínsecas, como es el caso de las causas e impulsos en los comportamientos, también presentes en el material empírico. Como habremos de desarrollar y profundizar más adelante, una forma para evitar dicho sesgo, radica en encontrar mejores conceptos para definir las formas de equilibrio en la comprensión y explicación de problemas. Para ello haremos uso de una Epistemología constructivista que nos permite deslindarnos de la dicotomía tradicional entre empirismos e idealismos. Pero retomemos nuestro problema y veamos qué hipótesis son posibles o qué preguntas hacer para desarrollar una estrategia trivial —orientada a lo cuantitativo principalmente— o no-trivial —orientada a los aspectos cualitativos— que responda a dicha problemática.
5. Partimos de que el problema práctico en el escenario A lo plantea el director de una escuela al manifestar su desconocimiento de las razones que pueden explicar el mal rumbo de la institución, evidenciado por la pérdida de alumnos, la disminución de pagos de colegiatura y la opinión generalizada sobre la falta de resultados académicos deseables. La escuela se encuentra en condiciones críticas derivadas de la dinámica de una ciudad que enfrenta cambios sociales, económicos, políticos y culturales como la Ciudad de México. El costo de no atender este problema es el de enfrentar una crisis

económica que lleva a cerrar la escuela. Las consecuencias no recaen sólo en el patrimonio de las familias de los maestros y director de la escuela, sino en la pérdida de espacio y procesos de transformación vitales en el tejido social. El planteamiento del problema, su condición y costo lo formula el director de la escuela desde la integración de su experiencia y nivel de observación como responsable de la escuela. Cabe enfatizar que en el planteamiento del problema, el director no considera las distinciones y características de los maestros, sus métodos, su relación con los alumnos, así como las estrategias educativas y administrativas de la institución, por considerarlos como problemas diferentes, un tanto ajenos a la problemática central y que pueden ser atendidos más adelante. El planteamiento y las preguntas se hacen solamente en función de los alumnos.

6. En el escenario B, el problema lo plantea un equipo de maestros de la escuela, —en el que está incluido el director— que manifiestan razones semejantes a las expuestas anteriormente, pero parten de un conocimiento disciplinario, de una experiencia y problemáticas diferentes, y los llevan a formular preguntas al problema de forma distinta. En el grupo se incluyó un maestro cuya experiencia en el ámbito de la psicología le confería una particular forma de intervención dentro de las reuniones de trabajo. Las principales distinciones entre los maestros derivaron de la forma como cada uno concibe la enseñanza y los criterios de relación con los alumnos, y aunque no constituyen diferentes disciplinas entre sí, la formulación de las preguntas procedió de diversos ámbitos, como perspectivas disciplinarias diferentes, coordinadas por la perspectiva del maestro que ya había tenido experiencia previa en este trabajo conjunto.
7. En el escenario A, el director se pregunta por la proporción de alumnos que no cumplen con los compromisos de asistencia que, son irregulares en su presencia en clases y en reuniones especiales. Se pregunta por la distribución de las características de los alumnos que tienen mala conducta y por las proporciones de su aprovechamiento en las principales materias (español, matemáticas, actividades creativas) entre los diferentes grupos. El director quiere saber qué grupos marchan bien, cuántos alumnos están mal en su conducta y ver la relación que puede tener con su lugar de residencia y su condición socioeconómica. En el caso del escenario B, el grupo de maestros se pregunta por las razones que existen para que los alumnos no estén presentes en los compromisos establecidos

por la escuela, por el tipo de actividades que generan conductas anormales o por las razones que impiden que las principales materias no estén mejor asimiladas.

8. A partir de las preguntas en el escenario A, es posible plantearse varios razonamientos: dependiendo de la cantidad de alumnos y su distribución en los grupos, es posible tomar acciones correctivas en aquellos que presenten un mayor nivel de inasistencia, conducta no deseable y bajas calificaciones en las materias básicas. Estos valores serán un indicador para reconsiderar el tratamiento y recomendaciones que habrá que dar a los maestros. Una de las hipótesis que se pueden derivar es la siguiente: los alumnos con baja asistencia, conducta y rendimiento son los que propician las dificultades en la escuela. La relación entre las bajas calificaciones en los alumnos y el lugar donde viven determina un criterio de selección y retención de alumnos en la escuela.
9. En el escenario B, las preguntas implican conocer las razones que mueven a los alumnos a un actuar determinado para estar o no presentes en eventos, para conocer las razones de su no puntualidad y de su conducta en diferentes escenarios. Las interrogantes se orientan hacia el conocimiento de los factores que determinan una mayor o menor asimilación de sus materias.

La distinción que hicimos sobre las preguntas en ambos escenarios tiene el propósito de diferenciar aquellas que en el escenario A, requieren información derivada de frecuencias y porcentaje de tipos de comportamiento (proporción de alumnos que aprovechan las materias principales, frecuencia de alumnos en clase y en los eventos), informaciones que implican observables explícitos directamente registrables. Por otro lado, las preguntas del escenario B, requieren conocer la importancia o los niveles de significación sobre tipos de conducta y comportamiento en sus actividades, informaciones que implican observables derivados de hacer inferencias de relaciones previas en ellos, una reflexión con especial atención en la observación sobre lo que se observa, de encontrar el significado de una respuesta que ha sido transcrita y que no está explícita en ella, sino que debe ser inferida por otras relaciones.

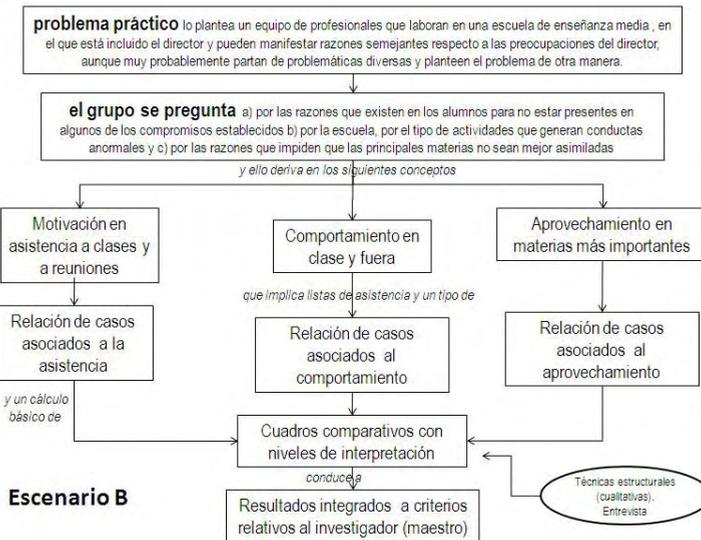
10. La dicotomía entre la orientación cuantitativa del escenario A y la cualitativa en el escenario B, es evidente, sin embargo, deseamos enfatizar que ambos tipos de preguntas son importantes y que una aproximación sesgada a ellas puede ser improductiva e incorrecta y

que una aproximación no sesgada en cuanto a la proporción e integración de cantidad y de calidad, en ambos escenarios puede ser más rica, certera y correcta. Consideramos que en última instancia toda técnica puede estar constituida por una complementariedad entre su componente cuantitativo y su componente cualitativo, y no puede haber una perspectiva que deslinde un aspecto del otro. Este es un reto al que nos iremos aproximando conforme delimitemos las implicaciones operativas y conceptuales y la manera de abordarlas en capítulos subsiguientes.

11. En la siguiente figura (2.1) sintetizamos los aspectos que deseamos destacar en el escenario A. Las preguntas implican un tipo de información derivada de las listas de asistencia y de las calificaciones registradas por los profesores sobre su conducta y aprovechamiento en algunas materias. Indicamos para este caso que el registro de dos de los observables queda claramente enmarcado en una variable ordinal de tres niveles. Semejante es el caso de la variable que registra la conducta y para el caso del registro de las evaluaciones en las 3 materias de interés, asociamos variables de intervalo de cero a diez (aunque podrían haber sido ordinales (MB, B, S y NA). Con ello es posible aplicar una técnica de primer orden como la encuesta, en la que uno de los resultados más útiles en el tratamiento de las variables nominales es el cálculo de frecuencias normales y su distribución, así como parámetros estadísticos como promedios y desviaciones estándar para variables de intervalo o escala.
12. En la siguiente figura (2.2) sintetizamos los aspectos que deseamos destacar en el escenario B. Las preguntas implican un tipo de información derivada de la apreciación de algunos profesores que indagan mediante la información obtenida de una entrevista realizada a los alumnos. Dicha entrevista estaría orientada a indagar las razones de la inasistencia, así como los comportamientos y aprovechamientos o asimilaciones no deseables. Indicamos para este caso que el registro de los observables quedará difícilmente enmarcado en una variable que permita cuantificar las apreciaciones. Aunque el diagnóstico estará en términos de enunciados evaluativos, es posible generar cuadros comparativos con distinciones entre niveles de comportamiento y asimilación. Uno de los resultados más útiles en este escenario será el análisis de las transcripciones de la entrevista que se concretará mediante enunciados evaluativos derivados de la reflexión del maestro sobre dichas transcripciones.



**Figura 2.1** Síntesis del problema, preguntas, tipo de variables asociadas y resultados esperados para el escenario A del caso de estudio.



**Figura 2.2** Síntesis del problema, preguntas, tipo de variables asociadas y resultados esperados para el escenario B.

13. La información básica para analizar las implicaciones de las dos perspectivas de análisis la sintetizamos en la siguiente tabla que muestra las variables independientes:

<b>Información para las variables independientes:</b>
Por alumno:
sexo
edad
Identificación del Grupo (Ga, Gb y Gc),
Identificación del tiempo que tarda en llegar a la escuela:
T1 (menos de media hora)
T2 (entre media hora y una hora)
T3 (de una hora y media)
T4 (de más de una hora y media)
Zona de la ciudad en la que vive (N-norte, C-centro y S-sur)
Cada grupo tiene 30 alumnos

**Figura 2.3** Síntesis de las variables independientes.

14. En la siguiente figura se muestran las variables dependientes para el escenario A, que ha formulado específicamente el director de la escuela, desde su propia perspectiva.

<b>Las variables dependientes para la encuesta vinculada para el escenario A son:</b>
V1: asistencia a clase y a eventos organizados por la escuela, las opciones son: Puntual (P), Irregular (I) y Faltista (F)
V2 Nivel de comportamiento en la escuela opciones: Bueno (B) Regular (R), o Malo (M)
V3 Calificación en la materia de español (de 10 a 0)
V4 Calificación en la materia de matemáticas (de 10 a 0)
V5 Calificación en la materia de actividades creativas (de 10 a 0)

**Figura 2.4** Síntesis de las variables dependientes para el escenario A.

15. En la siguiente tabla se muestran las variables dependientes para el escenario B. Ellas han sido generadas por el grupo de maestros que incluye al director. Las entrevistas se realizaron a lo largo de una semana, y fueron hechas por varios maestros que antes de hacer las preguntas indicaron al alumno que se trataba de un diagnóstico en

el que no se registran nombres y sólo se solicitan respuestas breves que tomen en cuenta sus propios puntos de vista y el uso de un lenguaje coloquial. Recordemos que estos criterios fueron consensados desde las diferentes perspectivas y experiencia de cada maestro, dentro de sesiones de trabajo coordinadas por uno de ellos. Cabe mencionar que al sentirse limitados dos maestros para hacer las entrevistas, prefirieron aportar su trabajo en el registro del material codificado en la computadora, en donde sí podían contribuir con mayor efectividad en el proyecto. Cada entrevista no tuvo una duración mayor a los 5 minutos y fueron transcritas posteriormente por un grupo de maestros. Cada prototexto no tiene más de una cuartilla.

<b>Las variables dependientes para la entrevista vinculada al escenario B son:</b>	
Va:	Pregunta: ¿Cuáles son las principales razones por las que puedes llegar tarde a la escuela y/o a los eventos que organiza?
Vb:	Pregunta: ¿Cuáles son las razones que genera tu mal comportamiento fuera de la escuela?
Vc:	Pregunta: ¿Cuáles son las razones que generan tu mal comportamiento dentro de la escuela?
Vd:	Pregunta: ¿Cuáles son las razones derivadas del maestro que generan tu mal aprovechamiento en las materias?
Ve:	Pregunta: ¿Cuáles son las razones derivadas de los contenidos de tus materias que generan tu mal aprovechamiento de las mismas?

**Figura 2.5** Síntesis de las variables dependientes para el escenario B.

16. En el escenario A, la manera de llenar los cuestionarios no reparó en tomar en cuenta la forma de hacer la solicitud, simplemente llegó el director a cada salón y pidió que respondieran al cuestionario que les entregaría para conocer mejor las condiciones de los alumnos y mejorar las condiciones de la escuela. Evidentemente en la cabeza de varios alumnos surgieron preguntas que no se hicieron al director, prefiriendo ser cautelosos en sus respuestas. En el escenario B la situación fue diferente. Se seleccionó a la biblioteca como el lugar para hacer las entrevistas. En todos los casos se les dio el mismo mensaje sobre el propósito de la entrevista. Algunos maestros hicieron algunas preguntas —sin grabar— de otros temas antes de hacer las preguntas diseñadas para la encuesta. Otros maestros no tomaron rigurosamente el tiempo destinado a las respuestas y se excedieron un poco.

17. La estrategia general del escenario A implica conocer el comportamiento de los observables de interés —Variables 1 a 5— referidas como variables dependientes (de los observables vinculados a ellas, como son sexo, edad, zona y tiempo en llegar a la escuela) con base en un cuerpo teórico y marco epistémico de referencia. Dichos marcos están establecidos desde la perspectiva de la Estadística. Recordemos que para esta disciplina el conocimiento se sintetiza en tres grandes formas de acercamiento al fenómeno de estudio:

- Conocer el comportamiento de una variable tipo rango o escala, mediante los estadísticos básicos (media, varianza, moda, y modelos de distribución y correlación), o si las variables son nominales y ordinales, mediante los estadísticos básicos (frecuencia, distribución de frecuencias y modelos de distribución y correlación)
- Conocer el comportamiento entre dos variables de rango o escala, mediante los estadísticos básicos (coeficientes de correlación) o si las variables son nominales y ordinales, los estadísticos básicos (tablas de frecuencia combinadas)
- Conocer el comportamiento entre más de dos variables de rango o escala, mediante los estadísticos básicos (correlación y análisis de múltiple variable) o si las variables son nominales y ordinales, los estadísticos básicos (tablas de frecuencia combinadas)

En los tres casos se tiene como referencia el criterio de que toda muestra debe ser representativa de la población y mostrar comportamiento “normal” que asume una distribución homogénea y representativa del espacio de análisis. Dicho espacio está caracterizado y delimitado por los rangos en las variables independientes. Si ello se cumple es posible valorar las relaciones entre las variables de una muestra —establecidas en términos de hipótesis— con los atributos de confiabilidad y precisión, para la muestra de la población. Un supuesto importante es que la confiabilidad de la hipótesis descansa en que las relaciones establecidas entre las variables independientes y las dependientes, permanecen constantes, es decir, es válida para las condiciones en que fue realizada.

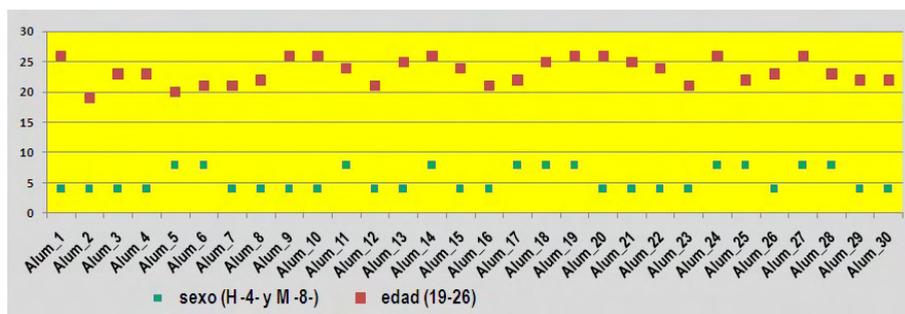
18. Se puede apreciar que en los criterios y posibilidades referidas en el párrafo anterior hay una premisa esencial: que la muestra de análisis sea *representativa* de la población que se analiza y que se cumplan los compromisos de *distribución homogénea* y *selección no sesgada*, principios

que nos permiten aplicar los criterios estadísticos y conocer las características de la población de estudio. Los retos son varios, pero se pueden sintetizar mediante la adecuada definición de una muestra o conjunto de muestras representativas de análisis y una selección aleatoria de los datos asociados a las variables del estudio.

19. Por otro lado, las estrategias en ambos escenarios implican un conocimiento teórico básico de la Educación en sus vertientes de enseñanza, aprendizaje y aspectos pedagógicos, y partimos de que tanto el director como el grupo de maestros que participarán en la investigación tienen conocimiento básico de estos temas. Generalmente el nivel de estos conocimientos no es parejo y por ello, los retos que enfrenta el grupo multidisciplinario —aunque participen desde la misma disciplina pedagógica— son mayores a los que enfrenta la perspectiva disciplinaria del escenario A, porque en ellos se abre la posibilidad de hacer preguntas diferentes y consecuentemente aplicar técnicas cualitativas, mientras que en el escenario A no existe esa posibilidad. En la realidad estas dos situaciones tienen muchos matices y es precisamente en ellos donde se presentan grandes discusiones sobre el carácter multidisciplinario o interdisciplinario de una investigación. Este tema lo abordaremos con más detalle en el capítulo octavo. Por lo pronto, consideremos que el escenario A parte de la iniciativa teórico y práctica del director, que desde luego se asesora de algunos maestros, pero sin hacer explícita sus opiniones, y por otro lado, el escenario B está integrado por un grupo de cinco maestros y uno de ellos asume la coordinación del grupo.

## **2.2 Escenario A: una perspectiva más cuantitativa**

Del universo de relaciones posibles entre variables para el escenario A se pueden sintetizar descripciones de las cinco variables dependientes —solas y entre ellas— así como relaciones entre las variables independientes, que presentan condicionamientos en términos del sexo, de la zona donde viven y tiempo para llegar a la escuela y relaciones entre ambos grupos de variables, entre otros. Con esta gama de relaciones posibles se seleccionaron algunas más representativas para hacer descripciones a partir de las cuales se formularán criterios para la toma de decisiones y responder a las preguntas que se planteó el director en el escenario A. Aunque es posible plantear hipótesis nulas con base en una



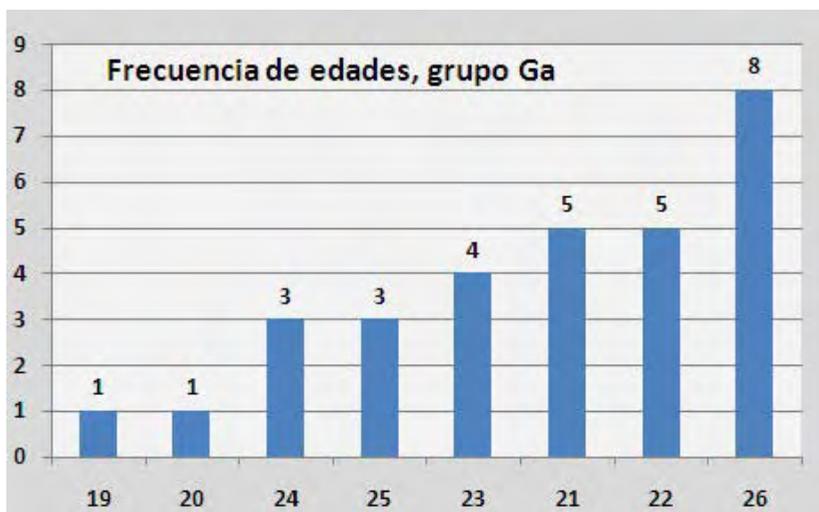
**Figura 2.6** Distribución de sexo y edades para un grupo encuestado.

relación entre las inasistencias y la zona en que viven los alumnos y/o con su aprovechamiento en alguna materia, el director ha decidido que dado el número de observaciones establecidas para los 3 grupos de 30 alumnos cada uno, se encuentra en una zona en donde no se dispone del número más confiable para validar las estadísticas y justificar inferencias ante terceros. Por ello el director ha decidido contar solamente con las descripciones que se muestran en las figuras 2.6 a 2.10.

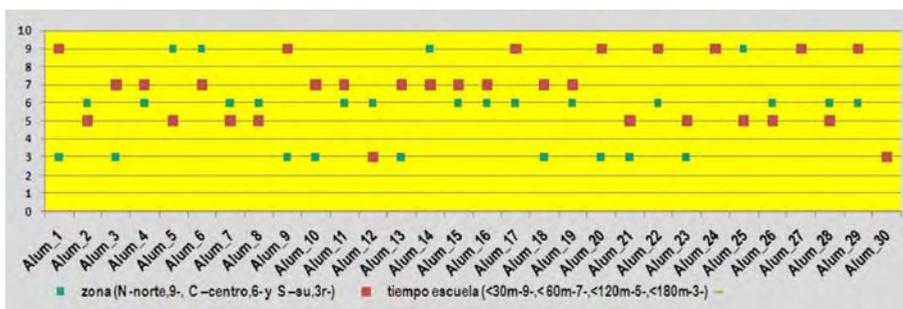
En la figura 2.6 mostramos como muestra de referencia para el análisis la distribución de hombres y mujeres del grupo Ga y sus edades. La representación de las edades corresponde a los valores del eje de las ordenadas (de 19 a 26) y los valores para la variable sexo —4 y 8— son de referencia y arbitrarios. El propósito es visualizar la relación entre sexo y edad para enriquecer las características de la muestra y/o población de análisis. Hay 19 Hombres y 11 Mujeres en este grupo (figura 2.7).

20. En el gráfico de la figura 2.8 mostramos la relación entre las opciones establecidas para la zona en que vive el alumno y el tiempo que tarda en llegar a la escuela. Los valores que tienen en el eje de las abscisas son relativos. Se puede apreciar que los alumnos identificados con los números 7, 8, 26 y 28 viven en el centro de la ciudad y hacen entre una hora y una hora y media para llegar a la escuela, y los alumnos 1, 9 y 20 viven en el sur y hacen más de hora y media. En la siguiente figura (2.8) se indican las frecuencias derivadas del cruce entre las opciones en ambas variables.

21. En la figura 2.9 se presentan las frecuencias de la asistencia a clase y a eventos organizados por la escuela, así como el tipo de comportamiento en los tres grupos (Ga, Gb y Gc) del mismo escenario A.

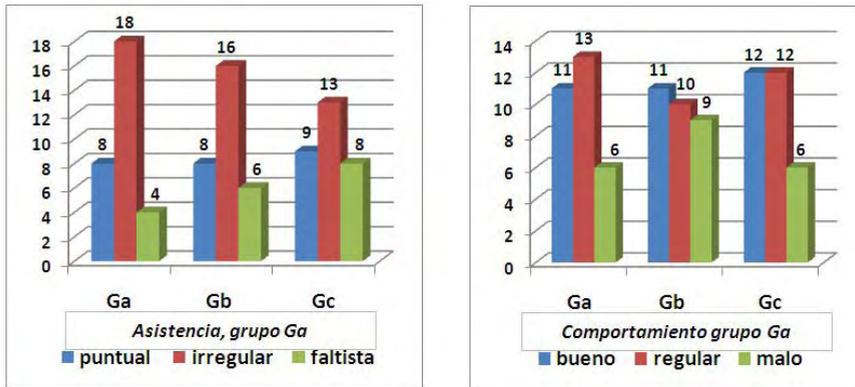


**Figura 2.7** Frecuencia de edades registradas en la encuesta del escenario A.



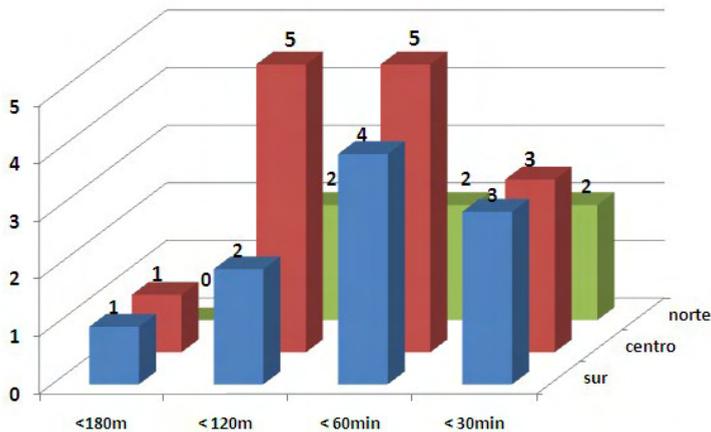
**Figura 2.8** Distribución de la variable que registra la zona dónde viven los alumnos y la variable que registra el tiempo que tardan en llegar a la escuela para el grupo Ga.

22. Es importante hacer explícito que estos gráficos nos permiten conocer el contexto en el que aplicarán las inferencias derivadas de las variables dependientes. Dicho contexto surge de un recorte inicial del universo de posibilidades respecto a la zona en que viven los alumnos —simplificado a sólo tres zonas de la ciudad— y el tiempo que tardan en llegar a la escuela —reducido a cuatro rangos de tiempo. Este recorte tiene varias razones para hacerse, por un lado sería



**Figura 2.9** Frecuencia de asistencia a clase y comportamiento en general para los tres grupos.

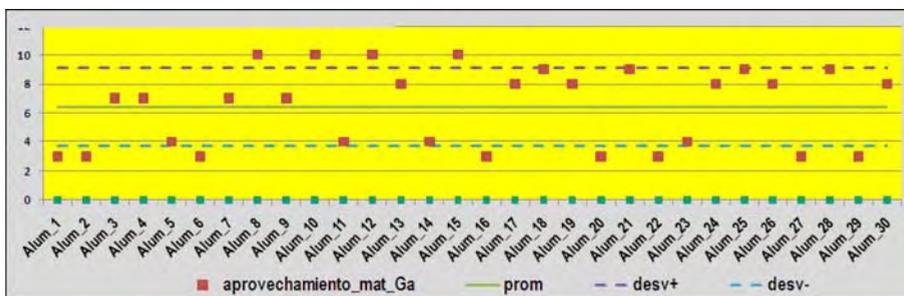
muy costoso, en tiempo, elaborar una especificación detallada de las zonas y de los tiempos requeridos para llegar a la escuela, que en última instancia siempre son variables. En segundo lugar, si tuviéramos esa información sería muy difícil establecer una relación significativa con las inferencias derivadas del análisis estadístico de las variables independientes.



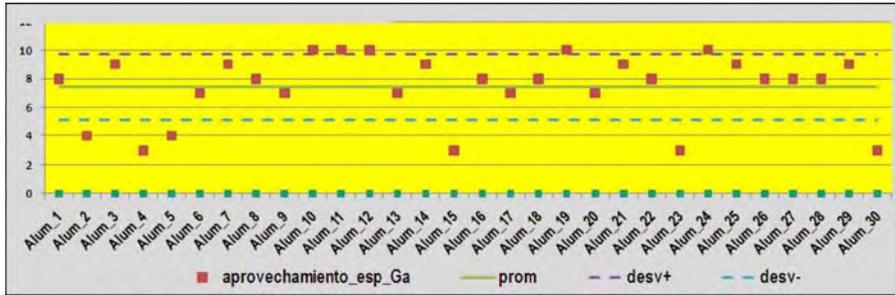
**Figura 2.10** Cruce de frecuencias de las variables de la zona donde viven los alumnos y el tiempo para llegar a la escuela del grupo Ga.

23. Observemos que esta información derivada del escenario A (estrategia orientada cuantitativamente) contribuye de manera cualitativa a la apreciación e inferencia que hagamos con las variables dependientes. Dichos gráficos representan el contexto que será valorado por las variables independientes y este aspecto de nuestro conocimiento del fenómeno es de carácter cualitativo, en la medida en que pensamos en términos de una mayor proporción de hombres que de mujeres, o una mayor proporción de alumnos que viven en el centro —los más cercanos a la escuela— y que tardan entre media y una hora y media en llegar a la escuela.
24. Los siguientes gráficos —figuras 2.11 a 2.16— permiten ver el comportamiento de las respuestas que pueden ser asociadas a variables de escala. En ellas es posible conocer otros estimadores de la muestra de referencia. En las primeras cuatro gráficas se muestra la línea que representa el promedio y las cotas superior e inferior de la desviación estándar del grupo en cuestión. En el eje de las abscisas se muestra la calificación. En la grafica de Distribución de las calificaciones de matemáticas se observa la mayor dispersión de las calificaciones, no así en la gráfica de Distribución de las calificaciones de español, donde la mayoría de los alumnos está sobre la media. En el caso de la gráfica Distribución de las calificaciones de actividades creativas hay una marcada tendencia a presentar el valor promedio de 7.8.

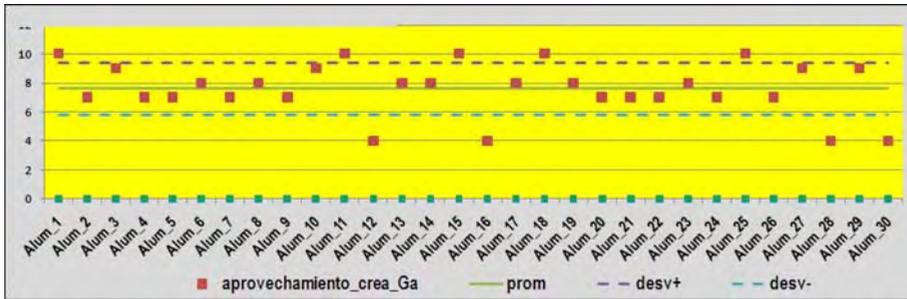
Las gráficas en las figuras 2.15 y 2.16 no presentan ya las referencias de los promedios y desviación estándar. Son gráficas que presentan simultáneamente dos variables. La 2.15 muestra el comportamiento en términos de bueno (valor de 10), regular (4) y malo (3) y cuyos valores son relativos para distinguirlos de la variable de la



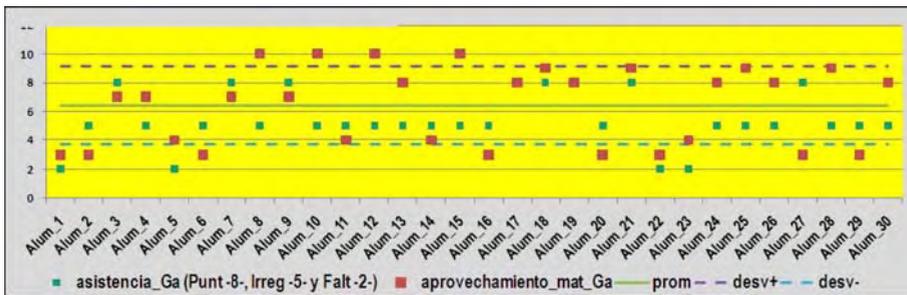
**Figura 2.11** Distribución de las calificaciones de matemáticas, del grupo Ga.



**Figura 2.12** Distribución de las calificaciones de la materia de español, grupo Ga.

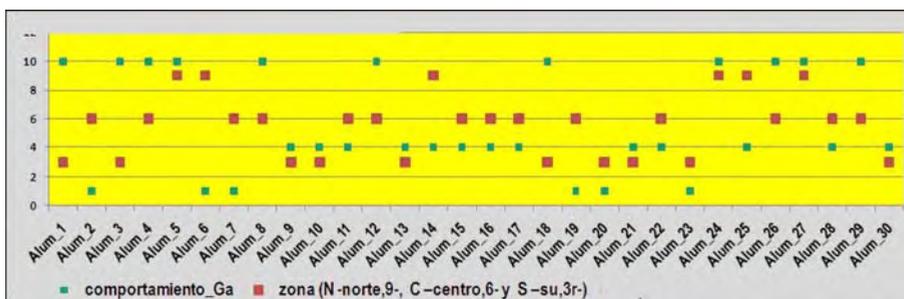


**Figura 2.13** Distribución de las calificaciones de la materia de actividades creativas del grupo Ga.



**Figura 2.14** Distribución de las asistencias y del aprovechamiento del grupo Ga.

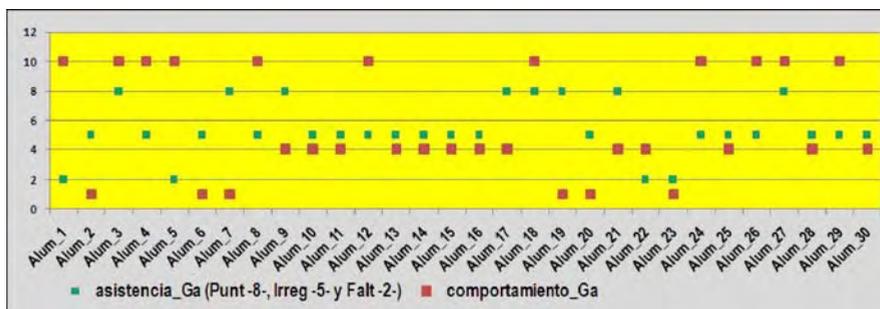
zona donde vive el alumno. Esta variable tiene tres valores relativos: norte (9), centro (6) y sur (3). En ella no apreciamos ninguna regularidad. En cambio en la gráfica de la figura 2.16 se presentan simul-



**Figura 2.15** Representación de la evaluación relativa del aprovechamiento y de la zona donde viven los alumnos.

táneamente los valores de la asistencia en términos de ser puntual, irregular o faltista, y la distribución de la variable del comportamiento. Apreciamos cierta regularidad entre comportamientos regulares y asistencias irregulares para el grupo de alumnos identificados con el número del 9 al 16 y del 24 al 30. Esta información no es significativa dado su nivel de dispersión y sólo nos da una idea de interacciones muy diversas entre las variables dependientes e independientes.

25. Las inferencias que podemos obtener de esta información son pobres respecto a la hipótesis que se planteó inicialmente el director. Quería saber si “los alumnos con baja asistencia, conducta y rendimiento son los que propician las dificultades en la escuela” así como conocer si “la relación entre las bajas calificaciones en los alumnos y el lugar donde viven determina un criterio de selección y retención de alum-



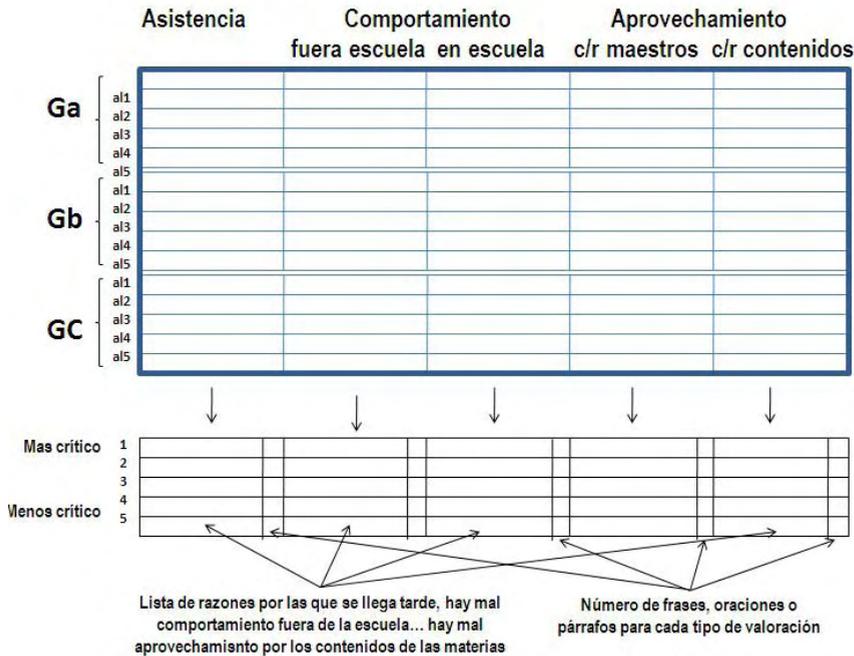
**Figura 2.16** Representación de la evaluación relativa del comportamiento y del nivel de asistencia de los alumnos

nos en la escuela”. Mediante las gráficas en la figura 2.14 y 2.16 podemos hacer algunas inferencias del grupo Ga, en relación a esta hipótesis pero no para confirmar su validez. Efectivamente, vemos en la gráfica 2.14 que hay un mayor número de alumnos —aproximadamente el 60%— de asistencia irregular, aunque con un aprovechamiento muy parejo entre estimaciones altas (11 arriba del promedio) y bajas (7 debajo del promedio). También podemos observar que en la gráfica 2.16 hay una correspondencia muy dispersa con respecto a las evaluaciones del comportamiento. Las frecuencias de asistencia para los tres grupos en la gráfica 2.9 solamente nos indican que donde más alumnos con baja asistencia hay, es en el grupo Gc, y donde menos, en el Ga.

26. Respecto a las preguntas más específicas del director sobre “la distribución de las características de los alumnos que tienen mala conducta y por las proporciones de su aprovechamiento en las principales materias” y “saber qué grupos marchan bien, cuántos alumnos están mal en su conducta y ver la relación que puede tener con su lugar de residencia...”, hay alguna información pertinente: En la figura 2.9 observamos que el grupo con mejor comportamiento es el Ga y hay cierta correspondencia entre buen comportamiento en alumnos 1 a 5 y 24 a 25, asociado a que viven en el norte de la ciudad (figura 2.15); es decir, más cerca de la escuela y en esa misma figura observamos una correspondencia entre alumnos del 0 al 17 con comportamiento regular y viviendo en el centro de la ciudad. La situación en el aprovechamiento es un poco más clara en las tendencias pero sin establecer correspondencias con otras variables. En la gráfica 2.11 observamos que hay más del 55 % de alumnos por encima del promedio en matemáticas (que es bajo, de 6.8); en cambio, el 70 % de alumnos tiene una calificación en español mayor al promedio, que es de 7.8 y en general una mejor calificación global en la materia de actividades creativas. Esta información puede ser útil si se compara con las de los otros grupos (figura 2.9) pero no responde a las preguntas de interés del director.
27. Si bien el análisis somero que hemos hecho responde en parte a las hipótesis e inquietudes más específicas del director, no satisface las necesidades esenciales de conocer aquello que puede mejorar la situación de la escuela y sólo ofrece conocimiento de aspectos que no son significativos para dicho propósito. Veamos ahora los alcances y limitaciones de la perspectiva del escenario B.

### 2.3 Escenario B: una perspectiva más cualitativa

28. Para el análisis del escenario B, la perspectiva se torna diferente al entrar de frente al dominio de los significados y el sentido, más independientes al uso del número. En esta perspectiva se parte de la especificidad de cada hecho y situación propia de los estudiantes seleccionados para la entrevista y difícilmente está de acuerdo en los comportamientos “normales” y en la identificación precisa de cada unidad de observación. Por esta razón, tradicionalmente se deslinda este nivel de observación —más subjetivo— que el asumido en el escenario A —más objetivo. Se trata ahora de prestar atención a las “cualidades” de los datos y “aproximarnos” más a su condición —respecto a otras variables— y a su difícil valoración. Es por ello que la forma de construirlos y de registrarlos es diferente. Ahora se parte de otras preguntas y de estrategias de registro diferentes a las del escenario A. En este nuevo escenario, se selecciona un muestra de alumnos —no representativa estadísticamente—, para preguntarles directamente sobre el tema de interés y dejar abiertas las posibilidades de respuesta, para que no se “encajonan o se limite” el campo de posibilidades en las respuestas, a un conjunto cerrado de opciones o casos. Pero por otro lado, se delimitan las preguntas para no permitir que se desvíe la atención del alumno en temas que no son de interés en el estudio, de aquí que la encuesta sea dirigida.
29. Si bien esta estrategia suena más realista para indagar sobre las causas de la inasistencia y ser más próxima a lo que realmente enfrentan los alumnos en su comportamiento y aprovechamiento en la escuela, enfrenta retos y costos altos: la selección de alumnos no es azarosa y responde a un criterio del equipo de investigación —coordinado por uno de ellos— que es difícil de asentar explícitamente porque implica una argumentación que integra varios puntos de vista y podría tomar mucho tiempo para justificarla. Sin embargo, descansa en el principio de seleccionar a los alumnos más representativos o idóneos para el estudio. En nuestro caso, serían aquellos alumnos con más inasistencias y comportamientos extraños. Recordemos que el carácter multidisciplinario en este ejemplo no deriva de la presencia de diferentes disciplinas en la definición y análisis del problema, sino en la consideración de diferentes puntos de vista y formas de participación de los maestros y director en el problema.
30. Pero el reto se torna aún mayor cuando nos damos cuenta de que es



**Figura 2.17** Matriz de extractos de frases u oraciones para cada pregunta y para cada alumno representativo y matriz —abajo— de la lista de oraciones representativas y valorativas para cada pregunta, ambas para el escenario B.

necesario analizar cada frase y oración de las respuestas a los alumnos entrevistados por los diferentes maestros que participan en esta etapa. Es necesario saber conciliar criterios y categorías para homologar las tablas de valoración —figura 2.17. En la tabla de dicha figura se indica una forma de sintetizar e integrar la información de las cinco preguntas planteadas —tabla inferior de la figura 2.17 a partir del análisis de 15 entrevistas, cinco para cada grupo de nuestra población de alumnos.

31. Veamos que en la tabla superior se han establecido 75 espacios para diferenciar respuestas entre los 3 grupos, las 5 preguntas y 5 alumnos representativos por grupo. En cada espacio se registra la frase más significativa —importante, representativa y por ello la más valorada— que manifieste el alumno y registre el investigador. Para construir la

tabla inferior de la figura 2.17 el proceso implica un análisis de todas las respuestas para cada pregunta (columna). El procedimiento implica seleccionar las frases u oraciones que se consideren frecuentes —representativas— y significativas. Este último aspecto nos conduce a un espacio de posibilidades muy grande que debe ser acotado por el investigador. Ello se debe a que todos los enunciados pueden ser importantes, pero solamente habrá que seleccionar aquellos que sean significativos respecto a la orientación de la pregunta. Dicha orientación tiene que ver con el sentido que le demos al análisis.

32. El sentido en el análisis de problemas equivale a la resultante final derivada de la interacción entre significados. Para conocerlo, es necesario explicitar lo que se entiende y desea como resultado final entre el problema en sí y su entorno. Es una resultante que tiene que ver con la relación entre lo que sucede entre los componentes específicos de un problema y los componentes del contexto o ámbito donde sucede el problema, su entorno. El entorno es esencial para el observador que evalúa *el sentido de un hecho*, acción, comunicación o acontecimiento, porque sus condiciones determinan la forma de las interacciones entre los hechos —valorados ya de forma positiva o negativa— que están asociados a la solución del problema y ello se traduce como una resultante o fuerza final. Si las relaciones entre lo que sucede en el problema y la situación del contexto del problema son las esperadas o deseadas —valoradas positivamente— por el observador que lo evalúa, entonces el resultado tendrá el sentido deseado.
33. El sentido de acuerdo a los valores asociados como positivos, debe quedar claramente establecido, y ser asentado en la argumentación de la investigación. Sólo entonces será posible normar un criterio para hacer evidente el significado de la frase u operación que estemos analizando. Si llamamos a estos enunciados, *significados de valoración* podemos usarlos como argumentos para valorar el conjunto de frases u oraciones de cada pregunta. Es conveniente ordenar los significados de referencia del más crítico al menos crítico, o del que tiene mayor sentido para los fines deseados, al de menor sentido. Con ello, es posible indicar en dicho cuadro inferior (figura 2.17) enunciados más o menos significativos de cada variable. En la siguiente tabla (2.18) indicamos al menos cinco enunciados derivados de las respuestas de los alumnos del grupo Ga— para ser valorados. En la tabla 2.19 mostramos la tabla normalizada de enunciados para la pregunta VI y sus frecuencias en un grupo.

...es que llego tarde..., si el metro se para o no... hay veces que tarda mucho en una estación... o no llega
Tarda mucho en llegar el pesero...luego no paran... entonces tengo que tomar camión y va más despacio... Por eso llego tarde... aunque a veces me levanto más tarde...
...siempre me dan aventón los vecinos... Pero luego no salen a tiempo y ...llego más tarde
...casi siempre llego más temprano, porque aprovecho el aventón de mi hermano que va a trabajar... Aunque a veces no se para tan temprano y pues... sigo llegando a tiempo...
Casi siempre llego a tiempo ...vivo muy cerca ...sólo cuando tengo que hacer otras cosas más importantes no llego...

**Figura 2.18** Ejemplo de extractos de frases u oraciones para la pregunta sobre las razones por inasistencias de alumnos representativos para el escenario B.

34. Cabe mencionar que mucha de la información valiosa proporcionada en una entrevista es muy difícil de registrar. Los gestos, silencios, miradas y tonos de voz, difícilmente son transcritos de la grabación y no son considerados en los códigos o tablas de referencia para significados y temas de interés. Este tema lo referiremos más adelante y constituye un área de investigación que está muy relacionada con la perspectiva de la cualidad de objeto investigado y del nivel de interacción que tiene el observador que lo investiga.
35. Las inferencias que podemos extraer de la perspectiva adoptada en este análisis son también reducidas, pero distintas a las del escenario A. Recordemos que las preguntas formuladas por los maestros “implican conocer las razones que mueven a los alumnos a un actuar determinado para estar o no presentes en eventos, para conocer las razones de su no puntualidad y de su conducta en diferentes escenarios”....están orientadas “hacia el conocimiento de los factores que

Significado de referencia, como enunciado de referencia Pregunta Va	Núm. de alumnos (oraciones)
Llega muy tarde por irregularidades en varios tipos de transporte	3
Llega tarde porque delega responsabilidad a terceros	5
Llega tarde debido a irregularidades del metro	4
No llega tarde porque delega responsabilidad a familiares responsables	8
No llega tarde porque vive muy cerca	2

**Figura 2.19** Ejemplo de criterios de valoración normalizados para la pregunta sobre las razones por inasistencias de alumnos.

determinan una mayor o menor asimilación de sus materias”. Uno de los resultados que mostramos es el conjunto de “razones” que tienen los alumnos para llegar tarde. La tabla 2.19 presenta cinco razones y nos ofrece una medida de su importancia por la frecuencia que se observó en las entrevistas. Nótese que el número de alumnos que respondieron a la opción cuarta “No llega tarde porque delega responsabilidad a familiares responsables” puede tener el más significativo por ser el mayor. El contenido de dicha tabla responde a la pregunta sobre las razones que tienen los alumnos para llegar tarde (3 razones) y para no llegar tarde (2 razones).

36. En la tabla 2.20 mostramos la lista de argumentos derivados de las preguntas sobre el aprovechamiento en la clase de matemáticas de los tres grupos. Independientemente de las frecuencias, el aspecto significativo del material empírico generado es la posibilidad de conocer algunas de las razones por las cuales no hay un buen aprovechamiento. Para el caso de la variable “Vd” que refiere a las razones para no lograr un buen aprovechamiento derivadas del maestro, hay cuatro razones por corregir y dos buenas razones que fomentar, independientemente a las frecuencias. Esta información podrá ser más significativa si establecemos su correspondencia con el punto de vista del profesor. De manera semejante, respecto a la pregunta sobre “los factores que determinan una mayor o menor asimilación de sus materias”, el análisis de las entrevistas nos permite saber que la referencia a temas aburridos o de poco interés (8) es semejante a las alusiones sobre el interés de los temas (7). También es requerido hacer mayores indagaciones para conocer el punto de vista de los maestros y entonces tener un panorama más redondo del malestar y potencialidades en el aprovechamiento de los alumnos en las materias de interés para la dirección.
37. Recordemos que el propósito de un análisis cobra sentido al momento de establecer relaciones entre las condiciones de contexto —en este caso a una parte de las referencias sobre las causas que tienen que ver con llegar tarde a la escuela, o los comentarios de los alumnos o referencia de terceras personas sobre el interés de los alumnos para asistir a esa escuela—, y las variables de interés, como son la medición de la puntualidad y la percepción del interés real de los alumnos en las clases. Esto determina una mejor comprensión de lo que sucede en un fenómeno o comportamiento social. Pero esas relaciones son solamente un momento del entramado en el aprovechamiento o en la

Enunciados de referencia Pregunta Vd y Ve sobre aprovechamiento	Materia: Matemáticas		
	Ga	Gb	Gc
No entiende al maestro	1		2
El maestro no lo motiva		2	
La clase es muy lenta y aburrida	2		2
La clase es un relajo		2	
Me interesa lo que dice el maestro	1		1
El maestro es bueno (chido, buena onda, etc)	1	1	
El tema es muy aburrido	2	1	1
A nadie le interesa la clase	1	2	1
La clase es muy interesante	2	2	3

**Figura 2.20** Ejemplo de criterios de valoración normalizados para la pregunta sobre aprovechamiento de la clase de matemáticas en los tres grupos.

puntualidad o impuntualidad de alumnos respecto a las actividades en la escuela. Un reto mayor que deberemos tener presente, consiste en conocer cómo es que se van transformando dichas relaciones —ya por cambios en el medio, ya por transformaciones el alumno— y entonces representar las trayectorias de dichas relaciones como estructuras y dentro de procesos. Como más adelante desarrollaremos —capítulos 4 y 6—, los procesos de desestructuración, re-estructuración y equilibración derivados del análisis de las transformaciones cognoscitivas, son el propósito esencial del análisis, y constituye el desarrollo de técnicas de tercer orden o técnicas de investigación y participación activa o de análisis e intervención institucional entre otras.

38. Lo relevante en la técnica de segundo orden aquí empleada radica en su capacidad para conocer y organizar en estructuras valorativas las manifestaciones intrínsecas de los alumnos en la escuela. Conocer aspectos relacionados con la apatía ante las posibilidades que ofrece la primera clase del día, o el encuentro con compañeros no deseables, detalles en el modo de dar clase en algunos maestros, información que está en los fragmentos registrados en las entrevistas y que forman parte de la historia de la relación de los alumnos con la escuela. Como apreciará el lector, un acontecimiento analizado desde una técnica de segundo orden, no es solamente el registro de cualidades sino de ordenamientos, valoraciones, conteos y un uso significativo de cantidades asociadas a cualidades.





CAPÍTULO 3  
NUEVO ESCENARIO, NUEVAS PREGUNTAS

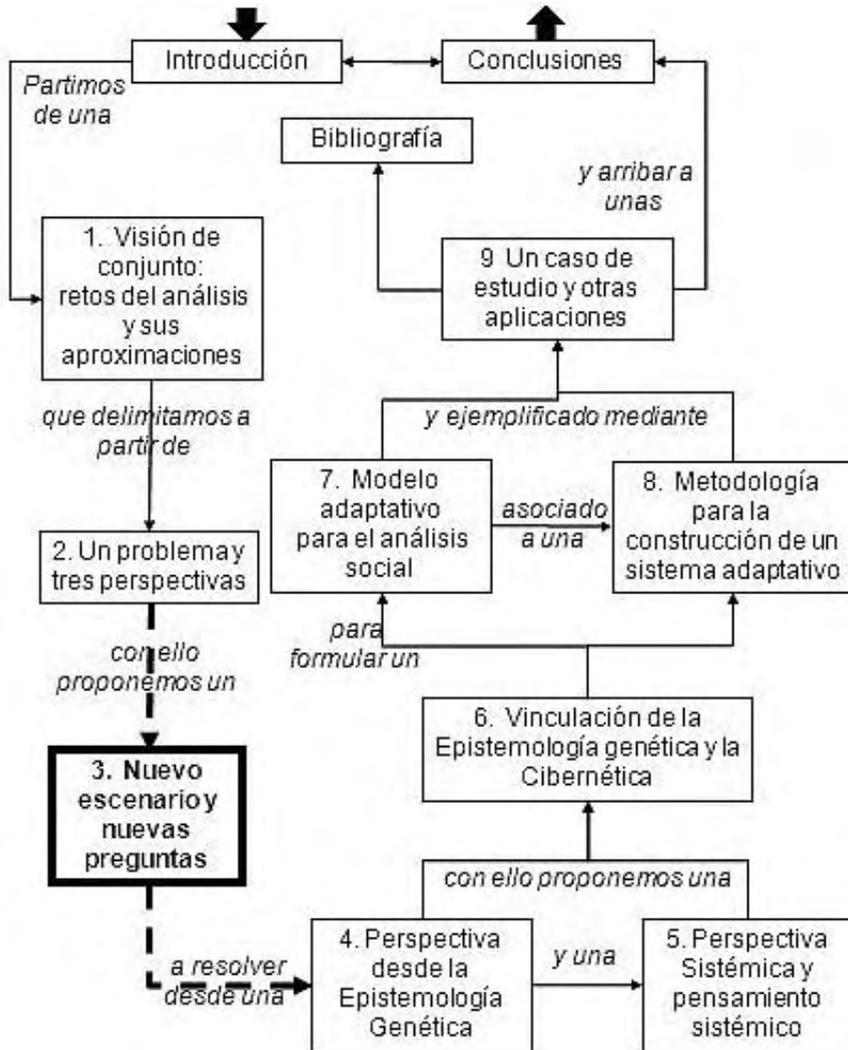


Figura 3.A El capítulo 3 dentro del libro.

Partimos de un problema académico típico para facilitar la distinción entre las dos estrategias clásicas de análisis, la orientada al uso de una técnica cuantitativa y la orientada a una técnica cualitativa, que nos permiten presentar dos escenarios y perspectivas de investigación. Hemos venido identificándolas como “escenario A” y “escenario B”, que se pueden llevar a cabo en forma paralela. A partir de ellos, formularemos en este capítulo un tercer “escenario C” que integra algunos elementos de ambos escenarios pero se enfrenta a nuevos retos que nos dan pie para plantear el modelo adaptativo para el análisis de problemas semejantes. Dicho planteamiento no hace uso de la argumentación que haremos en los capítulos 4 a 6, pero sí lo hará al volver a presentar la metodología para este nuevo escenario en el capítulo 8, con el antecedente de dichos capítulos y su desarrollo en un caso de estudio más detallado en el capítulo 9. Una visión de conjunto del capítulo es la siguiente:

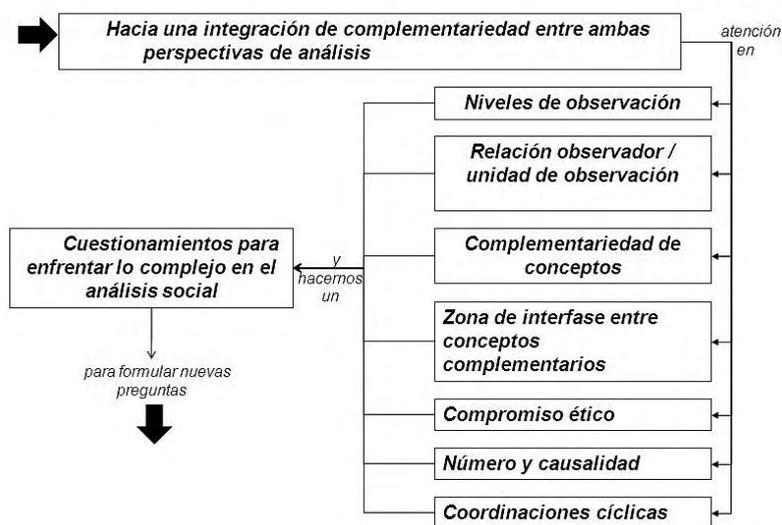


Figura 3.B Visión de conjunto del capítulo 3.

### 3.1 Escenario C hacia una integración de complementariedad entre cantidad y cualidad

1. Antes de proponer una integración complementaria de las dos perspectivas anteriores y de explicitar los retos que ello implica, es im-

Escenario A	Actividad	Escenario B
<ul style="list-style-type: none"> <li>•Disciplinario ←</li> <li>•Desde una disciplina</li> <li>•Centrado en el director</li> <li>•Preguntas cerradas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Equipo de investigación →</li> <li>•Definición del problema</li> <li>•Nivel de observación</li> <li>•Tipo de observables</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→•Multidisciplinario</li> <li>•Desde varias disciplinas</li> <li>•Centrado en un coord.</li> <li>•Preguntas / respuestas abiertas</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>•Encuesta ←</li> <li>•Visión descriptiva formulación de hipótesis</li> <li>•Diseño de la estrategia para las encuestas</li> <li>•Análisis de representaciones ←</li> <li>•Sugerencias</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Técnica a usar →</li> <li>•Propósito final</li> <li>•Diseño y actividad de campo</li> <li>•Análisis de resultados →</li> <li>•Interpretación de resultados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→•Entrevista dirigida</li> <li>•Responder a las preguntas</li> <li>•Diseño de la estrategia para las entrevistas</li> <li>•Análisis de textos</li> <li>•Sugerencias</li> </ul>

**Figura 3.1** Síntesis de actividades y criterios para los escenarios A y B.

portante mostrar las diferencias entre las metodologías y retos que enfrentamos en los escenarios anteriores. En la figura 3.1 sintetizo dichos aspectos.

2. Podemos apreciar que desde ambas perspectivas de análisis sí se señalan aspectos que vinculan las irregularidades en las asistencias y en los comportamientos de los estudiantes, y dichos aspectos nos darían argumentos para entenderlas y corregirlos. Desde la perspectiva de la encuesta, empleada en el escenario A, las representaciones (ver figuras 2.9 y 2.19) de las variables ofrecen una visión del grupo más significativa que la que se desprende de los promedios, desviaciones o correlaciones (ver figuras 2.11 a 2.14). Si bien no es posible hacer inferencias justificables de la información en este problema, a partir de los argumentos formales de la estadística, apreciamos en ellas que son posibles algunas evidencias en los comportamientos de las variables, aunque no podemos conocer cuáles serían las causas más significativas para corregirlos. Tomar decisiones partiendo de dichos parámetros estadísticos, tiene el riesgo de castigar o rechazar alumnos con un comportamiento irregular en un aspecto, pero regular —y quizá más significativo— en otro.
3. Por otro lado, desde la perspectiva de la entrevista, aplicada en el escenario B, las representaciones de las variables dependientes tampoco nos dan una idea clara de las causas que propician el problema, pero sí un conocimiento más aproximado de las irregularidades que

están presentes en ellas. En ambos casos —especialmente en la técnica de la encuesta— es importante la información que ofrecen las variables independientes, dado que nos muestran una parte del tipo de contexto en el que se fraguan las variables dependientes. De aquí que la aplicación de ambas perspectivas se pueda conjugar en problemas semejantes al presentado: primero se lleva a cabo una encuesta que orienta el tipo de escenario donde radica el problema y posteriormente se aplican entrevistas que nos dan mayor profundidad en los actores y en las causas relacionadas al problema. Veamos con mayor detenimiento las implicaciones de una complementariedad entre las técnicas orientadas a las cantidades y las orientadas a las cualidades.

4. La estrategia que propondremos en este apartado surge del análisis que haremos de los retos en los escenarios A y B. Para formular esta estrategia partimos de un nuevo nivel de observación, que denominaremos “observador del escenario C”. En este escenario es necesario hacer más explícitos los retos implicados en las actividades de los escenarios A y B y redefinir algunos conceptos que hemos usado en las descripciones y distinciones en ellos. La bandera que nos guía desea tomar en cuenta nuevos aires y permitir una conducción de manera menos polar, menos dicotómica, haciendo un énfasis en los grados, en los matices y tonos intermedios de los enunciados, de los atributos y características de los sujetos y objetos. Una estrategia basada en la construcción de un escenario de complementariedad.
5. Para ello vamos a redefinir los niveles de observación en el escenario C y la forma de concebir un conjunto de conceptos que remiten a categorías esenciales para el análisis de problemas y para la síntesis que haremos sobre ellos. Abordaremos los siguientes puntos:
  - a) Nuevos niveles de observación,
  - b) Relación del observador con la unidad de observación,
  - c) Complementariedad de conceptos
  - d) Zona de interfase entre conceptos complementarios,
  - e) Compromiso de valoración de gradientes,
  - f) Presencia del número en la cualidad y de la cualidad en el número,
  - g) Coordinación de actividades cíclicas.

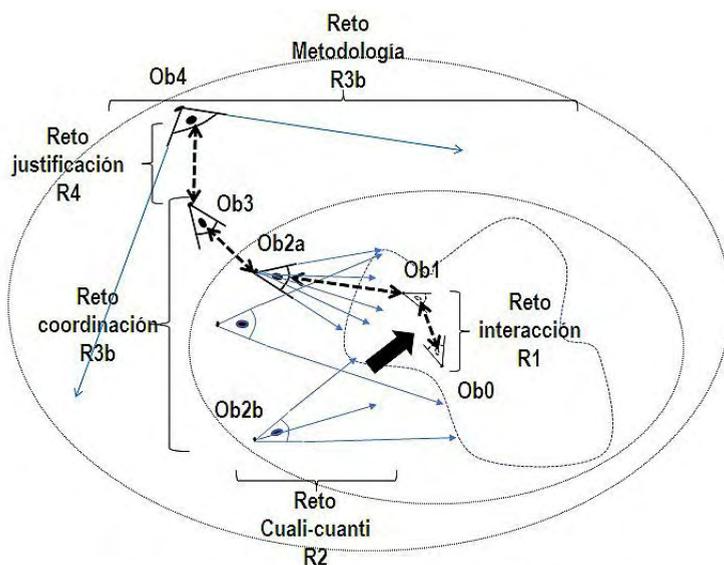
Los siete puntos se refieren a la perspectiva de análisis que deseamos matizar para el escenario C, una perspectiva que enfrenta paradojas que debemos resolver para abordar las técnicas de análisis de tercer orden, y dar sentido al modelo adaptativo para el análisis social.

En la siguiente figura ubicamos a nuestro observador (Obi), en el que la “i” es un subíndice que puede tomar diferentes valores, como (1, 2, 3, 4, etc...) permitiendo asociarlo al concepto de un *observador dinámico* que puede observar desde distintos niveles. Cada nivel de observación puede corresponder a una distancia —física y mental— dentro de un espacio con infinitos puntos de ubicación. El gran reto que deseamos enfrentar es el de posibilitar “un caminar lo más aproximado con el lector”, para observar juntos, desde una misma zona y ángulo de observación hacia un objeto de estudio de interés común. Si se trata de las propiedades extrínsecas de un objeto físico, sería descentrándonos de nuestra disciplina hacia el mismo ángulo y luz que las ilumina —desde la otra disciplina—, si se trata de alguna propiedad interna, entonces desde el marco conceptual y de representación de la disciplina con quien se dialoga.<sup>1</sup> Solo así es posible aproximarnos al “nivel de observación” que adopta un investigador desde su disciplina, dentro de un marco epistémico delimitado por ella y evitar malos entendidos y confusiones en sus preguntas de investigación, en sus valoraciones. El escenario de observaciones que nos permitirá esta aproximación lo sintetizo en la figura 3.2.

a) *Niveles de observación*

6. El nuevo nivel de observación —Obi— redefine su identidad asumiéndose en permanente transformación, descentrándose en su disciplina. Esto es así al menos a lo largo de su actividad interdisciplinaria, aunque manteniendo consistencia dentro de su propia disciplina, en períodos que así lo requieran. Dicha transformación se orienta por las relaciones que establece entre su hacer y su conocer, entre su concepto de sujeto observador y el objeto observado. Este nivel de observación da cuenta de cómo el sujeto que observa —Ob1—, está frente a objetos que también son sujetos —Ob0—, sujetos observados, y observando. Reconoce que a partir de la re-

<sup>1</sup> Como explicaremos más adelante en 4#25 y subsiguientes párrafos, el reto será lograr la *permanencia* de nuevos espacios, causas y tiempos cognitivos que implican de nuevas relaciones causales entre nuestras acciones con el otro, para ir configurando nuevas *anticipaciones* comunes entre ambos sujetos y entonces construir inferencias con significados comunes.



Observación dinámica del escenario C: Ob1

**Figura 3.2** Niveles de observación y retos en el escenario C.

flexión en el diálogo con otros sujetos, puede descubrir que hay relaciones que otros ven —Ob2b— pero él no —Ob2a—. También se da cuenta de que su *punto ciego* no le deja ver el todo, que cuando observa a un “objeto de estudio” en su investigación —Ob0—, dicho objeto realmente es un sujeto que irremediablemente reacciona al ser observado, y que deja en el transcurso del tiempo (segundos, horas, días) de ser ese objeto de estudio para transformarse en otra modalidad, como objeto de estudio renovado o transformado.

7. La reflexión que acabamos de hacer, deriva generalmente de un diálogo abierto, reflexivo y con voluntad de descentrarse, entre dos observadores, Ob2a y Ob2b. Se trata de un par de investigadores que dialogan sobre la definición de un objeto de estudio común, que puede estar constituido por sujetos observando, —y que pueden ser sujetos que a su vez observan a otros sujetos Ob0— o por objetos que son solamente observados. Recordemos que tanto Ob2a y Ob2b, como Ob0 se pueden transformar en el transcurso de la observación. De igual manera, al entablar Ob2a una reflexión con Ob2b, que observa desde otra disciplina, es posible darse cuenta de que al descentrarse reconoce puntos ciegos dentro de su marco cognoscitivo.

Por ejemplo, el de no ver que está afectando y transformando su unidad de observación, y que ésta siempre estará sujeta a ser perturbada al tener que interactuar con un instrumento de medición que se le impone. Tal es el caso de la presencia de la grabadora o del tono de voz en la pregunta de encuesta, como parte de los instrumentos de medición ante una unidad de observación que es la persona a quien se encuesta y/o entrevista. Es desde los niveles de observación Ob3, que es posible llevar a cabo la coordinación de proyectos interdisciplinarios, y desde el nivel Ob4 hacer una reflexión correcta del marco epistémico de la investigación.

*b) Relación observador / unidad de observación*

8. La afectación o perturbación que se ve implicada en nuestro hacer con la unidad de observación (respuesta de la persona), deriva por una parte de nuestra relación con el instrumento que nos vincula a ella (por ejemplo, una cámara o la grabadora en la entrevista) y por otro lado, de la forma como construimos las preguntas y de la persona misma. En cualquier caso, hay una operación de transitividad dentro de una observación que reconoce continuidad espacio-temporal y de flujos de energía entre el observador y lo observado, como más adelante explicaremos desde la Epistemología genética. El instrumento que nos relaciona y vincula con nuestro objeto de estudio establece una interacción explícita —causal— o implícita —de implicación— con nuestra unidad de observación. Reflexionar sobre el grado de transformación de nuestra unidad de observación exige de un “termómetro” más fino en nuestro conocer para distinguir el antes y el después en nuestro hacer y tomarlo en cuenta en el análisis, para desarrollar una mirada distinta.
9. Conforme vamos asimilando este hecho, nos damos cuenta de dos características del observador Obi: reconocer puntos ciegos sin el apoyo de un colaborador, respecto a posteriores reflexiones sobre el modo de observar y, reconocer que las afectaciones a nuestro “objeto de estudio o unidad de observación” —no como un objeto inerte, ni como un sujeto independiente, sino como una interacción, un hecho, una comunicación, una actividad asociada a un actor— pueden ser muy leves o muy significativas. La capacidad para distinguir matices y grados en nuestro observador Obi (ahora como Ob1,

luego como Ob2a y finalmente como Ob3 y Ob4), se va desarrollando con el tiempo y a lo largo del desarrollo y fomento de una inteligencia distribuida en la experiencia de trabajo colectivo de la investigación interdisciplinaria.<sup>2</sup> Esta capacidad forma parte de lo que denominaremos *reflexividad de segundo orden*: darse cuenta, de que no nos damos cuenta de algo significativo de nuestro hacer. Este es un tipo de reflexión muy antigua del conocer, pero que debe actualizarse permanentemente dada la emergencia de nuevos instrumentos de interacción social. La movilidad implicada en el observador Obi se puede traducir en niveles de descentramiento, que son imperativos para la investigación interdisciplinaria y que abordaremos con más detalle en los próximos capítulos.

10. Esto lo podemos explicitar más enfáticamente si recordamos los momentos en que los investigadores del escenario A y B solicitaron a los alumnos responder a las encuestas o cuando les hicieron las preguntas. Por ejemplo, la actitud del director al presentarse con los alumnos, tomó en cuenta que los alumnos se podrían sorprender por el tono de voz para la solicitud (reflexión sobre la intervención en su objeto de estudio), pero no consideró el momento de comunicarlo o que su lenguaje remitió inmediatamente a otros momentos no agradables de relación con él (punto ciego). En el caso de los alumnos entrevistados, el punto ciego se manifiesta al desconocer que una conversación en la biblioteca siempre ha sido asociada a una reflexión paternalista por parte de los maestros hacia los alumnos, o en el caso de los maestros, al modificar la redacción de las preguntas de la entrevista, a partir de una guía previamente establecida, para propiciar una relación menos formal, pero olvidando, ignorando o desconociendo las implicaciones en la aplicación de la técnica.

### *c) Complementariedad de conceptos*

11. El tercer aspecto significativo en el escenario C tiene que ver con la forma de concebir y usar conceptos clave para formular las preguntas, para definir observables, para seleccionar las técnicas y para hacer

<sup>2</sup> La estrategia para desarrollar una inteligencia distribuida, y grados de autodeterminación en grupos de investigación interdisciplinaria, la desarrollamos más ampliamente en el inciso 8.1: perspectiva general desde la Ciberkultur@.

inferencias. Consideramos cuatro pares de conceptos que tradicionalmente refieren a categorías que significan situaciones o características opuestas: continuidad y discontinuidad, interno y externo, lineal y no lineal, y cantidad y calidad. Lo que nos interesa enfatizar es que en el escenario C, los consideraremos como conceptos complementarios y que la comprensión y explicación del paso de uno a otro se puede lograr mediante el uso de un lenguaje y una disposición cognoscitiva que permita construir los gradientes o matices que ello implica. En el capítulo siguiente fundamentaremos con más detalles esta propuesta, por lo pronto, es importante considerar que cada palabra referida en dichos pares de conceptos deba ser más rica en matices, aunque reconocemos que su definición es más elaborada. Todos ellos forman parte de los conceptos esenciales que hemos señalado en los protocolos y descripciones de actividades en los escenarios A y B.

*d) Zona de interfase entre conceptos complementarios*

12. Un aspecto general que nos interesa resaltar en los 4 pares de conceptos referidos es que tienen una zona de conexión, un límite, una interfase que no puede definirse en términos precisos, sino que implica un gradiente —un desnivel explícito— y que cada nivel o gradación puede ser nombrado y diferenciado con algún lenguaje. Desde este punto de vista, es posible no referir ni usar la línea o la puerta para distinguir lo de adentro de lo de afuera, sino niveles de cercanía o distanciamiento de la zona de interfase entre el adentro y el afuera; así, no es esencial definir el tamaño o una distancia mínima para que las partes de un acontecimiento o una serie de eventos sean contiguos o separados, para considerarlos como discontinuos; ni que la distancia y movimiento entre objetos y pares de objetos sea equidistante para ser lineal o que sea irregular para ser no lineal, pues puede haber grados de linealidad o de no linealidad; y finalmente, tampoco es necesario que los atributos de densidad y/o las propiedades de agregación definan si se trata de elementos contables o de un número no relevante en sí de elementos pero identificados por una cualidad.
13. Sabemos que las descripciones anteriores pueden llevar a una confusión si no establecemos con claridad los niveles intermedios. Por

ello observamos que el número de niveles que propongamos, debe ser nombrable, jerarquizado, numerable y consecuentemente valorado dentro de un marco de referencia. Esta actividad exige de una mayor atención y esfuerzo para distinguir lo que generalmente se ha considerado como homogéneo y claramente discernible, múltiple o polar, como es la distinción entre observadores con distintos campos de visión y puntos ciegos que vemos en la figura 3.2 (el observador Ob2a y el Ob2b). Se trata de una actividad de diferenciación cognoscitiva que no debemos realizar sin asociarla a un marco de referencia valorativo. Ignorarla y dejarla al juego de otros observadores, sí es causa de confusión y fuente de malos entendidos. Es compromiso de los observadores Ob2a y Ob2b establecer y declarar gradientes bien identificados que permitan ampliar el dominio de las funciones cognoscitivas y esto es lo que deseamos hacer con los retos que enfrentan las actividades y conceptualizaciones de los escenarios A y B de nuestro caso de estudio.

14. La integración que lleva a cabo el observador Ob2a y/o Ob2b es uno de los retos más significativos para el análisis de fenómenos sociales, se trata del reto que tradicionalmente se ha planteado entre la perspectiva cuantitativa y la cualitativa en el análisis. Este reto consiste en reconocer que la presencia del número en la cualidad y la presencia de la cualidad en el número es necesariamente complementaria y salvo casos muy especiales donde hay manifestaciones intensamente ricas en la cualidad y manifestaciones claramente reconocibles por el número, en la gran mayoría de los escenarios están íntimamente vinculados y es necesario construir gradientes que propicien análisis menos sesgados y con mayores grados de distinción.
15. Por ejemplo, en el escenario B, la cantidad de alumnos que “no llega tarde porque delega responsabilidad a familiares responsables”, tiene un nivel de jerarquización —implícito por la posición en la tabla 2.19— que no es tan significativo —cuarta posición—, pero que se ha considerado importante en la inferencia porque es la que tiene la mayor frecuencia (8) respecto al primer enunciado. Sin embargo, este último, aunque de mayor relevancia —por suposición inicial en dicha tabla “llega muy tarde por irregularidades en varios tipos de transporte”, es menos significativo porque solamente tiene una frecuencia de 3. Si bien la diferencia cualitativa de valoraciones no es de 8 a 3, es importante tomar en cuenta que esta diferencia es más significativa que el caso de 5 a 6.

16. La presencia de la cualidad sobre el número en el escenario A es más contundente —siendo que debería ser al revés. El nivel de irregularidad mostrado en la gráfica de la figura 2.11 a 2.13 es evidente aunque las razones para ello pueden ser derivadas por diversas causas que no ameritan ser sancionadas, o en el caso de los promedios como criterio de valoración de un grupo, que juzgaría como irregulares a los alumnos que pueden tener otros atributos mejor valorados. Esta dicotomía es contraproducente en el análisis porque las valoraciones consecuentes resultan más sesgadas de lo que realmente son y polarizan las opiniones no sólo de los observadores del fenómeno —el director— sino de los observadores observados —los alumnos.

*e) Compromiso ético*

17. Es necesario reconocer que la información valorativa que arroja una estadística de frecuencias normales y la delimitación de valores respecto al valor promedio y desviación estándar, sólo es válida para las condiciones en que fueron aplicadas a la muestra y variables asociadas y que sólo toma en cuenta una parte selectiva de las unidades de observación y de sus relaciones e interacción al momento de la medición. Aun en el caso de correlacionar dos variables, la confiabilidad de las correspondencias no toma en cuenta terceras relaciones que intervienen en su comportamiento. Se trata de una definición clara de limitaciones estadísticas entre variables. Esta situación es un ejemplo de un razonamiento implícito del Ob2b que parte de dicotomías conceptuales, en unos casos se trata de un valor numérico preciso como el coeficiente de correlación para validar o no una relación entre variables, y por otro lado, del concepto de comportamiento “normal” como criterio de valoración del fenómeno que se analiza. En el caso de que no se cumpla formalmente este criterio —por ejemplo en el número de observables que debe tener la muestra, o en omisiones de datos—, entonces se aproxima el nivel de valoración mediante el incremento de observables, aumentando así la “potencia de la prueba” y redefiniendo la valoración dentro de una estadística “no paramétrica”. Pero no se valora el grado de explicitación de estos criterios, simplemente se aplican y se hacen las distinciones para aceptar o no la validez de la inferencia tomada. Así, no queda claro

el compromiso ético del investigador o queda escondido en las implicaciones del método estadístico.

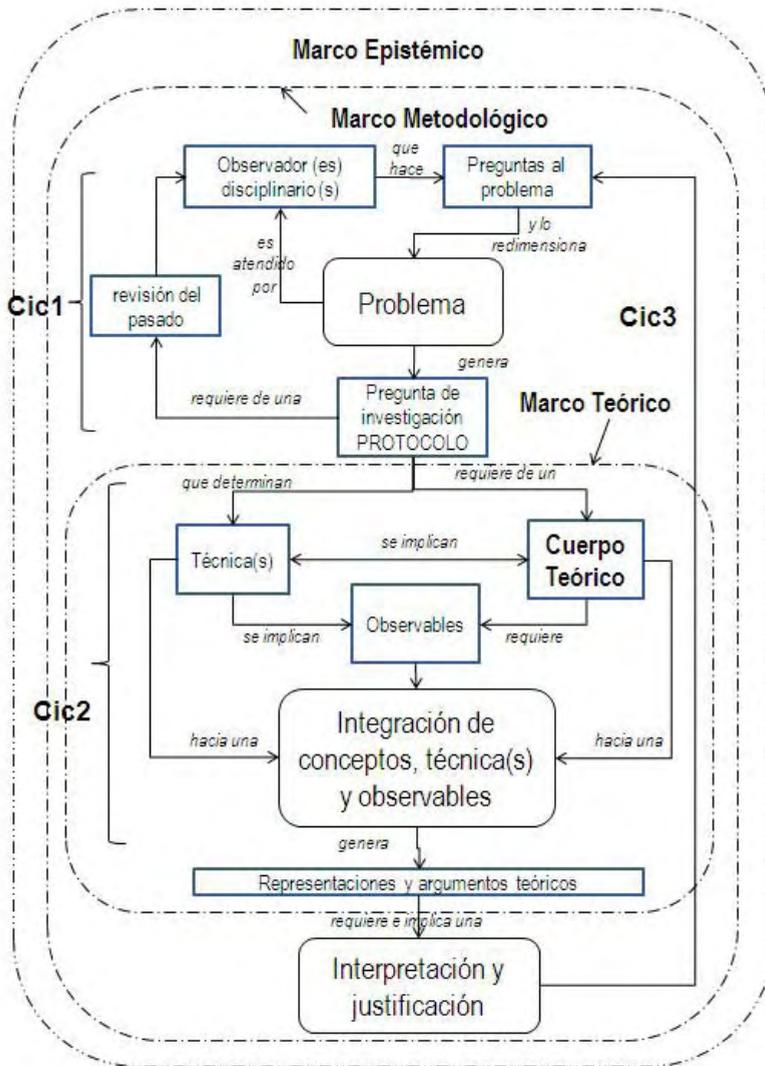
18. En el modelo adaptativo que proponemos, el compromiso de valoración está presente desde el registro de los observables, en su integración en categorías y en la manera de representarlos. En todos los casos el equipo de investigación define los códigos de valoración y puede actualizarlos permanentemente, de acuerdo con el propio proceso de transformación cognoscitiva del material empírico y de su unidad de análisis.

*f) Número y cualidad*

19. Por otro lado, el reto del observador *Ob2a* radica en reconocer que cuando se llevan a cabo operaciones entre números, implícitamente se asume una valoración —generalmente no reconocida y detrás del punto ciego— que entra en el juego de las operaciones y al término de ellas se manifiesta en la inferencia, aunque se haga explícita la imparcialidad, frialdad y objetividad de los números. Pero también sucede el caso opuesto, en todo análisis de las cualidades de un objeto o sujeto, es esencial el número y en varios casos se ignora o se deja de reconocer que fundamenta a la cualidad más significativa.

*g) Coordinaciones cíclicas*

20. El último reto que enfrenta nuestro observador del escenario C es el de la coordinación de actividades cíclicas. Estas actividades están presentes generalmente en las metodologías de tipo heurístico en donde la circularidad o repetición de cálculos o estimaciones termina cuando se cumple una condición —que no necesariamente es precisa ni explícita— que está asociada a una etapa de un procedimiento. Para tener una visión de conjunto de las actividades cíclicas que están implicadas en los escenarios A, B y C, en la siguiente figura (3.3) mostramos un diagrama con tres grupos de actividades asociadas a tres ciclos: “cic1”, “cic2” y “cic3”.
21. Señalamos en la figura 3.3 tres marcos de referencia que contribuyen a evitar relativismos en la estrategia de análisis que se asuma realizar.



**Figura 3.3** Marcos de referencia, secuencia de actividades y ciclos para una investigación orientada a problemas.

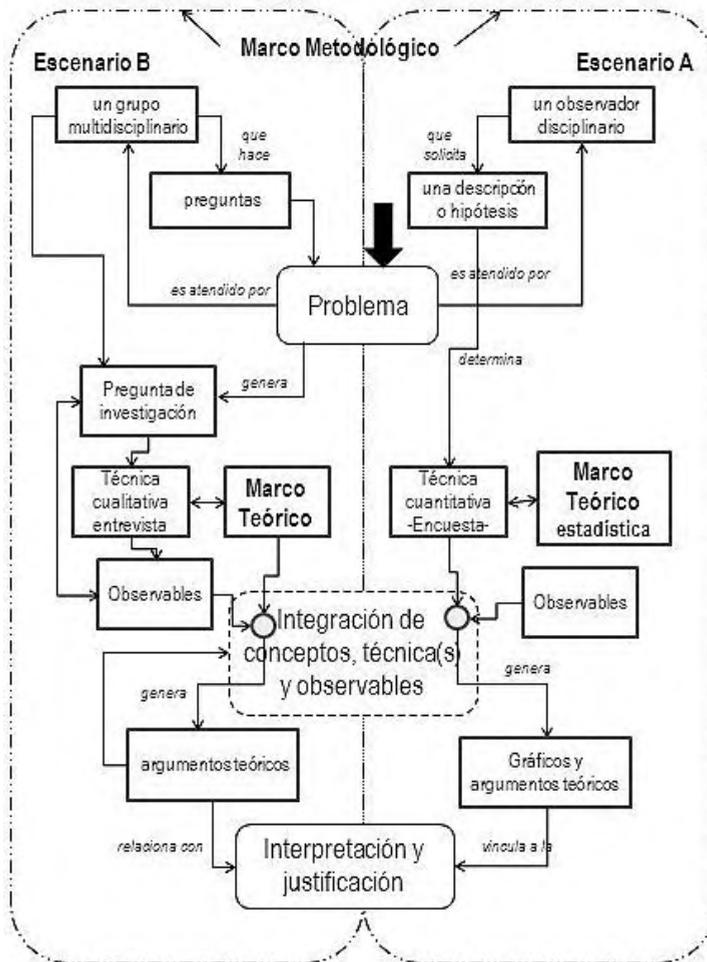
El primero es *marco teórico*, que delimita el conjunto de conceptos y el cuerpo teórico que se aplica al análisis del complejo empírico; es decir, del problema a partir del cual se derivan las inferencias. El segundo es *marco epistémico*, que delimita el conjunto de conocimien-

tos y tomas de posición valorativas que permiten formular los conceptos usados en el marco teórico, y da pie para formular las preguntas “preguntables” al problema y a la investigación. En él se encuentran los principios y teorías que permiten “justificar” el diseño y las inferencias del problema. Y el tercer es *marco metodológico*, que es el que integra todas las actividades dentro de dos grandes estrategias: la hipotético-deductiva, que parte de un procedimiento general y puntualmente definido para obtener el resultado —también asociada a una estrategia algorítmica—, y la estrategia heurística, que parte del desconocimiento del trayecto que se debe seguir para encontrar el resultado deseado y solamente se orienta hacia la zona más probable para encontrar respuestas a las preguntas del problema.

22. El primer ciclo “ciclo” en la figura 3.3, corresponde a la etapa de análisis del problema desde la perspectiva del diseño de sistemas, que es análoga a las etapas generales de proyectos de investigación. Existe cuando hay disposición a reflexionar sobre el planteamiento del problema y cuando dicho replanteamiento toma en cuenta otros casos semejantes, otros estudios y la misma historia del complejo empírico donde está el problema. Termina cuando hay un consenso en el equipo de investigadores —en nuestro caso de maestros— que resuelven seguir determinado camino para construir las respuestas al problema.
23. El segundo ciclo, “cic2”, corresponde a la etapa de diseño y en muchos casos es la más difícil dado que es necesario integrar consistentemente —desde el nivel de observación del Ob2a de la figura 3.2—, los componentes empírico y técnico. El primero está plasmado en los observables e implícitamente en el problema y las preguntas, y el segundo está explicitado en las preguntas de investigación, en el cuerpo teórico, en las técnicas seleccionadas y en el esquema categórico a partir del cual se formularán las inferencias.
24. El tercer ciclo corresponde a la etapa de análisis de los observables y a la construcción de inferencias. Exige del nivel de observación Ob2a y Ob2b, y además de los niveles Ob3 —de coordinación del equipo de investigación— y Ob4 —de observación dentro del marco epistémico de la figura 3.2— para coordinar el conjunto de las actividades que dan por terminado el estudio. Dos son los principales retos: lograr que las respuestas encontradas resuelvan el problema o sugieren alguna toma de decisiones, y lograr que la racionalidad que va de la comprensión del problema a su explicación, se justifique

por el cuerpo teórico seleccionado, dentro del marco epistémico delimitado.

25. En el caso de los escenarios A y B, la forma de su diagrama de actividades se muestra en la figura 3.4. En ella apreciamos que en el escenario A no se presenta el ciclo del análisis, la definición del marco teórico queda supeditada a la perspectiva de la estadística, y tampoco



**Figura 3.4** Comparación entre las estrategias metodológicas de los escenarios A y B.

hay una retroalimentación derivada de los ciclos 2 y 3. Se trata de una estrategia metodológica lineal que responde a una formulación de hipótesis sobre el problema, cuyas respuestas deben ser derivadas mediante las representaciones que ofrezca el análisis estadístico básico. Contraponemos esta estrategia con la del escenario B en la que sí hay evidencia de los ciclos 1 y 2 dado que la interacción entre el grupo de maestros genera preguntas que permiten replantear el problema (ciclo 1), así como ajustar el tipo de preguntas y la forma de valorarlas (ciclo 2). La justificación de las inferencias y del método usado para el análisis es el aspecto más débil de esta estrategia. No dispone de la argumentación implícita, y un tanto hetero-determinada, de las certezas estadísticas.

Con estos criterios de observación y conceptualizaciones para el análisis, podemos describir el “escenario C” que nos permitirá mostrar las características en las que se enmarca el modelo adaptativo para el análisis social.

26. Los puntos de partida para el escenario C son los siguientes:
- Un grupo de observadores dinámicos que reconocen los retos implicados en su interacción con las unidades de observación
  - La necesidad de trabajar en equipo no sólo para reconocer las limitaciones de los puntos ciegos ante el análisis, sino también para desarrollar observaciones descentradas y una inteligencia colectiva
  - El reto de analizar problemas sociales en términos de técnicas complementarias de primero y segundo orden, donde permanentemente se conjugan operaciones y relaciones numéricas con la valoración de relaciones de significado y sentido
  - El reto de aproximarse permanentemente y en forma coordinada a la mejor zona de conocimiento del problema, asumiendo una permanente rectificación de procedimientos propios de una estrategia heurística.

Estas premisas y retos conducirán a formular diferentes preguntas al problema práctico y una diferente concepción de las características que deben tener los observables, a partir de las cuales se pueden proponer técnicas que ajusten sus procedimientos y atención en la forma de registrarlos.

27. Las preguntas pueden formularse a partir de una mayor atención sobre la manera cómo se plantea el problema. También es pertinen-

te indagar si el problema solamente tiene que ver con los alumnos o también con su relación con los maestros e incluso con el director mismo, escuchando con más atención sus preocupaciones, desde esta perspectiva.

28. Con el propósito de mantener un nivel de referencia entre los escenarios A, B y C, veremos ahora cómo es posible evaluar la variable asistencia integrando la información disponible de dicha variable en los escenarios A y B. Incluimos una nueva contribución a la evaluación, que toma en cuenta la relevancia que puede tener la variable independiente vinculada al tiempo que le toma al alumno para llegar a la escuela.
29. En la tabla 3.5 sintetizamos los criterios derivados de dos preguntas de los escenarios A y B. A la variable V1 de la perspectiva del escenario A le asignamos tres valores (F1) relativos (1, 0.6 y 0.2) para diferenciar la puntualidad, la irregularidad en la puntualidad y una asistencia muy faltista. Para la variable “Va” del escenario B, asignamos factores (Fa) para las opciones que se generaron en dicha opción, derivadas del análisis de las entrevistas. Asignamos un factor muy bajo a llegadas tarde por razón del transporte (0.1) que consideramos como los pretextos más fáciles de referir para evadir otras razones asociadas a la propia actitud despreocupada o floja del alumno. Respecto a la variable independiente “tiempo que tarda para llegar a la escuela”, derivada de la perspectiva de la encuesta, asignamos un

Variable V1 para la asistencia (del escA)		Factor derivado de la Var. Indep. (escA)		Variable Va para la asistencia (del escB)		Evaluación escenario C		Valoración final	
	cal		factor	eval. opc.	eval.				
Puntual	1	Menos de 30 min	1	Tarde irreg. Transp	0.1		200	muy crítica	
Irregular	0.6	Entre 30 y 60 min	1.1	Tarde por terceros	0.6		300	crítica	
Faltista	0.2	Entre 60 y 90 min	1.15	Tarde por metro	0.8		400	muy mala	
		más de 90 min	1.2	No tarde por familiares	0.9		500	mala	
				No tarde por cercanía	1		600	deficiente	
							700	irregular	
							800	aceptable	
						Peso V1_a	0.3	900	buena
						Peso V1_b	0.7	1000	muy buena

**Figura 3.5** Criterios para valorar la asistencia para el “escenario C”.

factor (Fi) que compensa las posibilidades de respuesta anteriores. En la figura 3.5 mostramos estos valores.

30. Las consideraciones de la tabla 3.5 complementan desde otro ángulo de observación las valoraciones registradas en las variables V1 y Va. Los resultados de la integración se presentan en la tabla 3.6, y la forma de integrar dichas variables para estimar la valoración final “Vf” de la asistencia fue la siguiente:

$$Vf_A = (V1 \times F1 + Va \times Fa) \times Fi$$

31. Como podemos ver, esta forma de valorar, es más elaborada y depende de la conjugación de criterios de las perspectivas de análisis de los escenarios A y B. La fundamentación conceptual de la variable toma

		Variable “V1” para la asistencia (del escA)		Factor derivado de la Var. Indep. (escA)		Variable “VA” para la asistencia (del escB)		Evaluación escenario C
grupo								Vf_A
Ga	Al_1	Irregular	0.70	Menos de 30 min.	1	Tarde por terceros	0.600	0.630
Ga	Al_2	Irregular	0.70	Menos de 30 min	1	No tarde por familiares	0.900	0.840
Ga	Al_3	Faltista	0.50	Más de 90 min	1.2	Tarde por terceros	0.600	0.684
Ga	Al_4	Puntual	1.00	Entre 30 y 60 min	1.1	Tarde por terceros	0.600	0.792
Ga	Al_5	Puntual	1.00	Entre 30 y 60 min	1.1	Tarde irreg. Transp	0.100	0.407
Ga	Al_6	Irregular	0.70	Menos de 30 min	1	Tarde irreg. Transp	0.100	0.280
Gb	Al_7	Faltista	0.50	Menos de 30 min	1	No tarde por cercanía	1.000	0.850
Gb	Al_8	Irregular	0.70	Entre 30 y 60 min	1.1	Tarde por terceros	0.600	0.693
Gb	Al_9	Puntual	1.00	Menos de 30 min	1	Tarde por metro	0.800	0.860
Gb	Al_10	Irregular	0.70	Entre 30 y 60 min	1.1	Tarde por metro	0.800	0.847
Gb	Al_11	Puntual	1.00	Menos de 30 min	1	Tarde por metro	0.800	0.860
Gc	Al_12	Irregular	0.70	Menos de 30 min	1	Tarde por metro	0.800	0.770
Gc	Al_13	Puntual	1.00	Entre 30 y 60 min	1.1	Tarde por metro	0.100	0.407
Gc	Al_14	Puntual	1.00	Entre 30 y 60 min	1.1	Tarde por terceros	0.600	0.792
Gc	Al_15	Puntual	1.00	Entre 30 y 60 min	1.1	Tarde irreg. Transp.	0.100	0.407

**Figura 3.6** Evaluación de los alumnos entrevistados de acuerdo al criterio integral del escenario C.

en cuenta el componente de registro “objetivo” de la variable “VI” derivado del registro a la entrada de la escuela; el componente cualitativo de la variable “Va” derivado de la entrevista con el alumno y el componente indirecto “Fi” derivado de las condiciones de distancia de la casa del alumno a la escuela. Son tres variables que a su vez están valoradas de acuerdo a un punto de vista que no hemos detallado pero que pueden venir de diferentes niveles de consenso entre maestros y director.

### 3.2 Cuestionamientos para enfrentar lo complejo en el análisis social

32. Lo que hemos querido plantear hasta aquí son las posibilidades y características que puede tener un análisis que establece una complementariedad entre las perspectivas, generalmente polares, de dos tipos de técnicas de investigación. Para lograr esta complementariedad ha sido necesario describir las características de un equipo de investigación —escenario C— que asuma niveles de observación dinámicos para distinguir y reconocer las implicaciones que tiene la relación con sus colaboradores, con los actores del problema y con la unidad de observación que analiza. Pero necesariamente surgen preguntas ante la naturaleza de esta complementariedad que ponen de duda los criterios prácticos que hemos realizado en el escenario C. Enumeremos las más significativas y estimulemos la reflexividad a la que habremos de enfrentarnos en los siguientes capítulos:
- a) ¿Cuáles deben de ser las relaciones entre los investigadores para formular nuevas preguntas a problemas viejos, para interactuar en el marco de una inteligencia distribuida, para coordinarse?,
  - b) ¿Cuál la forma de intervenir, escuchar, observar y dialogar con los actores vinculados al problema?
  - c) ¿Cómo integrar técnicas de investigación para hacer inferencias más certeras y consistentes con el método científico, de tal manera que se conserve la importancia de reconocer la relevancia de las cantidades y la naturaleza de las cualidades y significados que dan sentido a las relaciones que se investigan?
  - d) ¿Cómo formular y establecer un modelo de análisis que esté orientado a dar mayor atención a los procesos de transformación entre estados de equilibrio y desequilibrio y entre estados de desequilibrio y re-equilibrio?

- e) ¿Cómo trasplantar una concepción epistemológica para las formas de equilibración a una concepción sistémica que incluya los niveles de observación de las cibernéticas de primero y segundo orden?
33. El lector habrá reconocido que la perspectiva que proponemos tiene que ver con una forma de constructivismo asociada a un método de análisis sistémico a través de los cuales sea posible llevar a cabo una investigación interdisciplinaria. El reto es grande, no sólo porque implica transformar una concepción hipotético deductiva para la inferencia y la justificación de los argumentos que deben estar dentro de marco epistémico de la actividad científica de las últimas décadas, sino también porque es necesario lograr una mejor aproximación al problema de los dos mundos, el de la mente y el cuerpo, el de las ciencias naturales y físicas y el de las sociales y humanísticas, como diferentes formas de dichos mundos. Si bien no nos ocuparemos de este problema, sí habremos de enfrentar la tradicional distinción entre epistemologías que parten de un innatismo y desarrollan concepciones idealistas y en el mejor de los casos, racionalistas sobre la realidad que se investiga, y las epistemologías que parten de la primacía de la percepción y consecuentemente de la realidad positiva “ahí afuera”, de los empirismos y materialismos.
34. Nuestra apuesta parte de hacer a un lado unas y otras epistemologías y orientarnos por los argumentos que han fundamentado los constructivismos. Para hacerlo, sólo necesitamos recordar que por un lado está la pérdida de generalidad de las categorías kantianas de espacio y tiempo, tomando en cuenta la concepción espacio-temporal de la mecánica estadística y de la relatividad einsteniana, así como la existencia de las geometrías no-euclidianas, que invalidan la primacía del espacio cartesiano. Respecto al mundo del empirismo, el argumento, —casi trivial— que permite reconocer su no validez, radica en la imposibilidad que tiene el mismo empirismo para definirse desde su propio principio sin el auxilio de conceptualizaciones necesarias y distantes de la materialidad. Necesariamente cobra sentido lo positivo cuando se apela al saber que permite definirlo, un saber ya construido y no material.
35. Pero mejor referirnos a un saber que se gesta y regenera en el momento de establecer relación con una evidencia empírica a partir de la cual es posible dicho saber —enunciado que utiliza la recursividad

para romper la causalidad lineal y enfrentar el reto de la paradoja y la tautología—. Esto ya tiene que ver con el constructivismo que deseamos abordar, un saber que se va construyendo al mismo tiempo que percibe dicha materialidad. Dicho en otros términos, un saber hacer y un hacer sabiendo que se teje dentro de un principio de recursividad, y que podrá ser traducible a las computaciones, y a la lógica de las cibernéticas de primero y segundo orden. Este será nuestro desafío, partir de una epistemología que se preocupa por las formas de conocimiento inicial, por las operaciones esenciales que permiten comprender y explicar la construcción de conocimiento y por las analogías y correspondencias de complementariedad entre los lenguajes de la epistemología, la matemática y el pensamiento sistémico. Un largo camino que trataremos de sintetizar en los siguientes capítulos.





CAPÍTULO 4  
PERSPECTIVA DESDE LA EPISTEMOLOGÍA GENÉTICA

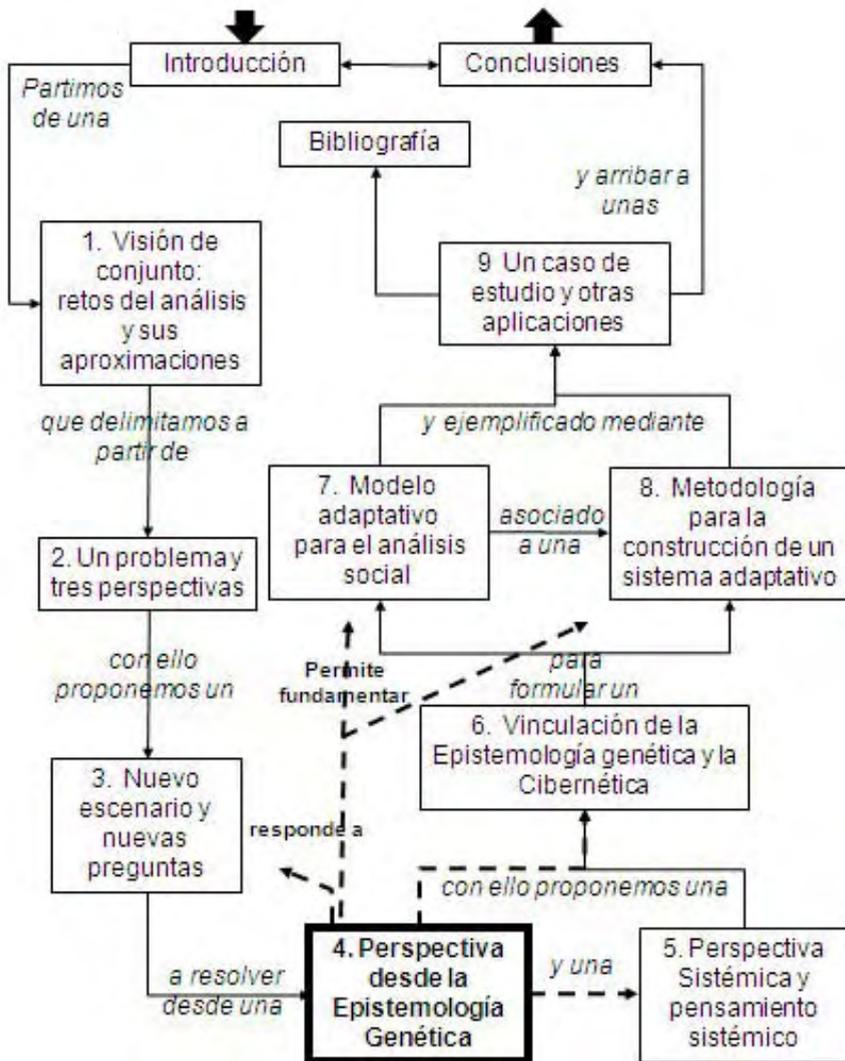
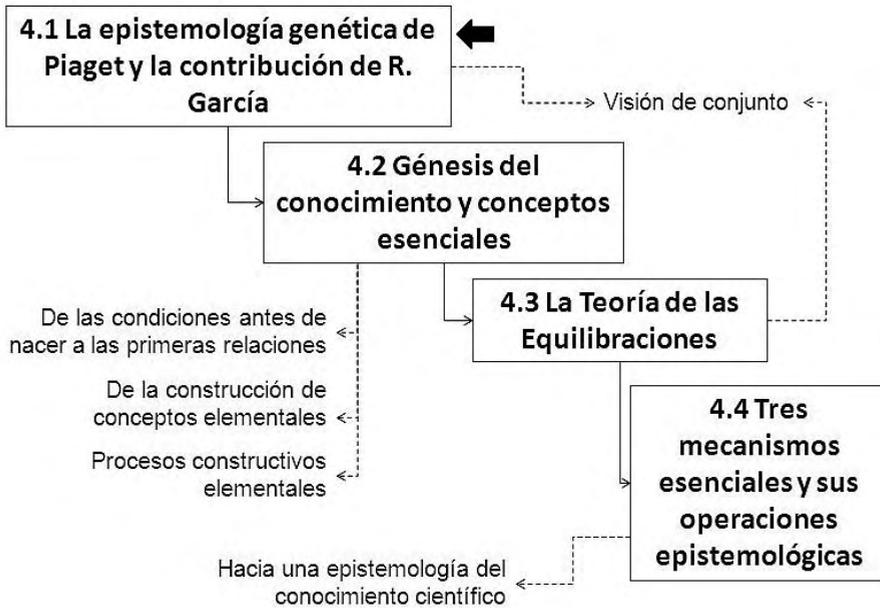


Figura 4.A El capítulo 4 dentro del libro.

Este capítulo tiene el propósito de presentar el componente epistemológico del modelo adaptativo para el análisis social. Está formado por cuatro secciones, en la primera presentamos los atributos esenciales de la Epistemología genética de Piaget y García, como una perspectiva constructivista que conjuga causalidades lógico/empíricas y define el conocimiento en términos de un proceso constante de equilibraciones entre sus componentes. En una segunda sección sintetizamos la génesis y los procesos asociados a la construcción de conocimiento que propone la Epistemología genética. En la tercera pasamos a una visión de conjunto sobre la Teoría de las Equilibraciones, que es la propuesta central de Piaget. Terminamos con una síntesis de los mecanismos infra, inter y trans de García.

Si bien la propuesta piagetana está centrada en la construcción del conocimiento durante los primeros años de vida de un individuo, aventura que puede aplicar para la comprensión de una epistemología que subyace a todo proceso cognoscitivo extensivo a cualquier actividad y disciplina. Así, aunque se trata de una construcción elaborada sobre el niño y exclusivamente investigada por Piaget a través de las acciones, materialidades y experiencias asociadas a su experiencia en una primera etapa de la formación del conocimiento, podremos ver en ella similitudes y equivalencias con la construcción de objetos de estudio no conocidos y por parte de sujetos que se encuentran dentro de una fase de investigación social que enfrenta lo complejo, esto es, ante objetos de estudio —y más adelante, espacios, causalidades, cantidades y cualidades— por descubrir en proyectos de investigación. Piénsese por ejemplo en la construcción de espacios virtuales sociales con nuevas temporalidades en las relaciones interpersonales y en las interacciones con nuevas formas de materialidades propias de la web, en la comprensión de formas de interdefinición interdisciplinaria orientadas al uso de nuevas tecnologías, o en la comprensión de escalas espacio-temporales que enfrenta el desarrollo de la nanotecnología y las implicaciones sociales que todavía desconocemos. En estos casos —como podrá apreciar el lector en los párrafos que más adelante se presentan—, el investigador enfrenta la necesidad de construir conceptualizaciones de espacios, tiempos, y causalidades nuevas que desde nuestra perspectiva, están basadas en las operaciones epistemológicas analizadas, reflexionadas y formalizadas por Piaget y García.

Con el propósito de enriquecer y ampliar dicha epistemología al terreno del desarrollo científico, en la última parte del capítulo presen-



**Figura 4.B** Visión de conjunto del capítulo 4.

tamos los mecanismos cognoscitivos que propuso Rolando García — a través de su trabajo colaborativo con Piaget— que además de ser considerados como un tercer momento y ampliación de dicha teoría de las Equilibraciones, son extensivos a las fases de construcción en la actividad científica. Estos aspectos, junto con la síntesis que hagamos en el capítulo 5, constituyen el marco epistémico del modelo y del sistema adaptativo.

#### 4.1. Visión de conjunto

1. La fundamentación epistemológica que habremos de tomar para responder a las preguntas planteadas en los capítulos anteriores, está basada en la Epistemología Genética de Jean Piaget (2005) y en la línea de continuación y desarrollo propuesta por Rolando García (2000 y 2006). El constructivismo que propone Piaget tiene una fundamentación teórico-empírica que nos proporciona coherencia, consistencia y solidez para formular una perspectiva de continuidad

entre la comprensión y la explicación de las preguntas que nos planteamos al final del capítulo tercero, y con ello fundamentar la construcción del modelo adaptativo para el análisis social.

2. Desde la Epistemología genética<sup>1</sup> es posible responder no sólo a las preguntas fundamentales de toda epistemología sobre el ¿qué conocemos? y el ¿cómo conocemos?, sino también a la pregunta sobre los procesos de transformación entre estados cognitivos con diferente grado de desarrollo, pregunta que distingue a la Epistemología genética de otras epistemologías. Para la primera pregunta, la Epistemología genética responde que conocemos *relaciones y relaciones de relaciones* que se van tejiendo continuamente al interior del dominio neuronal en conjugación con el ámbito de la realidad externa, considerada en primera instancia por el sentido común, y en segunda, por sentidos más especializados, como el científico, el derivado de cosmovisiones o el de la creación artística. Con base en los conocimientos en biología que Piaget profundizó durante toda su vida, la construcción se asienta en una continuidad funcional, que de manera conjugada se desarrolla entre los dominios orgánico, psicológico y socio-cultural y en la organización de relaciones en permanente estructuración y re-estructuración propias de cada individuo.

Por otro lado, respecto a la pregunta, ¿cómo conocemos?, responde que ello siempre es a través de *la acción*, por la interacción entre uno o más movimientos asociados a una coordinación de inferencias cognoscitivas, generadas a la par de un contacto con evidencia empírica. Se trata de una evidencia que puede ser tan sutil como el sentir de los dedos de un nieto o el escuchar el rumor de una hoja suelta en un patio silencioso. Pero ¿cómo es que a partir de una relación elemental a nivel de terminaciones y contactos neurales, llegamos a hacer inferencias en el dominio de la lógica y de las matemáticas, o a deducir cosas como que el nieto ya entendió que es hora de comer el dulce? y ¿cómo entendemos que si se lo mostramos, generará una sonrisa de necesidad o de deseo? ¿o que la hoja en el patio no estaba sola?

La tercera pregunta exige de la configuración de un modelo que distinga fases de diferenciación e integración en la construcción de conocimiento y que explique los cambios en las estructuras y en los

<sup>1</sup> El término genético refiere a “la génesis del conocimiento a través de organizaciones estructurantes” (García, 2004:20)

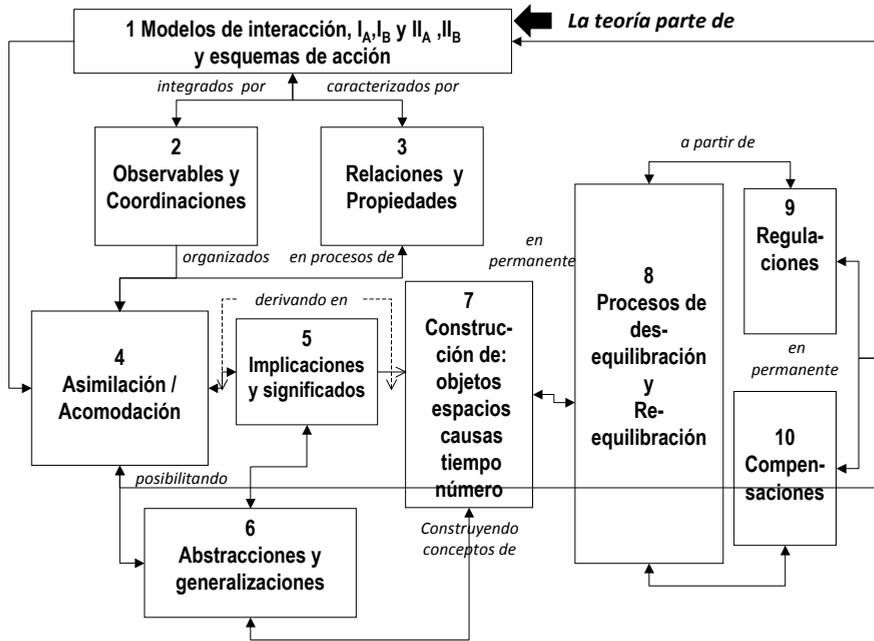
procesos generados en ellas a partir de operaciones de cognición elementales. Se trata de un cuerpo teórico que con base en evidencias empíricas consolida una serie de principios que responden a dicha pregunta sobre el cambio cognoscitivo. Recordemos que gran parte del propósito de este libro es proponer una explicación acerca de las transformaciones que ocurren en la interacción del sujeto y el objeto durante el proceso del análisis de problemas sociales.

3. Ante estas tres preguntas, enfrentamos un largo trayecto cuyo inicio debe replantearse no a partir de un solo punto fijo e inicial, ni a partir de *a priori*s causales, sino a partir de la organización de relaciones —con los otros, consigo mismo— derivadas de contactos, acciones, actividades, de una historia previa que determina momentos como semillas de nuevos puntos. Se trata de establecer un largo trayecto de evolución que establece semillas iniciales a partir de nuestros primeros movimientos, respiros y sentires, cuando aún no está formado el concepto de objeto y menos aún los de espacio, cualidad, tiempo o número y evidentemente, tampoco el del lenguaje. Investigar las relaciones y los procesos que conducen a la construcción de estos últimos conceptos es al menos la mitad del camino —y lo presentaremos en 4.2—. La gran mayoría de las epistemologías parten de la existencia de dichos conceptos e inician la construcción de sus propuestas asumiendo su operatividad en ellas o recurriendo al uso de la paradoja. Piaget recorre todo el camino y a partir de la primera parte construye una teoría que además de incluir procesos generadores, centra su atención en la génesis de su estructuración y evolución en el marco de un permanente proceso de re-equilibración para la construcción de conocimiento. Su atención se concentra en los procesos de cambio cognoscitivo.
4. Se trata de una inteligencia sensorio-motora que a partir de relaciones construye relaciones de relaciones asociadas a movimientos, a sonidos, al juego de luces, sentires entre sonidos y luces, y a preferencias como necesidades y deseos que desembocan en un conocer que se construye solamente en el hacer, en la acción de mirar, de escuchar, de tocar, jalar, empujar, de emitir un sonido, o un garabato y jugar para construir nuevos dibujos. Esta es la propuesta de Piaget, que se fundamenta en un fuerte trabajo experimental. En ella apreciamos la observación inteligente y el paciente registro durante años, de las relaciones entre coordinaciones neurales y evidencias empíricas que va tejiendo el niño y la niña desde muy temprana edad para

la construcción de su conocimiento.<sup>2</sup> En cada caso se trata de estructuraciones diferentes, pero con funciones de asimilación y acomodación, diferenciación e integración del mismo tipo, y dentro de una organización impulsada por la *equilibración* de sus irregularidades, y como habremos de explicar más adelante, lograda mediante procesos de regulación y compensación generales.

5. De Piaget tomaremos los elementos esenciales de su Epistemología Genética y su concreción dentro de la Teoría de las Equilibraciones (1981 y 2005), y de forma no complementaria, sino integrada a esta teoría, incluiremos también las aportaciones de Rolando García. Esta colaboración de varios años, enriqueció la conceptualización de los procesos de desarrollo y construcción de conocimiento incorporando a la teoría Piagetiana tres mecanismos generales —*Intra*, *Inter* y *Trans*-operatorios—, generalizando la Teoría de las Equilibraciones, como ya referí, respecto a la construcción del conocimiento científico y en el marco de las reflexiones sobre la Filosofía de la Ciencia (Piaget y García, 1982). Además, García tiende un puente importante hacia la conceptualización de los sistemas complejos y a la Investigación interdisciplinaria (García, 2000 y 2006).
6. El trayecto que vamos a seguir en la presentación de los conceptos básicos piagetianos, no es lineal, razón por la cual mostramos una guía de temas en la figura 4.2 y un modelo físico de referencia en la figura 4.3 que nos permitirán tener una visión de conjunto que facilite su comprensión. Proponemos algunas correspondencias con la terminología básica de las redes neuronales que nos ayudarán a visualizar algunas explicaciones piagetianas. Incluimos en el modelo lógico algunos términos como “terminaciones neurales” —dendritas—, “conductos de conectividad entre neuronas” —axones—, y “niveles de conectividad” o gradaciones de flujo de energía entre neuronas —sinapsis—, que nos ayudarán a visualizar las explicaciones de Piaget. Hacemos referencia a ellos porque estarán referidos más adelante, no sólo en el marco epistémico de la perspectiva sistémica, sino en la conceptualización del modelo y del sistema adaptativo. La

<sup>2</sup> Es necesario constatar el trabajo experimental desde los primeros informes de Piaget a través de los 37 volúmenes de la colección *Etudes de Epistemologies Genetique* editados por la editorial de las Universidades de Francia desde 1957 a 1982. El lector puede revisar el conjunto de experiencias e investigaciones registradas en el texto *Hacia una lógica de las significaciones* —Gedisa, 1987—, donde más de 20 investigadores contribuyen en dicho proyecto, editado en 1987 y en el que Rolando García participa como coautor.



**Figura 4.2** Visión de conjunto de los conceptos, operaciones y procesos en la teoría piagetiana.

síntesis será muy compacta, y deberá ser reflexionada desde varios niveles de observación para su mejor comprensión, por ello iniciamos una primera aproximación que nos permita conocer los elementos de construcción del conocimiento que establece Piaget, y más adelante usaremos estos elementos para seguir los mismos pasos en la construcción del sistema adaptativo.

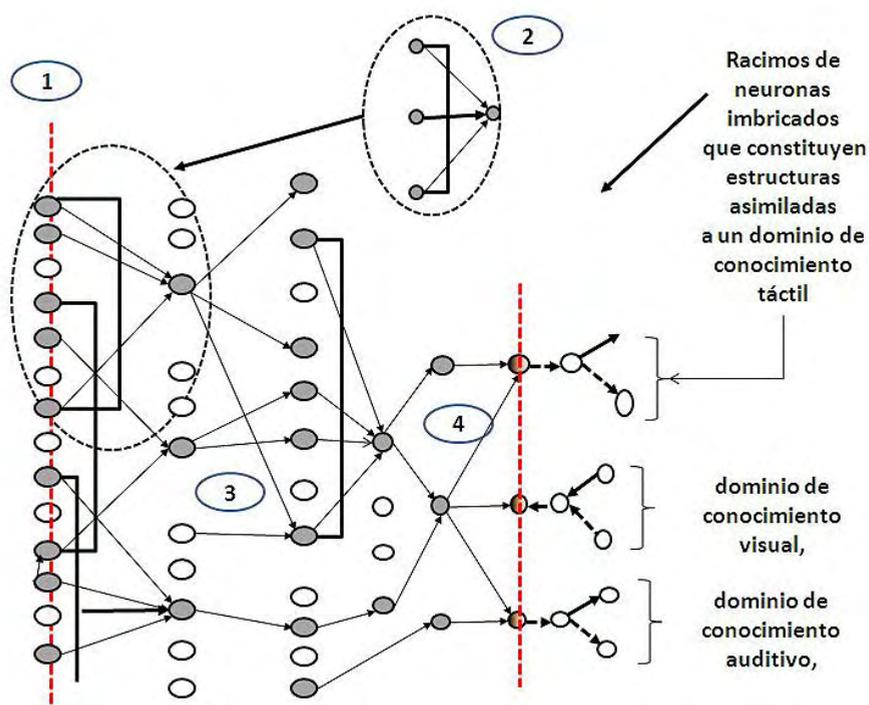
- Partimos de los modelos de interacción (1, figura 4.2) que establece Piaget entre el dominio de las *Coordinaciones* (COOR) —entendidas como operaciones cognitivas— y el dominio de los *Observables* (OBS) —entendidos como construcciones de relaciones lógico-empíricas que hace el sujeto de los objetos con los que interactúa (2, figura 4.2). De acuerdo con Piaget, esta construcción inicial deriva de *esquemas de acción* originalmente heredados y sin coordinación alguna: el sujeto —en este caso el recién nacido— parte de un comportamiento errático en ellos y mediante prueba y error pone en resonancia o en empatía —morfismos— su disposición respecto a la

realidad empírica con la que interactúa. Es importante aclarar que dicha realidad no sólo se constituye de objetos físicos tangibles o visibles, sino también de manifestaciones de energía como sonidos, luces, sabores y olores, además de que incluye a las diversas manifestaciones internas —en su cuerpo— de las personas. A partir de aquí es importante distinguir la naturaleza de las propiedades (3 en figura 4.2) que el sujeto identifica en la realidad empírica a partir de su interacción con ella. Estas pueden ser propiedades extrínsecas, derivadas de las relaciones explícitas directas del sujeto con los objetos, y propiedades intrínsecas —también llamadas implicaciones causales—, derivadas por el sujeto de su relación indirecta con los objetos, es decir, ya en su representación neural y sin presencia física de los mismos. Con ello establece dos tipos extremos de causalidades, aquellas que derivan de sus relaciones directas con los objetos —*causalidades empíricas*— y aquellas que derivan de la inferencia de las propiedades intrínsecas: *causalidades lógicas*. De ambas causalidades surgen los *significados*. (5, figura 4.2).

8. Al mismo tiempo que se desarrollan las interacciones con base en diferentes tipos de relaciones, las coordinaciones —que más adelante conceptualizaremos como *racimos de redes neuronales*— serán estructuradas por el sujeto con base en un par de actividades complementarias denominadas *asimilaciones y acomodaciones* (4 en figura 4.2). Las primeras delimitan una primera organización cognoscitiva de los componentes, niveles y jerarquías básicas de los esquemas de acción. Las segundas reubican, reordenan y acomodan nuevos casos de relaciones y formas de materialidad que son incorporados a dichas estructuras. En este proceso de estructuración se da una primera valoración —como propiedad de una estructura—, y consecuentemente un primer significado a la gama de relaciones causales que el sujeto genera por su interacción con el objeto. Más adelante (en la figura 4.3), mostramos una representación gráfica de este proceso con el fin de señalar explícitamente un modelo sencillo de la dinámica que puede existir en este nivel de operación neuronal.
9. Es en los procesos de asimilación y acomodación donde se configuran relaciones que ya no tienen como referente el contacto directo con el objeto, sino con racimos neurales que se reorganizan dentro de nuevas estructuras, y de cuyas relaciones de implicación emergen niveles de significación más elaborados (5 en figura 4.2). Racimos de estructuras que asimilan propiedades extrínsecas de los objetos,

permiten hacer relaciones de implicación para generar significados asociados a propiedades intrínsecas de los objetos y con ello configuran conceptos como espacios, causalidades, número y tiempo (7 en figura 4.2). Las formas de integrar y dar sentido o de hacer nuevas diferenciaciones de previas integraciones, permiten desarrollar mecanismos de inferencia como *abstracciones y generalizaciones* (6 en figura 4.2), que junto a los procesos que hemos venido describiendo (figuras 4, 5 y 6), no sólo construyen conceptualizaciones esenciales del conocimiento, sino relaciones de relaciones que conducen finalmente —como un nivel de desarrollo máximo— a las inferencias lógicas y matemáticas, implicadas a partir de 7 en figura 4.2.

10. La última parte del esquema de la figura 4.2 refiere a los procesos que mantienen el equilibrio en el juego de interacciones múltiples de los procesos descritos hasta ahora. Son *procesos de equilibración* —que propician la permanencia de estados estables— y *procesos de re-equilibración*, que propician nuevas formas de equilibrio en procesos que están fuera de equilibrio (8 de la figura 4.2). Para lograr los dos procesos, complementarios pero con propósitos diferentes, Piaget define *procesos de regulación* (9 de la figura 4.2), encargados de re-equilibrar procesos en desequilibrio —estáticos o en crisis dinámica—, y *procesos de compensación* (10 de la figura 4.2), que a su vez conducen y regulan a los procesos de regulación. Se trata de procesos de interacción mutua, que permiten encontrar mejores formas de organización y que no necesariamente regresan a estados anteriores de estabilidad, sino que cada vez pueden ir encontrando nuevas y mejores formas de equilibrio —formas maximizadas— que enriquezcan la organización del sujeto conforme se adapta a nuevas realidades en sus procesos de acción con el entorno. Estos procesos tienen relación con todas las operaciones descritas y por ello lo señalamos con las flechas de retroalimentación que parten de la interacción de los procesos de regulación y compensación.
11. En la figura 4.3 muestro un modelo lógico de la forma de organización de las relaciones neuronales. Parte del primer contacto entre el sujeto y el objeto para reorganizarse —habilitando neuronas potencialmente activas en diferentes capas que diferencian dominios de conocimiento. En 1 (de la figura 4.3) muestro el límite del sistema o la interfase de interacción sujeto/objeto, sucesos que acontecen “a flor de piel” como más adelante referiré. En él hay muchas dendritas potencialmente inactivas —en blanco— propias de edades



**Figura 4.3** Modelo lógico de la organización en racimos estructurales neuronales.

tempranas, y algunas de ellas ya forman parte de un esquema de acción. Conforme el sujeto va acumulando experiencia, las dendritas se agrupan dentro de estructuras —imbricadas entre sí por su operación en forma paralela— como se puede visualizar más claramente en el recuadro (2 de la figura 4.3). También sigue habiendo dendritas y neuronas que todavía no están activadas—pero son potencialmente activables— (3 de la figura 4.3 y representadas en blanco). Finalmente muestro cómo hay conjuntos de racimos neuronales que constituyen los dominios de coordinaciones asociados a cada uno de los sentidos (visual, auditivo, táctil, etc.) y su vinculación posterior en el centro de coordinación general (4 en figura 4.3 en el que se muestran tres neuronas de integración de dominios de los sentidos).

A partir de esta primera visión de conjunto de los elementos de la teoría de las equilibraciones de Piaget, procederemos a desarrollar algunos aspectos que nos parecen fundamentales, para asociarlos

más adelante a la construcción de sistemas adaptativos para el análisis social. Haré referencia a modelos lógicos que me permitirán explicitar conceptos que originalmente están concebidos en forma textual, aunque con varias expresiones y nomenclatura matemática.

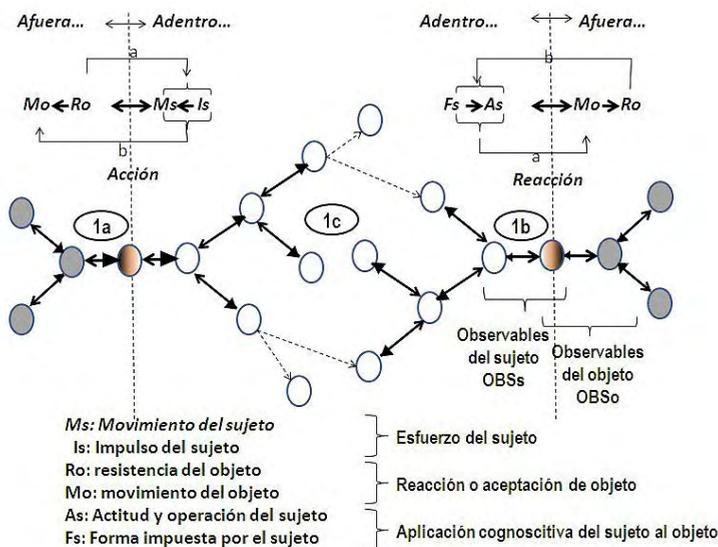
## 4.2 Puntos de partida: relaciones de relaciones

En esta sección haremos un recorrido que va del contacto del sujeto con el objeto hasta la construcción de inferencias por abstracción y generalización. Es una síntesis del trayecto cognoscitivo del caos al cosmos, como dirá más adelante Piaget. Una construcción que, si bien él la hace con gran detalle, precisión y asentado en materialidades empíricas, nosotros la haremos de manera más sintética y visual. Nos apoyaremos en esquemas que nos permitirán más adelante establecer mejores correspondencias con descripciones tanto de la biología, como de las matemáticas y de la cibernética, aproximándonos hacia una convergencia requerida en la comprensión y explicación del modelo adaptativo.<sup>3</sup>

### *De las condiciones antes de nacer a las primeras relaciones*

12. En la figura 4.4 mostramos un modelo lógico de un siguiente grupo de conceptos de la teoría piagetiana. Un modelo que construimos como observadores del proceso de construcción de conocimiento, lo que implica ya un conocimiento, pero que puede también observar a la acción misma de un ser en formación (el bebé) que sólo actúa debido al impulso biológico y a su encuentro primitivo con evidencias empíricas.

<sup>3</sup> Este camino ha sido explicado de diversas maneras por otros autores, entre los cuales se encuentra Heinz von Foerster (1982) ha descrito creativamente, quien en un texto denominado “Conocer y dejar de conocer: una teoría aplicada del conocimiento” el proceso cognoscitivo, en el que emplea un lenguaje que abrevia no sólo de metáforas ingenieriles y poéticas, sino también de conceptos de varias disciplinas, como “receptores sensoriales”, “cuerpos celulares oculares y del oído interno”, “dendritas”, “voltios”, “axones”, “temperaturas, presiones, impulsos eléctricos, tren de impulsos”, entre otros, para describir una parte del proceso cognoscitivo y de esta manera hacer referencia al principio teórico de lo que será una *codificación indiferenciada* que da forma al lenguaje de las neuronas, y en el que se presenta un círculo sensoriomotor con clara representación matemática y equilibrios dinámicos emergentes. (von Foerster, 1996;125-129).



**Figura 4.4** Esquema que muestra una visión de conjunto de las formas de interacción entre observables y coordinaciones.

En la siguiente sección hay párrafos más densos en información que están orientados a desmenuzar la zona de interfase entre el objeto y el sujeto. Se trata de una zona crítica conceptualmente, que vincula dos dominios diferentes, el mental y el físico. Entre ellos reconocemos dos naturalezas diferentes en sus materialidades: en el primer caso, se trata de estructuras neuronales dentro de estructuras celulares de diversos tipos, en un dominio biológico. En el segundo caso, de la materialidad, que se puede cifrar en términos de estructuras moleculares en fase sólida, líquida o gaseosa, que son sentidas y conceptualizadas en términos de densidades, presiones y temperaturas asociadas a propiedades físicas, o a comunicaciones, acciones y hechos. Sin embargo, en ambos casos se trata de estructuras moleculares que interactúan entre sí, bajo procesos diferentes, pero que pueden ser comprendidas y explicadas en términos de enjambres de relaciones que se organizan en estructuras y procesos. El lenguaje para describir las estructuras y procesos que explican la construcción de conocimiento dentro del dominio biológico y orgánico del individuo será el propuesto en la Epistemología genética de Piaget. El lenguaje para describir las estructuras y procesos que explican el

conocimiento del dominio físico y social es precisamente la física, la química o la fisicoquímica en sus diversas ramificaciones disciplinares, así como las ciencias sociales. Para el caso de la construcción de conocimiento del dominio físico y social (objetos y sujetos), se trata de un largo camino que va de la interacción de elementos físicos entre ambos dominios —entre observables del sujeto y del objeto—, a la organización de relaciones de relaciones entre los enjambres neuronales —coordinaciones del sujeto—, que posibilitan una primera aproximación a los procesos de significación e inferencia.

13. Veamos con más detenimiento el análisis que hace Piaget de la interacción entre el sujeto y objeto. Comencemos en el nivel de observación que asume la construcción inicial de conocimiento. En (1b) de la figura 4.4 vemos que el racimo de elementos definidos por Piaget como *Observables del sujeto (OBSs)*, aparece como los sensores/células del sujeto, en la zona de adentro del diagrama. Estos observables están en interacción con los *observables del objeto (OBSo)*, que corresponden a las moléculas —en estado sólido, líquido o gaseoso— de los objetos de afuera. Este contacto es el punto de partida de una interacción elemental entre el sujeto y el objeto.

En el caso (1a), el movimiento del objeto va hacia el sujeto —que reacciona—, y en (1b) el movimiento va del sujeto —que propicia la acción—, hacia el objeto. En (1a), representamos dicho encuentro mediante un circuito de flechas en el que un Movimiento del sujeto (Ms) asociado a un Impulso (Is) se encuentra en interacción con una resistencia del objeto (Ro) y un movimiento del objeto (Mo).<sup>4</sup> Este modelo de interacción, Piaget lo identifica como  $I_A$  y lo representa mediante la expresión:

$$Ms \rightarrow Is \leftrightarrow Ro \rightarrow Mo$$

En el caso (1b) se trata de una actitud u operación cognoscitiva del sujeto (As en la figura 4.4) que se traduce en movimientos asociados a una forma cognitiva —como un sentir, un ordenar o un juntar—,

<sup>4</sup> Podemos apreciar que Piaget hace uso de una representación como reacción química o como ecuación, de la interacción sujeto / objeto. En el primer caso es sólo una primera reacción ya que subsiguientes interacciones, al interior del sujeto, propiciarán una cadena de interacciones de las que emergen nuevas relaciones —nuevos componentes—. En el segundo caso, se trata de una ecuación de balance de energía en la que no se indica un factor de conversión o de dimensionalidad que la pueda hacer más consistente con los dominios de operación. Es interesante apreciar el modelo de expresión matemática que está manifiesta en ambas posibilidades.

que interacciona con o sin una resistencia (Ro) y un movimiento del objeto (Mo). Este modelo de interacción Piaget lo identifica como  $I_B$  y lo representa como

$$As \rightarrow Fs \leftrightarrow Ro \rightarrow Mo$$

14. El impulso del sujeto, que se puede traducir, por ejemplo, como el desplazamiento de un brazo, la cabeza, una pierna, etc., se gesta en una relación previa derivada de movimientos biológicos y registros perceptivos en las terminaciones nerviosas del individuo, donde apreciamos que simultáneamente se da un contacto con una evidencia empírica del mundo afuera. El componente biológico implicado en esta interacción, toma en cuenta el conjunto de instintos —relajación, succión, prehensión— que el organismo ha desarrollado durante el período de construcción prenatal. Si la acción del objeto (1a) va hacia el sujeto, éste reacciona mediante un conjunto de coordinaciones (1c) que desembocan en otro movimiento representado en (1b).
15. Es importante señalar que las reacciones iniciales del sujeto “S”, no son derivadas de un conocimiento seguro, ya que es necesario construirlo. Se trata de acciones que parten inicialmente de los *esquemas de acción* heredados y que el sujeto tiene que adecuar para satisfacer su deseo o necesidad, es decir, hasta verificar por ejemplo, que realmente succione, que toque el objeto deseado, etc. Al nacer, estos esquemas constituyen un conjunto de *movimientos secuenciales sin significado*, y a partir de los primeros respiros, acciones y movimientos, estos van integrándose al sistema del individuo por repetición y reiteración configurando significados. En su operar, es transportable lo que hay de común en las diversas repeticiones o aplicaciones de la misma acción, de una acción generalizable o diferenciable de una situación, a la siguiente (Piaget, 1981;8). En estos esquemas iniciales, Piaget asume la importancia de la herencia, que a su vez tiene su propia génesis biológica. A partir de esta herencia se construirá en el sujeto todo su conocer desde el momento mismo de nacer, —y de aquí *un conocimiento bio-sico-social* y no meramente biológico—, cuando el actuar de los movimientos del individuo recién nacido ya no está bajo el resguardo del vientre materno. Se trata de un largo camino “del caos al cosmos” (Piaget, 1976;13), en el que “el estado inicial es el de un universo ni sustancial ni extenso en profundidad, cuya permanencia y espacialidad enteramente prácticas permanecen

relativas a un sujeto que se ignora a sí mismo y no percibe lo real sino a través de su propia actividad... y el estado final es, el de un mundo sólido y vasto, que obedece a leyes de conservación físicas (objetos) y cinemáticas (grupos) y en el que el sujeto se sitúa conscientemente en calidad de elemento.” (Piaget, 1976;200).

16. El desarrollo de estos esquemas se lleva a cabo en el individuo mediante un proceso permanente de prueba y error basado en poner en empatía y en coordinación las relaciones derivadas del objeto cognoscitivo con las relaciones asimiladas por el sujeto cognoscente. Así, sus deseos y necesidades estarán en función de las relaciones que establezca con los objetos, con el mundo, y sus movimientos, reacciones caóticas inicialmente, se irán acomodando cada vez mejor a su esquema de relaciones. Uno de estos objetos puede ser, por ejemplo, el pecho de su madre, una sonaja o un biberón. En estos casos variarán las relaciones con ellos y esto el individuo lo irá asimilando poco a poco. En esta etapa la relación con la madre es particularmente importante pues generalmente hay una fuerte integración entre ambos. A partir de ello Piaget la denomina como una relación inseparable “sujeto/objeto” o “S/O”. En contraste, la relación con el biberón será más difícil de asimilar inicialmente, pero aunque tiene como objeto una forma más caprichosa, pero fija, será más fácil de *acomodar* posteriormente, pues no modifica su forma. También en este caso podemos referirla como una relación S/O pero más permanente, sin una interpenetración entre ambos.
17. Si cambiamos nuestro ángulo de observación y nuestra atención ya no se centra en el desarrollo del tacto en la boca, el gusto y el olfato, sino en el caso del biberón, en la vista del niño, apreciamos un nuevo tipo de relaciones —en otro dominio neural, de un subsistema de coordinación diferente, como veremos más adelante— que se deberán conjugar con las primeras. Se trata de las relaciones visuales de los movimientos de sus manos con la madre, con el chupón, entre sus propias manos, nuevas relaciones vinculadas con la ubicación, temperatura y densidad de un objeto que aparece y desaparece de su vista, que la acción se repite o no se repite.<sup>5</sup> En el caso de la sonaja,

<sup>5</sup> El lector podrá apreciar que se trata de una relación entre dominios de naturaleza diferente: visual, táctil, olfativa, etc... que son ya una primera manifestación del reto de integración de naturalezas heterogéneas, propio de lo complejo y por extensión de una forma de interdisciplinariedad al interior del sujeto, como ya hemos referido en los primeros capítulos.

nuevas relaciones surgen entre las relaciones que ya existían derivadas de la vista y el tacto con el objeto, ahora como relaciones derivadas del sentido audible del niño o la niña. Con base en reflejos e instintos derivados de los *esquemas de acción*, y de nuevos movimientos que experimentan dichas relaciones, el niño los *asimila* en nuevos esquemas y re-estructura los iniciales. La repetición de movimientos ajustados a las nuevas condiciones del entorno y de su materialidad, propiciará la *acomodación* de los esquemas de acción.

18. Si observamos la siguiente figura (4.5) solamente mostramos uno de los lados de las interacciones sujeto/objeto y en ella distinguimos a los observables asociados al sujeto (OBSs) y a los asociados al objeto (OBSo) (5 en figura 4.5). A partir del segundo grupo de neuronas apreciamos una red de racimos que corresponden a las Coordinaciones del sujeto (COORs) (6 en figura 4.5). y por el otro lado, distinguimos a las coordinaciones del objeto (COORo). Las Coordinaciones del sujeto se traducen en operaciones cognoscitivas que van desde las relaciones y distinciones más básicas, las seriaciones y ordenamientos, hasta un tejido de relaciones que desembocan en abstracciones e inferencias. En el caso de las coordinaciones del objeto, se trata de las relaciones que establece el sujeto a partir de la naturaleza de los movimientos derivados de su actuar o las coordinaciones que se dan en la construcción de objetos físicos. Las coordinaciones del objeto pueden ser las relaciones entre los elementos de un fenómeno físico —derivadas de sus propiedades como objeto, o de su movimiento mecánico, así como la dinámica de un fenómeno físico—, pero también pueden ser las relaciones con los elementos de otro objeto o incluso de otro sujeto. Las primeras —relaciones entre objetos— están organizadas, como ya referimos, por el desarrollo de las disciplinas de la física y la química y las segundas —relaciones entre objetos y sujetos— o entre sujetos, desde la psicología y la sociología. A estas interacciones Piaget las denomina como *modelos de interacción  $II_A$  y  $II_B$* .
19. El contacto de los observables del sujeto (OBSs) con los del objeto (OBSo), determina las *relaciones causales* porque son la evidencia más directa de la realidad empírica y fuente de causalidades en el sujeto. De ellas derivan las *propiedades extensivas* de los observables del objeto (7 en figura 4.5). Pero las relaciones entre los observables del sujeto con sus coordinaciones y las coordinaciones entre las *relaciones de las relaciones* —no necesariamente contiguas a las observaciones

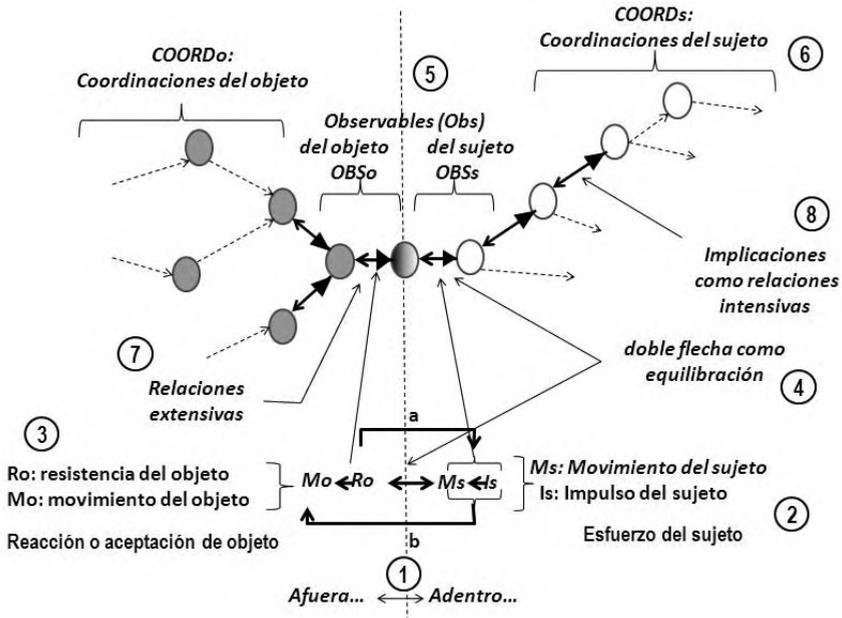


Figura 4.5 Ámbito de las coordinaciones y encuentro de observables.

del objeto— se denominan como **relaciones de implicación**, y de ellas derivan las *propiedades intensivas de los objetos* (8 en figura 4.5). Esta diferencia de niveles de relación es muy importante para la comprensión de los significados generados en ellas. Es a partir de las relaciones de implicación —derivadas e implicadas por las causalidades empíricas— que surgen las *inferencias* (Piaget y García, 1987; 13-14). En dicha figura también apreciamos mediante las flechas asociadas a las relaciones “a y b” (1 en figura 4.5) cómo están interdependientes los movimientos e impulsos del sujeto (2 en figura 4.5) con la resistencia y movimiento del objeto (3 en figura 4.5), y ambos casos como “esfuerzos y reacciones” según Piaget.

20. Las dobles flechas en las figuras 4.4 a 4.5 indican procesos de interacción entre neuronas o racimos de neuronas y están sujetos a estados de *equilibración* (4 en figura 4.5). Constituyen el concepto central en la visión integral de Piaget dado que es a partir del análisis de estas relaciones —que se deben pensar como conjuntos de racimos de relaciones entre los observables OBSo, OBSs, y las coordinaciones COORo y COORs—, que se configuran los procesos de regu-

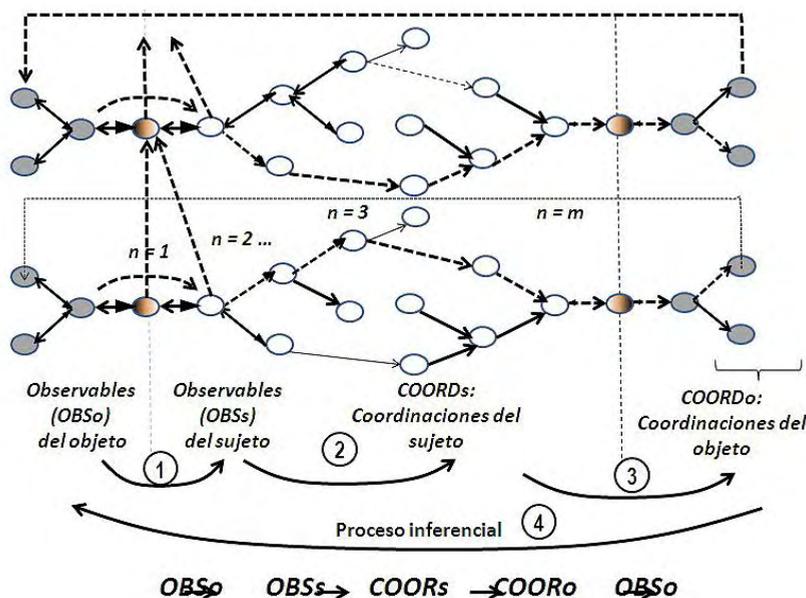


Figura 4.6 Ciclo entre observables y coordinaciones.

lación y compensación. En la figura 4.5 también mostramos que las relaciones entre observables (1) conducen a una interiorización del objeto. En esta interiorización se da una primera toma de conciencia que se lleva a cabo mediante relaciones que vinculan propiedades extensivas —como funciones de seriación, clasificación y complementariedad— entre sí (2 y 3 en figura 4.5). Una permanente construcción de relaciones de relaciones entre las Coordinaciones del objeto y el sujeto (5 en figura 4.5) conducen al proceso inferencial, a partir de implicaciones que vinculan propiedades intensivas y/o extensivas a través de operaciones cognoscitivas de ordenamiento, inclusión y transitividad. Ninguna secuencia de construcción de relaciones está inicialmente en equilibrio, todas se encuentran en fases de desequilibrio que se van estabilizando conforme el individuo propicia o encuentra morfismos<sup>6</sup> que les den estabilidad (Piaget, 1976;57).

<sup>6</sup> En el siguiente capítulo veremos que estos *morfismos* que refiere Piaget, son equivalentes a los “mapeos” entre sistema y entorno a los que Buckley hará referencia para guiar los criterios de

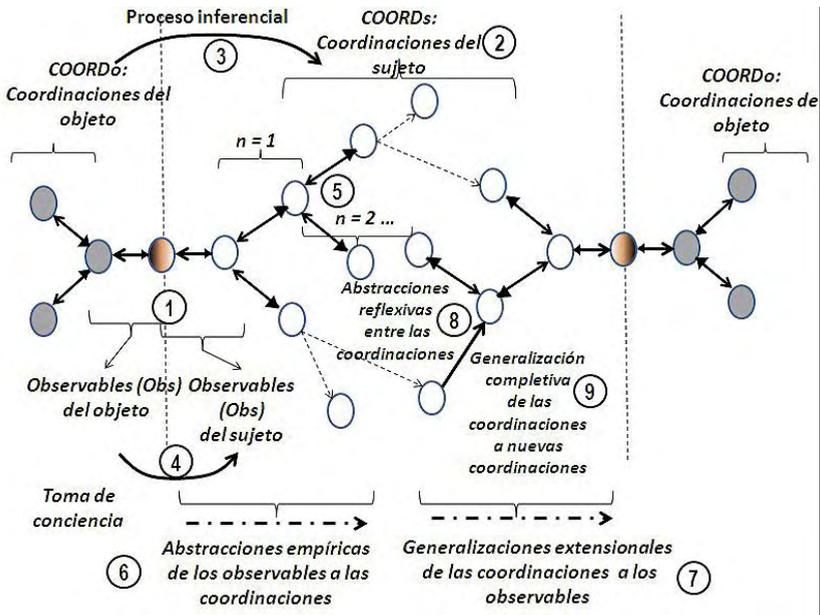


Figura 4.7 Ámbito de las abstracciones y generalizaciones.

21. Finalmente (en 8 de la figura 4.5) a partir de la red de relaciones de implicación es posible establecer niveles sucesivos,  $n = 1, 2, 3, \dots$ , (5 en figura 4.6) que van construyendo por un lado las *abstracciones empíricas* (6 en figura 4.7), de los observables a los primeros niveles de coordinación, y por otro las *abstracciones reflexivas* (7 en figura 4.7), entre los niveles internos de las coordinaciones (Piaget, 2005;58).

### De la construcción de conceptos elementales

22. El desarrollo de las primeras relaciones causales y de los primeros niveles de implicación, conducirá —en los primeros años de vida— a la construcción del concepto de objeto y de manera casi paralela, a los conceptos de espacio, tiempo y causalidad (7 en figura 4.2). Piaget desarrollará las especificidades de cada uno de estos conceptos,

adaptación de un sistema y su entorno o entre sistemas, y son equivalentes a los isomorfismos de Bertalanffy.

en términos de dos procesos complementarios que alternativamente generan desarrollo y dan mayor forma a los esquemas de acción a la par del desarrollo biológico neuronal. Se trata de los procesos ya referidos de asimilación y acomodación. La *asimilación*, que incorpora nuevas relaciones —en términos de habilitación de sinapsis o su actualización entre las neuronas (ver figura 4.3) a esquemas previos, y la *acomodación*, ajusta y acomoda las nuevas estructuras incorporando las especificidades de las coordinaciones del objeto, así como las particularidades de las evidencias empíricas y de su materialidad.

23. De esa manera “la inteligencia sensorio-motora aparece como desarrollo de una actividad asimiladora que tiende a incorporar los objetos exteriores a sus esquemas, acomodando éstos a aquellos. En la medida en que se busca un equilibrio estable entre la asimilación y la acomodación, se puede hablar de adaptación inteligente”, (Piaget, 1961;17), y de igual manera, recordemos que todo conocimiento que supone una asimilación consiste en conferir *significaciones* (5 en figura 4.2) para el niño o la niña que construyen poco a poco nuevas relaciones de relaciones ya organizadas dentro de un conjunto de acciones y experiencias, o sea, dentro de un contexto biológico propio del sujeto y derivado de su contexto espacio temporal social. De aquí que configurar un objeto implique la incorporación de relaciones —sentires, reflejos de luz, vibraciones sonoras— a esquemas de acción, y organizaciones que van desde las conductas sensorio-motrices hasta las operaciones que muchos periodos después, tras múltiples repeticiones y reacomodamientos, constituyen el dominio de las relaciones lógico-matemáticas (Piaget, 1981;9), acordes a una organización racional propia del sujeto y compartidas, gracias a un consenso social, con otros sujetos.
24. Podemos apreciar que con estos elementos ya es posible comprender la estrategia general para la construcción de conocimiento: un ciclo permanente con trayectoria espiral, con un inicio aparente a partir del nacimiento, que mediante esquemas de acción sin significaciones, va tomando forma mediante procesos de asimilación y acomodación derivados de acciones y reacciones que se van organizando para generar significaciones, como nuevas relaciones vigentes en las estructuras neurales. De ello son posibles inferencias por abstracción, que se construyen mediante racimos de relaciones empíricas que integran inferencias particulares y a partir de relaciones de relaciones de implicación que integran abstracciones reflexivas. Igualmente son

- posibles las generalizaciones que permiten hacer inferencias a partir de relaciones específicas. (6 en figura 4.2 y 6 y 7 en figura 4.7)
25. Ahora nos centraremos en el desarrollo del concepto de *objeto*<sup>7</sup> (7 en figura 4.2) dentro de los procesos de asimilación/acomodación en que está circunscrito el desarrollo del concepto de objeto, que como anticipará el lector, se construye a partir de relaciones. En dichos procesos, se presentan etapas que van desde estados donde no se manifiesta ninguna conducta especial en el niño o niña respecto a si son visibles o no las manifestaciones del objeto y sus formas de contacto, hasta la etapa en la que se llevan a cabo desplazamientos no-visibles del objeto y el niño o niña ya han desarrollado la llamada *permanencia del objeto* y ya pueden inferir su presencia aunque no lo vean. En las primeras etapas sólo se identifica el concepto de permanencia del objeto, esto es, permanencia de las relaciones construidas entre los dominios visuales y táctiles esencialmente. Los esquemas relevantes para superar esta etapa se basan en las relaciones de asimilación entre lo visual con lo auditivo y lo táctil. Piaget distingue diferentes conductas del niño(a) ante los objetos, como la acomodación visual ante los movimientos rápidos, la prehensión ininterrumpida en ellos, la reacción circular diferida de sus movimientos y contactos, la reconstrucción de un todo invisible a partir de una fracción visible y la supresión de los obstáculos que impiden la percepción (Piaget, 1976;24). Estas conductas posibilitan el desarrollo de la *anticipación*, considerada ya como una primera manifestación de significados asociados a las *relaciones causales*.
26. Por otro lado, la construcción del concepto de *espacio*, o campo espacial (7 en figura 4.2) inicia —casi paralelamente a la elaboración del concepto de objeto en permanencia—, con una concepción de espacio asociado y derivado de los objetos con los que interacciona el niño(a), y del cual él o ella mismo(a) forma parte. El espacio para la niña o para el niño, está compartido por *el espacio del objeto* con el que interacciona. Ello implica tantos “espacios prácticos” como actividades realizadas en las que “el espacio es propiedad de las cosas” (Piaget, 1976; 95). Ahora bien, para explicar la construcción desarrollada del espacio, la manera como se deslinda el espacio de los objetos, incluido el del niño o niña, del que los envuelve, Piaget hace

<sup>7</sup> Recuerde el lector la relevancia de la construcción de estos conceptos para el enfrentamiento con lo complejo que tiene la investigación interdisciplinaria, referida al inicio de este capítulo.

uso del concepto matemático de “grupo”<sup>8</sup> y con ello integra un conjunto de relaciones asociadas a las operaciones básicas de identificación, estructuración y memoria dinámica.

El concepto de *grupo* incluye las posibilidades de la repetición de valores dentro de una forma de circularidad y agrupamiento entre ellos. El grupo lo podemos imaginar como una cadena o ciclo de valores matemáticos posibles que se repiten dentro de un mismo espacio pero en tiempos diferentes. El concepto de grupo incluye también el concepto de *reversibilidad*, asociado a los procesos cognoscitivos de la asimilación / acomodación en los esquemas de acción, siendo éste un recurso del sujeto para hacer un retorno al punto de partida de la secuencia de operaciones establecida en el grupo respecto al espacio en cuestión (Piaget, 1976;97).

27. De esta manera, el paso del espacio centrado en el objeto en los primeros cinco años de vida del niño/niña, al espacio independiente a sus relaciones con los objetos, implica el desarrollo de *grupos* prácticos, grupos heterogéneos y grupos subjetivos, que son considerados como conjuntos de relaciones centradas respectivamente en el objeto, entre distintos objetos y en el sujeto. De aquí la posibilidad de la construcción de los movimientos de rotación, de los desplazamientos y de la profundidad en los espacios.
28. Para Piaget, la construcción del concepto *tiempo* está vinculada a la construcción de *grupos de operaciones cognoscitivas* como series o grupos para la identificación de objetos y sus desplazamientos, e implica ya la ordenación de movimientos. De manera análoga, la construcción de *grupos* sobre la permanencia de objetos en espacios, como series espaciales, implica una conexión *causal* entre los acontecimientos

<sup>8</sup> Un ejemplo de grupo es el formado por los días de la semana y la operación de sumatoria de días es la operación típica del grupo: si hoy es lunes, necesariamente mañana será martes, y 7 o 14 días posteriores serán martes, la operación está cerrada a siete valores —7 días del grupo—, cada uno con diferente nombre o función. La definición matemática parte de definir una estructura algebraica formada por un conjunto A, sobre cuyos elementos se define una operación o ley de composición interna binaria denotada por “O”. Se dice que la estructura (A, O) es un grupo con respecto a la operación “O” si satisface las siguientes propiedades: 1. la existencia de una operación interna que para cualesquiera dos elementos del conjunto operados bajo dicha operación, el resultado siempre pertenece al mismo semigrupo A. 2. la regla de Asociatividad, que establece que para cualesquier elemento del conjunto A no importa el orden en que se opere con otros conjuntos, 3. la existencia de un elemento neutro en el grupo, y 4. la existencia de un elemento simétrico en el grupo. Si además se cumple la propiedad conmutativa, se dice que es un grupo conmutativo o abeliano, (Stewart, 2001).

(Piaget, 1976; 201). De aquí que la construcción de los esquemas de orden causal sea totalmente solidaria de la construcción del espacio, de los objetos y de las series temporales (Piaget, 1976;277). Se trata de mecanismos totalmente paralelos. Cabe mencionar que, para el *desarrollo de la causalidad*, Piaget distingue seis estadios que van desde las causalidades en la toma de contacto entre la actividad interna y el medio externo, hasta la objetivación y la espacialización real de la causalidad —construida en los primeros niveles de las coordinaciones del sujeto. Para el caso del *campo temporal*, va del tiempo propio asociado a los objetos y su interacción directa con el sujeto, hasta el tiempo derivado de las series representativas de desplazamientos. Así, tiempo y espacio se construyen paulatinamente e implican la elaboración de un sistema de relaciones complementario a los objetos y a las causalidades (Piaget, 1976;289).

29. Hasta ahora hemos sintetizado una primera concepción de la génesis de conceptos esenciales del conocimiento. Hemos visto que la categoría inicial básica es la acción y que la repetición genera organizaciones más eficientes en los esquemas de acción, los cuales incorporan significaciones a través de procesos de asimilación y acomodación. “La significación de una acción está ligada a los cambios, modificaciones o transformaciones que provienen de su accionar sobre objetos o situaciones. Pero la atribución de significación a objetos y acciones, no se realiza en forma aislada sino que se genera en las múltiples relaciones logradas a la coordinación de los esquemas” (García, 2000:100). De aquí vemos posible la construcción de procesos que configuran los conceptos de objeto, espacio, causa y tiempo y años más tarde, procesos más elaborados para la construcción de conceptos como número, cualidad y velocidad, entre otros. Asociados a estos conceptos está a la definición de una escala de valores del sujeto, acorde con su propia forma de desarrollo cognoscitivo e íntimamente ligada a su contexto.
30. Con estos elementos de la teoría podemos inferir y afirmar que la génesis de las relaciones y las estructuras lógico-matemáticas también está en las interacciones sujeto-objeto, desde la construcción de los observables y primeras coordinaciones del sujeto, hasta los niveles más elevados de dichas coordinaciones. El trayecto toma forma desde las reiteraciones de acciones de asimilación y acomodación en los esquemas permiten *anticipar* el resultado de una acción. Esta anticipación puede llevar a una *constatación* —germen del surgimiento de

las relaciones causales, y/o llevar a una inferencia— considerada como relación —implicación— de acciones. (García, 2000:100-102). Anticipaciones y constataciones dentro de un entramado de relaciones causales y de implicación, permiten configurar nuevas relaciones en el seno de las coordinaciones del sujeto, en formas de estructuras lógico-matemáticas. Con esto, nos encontramos en el umbral de la construcción de los procesos de inferencia más elaborados, las *abstracciones* y las *generalizaciones* (6 en figura 4.2).

### 4.3 Procesos constructivos elementales

31. Tal como hemos visto hasta ahora, a partir de las formas primarias de interacción entre los observables del objeto y los del sujeto (2 y 3 en figura 4.4), y de la formación de los primeros *significados* derivados de la coordinación de *esquemas de acción*, en un primer nivel de inferencias y de *relaciones causales*, las reiteraciones permiten *anticipar* formas de relación y *constatar* esquemas. Estos se van tejiendo en niveles de conectividad cada vez más lejanos —respecto al objeto— y más cercanos al núcleo de las coordinaciones, pasando por todos los niveles intermedios (como el emocional, el afectivo y el racional), generando con ello nuevas *relaciones de implicación*, que no exigen de contigüidades, ni de causalidades derivadas de los observables del sujeto. Así pues, las relaciones lógicas o de implicación se encuentran dentro de estructuras y procesos en el seno de las coordinaciones del sujeto, lo que implica que operen dentro de un proceso de prueba y error, de aprendizaje permanente, y de aquí la paulatina construcción de los procesos de *abstracción* y *generalización*.
32. A las inferencias que van de los observables del objeto (OBSo) a los del sujeto (OBSs) y a las primeras coordinaciones del sujeto (COORDs) (4 en figura 4.7) Piaget las denomina *abstracciones empíricas*. En ellas, el sujeto constata propiedades extrínsecas, características o hechos, que son separados (abstraídos) de los otros para analizarlos independientemente. De manera continua, las inferencias derivadas de una serie de implicaciones que van de los observables del sujeto (OBSs) a las coordinaciones del sujeto (COORDs), se identifican como *abstracciones reflexivas* (8 en figura 4.7), en las que lo “reflexivo” aplica en dos sentidos diferentes: como una abstracción “*reflejante*” que alude a una imagen similar que se refleja en una superficie —que corresponde-

ría a otro nivel de relaciones neurales. Y lo reflexivo como una abstracción “*reflexionante*” que alude a observar una cosa con detenimiento, desde un nivel de observación diferente de donde está lo observado (García, 2000). Ambos sentidos son inseparables y lo esencial en ellos es que la relación implicada pasa de un nivel de relación a otro más sutil.

33. Si descomponemos este proceso de abstracción, el reflejo de la imagen abstraída corresponde al establecimiento de nuevas relaciones que integran solamente los elementos más significativos para el sujeto, de acuerdo a sus necesidades y/o deseos. Se trata de dos nuevos tipos de mecanismos de transferencia entre “paquetes de relaciones”, que en un caso generan una copia reducida de las relaciones esenciales y en otro, una copia modificada de dichas relaciones.
34. La segunda operación de inferencia, complementaria a la abstracción, es la *generalización*. Piaget distingue dos tipos, la *generalización inductiva o extensional* y la *constructiva o completiva*. La primera va de los observables del sujeto a los del objeto, partiendo de un proceso previo de abstracción empírica derivada de las constataciones en los observables del objeto. Este proceso generaliza, extrapola, e induce la inferencia, permitiéndole al sujeto constructor pasar “de uno a muchos” y de “algunos” a “todos” o de “ahora” a “siempre” (García, 2000; 105). Por otro lado, de manera semejante a la abstracción reflexiva, la generalización constructiva o completiva se genera a partir de las inferencias entre los niveles de coordinación del sujeto (COORs) y los observables del sujeto (OBSs) en contacto con los del objeto. En dichos niveles se van reemplazando constataciones empíricas y reflexivas por generalizaciones, y éstas a su vez, por nuevas construcciones, encadenamientos deductivos, y creaciones del sujeto con nuevas formas de organización.<sup>9</sup>

<sup>9</sup> Para que las operaciones de inferencia por abstracción y generalización puedan ser aplicadas, es necesario conocer el trayecto que va del universo de casos específicos a la organización de la totalidad de casos generales —*abstracción*— y viceversa, de las características y organización de la totalidad de casos generales por parte del sujeto, a los casos específicos —*generalización*—. Ello implica el conocimiento del trayecto en ambos sentidos, un trayecto que de hecho es un espacio que va de las relaciones empíricas a las relaciones lógicas o de implicación, y de las propiedades extrínsecas a las intrínsecas, constituyendo con ello el espacio cognitivo del sujeto. Pero el trayecto puede ser recorrido de tres formas: paso a paso, por saltos, o de un solo salto. En la primera forma, el trayecto es análogo a las soluciones matemáticas de tipo numérico (empleando algoritmos basados en operaciones elementales al interior de intervalos), en la segunda —el trayecto por saltos—, semejante a las soluciones matemáticas analíticas, esto es, mediante un conjunto de fórmulas, y en el

35. Así vemos cómo desde un nivel de observación epistemológico esencial, los procesos de abstracción y generalización pueden ser descritos en términos de diferenciaciones e integraciones progresivas que van desde los niveles de relación empírica —constataciones con hechos— hasta los niveles de coordinación de relaciones de relaciones —de implicación—. Se trata de un largo proceso que va de “lo dado” en el material empírico, hasta las interpretaciones derivadas de las abstracciones y generalizaciones, pasando por una serie de niveles de observación que determinan niveles de observables.
36. El desarrollo de los niveles de coordinación de relaciones —que parte de la actualización permanente de los esquemas de acción con base en los procesos de asimilación y acomodación—, puede comprenderse mejor si prestamos mayor atención a dos procesos —también complementarios— que toman en cuenta nuevos niveles o modos de diferenciación e integración en el proceso de estructuración. Por un lado, el de las *correspondencias* entre relaciones de dominios distintos —esto es como un modo de integración entre las relaciones empíricas y las relaciones lógicas—, y de manera complementaria, el de las *transformaciones* en los significados de las relaciones —como un modo de diferenciación entre dichos niveles de relación, el empírico y el lógico. Ambos constituyen formas de construir nuevas implicaciones entre los niveles de coordinación.
37. Las *correspondencias* establecen comparaciones entre “relaciones de relaciones” de dominios diferentes, y aplican las mismas formas a contenidos diferentes, estableciendo relaciones entre los morfismos de dichos dominios. Son procesos que aluden a similitudes en las formas —pero que exigirán nuevos grados de asimilación y de adecuación, por la presencia de nuevos elementos y relaciones no considerados previamente—. Por ello, generan la re-organización de los esquemas conceptuales que requieren de un ajuste y acomodo a los nuevos contenidos. Por su parte, las *transformaciones* parten de la existencia de correspondencias pero re-conceptualizan —modifican los significados previos de las relaciones establecidas por las correspondencias. Establecen nuevas relaciones —y, consecuentemente,

---

caso de un solo salto, semejante a la aplicación de la ley a partir de un caso hacia una totalidad. De manera análoga, y así lo desarrollaremos más adelante, la construcción de las relaciones entre variables y categorías, permite al sistema adaptativo una aproximación a la construcción del espacio cognitivo de un problema práctico.

- nuevos significados— entre formas de relación dentro de un nuevo esquema conceptual. Estos esquemas pueden ser inferidos haciendo evidentes las correspondencias que los generaron. Recordemos que estas acciones se derivan de un actuar del sujeto con su entorno, ya sean objetos u otros sujetos. Corresponden a operaciones epistemológicas que implican grados de creatividad por parte del sujeto.
38. A lo largo del trayecto en la construcción de conocimiento, el proceso de asimilaciones y acomodaciones basado en el establecimiento de correspondencias y de transformaciones puede derivar en dos estados: uno estable y otro inestable. El primero implica el establecimiento de un modo de organización del sistema cognoscitivo, que le posibilita asentar y fortalecer la permanencia de las relaciones construidas al momento. Es un estado de *conocimiento estructurado*. El segundo implica un modo de re-organización de sus estructuras ya para resolver perturbaciones del entorno o para resolver problemas internos, nuevos o deseos derivados de los procesos mismos de la reorganización. Es un estado de *conocimiento estructurante*. Piaget formaliza el balance entre estos dos estados en su Teoría de las Equilibraciones.
39. En la siguiente figura sintetizamos algunos conceptos de la teoría Piagetiana: partimos de la acción dentro de varias dendritas en contacto con el objeto (1a), a partir de la cual se configuran esquemas de acción (1b) formalizadas mediante una expresión del tipo de ecuación de reacción (3b). Las relaciones germinales (2a) algunas veces sin significados y otras con significados iniciales (2a), constituyen las relaciones causales (2b) y más adelante, después de sucesivas relaciones constituyen relaciones de implicación (2c) en el seno de las coordinaciones del sujeto. La cadena de relaciones configuran estructuras/procesos de abstracción (3a) y generalización (3b). La suma de elementos/relaciones de la relación entre el sujeto cognoscente y el objeto cognoscible se puede comprender en términos de la complementariedad de operaciones de diferenciación/integración y de asimilaciones/acomodaciones.

### 4.3 Teoría de las Equilibraciones

40. Para Piaget el concepto de equilibrio se centra en la relación del todo con las partes y de ellas entre sí, como relaciones de relaciones com-

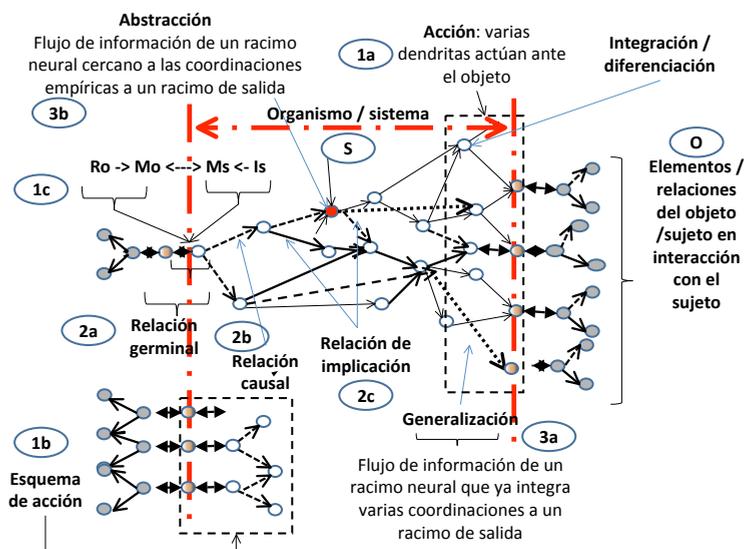


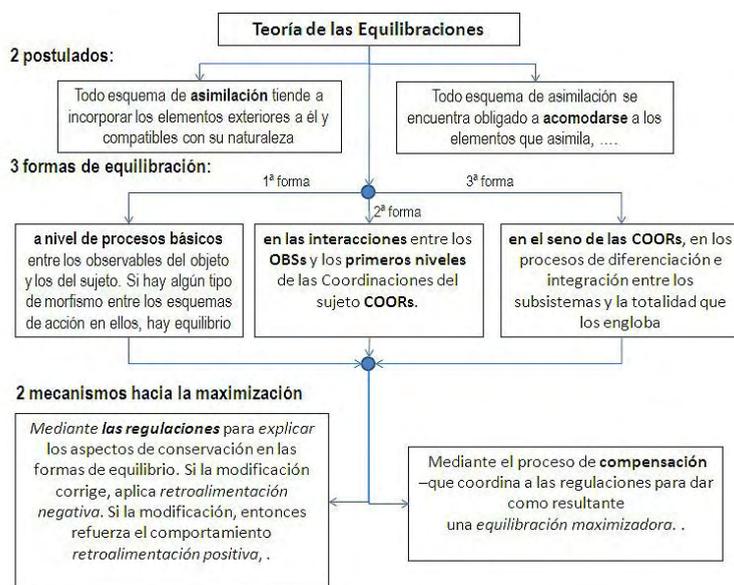
Figura 4.8 Visión de conjunto de los procesos cognoscitivos esenciales.

partibles entre ambos. Se trata de un todo biológico —cambiante— y derivado de su propia capacidad para asimilar el entorno y conservar la organización existente.

41. Piaget parte de una doble hipótesis en la experiencia del sujeto, por un lado, considera que hay un equilibrio que explica lo normativo en él y por otro, un equilibrio orgánico mental orientado a una conservación de las partes por el todo y viceversa, y no como conservación de fuerzas físicas, sino como *regulación permanente*. Ambos equilibrios dependen de la inteligencia del sujeto, una inteligencia que se desarrolla a partir de las actividades sensorio-motrices y de un conocimiento en acción donde la realidad sólo existe durante el acto que la plantea y le confiere una cierta permanencia para interiorizarse en una representación lábil y concreta de las acciones y los objetos. Mucho más tarde, esto conducirá a un tipo de conocimiento orientado a estructuras atemporales y estables que obedecen a leyes del pensamiento y que organizan sus operaciones haciendo uso de un polo funcional y otro estructural que le permitirán conciliar opuestos así como unir las estructuras a su génesis.
42. Como ya lo referimos anteriormente, Piaget da coherencia a su sistema mediante el *concepto de grupo*, en el que es posible la reversibili-

dad de las operaciones, su invariancia y sus transformaciones. Es un modelo centrado en el cambio, en el paso de un equilibrio a otro, y en la re-equilibración, donde se superan estructuras desequilibrantes. Convencido de la continuidad entre lo biológico y lo cognitivo, Piaget da primacía a los mecanismos de *adaptación* y de *auto-regulación*. Como ya lo mencionamos desde otra perspectiva, considera que lo orgánico y lo cognitivo tienen mecanismos análogos en sus funciones de equilibrio, pero establece diferencias entre la estabilidad de lo orgánico y la flexibilidad en lo cognoscitivo así como en sus formas de estructuración.

43. Estas ideas las sintetiza en la *Teoría de las Equilibraciones*, que parte de a) dos postulados, b) tres formas de equilibración —de la necesaria presencia de las formas de desequilibración—, y c) dos mecanismos, para re-equilibrar: las regulaciones —como formas de retroalimentación— y las compensaciones —como formas de re-encontrar el equilibrio. Da una especial importancia a la posibilidad de que los procesos cognitivos regresen, no al equilibrio previo a la perturbación, sino a otro nuevo, creativo y maximizador. En la figura 4.9 sintetizamos estos componentes de su teoría.
44. Su primer postulado —motor de investigación— es que “todo esquema de asimilación tiende a alimentarse, es decir, a incorporar los elementos exteriores a él y compatibles con su naturaleza” (Piaget, 2005:9). El segundo establece que “todo esquema de asimilación se encuentra obligado a acomodarse a los elementos que asimila, es decir, a modificarse en función de sus particularidades, pero sin perder por ello su continuidad (y por lo tanto su cerramiento en cuanto ciclo de procesos interdependientes), ni sus anteriores poderes de asimilación” (Piaget, 2005:9). Es un postulado que afirma la necesidad de un equilibrio entre la asimilación y la acomodación dentro estructuras de ciclos y de sus transformaciones como re-estructuraciones, especialmente del nivel cognoscitivo.
45. La primera forma de equilibración es a nivel de procesos básicos entre los observables del objeto y los del sujeto. Si hay algún tipo de morfismo (semejante a una analogía entre las relaciones o existencia de patrones comunes) entre los esquemas de acción en ellos, hay equilibrio entre la asimilación de OBSo en las estructuras de los OBSs y los acomodamientos de OBSo en los esquemas de OBSs. Si no existe relación posible, se abandona la acción. La segunda forma de equilibración se presenta en las interacciones entre los OBSs y los



**Figura 4.9** Componentes de la Teoría de las Equilibraciones.

primeros niveles de las COORs. Como ya lo aludimos al diferenciar relaciones entre los diferentes sentidos y formas de percepción, Piaget las identifica como subsistemas (Piaget, 2005:11), y la razón de los desequilibrios se debe a las diferentes velocidades de asimilación entre los subsistemas. La tercera forma de desequilibrio se presenta en el seno de las COORs, en los procesos de diferenciación e integración entre los subsistemas y la totalidad que los engloba (Piaget, 2005:11). Las tres formas de equilibración se pueden llevar a cabo por tanteos sucesivos, pero también por correspondencias exactas que se derivan de tomar en cuenta afirmaciones y negaciones entre los elementos y tipos de relación en cada caso. Estos casos permiten excluir o integrar tajantemente relaciones entre los elementos y subsistemas y posibilitar mayores formas de equilibración.

46. Una característica muy significativa en la Teoría de las Equilibraciones es que considera a los desequilibrios como fuentes de progreso para el desarrollo de los conocimientos porque obligan al sujeto a superarse y a buscar nuevas direcciones (Piaget, 2005:14). Piaget los plantea en forma de **contradicciones** derivadas del desarrollo a diferentes velocidades entre los subsistemas, como formas de pensamien-

to que no son capaces de alcanzar simultáneamente, en un todo coherente, la totalidad de lo real ni del universo del discurso (Piaget, 2005:15). Enfatiza la función desencadenadora de estas contradicciones y su fecundidad para superar estados de equilibrio no deseables y las postula como fuentes de transformación que conducen a una “*re-equilibración maximizadora*” (Piaget, 2005:15), hacia un equilibrio “incrementante”. De esta manera, la equilibración, en sus diferentes formas, constituye el factor fundamental para el desarrollo cognoscitivo. Pero ¿cómo precisar las posibilidades y formas características de la equilibración?

47. Piaget desarrolla el tema de *las regulaciones* como parte central de su teoría para *explicar* los aspectos de conservación en las formas de equilibrio. Las define como un proceso en el que “la repetición A’ de una acción A se ve modificada por los resultados de ésta (de A y de A’), y por lo tanto, por un efecto de rebote de los resultados de A sobre su nuevo desarrollo A’” (2005:21). Si la modificación corrige el comportamiento de A, entonces se habla de un proceso de *retroalimentación negativa*, que corresponde a su vez a la *homeostasis*. Si la modificación refuerza el comportamiento de A, aumentando su error o su virtud, entonces se habla de un proceso de *retroalimentación positiva*, que corresponde a una *homeorresis*.
48. Piaget insiste en el hecho de que toda asimilación otorga cierto *significado* a los objetos asimilados y asigna objetivos definidos a las acciones vinculadas. De aquí que todo aquello que sea un obstáculo para llegar hacia estos objetivos sea una *perturbación* y que toda regulación sea entonces una reacción a una perturbación, aunque no toda perturbación implica una regulación. Por ello distingue dos tipos de perturbaciones, las que no pueden ser “acomodadas en el esquema que las asimila” y las que derivan de necesidades insatisfechas por ausencias o impedimentos para realizar una acción o carencia de un conocimiento para resolver un problema y generan lagunas por llenar. El primer tipo es resuelto mediante regulaciones basadas en retroalimentaciones negativas y el segundo por las positivas (Piaget, 2005:22).
49. La dualidad clásica entre las retroalimentaciones positivas y negativas no es necesariamente dicotómica cuando se aplican los procesos en sectores aislables dentro del sujeto. Refuerzos por un lado y correcciones en el otro pueden operar de manera complementaria. Pero si las regulaciones tratan de operar dentro de procesos que se llevan a cabo en el mismo dominio de las abstracciones empíricas, por

necesidades de adaptación, entonces sí puede haber conflicto. Es posible resolverlo cuando se logre una nueva relación integradora entre niveles superiores a los subsistemas implicados. También existe un nivel de dicotomía que se presenta entre *regulaciones automáticas* a nivel sensorio-motor, y *regulaciones activas* que implican distinciones o selección de estrategias reflexivas que exigen una toma de conciencia. Estas dicotomías surgen entre un nivel de relaciones básicas y un nivel de relaciones más elaboradas y ello conduce a una clasificación de las regulaciones según los niveles implicados en el conflicto y del tipo de perturbaciones (Piaget, 2005;21-25). Pero, ¿cómo explicar esto en un lenguaje cibernético?

50. Se trata de coordinar las relaciones sensorio-motoras que responden a reacciones con raíces y propiedades orgánicas, con relaciones construidas por abstracciones empíricas y que establecen generalizaciones completivas mediante instrumentos lógico-matemáticos. Se trata de lograr la concordancia y la superación de conflictos mediante la construcción de un regulador interno, propio de cada individuo, que supere círculos viciosos mediante una asimilación de los procesos como totalidad y autoconservación de relaciones estructuradas y estructurantes. Este es quizá el proceso más complejo en la teoría de las equilibraciones: una coordinación asimiladora, que dentro de un proceso dialéctico opere en varias dimensiones, con procesos de asimilación y acomodamiento, con regulaciones por retroalimentaciones negativas orientadas hacia la conservación de una totalidad relativa y, con regulaciones generadas por retroalimentaciones positivas —como recurso creativo—, para resolver y superar perturbaciones entre los niveles con raíces biológicas y los que llevan a las abstracciones reflexivas e integraciones completivas.<sup>10</sup>
51. Este proceso de construcción de conocimiento está fundamentado en una premisa que si bien Piaget no la considera como ley, sí la

<sup>10</sup> Este proceso, que lo hemos sintetizado con el lenguaje propio de la Epistemología genética, constituye—como veremos más adelante en la cibernética de segundo orden— el conjunto de operaciones que pueden explicar los procesos de creación y solución de problemas complejos. Desde el lenguaje del pensamiento sistémico —figura 5.5— que habremos de presentar en el siguiente capítulo, equivale al anidamiento de al menos tres o más ciclos o rizos dentro de un proceso de convergencia en el que los primeros dos ciclos conducen el proceso homeostático y el tercero y subsiguientes, corrigen, modifican y optimizan en la medida de lo posible, los límites de dichos procesos, conduciendo al sistema, hacia un estado de regulación / equilibración maximizado o su equivalente como un óptimo posible dentro del dominio de búsqueda correspondiente.

asume como rectora de su Teoría de las Equilibraciones. Se trata de una asociación entre compensación y construcción que dan como resultante una *equilibración maximizadora*. Tal como hemos visto, Piaget no concibe la equilibración solamente como una simple marcha hacia el equilibrio —cognoscitivo y no orgánico o físico— sino como una estructuración hacia un mejor equilibrio, hacia una optimización que nunca permanecerá en estado definitivo. Son las compensaciones las operaciones cognoscitivas que permitirán equilibrar los procesos de las regulaciones y conducirlos hacia una maximización que depende de los valores del sujeto.

52. Una primera forma de *compensación maximizadora* consiste en la ampliación del campo del subsistema de asimilación en su extensión, esto es en el conocimiento de las propiedades extensivas en los objetos. Una segunda forma amplía el dominio de las asimilaciones y acoplamientos mediante nuevas diferenciaciones de comprensión dentro de procesos de retroalimentación negativa y de integraciones en retroalimentaciones positivas. La conjugación de estos procesos tiene implicaciones en lo que Piaget denomina las *normas de asimilación y acomodación*. Estas normas operan dentro de subsistemas y conjuntos de esquemas de acción específicos e imponen necesidades que pueden o no aceptar nuevas diferenciaciones o integraciones. En estos casos es necesario favorecer el desarrollo de nuevos subsistemas y establecer coordinaciones que los vinculen con la totalidad de ellos. Una segunda forma consiste precisamente en “conllevar una evaluación terminal” del éxito o insuficiencia de la equilibración correspondiente (Piaget, 2005;33).
53. Existe un tercer *proceso de compensación* que genera nuevas regulaciones, a partir de las funciones diferenciadoras de *la negación* y de *la afirmación* como partes de su intervención en las operaciones cognoscitivas en esquemas básicos. Dichas funciones generan operaciones inversas y nuevas regulaciones *compensadoras* y su incorporación dentro de las regulaciones en el proceso de abstracción reflexiva, genera nuevos niveles de relación —reflexiva— y consecuentemente una reorganización de relaciones entre ellos.
54. Con esto, los procesos de compensación de las regulaciones se llevan a cabo en tres niveles diferentes: a nivel senso-motriz —compensaciones *alfa*—, a nivel de coordinaciones intermedias, entre el nivel senso-motriz y las coordinaciones de nivel superior lógico-matemático —compensaciones *beta*— y compensaciones del nivel superior de

coordinaciones —compensaciones *gama* (5 en figura 4.7). La comprensión de los procesos en estos tres niveles debe ser reversible, de tal manera que con ello se puedan hacer inferencias —que van del nivel de las relaciones extrínsecas a nivel senso-motriz a las relaciones intrínsecas del nivel de las estructuras lógico-matemáticas— pero también abstracciones —en sentido inverso, es decir, del nivel intrínseco al extrínseco— y generalizaciones.

55. Si integramos las operaciones a que hemos hecho referencia, podremos establecer las siguientes relaciones a manera de síntesis sobre la Teoría de las Equilibraciones de Piaget: desde la actividad sensorio-motriz asociada a los esquemas de acción elementales se manifiesta la unión de las construcciones y las compensaciones en esquemas de asimilación. Su actualización permanente —acomodación de las particularidades de los observables del objeto— es a través de acciones sobre ellos. Hay una asimilación renovada cuando el sujeto se enfrenta a perturbaciones del objeto no asimilado que le exigen de compensaciones a nivel básico en los esquemas, para ser incorporadas mediante negaciones que establecen diferenciaciones e integraciones en el proceso de acomodación. El desarrollo de los esquemas de asimilación genera nuevas relaciones y significados que derivan en estructuras temporales dentro de subsistemas integrados en una totalidad relativa construida paulatinamente por el sujeto. Estas relaciones (dentro de los subsistemas y entre ellos) se establecen por medio de implicaciones —relaciones indirectas— entre sus morfismos, derivando en significados. Estas relaciones van generando también contradicciones, lagunas e implicaciones no resueltas que propician la necesidad de compensaciones más elaboradas. Para ello, estos ajustes requerirán de *regulaciones* basadas en procesos alternos de retroalimentación positiva para establecer nuevas formas de relación y de retroalimentaciones negativas que propicien una mejor integración dentro de la totalidad del sistema. Así, las coordinaciones del sujeto se autoregularán a partir de perturbaciones que generen nuevas formas de una *re-equilibración maximizadora* en las que la abstracción reflexiva jugará un papel constructivo al generar nuevos niveles de integración y diferenciación cognoscitiva. Este mecanismo conduce a un *proceso de generación de operaciones de operaciones*, central en el proceso cognoscitivo. De acuerdo con Piaget (2005;42), todo subsistema cognitivo se apoya en el siguiente subsistema para extraer de él una guía y una realización de su regulación.

56. Hemos sintetizado los aspectos más relevantes de lo que Rolando García (2000) denomina como la segunda versión de la Teoría de las Equilibraciones de Piaget, ya que una primera versión había sido propuesta varios años antes. A partir de esta propuesta, la colaboración García y Piaget se ve enriquecida pues el primero da un énfasis a la perspectiva sistémica y enmarca a la Epistemología Genética como un constructivismo en el marco de la discusión y visión crítica de la filosofía de la ciencia. Dos libros contribuyen a ello, *Psicogénesis e historia de la ciencia*. México (1982), y *Hacia una lógica de las significaciones* (1987). En el primero García propone la tríada de los conceptos *Intra*, *Inter* y *Trans*-operatorios<sup>11</sup> que no sólo comprenden e integran dialécticamente todo el proceso cognoscitivo sintetizado por Piaget en tres etapas: la pre-operatoria, la operacional y la formal, sino que también permiten aplicar dichos principios a la explicación epistemológica de la ciencia. En el segundo libro, ambos autores profundizan sobre las implicaciones entre acciones y significaciones. Posteriormente García hace una síntesis de la propuesta Piagetiana en el marco de la discusión sobre la filosofía de la ciencia en el siglo xx y en el marco de los sistemas complejos en el libro “*El conocimiento en construcción: de las formulaciones de Jean Piaget a la teoría de sistemas complejos*” (2000). Recordemos que la relevancia de la propuesta de Rolando García radica tanto en la capacidad sintética y reorganizativa de la teoría Piagetiana, como en su ampliación de la misma en torno a una comprensión del desarrollo de la ciencia, que sin dejar de tomar en cuenta los aspectos históricos, pone el acento en el componente sociocultural y se centra en las transformaciones epistemológicas que permiten comprender y explicar mejor dicho conocimiento y sus transformaciones.
57. En la figura 4.10 mostramos un esquema que representa en (1) las relaciones —como *regulación negativa*— que permiten llevar a cabo re-equilibraciones en las relaciones establecidas entre los observables del objeto y los observables del sujeto, a través de las coordinaciones del sujeto. Esto se corresponde con una retroalimentación nega-

<sup>11</sup> Como una primera aproximación a estos conceptos, los podemos concebir como conjuntos de operaciones epistemológicas que operan al interior de objetos cognoscentes —intra—, entre objetos cognoscentes y desde ellos, a partir de elementos comunes (inter) y entre objetos cognoscentes fuera de ellos, desde un nuevo objeto, a partir de relaciones comunes entre varios objetos cognoscentes (trans).

tiva de la cibernética de primer orden y tiene el propósito de mantener el equilibrio entre coordinaciones y observables del sujeto, tomando en cuenta los observables del objeto. En la parte superior izquierda (2) representamos los tres niveles de relaciones que permiten llevar a cabo re-equilibraciones entre los observables del sujeto y objeto, y los racimos neurales que establecen las relaciones causales en el sujeto —nivel de compensación alfa—. También mostramos las relaciones que llevan a cabo re-equilibraciones entre diferentes niveles de coordinación de los racimos neurales que operan con relaciones de implicación: nivel beta entre los observables del sujeto y sus coordinaciones, y las relaciones gama, entre las coordinaciones del sujeto que van hasta los niveles más profundos. Los mecanismos de equilibración entre estos tres niveles se llevan a cabo mediante las relaciones establecidas entre neuronas destinadas

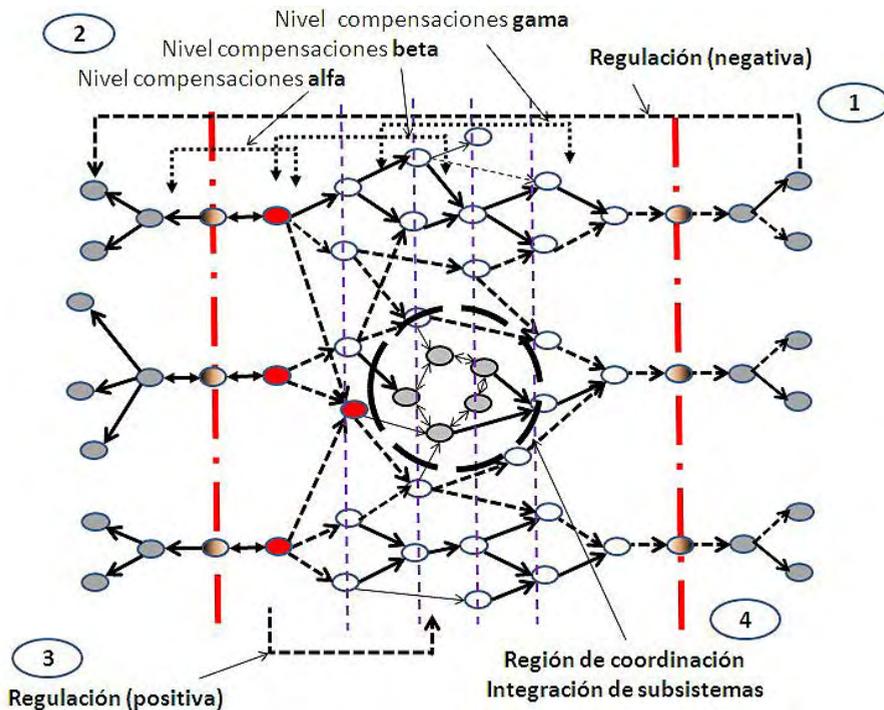


Figura 4.10 Regulaciones y compensaciones.

a las *regulaciones positivas* (3) y corresponden a los mecanismos de retroalimentación positiva de la cibernética de segundo orden. En la zona (4) indicamos esquemáticamente el lugar donde se integran los subsistemas de cada sentido (tacto, olfato, vista, oído y gusto) para construir coordinaciones de meta-relaciones, de donde se construyen las relaciones lógico-matemáticas.

#### 4.4 Tres mecanismos esenciales y sus operaciones epistemológicas

58. García parte de tres mecanismos generales que rigen la evolución del sistema cognoscitivo: a) la continuidad de los procesos —biológicos—sicológicos—sociales—, b) la continuidad de los mecanismos —*Intra, Inter y Trans*-operatorios—, y c) el desarrollo por reorganizaciones sucesivas. De acuerdo con Piaget, hace explícita la continuidad que hay entre todos los niveles a través de sus funciones y procesos de asimilación y acomodación, de las diferenciaciones e integraciones, dentro de períodos con una organización estable —estructurados y equilibrados— y en períodos con procesos de reorganización —estructurantes en re-equilibración. Estos conceptos los enmarca en el contexto de sistemas que necesariamente enfrentan procesos de complejidad creciente.
59. Respecto al proceso dialéctico que se presenta en las fases de estructurantes, esto es, las etapas de equilibración, García lo enmarca a partir de cinco modos de acción cognoscitiva:
- a) *Interacciones sujeto/objeto*, derivadas del proceso cognoscitivo en las operaciones de asimilación y acomodación por las acciones del sujeto con el objeto y siempre construidas por aproximaciones sucesivas,
  - b) *Acciones de diferenciaciones e integraciones* asociadas en todo proceso de conocimiento en general.
  - c) *Acciones derivadas de relativizaciones*, a través de relaciones interdependientes entre propiedades absolutas y relativas del nivel senso-motriz en los observables del sujeto al nivel de las coordinaciones de inferencia,
  - d) *Acciones asociadas a la coordinación de subsistemas* entre dominios opuestos, como es el caso de la coordinación de naturaleza heterogénea entre subsistemas —sentir, oír, actuar, observar— y una totalidad relativa implicada en ellas, y

- e) *Acciones derivadas del helicoide dialéctico*, que corresponden a las interdependencias entre procesos de retroalimentación positiva y negativa y sus modalidades de inter-relación.

El proceso dialéctico es entonces una conjugación de dos o más de estas acciones que necesariamente se llevan a cabo durante las equilibraciones entre los subsistemas de coordinación del proceso cognoscitivo. Es a partir de este análisis que Rolando García investiga en la historia de las Ciencias la correspondencia entre estas operaciones y las transformaciones cognoscitivas que se pueden inferir del análisis epistemológico de tres disciplinas centrales en el desarrollo del conocimiento científico: la mecánica, la geometría y el álgebra. En cada una de estas disciplinas, García parte de la información histórico-social asociada a ellas y profundiza en los escritos y acontecimientos de relevancia para deducir las operaciones epistemológicas y explicar el paso de los niveles *intra*, *inter* y *trans* en cada una de ellas. De esta manera es posible comprender cómo la concepción espacial —especialmente en la geometría—, de los objetos y de sus causas —en el álgebra y en la mecánica— así como su interacción, se va transformando de acuerdo a un desarrollo evolutivo de las operaciones epistemológicas. Pero veamos con más detalle la concepción de estos conceptos.

60. Las tres operaciones propuestas por García pueden ser consideradas en términos de tres mecanismos —*intraoperatorios*, *interoperatorios* y *transoperatorios*—, que rigen la progresión del conocimiento (García, 2000; 132) y, como dos pasajes evolutivos —del nivel *intra* al *inter* y del *inter* al *trans*, entre uno y otro mecanismo. En la siguiente tabla presentamos una síntesis de dichos mecanismos. En todos los casos hacemos referencia a las operaciones que se pueden llevar a cabo dentro de un período o etapa cognoscitiva o dentro de una totalidad que opere como subsistema o sistema. En las columnas indicamos cada nivel del mecanismo, considerando entre ellos un nivel de evolución creciente. Las operaciones en las hileras también presentan un mayor grado o nivel de elaboración hacia abajo de la tabla. De esta manera, la última hilera de la tercera columna y sus adyacentes, presentan los mayores grados de desarrollo cognoscitivo.

Dada la interdefinición que se presenta entre las múltiples posibilidades de vincular dos o más niveles de subsistemas dentro de un sistema, es posible que se presenten simultáneamente varios meca-

nismos en el sistema, por ejemplo: al interior de un sistema que opera a nivel *inter* y desarrolla operaciones en uno de sus subsistemas para pasar al nivel *trans*, puede haber otro, que opere con operaciones *intra* (cuadro 4.1).

A partir de estos mecanismos y sus atributos en cuanto a niveles de operaciones cognoscitivas, se puede modelar una gran cantidad de sistemas y aproximarse a un nivel de desarrollo cognoscitivo general, evaluando el mecanismo que se presente en el nivel más general del sistema, o los mecanismos predominantes en el primer nivel de subsistemas. Con ello, es posible hacer una aproximación a su desarrollo evolutivo y, en consecuencia, a una predicción de sus posibles aconteceres.

Las características y operaciones básicas que operan en el paso de un nivel *intra* a uno *inter* son la *conmutabilidad* y la *transitividad*. La primera debe ser entendida como una forma de intercambio en la que se construye la capacidad para integrar y establecer un nuevo concepto de espacio al identificar una condición de llegada con una de salida. La transitividad va de la mano con la conmutatividad e implica la capacidad de transferir una propiedad de un dominio a otro, dentro del espacio creado previamente. Ambas permiten desarrollar el concepto de *reversibilidad*, manifiesta como un flujo de materia-energía, de informaciones entre dos dominios. Esta última propiedad, junto con la recursividad y la reciprocidad, constituye las tres operaciones básicas para pasar de un nivel *inter* a uno *trans*. Ambos niveles a su vez implican un rebasamiento de fronteras, en el paso del *intra* al *inter*, se trata de la frontera entre el las coordinaciones del objeto hacia las del subsistema, y en el caso del paso del *inter* al *trans*, son rebasamientos de las coordinaciones de los subsistemas hacia sistemas integrados, donde se presenta un nivel fuerte de correspondencias y transformaciones de estructuras.

61. Sintetizamos a las *operaciones intra-sistémicas*, como propias de un dominio en construcción inicial de conocimiento —pre-operatorio— y en ellas solamente se articulan las primeras relaciones y elementos con que interactúa el sistema. Las operaciones básicas son las comparaciones, correspondencias y formas básicas de agrupamiento al interior del objeto y/o sistema. Estas operaciones son las primeras diferenciaciones —caso de las comparaciones— e integraciones —caso de las correspondencias—, que establecen relaciones desconectadas entre sí y potencialmente vinculadas entre sí.

<b>Nivel INTRA</b> <b>Operatorio / sistémico</b>	<b>NIVEL INTER</b> <b>Operatorio / sistémico</b>	<b>NIVEL TRANS</b> <b>Operatorio / sistémico</b>
Nivel centrado en el análisis de las propiedades y características de casos particulares del sistema sin establecer vínculo con otros sistemas.	Nivel centrado en la comparación de similitudes y diferencias entre las características y propiedades en los casos, estableciendo nuevas correspondencias.	Nivel centrado en la construcción de estructuras que vinculan a los casos dentro de una forma organizada y con nuevas propiedades.
Operaciones orientadas al nivel exógeno, de propiedades extrínsecas del sistema.	Operaciones orientadas al nivel de propiedades exo-endógenas del sistema.	Operaciones orientadas al nivel endógeno, de propiedades intrínsecas del sistema.
Operaciones orientadas a la asimilación de los observables del objeto, considerados como "hechos" dentro de esquemas de acción y esquemas conceptuales, así como su acomodación en dichos esquemas.	Operaciones orientadas a las abstracciones empíricas y Generalizaciones inductivas o extensionales entre subsistemas.	Operaciones orientadas a las abstracciones reflexivas y Generalizaciones completivas entre subsistemas y el sistema como totalidad relativa.
Nivel equivalente al desarrollo de operaciones internas.	Nivel equivalente al desarrollo de operaciones concretas, vinculadas a los observables.	Nivel equivalente al desarrollo de operaciones formales, vinculadas a la lógica y a las matemáticas.
Nivel del descubrimiento de las acciones operativas del sistema, de sus propiedades internas y consecuencias, de sus limitaciones. Primeras correcciones a contradicciones y lagunas internas. Creación de un sistema de correcciones y operaciones básicas.	Nivel del descubrimiento de relaciones de elementos internos no semejantes y con otros sistemas semejantes. Primeras inferencias reflexivas y de generalización basadas en analogías. Uso de la negación para resolver conflictos y desarrollar las posibilidades de disociación y de reversibilidad.	Nivel del descubrimiento de transformaciones hacia nuevas organizaciones comunes a varios sistemas. Definición de nuevas estructuras. De la Maximización en procesos de regulación.
Nivel que distingue el orden, la seriación y primeras clasificaciones.	Nivel que distingue el inicio de actividades de coordinación e inferencia de las operaciones Intra. Clasificaciones.	Nivel que integra relaciones disjuntas e imbricadas. Organización de grupos de relaciones.
Nivel de organización de esquemas de acción específicos. Primeras organizaciones en grupos.	Nivel de organización de estructuras propias de cada subsistema. Organización de grupos más elaborados.	Nivel de organización de estructuras comunes entre subsistemas y sistemas.
Las operaciones básicas son las comparaciones, correspondencias y formas básicas de agrupamiento al interior del objeto y/o sistema.	Operaciones de asociación en términos de conjuntos y seriaciones, como coordinaciones entre correspondencias y entre transformaciones. En ellas se incluyen las propiedades de conmutabilidad y transitividad más asociadas al dominio de los observables.	Desarrollo de las permutaciones —entendidas como una reorganización de seriaciones, y las combinaciones, —entendidas como clasificaciones generales de clasificaciones más específicas a partir de la distinción de elementos comunes (intersecciones).

**Cuadro 4.1** Síntesis de operaciones en los mecanismos inter, intra y trans operatorios

62. Las *operaciones inter-sistémicas* son propias de objetos y sistemas con un conjunto de operaciones concretas y elementales para constituir primeras asociaciones en términos de conjuntos y seriaciones, como coordinaciones entre correspondencias y entre transformaciones. Estas operaciones son nuevas diferenciaciones —caso de las seriaciones— e integraciones —caso de los conjuntos—, que establecen relaciones potencialmente más vinculables entre sí, como es el caso de las coordinaciones de correspondencias (nuevas formas de integración) y las transformaciones (nuevos niveles de diferenciación, y consecuentemente, de significación). En ambos casos se desarrolla la conmutabilidad y transitividad mediante las cuales es posible un nuevo nivel de estructuración, además de desarrollar el componente cualitativo y consecuentemente valorativo, en las relaciones que construye el sujeto. Son operaciones que permiten desarrollar además, nuevas operaciones asociadas a la reversibilidad, a la recursividad y a la reciprocidad. Por último, incluyen elementos de generalización y abstracción más de carácter empírico —requiriendo de actividades y movimientos de interacción con el medio—, que reflexivo, implicando movimientos internos del sistema.
63. Finalmente, las *operaciones trans-sistémicas* son propias de un dominio en desarrollo con relaciones menos explícitas respecto a una evidencia empírica y más implícitas en el dominio de las coordinaciones que exigen nuevas coordinaciones neurales y que se identifican en el dominio de la lógica y las matemáticas. Se trata de una forma más desarrollada que en la etapa anterior y de una formulación de operaciones entre operaciones que equivalen a un primer nivel de construcción de segundo orden, es decir, se generan relaciones que permiten un nuevo nivel de reflexión sobre niveles de reflexión previos. Conduce a un nivel de generalización y abstracción reflexivas que toman en cuenta elementos comunes —isomorfismos— entre las agrupaciones y conjuntos. En este nivel se desarrollan las coordinaciones lógico-matemáticas propias de los procesos hipotético-deductivos.

*Hacia una epistemología del conocimiento científico*

64. El aporte más significativo de esta conceptualización sobre el proceso cognoscitivo radica en su aplicación a la evolución del pensamiento científico. García enfatiza que no se trata de poner en

correspondencia las sucesiones de naturaleza histórica con aquellas que revelan los análisis psicogenéticos, sino de mostrar que los mecanismos de pasaje de un período histórico al siguiente son análogos a los pasajes de un estadio psicogenético al estadio siguiente (García, 1982;50)

65. El caso de la geometría es muy ilustrativo para demostrar la existencia de estos tres mecanismos en el desarrollo de los procesos cognitivos. García (2000) hace una disección muy meticulosa del desarrollo histórico de la geometría a partir de la Geometría Euclidiana, que se caracteriza por desarrollar esencialmente operaciones a nivel *intra*-figural. Explica el proceso de transformación cognoscitiva que se fue dando hasta el surgimiento de la Geometría Analítica con Descartes, dentro de una etapa *inter*-figural con atención especial a las razones por las cuales no se dio antes, para terminar el desarrollo de la disciplina en la etapa *trans*-figural con las Geometrías no-Euclidianas de finales del siglo XIX.
66. El análisis epistemológico que hace García se ocupa de la génesis y de los procesos de construcción de los conceptos centrales sobre espacio y desarrollo de estructuras lógicas y matemáticas, así como de sus re-estructuraciones y de las formas de los mecanismos de una etapa a otra. La explicación de este conocimiento parte de la construcción de las relaciones internas entre los elementos de las figuras o cuerpos Euclidianos. En este caso apreciamos que la explicación que se da de ellos —basada en los cinco postulados euclidianos— deriva de las relaciones dentro del espacio de dichas figuras y cuerpos. El discurso de explicación se fundamenta en los postulados y axiomas que se gestan en las relaciones y propiedades derivadas de las figuras, no hay un elemento de referencia común entre dos figuras o cuerpos en situaciones espaciales diferentes, cada figura tiene su “espacio práctico... y su propiedad” (4#26). Un ejemplo visual lo tenemos en el dibujo de una niña o niño que pinta la chimenea inclinada sobre el techo —ya inclinado— de una casita. En este caso la referencia del dibujo de la chimenea es el techo mismo y ésta debe estar perpendicular al techo, aunque se vea inclinada.<sup>12</sup> Todas las demostraciones euclidianas tienen como referencia un elemento de la misma figura

<sup>12</sup> Si la chimenea de la casita apareciera recta —vertical con respecto al espacio global de la hoja donde se dibuja— el ángulo de la chimenea no respondería a su relación con el espacio del techo —relación *intra*—, sino al espacio de todo el dibujo —relación *inter*.

—en su mismo espacio—, y esta forma de hacer geometría perduró por varios siglos al no reconocer algún tipo de transformación de las relaciones dentro de las figuras y cuerpos dentro de un espacio común a todas ellas. No existía dicho concepto de espacio común. Epistemológicamente se explica el estancamiento por la insistencia en relaciones *intra*-figurales orientadas a la visión exógena de la figura que incluye a su propio espacio —como la primera concepción del espacio del niño, íntimamente asociado al objeto que palpa—. Es una concepción basada en las propiedades extrínsecas, visibles, del objeto que incluso están además frenadas por la falta de un desarrollo temático de otras disciplinas, como el álgebra, que podrían contribuir a ofrecer nuevas formas de conceptualizar las relaciones entre las partes de las figuras y entre ellas.

67. García señala dos componentes que permitieron ir modificando la concepción *intra*-figural de la geometría: el desarrollo de nuevas formas de relacionar las posibilidades del álgebra con la geometría —como lenguaje de traducción, por el uso del concepto de función y de sus posibilidades de transformación y estructuración—, y una re-conceptualización del espacio, menos individualizado a las figuras y formas en torno a las geometrías y con más capacidad de ser generalizado. Estos aspectos permitieron conceptualizar las transformaciones posibles de las figuras al ser proyectadas a lo largo de líneas convergentes y al poder establecer la correspondencia entre un punto y dos números, entre una línea y una ecuación, entre una matriz y un sistema de ecuaciones, tres de las posibilidades propias del álgebra. La concepción de estas correspondencias —entre álgebra y geometría— se va gestando a lo largo de varios siglos en las culturas china, griega y arábiga. Es Descartes —desde la conjunción de culturas en el siglo xvii— en Europa, quien sintetiza las correspondencias en lo que conocemos como Geometría Analítica. Desde esta nueva perspectiva, las figuras ya pertenecen a un nuevo espacio colectivo no individualizado, pero con un *sistema de coordenadas comunes a todas ellas*. Cada línea o superficie puede ser traducida a una función algebraica que puede a su vez ser transformada o estructurada dentro de nuevas formas de organización. Es posible establecer relaciones entre cada uno de los universos dentro de cada espacio euclidiano, ahora dentro de un espacio cartesiano. Son posibles los vínculos entre las figuras, y con ello se establecen relaciones *inter*-figurales.
68. Aunque no forma parte de la genealogía de la geometría, el cálculo

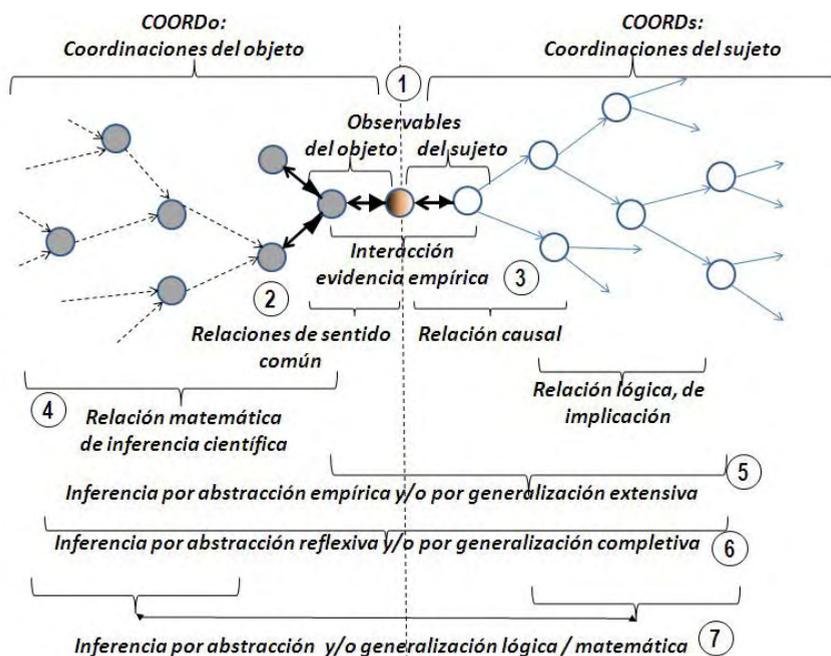
diferencial e integral, se debe en gran medida a la geometría analítica. Las transformaciones que se pueden derivar de las funciones algebraicas permiten establecer nuevas formas de generar nuevos conceptos matemáticos, que derivan en un cuerpo teórico de grandes implicaciones en el desarrollo científico. Un salto semejante lo dieron las denominadas Geometrías no-euclidianas, como una forma de las posibilidades de lo *trans*-figural. Se requirió de más de dos siglos para encontrar nuevas transformaciones sobre la conceptualización de las formas geométricas cartesianas. Fue nuevamente la reflexión sobre el tipo de transformaciones en el seno de la concepción geométrica del espacio y su vinculación con el lenguaje matemático, lo que propició el salto de la etapa *inter* a la *trans*-figural. Por un lado el permanente cuestionamiento de postulados que la amarraban a una concepción de espacio cartesiano, exigían modificarse, y por otro lado, su vinculación con el concepto de transformaciones de grupos, permitió encontrar una formulación que ya no dependía de dicho espacio ortogonal y permitía la formulación de transformaciones en las relaciones entre las figuras pero conservando un tipo de invariantes en ellas, elementos comunes que justifican la transformación y la relación *trans*-figural.

69. García enfatiza un aspecto esencial en estas transformaciones: “el pasaje de una etapa a la siguiente no está caracterizado por un período de ‘incremento’ en los conocimientos (con respecto a la etapa siguiente), sino por una reinterpretación total de los fundamentos conceptuales...” (García, 2000;107). Se trata de un proceso evolutivo en cual el conocimiento no procede linealmente por acumulación de conocimientos “sino que exige, cada vez que se accede a un nuevo nivel, la *reconstrucción* de lo que fue adquirido en los niveles precedentes. Se trata de una *reorganización* de los conocimientos, a la luz de nuevos puntos de vista, y de una reinterpretación de los conceptos de base”. (García, 2000;107). De acuerdo con él, estos mecanismos se encuentran en todas las disciplinas —con velocidades de asimilación diferentes y en circunstancias históricas propias en cada caso—, y no exclusivos del pensamiento científico. Además, también se encuentran dentro del proceso cognoscitivo de todo niño y niña, y un aspecto esencial de estos mecanismos es que, dentro de cada etapa —*intra*, *inter* y *trans*— de un dominio de conocimiento determinado, se presentan mecanismos de otras etapas (García, 2000;107), en una especie de recursividad.

70. Así pues, con este cuerpo teórico, que parte de la génesis de las relaciones cognoscitivas del sujeto en interacción con su entorno (otro sujeto u objetos), es posible ver cómo es que se van configurando relaciones y relaciones de relaciones que evolucionan con funciones iguales, pero con diferentes ritmos y estructuraciones. El juego de transformaciones en la mente cognitiva de los primeros años de vida de un individuo es equivalente al juego de transformaciones que ha tenido el pensamiento de la humanidad a lo largo de la historia, concretamente el pensamiento científico. La interpolación de estas analogías hacia el dominio de los individuos en su comportamiento social podría ser directa, sin embargo ello implica distinguir entre desarrollo y construcción de conocimiento, tema polémico que es necesario seguir reflexionando y discutiendo si es pertinente o no, uno u otro en el contexto social, y cuando aplica uno y cuando el otro.

En nuestro caso, partimos de que la relación que establece el equipo de investigación entre sí para enriquecer su investigación interdisciplinaria, junto con los actores del problema y con el sistema adaptativo, enfrenta el reto de las transformaciones cognoscitivas que pueden llevar a cabo como sistema no trivial. Esto, tanto en el desarrollo del conocimiento en las actividades que se investigan, como en la construcción de las nuevas posibilidades que emerjan de ello. Con ello es posible descentrar el ciclo de reiteraciones —o ciegas recursividades— y salir del estancamiento al que puede estar asociado el problema práctico que enfrentan. Finalmente, los actores cognoscentes pueden construir las relaciones *intra*, *inter* y/o *trans*-sistémicas que sean necesarias para encontrar nuevos horizontes en el desenredo del problema y en la re-equilibración que ofrezca un nuevo orden, adaptado, acoplado e integrado con su entorno.

71. Para concluir este capítulo, en la figura 4.11 sintetizamos los tipos de relación y las inferencias piagetianas. Señalamos también la asociación entre las relaciones de los observables del objeto con las relaciones que se construyen en el discurso del sentido común, así como las relaciones lógico-matemáticas propias de las coordinaciones del sujeto, relaciones que constituyen las teorías y conocimientos de dominio externo. Este mapa de relaciones y tipos de inferencia nos permite visualizar la ubicación de las operaciones cognoscitivas, no sólo desde la Teoría de las Equilibraciones, que siempre distingue los niveles de las relaciones causales que interactúan con el dominio



**Figura 4.11** Mapa de relaciones e inferencias entre los observables y las coordinaciones del objeto y el sujeto.

empírico, sino también desde las relaciones de implicación que abarcan un largo trayecto que va desde la organización en esquemas de acción y estructuras de asimilación, hasta las relaciones de implicación que integran los subsistemas del gran sistema cognoscitivo. En cada caso hay diferentes niveles de regulaciones y compensaciones que propician las re-equilibraciones en las coordinaciones. Es evidente que también en este mapa tienen cabida los tres mecanismos que propone García, y que la secuencia que va del dominio empírico —asociado a los niveles intra e inter-operatorios—, al nivel de las coordinaciones lógico matemáticas, propias de los niveles —inter y trans-operatorias, marcan una línea de evolución y transformación que nos permite dar sentido y cierto *nivel de expectativa*, sobre la secuencia posible de las transformaciones cognoscitivas y consecuentemente, de los procesos cognoscitivos que determinan los cambios sociales.

De esta manera, hemos visto en este capítulo cómo es posible tejer un conjunto de operaciones epistemológicas que nos permiten relacionar las coordinaciones y observables de los objetos de conocimiento con los observables y coordinaciones del sujeto cognoscente. Dicha relación muestra la continuidad posible entre las operaciones elementales del sujeto, como son las distinciones y diferenciaciones, las formas de estructuración e inferencia, y especialmente los procesos de equilibración, que conducen a las formas de desarrollo del pensamiento lógico-matemático. He querido sintetizar la coherencia y consistencia de las formulaciones de Piaget y García dentro de un discurso apoyado en representaciones gráficas que pretenden establecer analogías con las representaciones derivadas de una conceptualización cibernética y biológica que analizaremos en el capítulo sexto. En el siguiente capítulo veremos la conformación de un pensamiento sistémico que puede conjugarse con las formulaciones epistemológicas referidas en este capítulo y que, al tejerse de manera interdisciplinaria —¡nuestro gran reto!—, nos permitirá lograr mejores comprensiones/explicaciones del proceso de análisis de problemas sociales y de la construcción de un instrumento computacional para enfrentar lo complejo en ellas.



## CAPÍTULO 5 PERSPECTIVA SISTÉMICA Y PENSAMIENTO SISTÉMICO

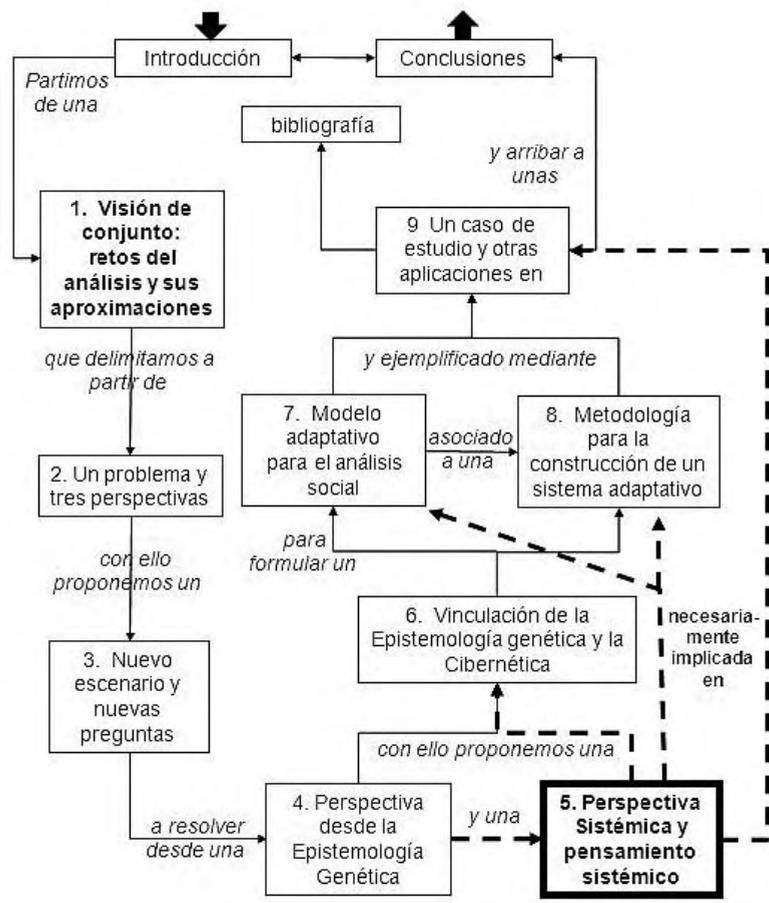
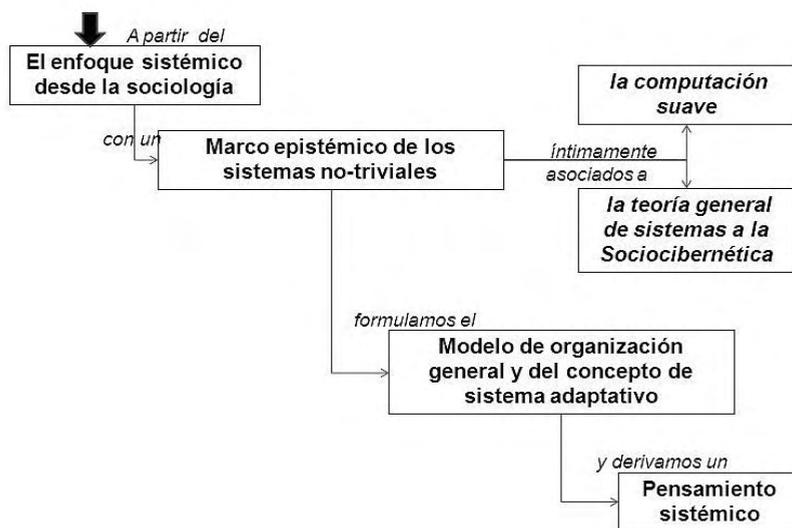


Figura 5.A El capítulo 5 dentro del libro.

En el segundo capítulo nos planteamos varios retos que enfrenta el análisis sociológico. Las implicaciones que tiene aplicar una técnica cuantitativa en el escenario A desde una disciplina, así como una cualitativa, en el escenario B. Presentamos en el capítulo tercero, un tercer escenario, el C, en el que se tratan de integrar ambas perspectivas para tomar lo mejor de ambas y enriquecer nuestra visión sobre las posibilidades de comprensión del problema. En aquel capítulo señalamos los retos que cada nivel de observación enfrenta y las ventajas y desventajas de dichas técnicas. Asimismo, abrimos la pregunta por el marco epistémico, conceptual y metodológico de la estrategia propuesta, así como por la manera en que se operacionalizaría.

En el cuarto capítulo delimitamos el marco epistémico que nos permitirá responder a las preguntas y establecer las bases para construir nuestras propuestas de solución a los problemas sociales planteados. Presentamos una semilla de partida desde la Epistemología genética y bosquejamos un esquema conceptual del proceso cognoscitivo para establecer la forma de construcción de las respuestas a nivel conceptual. Pero aún está haciendo falta atender a la forma del instrumento que nos permitirá llevarla a cabo. En este capítulo sintetizaremos el contexto para formularlo a partir de la génesis del enfoque sistémico en la Sociología.



**Figura 5.B** Visión de conjunto del capítulo 5.

Posteriormente delimitaremos el marco epistémico de los sistemas no-triviales (es decir, según veremos, aquellos que pretenden abordar la complejidad), con especial atención en los principales temas y teorías de la llamada *computación suave*, y también recorreremos el trayecto que va de la Teoría General de Sistemas a la Sociocibernética, para delimitar con estos elementos, el contexto de nuestro concepto de sistema adaptativo. Terminaremos el capítulo con una síntesis de ideas que conforman un pensamiento sistémico derivado de los elementos anteriores, y que integramos a la Epistemología genética en el capítulo sexto.

### 5.1 El enfoque sistémico

1. Uno de los primeros retos que enfrenta cualquier disciplina es el de nombrar su objeto de estudio y asociarle propiedades que le permitan explicar su constitución y comportamiento en el tiempo. En el caso de la sociología, el objeto de estudio más importante es el de sociedad y, derivadas de él, sus formas posibles que van desde la comunidad, el grupo, la institución, o la familia, hasta cualquier otra forma de interacción entre individuos. Las unidades de análisis más importantes en dichas totalidades relativas toman en cuenta la *estructura*, que determina su constitución y axiología, y las *funciones*, que determinan sus comportamientos y modos de expresión. Podemos decir así que el equilibrio de la unidad de observación de un objeto de estudio sociológico estará determinado por la relación entre sus estructuras y funciones. Según veremos más adelante, si damos mayor prioridad a las estructuras, el equilibrio y la resistencia al cambio tenderá a permanecer como prioritario en la conceptualización de dicha unidad y conducirá a los *estructuralismos*. Por el contrario, si damos prioridad a las funciones, el énfasis estará en las funciones y derivará en *funcionalismos*.
2. Ambas perspectivas tienen como antecedente el desarrollo de un *mecanicismo* basado en leyes físicas y funciones derivadas de un concepto que emula, con mayor o menor grado de rigidez, la mecánica complicada —y no aún la compleja— de la naturaleza. Por otro lado, existe la posibilidad de equilibrar los atributos asociados a las estructuras y funciones y con ello pensar en *procesos* no sólo de modos de expresión sino de re-estructuración, más o menos estables. El *enfoque sistémico* que estamos aventurando aquí, se ubica en esta dirección.

3. En cualquier caso la explicación del cambio es el reto central. Para la perspectiva basada en estructuras es muy difícil de lograr ya que implica un cambio en las relaciones esenciales —especialmente las valorativas— que explican una totalidad. En el caso de las funciones, el cambio implica también una transformación de relaciones dinámicas, y dado que han sido asociadas generalmente a funciones análogas a las de los seres vivos, los cambios dependen del concepto esencial de dicho organismo, y queda fuertemente determinado por la concepción de evolución vigente y características de comportamiento biológico.
4. La sociología inició el modelado de la sociedad a partir de la analogía que Comte (2000) estableció en los años cincuenta del siglo XIX, entre los comportamientos sociales y los comportamientos y constitución de las leyes físicas postuladas durante la revolución industrial, derivadas, a su vez, de la concepción de ley natural establecida por Galileo y el método científico inaugurado por Newton en el s. XVII. El resultado fue *una sociología física* que modeló los procesos sociales muy a la manera de la mecánica newtoniana. De aquí la concepción de un equilibrio mecánico entre las partes de la sociedad en cuestión, derivada de los atributos de sus leyes y método propuestos. El resultado no fue convincente y para mediados del siglo XX cobró mayor auge la perspectiva *funcional-estructuralista* —y no al revés, la estructural-funcionalista, que conduce a una concepción diferente en la dinámica social— y que derivaría en una primera concepción *procesual*. Si bien con ella se iniciaba la conciliación de una fuerza diacrónica de lo funcional con una fuerza sincrónica de lo estructural, no pudo explicar el problema del cambio social, porque las concepciones de equilibrio y cambio social fueron sensiblemente sesgadas por el discurso científico dominante que impuso el control que más convenía al poder. Operaba más un estructural-funcionalismo. La sociología y en general las ciencias sociales adolecieron de estos “inconvenientes” y en ello radica en gran medida su retraso respecto a los desarrollos que tuvieron la física y las ciencias naturales, en las que sí fue posible crear las condiciones necesarias para propiciar cambios de estado en los fenómenos físicos y naturales que quedaban dentro de su espacio de trabajo, y dentro de las posibilidades de inferencia empírica del método científico. Tal el caso de la leyes de los gases, de la dinámica de fluidos newtonianos o incluso de la termodinámica clásica, que hacen a un lado los caprichos naturales, o los enca-

balgamientos en las turbulencias, como los que se dan en comportamientos de partículas subatómicas, los fluidos no newtonianos o los climáticos, entre otros.

5. Por otro lado, al término de la segunda guerra mundial nació también una nueva perspectiva procesual dentro del enfoque sistémico en las ciencias físicas y naturales, que asoció a las computadoras con la actividad científica en general. A partir de esta perspectiva se da un fuerte énfasis al método hipotético deductivo y se propició, paradójicamente, un fuerte desarrollo sobre todo en las estrategias no analíticas para resolver una gran cantidad de problemas tecnológicos en el ámbito de las ciencias físicas y naturales. Es el caso de la *investigación de operaciones*, una primera manifestación del conocimiento como convergencia temática y disciplinaria. Se trata de un conjunto de técnicas y teorías orientadas a la solución de problemas asociados al control de proyectos, a la teoría de juegos, a la teoría de colas, a los problemas de transporte y a la programación lineal, especialmente presentes en el trabajo disciplinario de las ingenierías (Taha, 1995). En todos los casos, la solución matemática está basada en las estrategias de solución de los *métodos numéricos* (Chapra y Canale, 1999) y (Curtis, 1991), como una forma de convergencia cognoscitiva, a partir de algoritmos que dan solución numérica —esto es, con base en operaciones aritméticas que emulan las funciones teóricas de las soluciones analíticas— a los problemas que no tienen solución analítica. Estos desarrollos tecnológicos proporcionaron al conocimiento científico una fuerza que propició el auge exponencial de los sistemas computacionales “duros”, los que realmente construyeron los desarrollos y obsesiones civilizatorias a partir de la segunda parte del siglo xx.
6. Paralelamente, en la segunda parte del siglo xx, las ciencias sociales hicieron un nuevo giro hacia la perspectiva sistémica que se había estaba gestando en las ciencias físicas y naturales. En aquellas se desarrolla una concepción teórica fuertemente enraizada todavía en la estructura y en la permanencia de la sistematización de los cuerpos teóricos, que tiene como primeras manifestaciones —en los primeros años del siglo xx— la perspectiva sistémica de Wilfredo Pareto (1947), pasando por las propuestas de George Homans, Pitrim Sorokin y Talcott Parsons, descritas en Buckley (1993) y Ritzer (2000), entre los más significativos. En ellas, es la concepción de la sociedad la que se configura como sistema, pero la operacionalización de los

conceptos<sup>1</sup> —especialmente los dinámicos— y de experiencias y conductas,<sup>2</sup> implicaron retos insuperables, no sólo por la naturaleza en la concepción de la dinámica del cambio, sino también por la falta de elementos que propiciaran una continuidad funcional y admitieran invariaciones posibles. El uso que se le dio a la computadora se orientó entonces al tratamiento estadístico de los datos asociados a técnicas esencialmente cuantitativas y, hacia los años setenta, a las propuestas teóricas de la modelización de los procesos de cambio. Será hasta la última década de los años noventa que se empezarán a aplicar las computadoras para el análisis cualitativo de dichos datos y con ello se inician nuevas posibilidades para el análisis de la sociedad.

7. Pero durante la década de los sesenta del siglo xx se gestó también una concepción sistémica que se ubicó en una zona intermedia entre las ciencias físicas y naturales, y las sociales y humanistas. Se trata de una concepción más ambiciosa e integradora que las anteriores: la *Teoría General de Sistemas* de Ludwig von Bertalanffy —propuesta desde 1955 y aceptada a partir de 1968—, una teoría que involucra conceptos de diferentes disciplinas, especialmente de las matemáticas, las ingenierías, la biología y la cibernética, dentro de una visión de conjunto multidisciplinaria. Se trata de una nueva configuración de totalidades relativas bajo la concepción de sistema, nuevamente con raíces orgánicas —Bertalanffy era biólogo—, pero bajo una idea de integración que es derivada del sistema de ecuaciones diferenciales que representa al modelo de un sistema de cómputo. Cuando el sistema de ecuaciones incluye a la mayoría de los coeficientes, hay interacciones entre todos los elementos del sistema y, en consecuencia, se puede hablar de una totalidad (Bertalanffy, 2000;68). Aunque

<sup>1</sup> Es a través de las operaciones lógicas (y, no y o), y de la suma como operación fundamental de la aritmética, que es posible la operacionalización de los conceptos a la que hacemos referencia. La operacionalización de conceptos —de la sociología y psicología, entre otras disciplinas— implica una primera transformación a un lenguaje epistemológico, que en nuestro caso es la Epistemología genética de Piaget, que tiene correspondencias significativas con el lenguaje de las matemáticas y de ahí la vecindad con un lenguaje cibernético y sistémico que nos permite operacionalizar las conceptualizaciones del modelo adaptativo.

<sup>2</sup> La operacionalización de conductas y experiencias también implica el uso tanto de las operaciones lógicas y aritméticas, como de las operaciones cibernéticas que tienen correspondencia con las epistemológicas, y que permiten modelar las operaciones derivadas de las relaciones empíricas del sujeto, así como las operaciones derivadas de las relaciones de implicación, que no tienen evidencia empírica pero que son derivadas de ellas.

puede incluirlas, esta teoría no desarrolla sus conceptos desde las Ciencias Sociales, sino desde la perspectiva de modelado con base en sistemas dinámicos. Parte de un modelo matemático con soluciones analíticas o numéricas y de un concepto de reversibilidad que les permite estimar equilibrios mecánicos o conceptualizaciones basadas en el comportamiento “normal” y aparentemente no sesgado de los objetos de estudio. Con esta propuesta se inicia una concepción que enfrenta implícitamente *lo complejo*, porque exige de nuevas formas para enfrentar los retos en las diversas modalidades que adopta el sistema de ecuaciones en el modelo (Bertalanffy, 2000; 54-91). En la siguiente sección sintetizamos los autores y los conceptos que derivaron de la teoría de este autor y que enmarcan la propuesta que haremos sobre el modelo y sistema adaptativo, para el análisis social.

## 5.2. Marco epistémico de los sistemas no-triviales

Presentamos en esta sección una síntesis de los temas relacionados con la *computación suave* que serán referidos en el modelo adaptativo. Su uso no será tal y como se hace en las aplicaciones de la computación suave, sino que a partir del análisis de los conceptos que ellos implican, tomamos aquellos que son pertinentes para la perspectiva del modelo adaptativo.

### *De la computación suave*

8. En la misma década de los años sesenta —quizá la década más importante del siglo, dadas las transformaciones sociales, culturales, científicas y tecnológicas que en ella surgieron—, aparecieron los desarrollos de la inteligencia artificial y asociados a ellos, las temáticas asociadas a la *computación suave*, constituida por un conjunto de teorías que ya no pretendían ser exactas en la concepción de sus cálculos, sino pretenden solamente aproximarse a las formas de razonamiento, memoria y aprendizaje de los procesos cognoscitivos.
9. La computación suave inicia con la propuesta de una teoría que generaliza y formaliza una lógica de múltiples valores. Reconocida como *Lógica borrosa o lógica difusa* (Zadeth, 1994), esta propuesta está basada en un tipo de función, denominada “función de pertenencia” (*membership function*) que permite establecer una correspon-

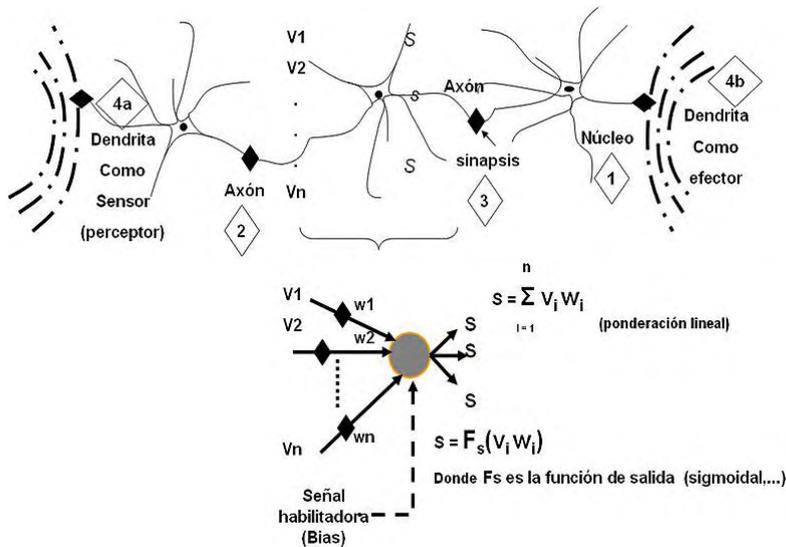
dencia entre un dominio lingüístico y uno numérico. Esta función realiza con ello una “borrosificación” (*fuzzification*) —término equívoco que más que borrar o aludir a lo borroso, genera tonos intermedios entre los valores posibles, distantes y antagónicos asociados a un concepto, especialmente en propiedades y caracterizaciones. Dichos tonos corresponden a matices del concepto implicado y se distinguen por diferentes valores numéricos normalizados que tienen a su vez una correspondencia con enunciados lingüísticos. De esta manera se crea una tabla entre enunciados lingüísticos y valores numéricos. Esta correspondencia, formalizada como función, considera en consecuencia un grupo de enunciados, representados —cardinalizados— por números como un conjunto con el cual es posible operar desde la teoría de conjuntos. Las operaciones a que están sujetos los nuevos conjuntos, son las clásicas de la teoría de conjuntos (adiciones e intersecciones principalmente), a partir de las cuales se pueden hacer inferencias de acuerdo a la lógica de interacción entre dichas funciones o conjuntos. El paso final consiste en una desborrosificación (*defuzzification*) que transforma valores numéricos a enunciados. La lógica borrosa se usa en múltiples aplicaciones<sup>3</sup> y constituye un recurso fundamental para las demás aplicaciones de la computación suave.

10. Ya a partir de los años cuarenta (McCulloch y Pitts, 1943), el desarrollo de modelos que emularan las redes neuronales inició la búsqueda de estructuras y formulaciones entre los elementos que están en una red, a partir de la cual se pudieran hacer inferencias sobre un conjunto de casos conocidos —pares de datos y resultados. En esta misma línea se siguieron desarrollando múltiples propuestas de las que hoy en día se mantienen dos muy relevantes: las *redes neuronales asistidas* —RNA— y las *redes neuronales auto-organizadas* (SOM). Ambas se concretan en un sistema de ecuaciones que emulan una macro-función o proceso para obtener un resultado determinado.

<sup>3</sup> Ejemplos de funciones de membrecía son: una lista de enunciados sobre el grado de apertura de una válvula — completamente abierta (1), ligeramente cerrada (0.8), medianamente abierta (0.6), y completamente cerrada (0.0) —, en el que los valores numéricos son los indicados entre paréntesis. También podemos ejemplificar con una relación entre comportamientos anímicos: completamente feliz (1.0), medianamente feliz (0.6), débilmente feliz (0.3), etc., o incluso en términos de ligeramente enfadado (0.5), muy enojado (0.2) etc. En todos los casos, la definición del enunciado y los valores asociados dependen de la capacidad de su constructor, o del grupo que lo genera.

Las SOM están orientadas a describir un comportamiento de un grupo de datos, y las RNA, a formular un proceso de transformación entre datos y resultados. Más específicamente estas últimas son un conjunto de ecuaciones que emulan un conjunto de capas de neuronas conectadas entre sí (Quantrille y Lie, 1995). En las conexiones —equivalentes a los coeficientes del sistema de ecuaciones y a las sinapsis en las redes neurales— radican la memoria y la capacidad de solución de la red. Conocer sus relaciones, en términos de coeficientes, permite a la red procesar una gran cantidad de datos y obtener de ellos un resultado esperado. Lo que nos interesará tomar de estas redes es la función que tienen las sinapsis en las posibilidades de cálculo en las redes. Lo desarrollaremos con más detalle en los capítulos 7 y 8 en relación al modelo adaptativo y a los sistemas SiAs. Por ahora, es importante reconocer en ellas la capacidad de efectuar cálculos muy potentes que, junto a las funciones de pertenencia de la lógica borrosa, han permitido la construcción de sistemas “neuroborrosos” que a su vez han impulsado el desarrollo de muchos artefactos “inteligentes” a partir de los años noventa (Siagain, 2003 a y b, Choyran, 2000 y 2002, y Simpson, 1995). Por otro lado, las SOM se han orientado a reconocer patrones en diversos objetos de interés —perfiles de usuarios, rostros, tipos de letra, etc.— que por lo pronto no los consideramos dentro del modelo SiAs, pero que en una etapa posterior, las emplearemos para la construcción de funciones de pertenencia o funciones de interfase, como lo describiremos más adelante.

11. En la siguiente figura (5.1) mostramos un esquema que representa la disposición biológica de las neuronas —de tipo RNA— y su correspondencia con el modelo matemático de una neurona. En esa figura podemos ver que en la dendrita se da el contacto entre el sistema y su entorno. La dendrita es el sensor o receptor (4 a en la figura 5.1) de la energía derivada del contacto entre lo de afuera y lo de adentro, entre el observable del objeto y el del sujeto, de acuerdo con la perspectiva Piagetiana. Esta información se integra en una neurona que la reenvía a nuevas capas de neuronas, es decir, a otros cúmulos de neuronas que reciben información “modulada” o “filtrada” por los axones entre ellas (2 en la figura 5.1). Dichos moduladores no están explicitados en el modelo de las coordinaciones del sujeto de Piaget, pero sí están reconocidos como componentes que regulan, compensan y propician los diferentes niveles de significado y coordinaciones



**Figura 5.1** Representación de los componentes de una neurona artificial.

del sujeto (COORDs) entre las neuronas en el modelo cognoscitivo. Vemos así que el paralelismo entre este modelo y el descrito en la figura 4.4 es prácticamente exacto, incluso podemos ver que la expresión que usa Piaget (en 1 de la figura 4.5) corresponde a la expresión del balance energético de la neurona de la figura 5.1.

12. En la figura 5.1 mostramos la analogía entre un modelo simple de la red neural —RNA— desde la perspectiva de la biología y en la parte de abajo, un modelo simple desde la perspectiva de las matemáticas. Incluimos la expresión matemática en el núcleo de la neurona en términos de una suma de productos ( $V_i W_i$ ) que representan la información de una variable ( $V_i$ ), equivalente a la energía que transmite, afectada por la proporción de energía que debe pasar, representada por ( $W_i$ ) y que en su conjunto debe ser menor o igual a uno. La señal habilitadora indicada, permite conectar y/o desconectar la neurona en la red. Por otro lado, en la figura 5.2 mostramos la forma de organizar a las neuronas en tres tipos de capas y mediante la expresión matemática que representa un conjunto de ecuaciones. En ellas es posible identificar la presencia de las sinapsis de la red ( $W_{kj}$  y  $W_{ij}$ ) como coeficientes de las variables ( $X_i$ ). La obtención de estos coeficientes desde la perspectiva de las matemáticas y de la aplicación

correspondiente no es trivial e implica algoritmos sofisticados. Como veremos más adelante, los elementos que tomamos de este modelado de RNA son precisamente el tipo de ecuaciones y las interacciones entre variables y coeficientes en el sistema de ecuaciones, las cuales relacionamos con las relaciones entre los observables (OBSOs y s) con las Coordinaciones del sujeto (COORDs).

13. De esta manera, la forma que usaremos para modelar los nodos en el modelo adaptativo va a ser la misma que en una neurona artificial: los sensores corresponden a las variables de entrada, que envían su información a una neurona que las integra. Para ello el criterio de integración incluye la modulación que hacen los axones, los cuales son modelados como válvulas de control que dejan pasar la energía idónea para lograr un propósito dentro de la red. El lector podrá imaginar que los valores de estas aperturas de válvulas —correspondientes en el modelo matemático a los coeficientes del sistema de ecuaciones— son los resultados deseados y que se deben obtener mediante los algoritmos mencionados. Sin embargo, este enfoque no es el que usaremos en el modelo adaptativo. La distinción importante radica en que el sistema no estima autónomamente el valor de dichos flujos restringidos, sino que será el equipo de investigación el

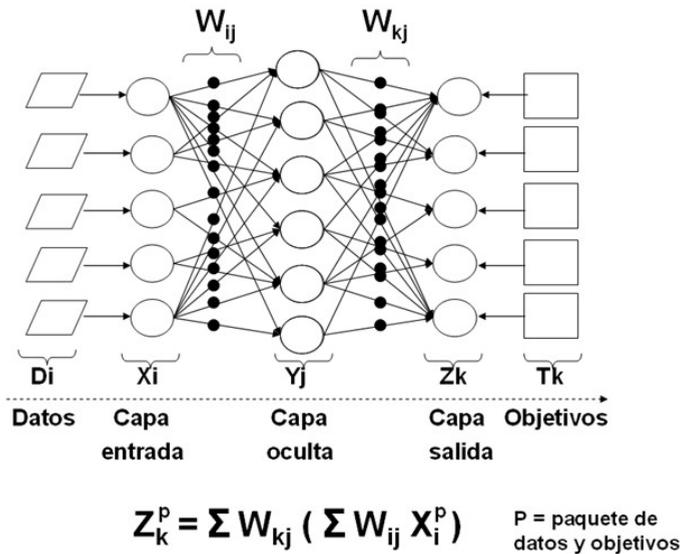


Figura 5.2 Representación de los niveles una RNA.

que los suministrará. Esta actividad la tiene que realizar en forma permanente porque ello determina la adecuada interpretación y valoración del tratamiento de los observables. Estos aspectos serán tratados con mayor detalle en el capítulo séptimo. Por ahora, lo relevante está en reconocer la pertinencia y la fuerte analogía que existe entre la concepción matemática de una red neuronal y la correspondencia que existe entre estos elementos y los conceptos Piagetianos en su teoría de Equilibración, aspectos que también seguiremos abordando en el próximo capítulo. Volvamos ahora a la perspectiva de las técnicas y teorías de la computación suave, un enfoque algorítmico que trata de emular los razonamientos del pensamiento humano.

14. Otra técnica que se asocia a la computación suave son *los sistemas expertos*. Si bien este tipo de sistemas ya se había iniciado desde la década de los años cincuenta, y se había agotado por los años setenta, con el surgimiento de la computación suave cobraron un nuevo impulso. Se trata de sistemas basados en estructuras condicionantes encadenadas que pueden reproducir esquemas de inferencia semejantes a los razonamientos que un “experto en la materia” podría generar. Una estructura condicionante es del tipo: “si <condición> entonces <acción>”, por ejemplo “Si <la temperatura es mayor a cincuenta grados> entonces <cierra la válvula>”. “Si <la valoración del director es buena> y <la de los maestros aceptable> y <la autoevaluación del alumno es deficiente> entonces <habrá que estimular al alumno>”. El conjunto de condiciones y acciones del sistema constituyen la “base de datos de conocimiento del sistema”.
15. La computación suave ha desarrollado otros temas que pueden ser usados creativamente en los modelos de las ciencias sociales (Zadeth, 1994). Tal es el caso de los *algoritmos genéticos y la programación evolutiva* que permiten encontrar soluciones a problemas que son planteados en términos de una o más funciones objetivo o funciones maximizadoras. Pero debemos enfatizar que la orientación que hemos dado hasta ahora en los sistemas adaptativos —que no está en línea con los propuestos por John Holland<sup>4</sup> (2004)— hasta el momento sólo hace uso de la función de pertenencia de la lógica borrosa, de

<sup>4</sup> Esta autor es considerado como el padre de los algoritmos genéticos y de los sistemas adaptativos —SCA— constituidos por meta-agentes con propiedades como agregación, mecanismos de identificación, no linealidad y mecanismos de flujo, así como diversidad y comportamiento

la función de los pesos en las redes neuronales asistidas y de la estrategia del encadenamiento de condicionamientos en los sistemas expertos para diferenciar valores que han sido integrados por diversos caminos. Estos elementos conceptuales son parte fundamental del modelo adaptativo que habremos de construir.

*De la teoría general de sistemas a la Sociocibernética*

16. De manera paralela al desarrollo de la computación suave, en el terreno de las ciencias sociales se ha ido configurando una perspectiva sistémica que, a partir de la Teoría General de Sistemas, integra nuevos elementos a la concepción sistémica de las ciencias sociales. Los programas de investigación desde la perspectiva sistémica que más relevancia han tenido son múltiples y solamente haremos referencia a algunos de ellos.
17. En primer lugar cabe mencionar la línea de la Teoría de Sistemas Suaves (TSS) encabezada por los trabajos de Checkland (2000), que procede de las primeras manifestaciones computacionales desarrolladas en la Investigación de Operaciones (sistemas duros) en torno a las ingenierías. La TSS reacciona ante las “revolturas y vaguedades de los sistemas duros” respecto a la organización social, incorporando aspectos éticos. Por otro lado, la Teoría Crítica de Sistemas (TCS) procede a su vez de la TSS pero con un enfoque crítico hacia un mejor balance y equidad en la aplicación de los conceptos. En este sentido, M. Jackson, por ejemplo, señala el sesgo de los sistemas en la TSS y propone procesos especiales para evitarlos. W. Ulrico también critica el impacto normativo en las aplicaciones impuestas de los sistemas y propone un programa de investigación para identificar las racionalidades instrumentales, estratégicas y comunicativas, abogando por un acercamiento crítico que opere dialógicamente entre todos los participantes y usuarios del sistema. Todos estos autores advierten los peligros de una automatización ciega que sesgue peligrosamente el uso de los sistemas computacionales, especialmente en la industria y en los componentes administrativos de las organizaciones sociales.

---

programables sujetos a la asignación de créditos y replicación por cruzamiento y mutaciones (Holland, 2004).

18. De relevancia significativa está, desde los años noventa, el proyecto identificado como *Principia Cybernetic Web*,<sup>5</sup> que nace desde Internet y se sigue desarrollando en ese medio. Desde entonces construye toda una arquitectura conceptual en torno a la Cibernética de primero y segundo orden, así como una perspectiva hacia los sistemas inteligentes. Dentro de los conceptos más relevantes de dicha propuesta, está la Teoría de Metasistemas en transición (*Metasystem Transition Theory*), que es el nombre que le dieron a una filosofía particular de la cibernética. El concepto central es el de “Metasistema en transición”, que es un proceso evolutivo en el que se generan niveles cada vez más altos de control y complejidad. Dentro de la arquitectura de su página, abordan prácticamente todos los temas de actualidad, desde las cibernéticas y los sistemas complejos adaptativos, hasta los constructivismos epistemológicos y modelos cognitivos. Sus constructores principales son F. Heylighen, C. Joslyn y V. Turchin.
19. Por otro lado, el *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*<sup>6</sup> es una revista que aborda los temas de mayor relevancia en la Simulación en las Ciencias Sociales, tema que veremos con mayor detenimiento en el capítulo octavo. En ella se encuentran los avances más significativos de la computación dentro de la Sociología. Las perspectivas son muy diversas pero cubren prácticamente todas las miradas en torno al uso de la computadora en la simulación de agentes sociales. Otra revista importante en el modelado de comportamientos inteligentes es el *Foundations Constructivism*<sup>7</sup> dirigida recientemente por Ernst von Glasersfeld. Es una revista que reflexiona sobre las diversas formas de constructivismos asociados al proceso de la cognición. Ambas revistas están íntimamente vinculadas con uso de sistemas computacionales.
20. La perspectiva sistémica del modelo adaptativo que proponemos aquí se ubica dentro de un grupo de investigación de la Asociación Internacional de Sociología (ISA), denominado como Sociocibernética. Este grupo tiene sus orígenes en los años ochenta y hacia finales de los noventa se consolida como comité de investigación (RC51) de la ISA. Esta línea de investigación basa su propuesta conceptual en dos autores, Walter Buckley (1993) y Niklas Luhmann (1998). Del pri-

<sup>5</sup> <http://pespmc1.vub.ac.be/> (última consulta, mayo 2011).

<sup>6</sup> <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/JASSS.html> (última consulta, mayo 2011).

<sup>7</sup> <http://www.univie.ac.at/constructivism/journal/> (última consulta, mayo 2011).

mero tomamos su concepción de adaptabilidad en los sistemas sociales y del segundo, algunos conceptos sobre la perspectiva sistémica y sobre todo la propuesta de integración entre las cibernéticas y las ciencias sociales y su vinculación con las matemáticas y la biología. Se trata de una integración multidisciplinaria que enfrenta lo complejo en un sistema social. En este grupo de investigación destacan varios autores que están aplicando la vinculación de la perspectiva sistémica a las ciencias sociales en general, cabe mencionar entre otros los trabajos de Hornung (2001, 2003 ayb y 2006), Lee (1998), Marcuello (2006), Misheva (2001), Djcum (2004), Mulej, Zanko y Potocan (2004), Lunca (2005), Biggiero (2005), Paetau (2006), Brier (2008) y Pintos (1995). Además de orientar a la Sociocibernética a la Educación, una génesis detallada está en Scott (2003), y una amplia revisión de trabajos en el tema en sus primeros años está en Geyer, F. y van der Zouwen (2006). Una excelente introducción está en Geyer (1995), Presidente Honorario junto con Walter Buckley y Bernd Hornung.

21. Walter Buckley (1993) formula una perspectiva sistémica de la sociedad que incluye en su núcleo los conceptos de *adaptabilidad*, entendida como la capacidad de generar alternativas y seleccionar la mejor para interactuar proactivamente (*feedforward*) frente a las irritaciones del entorno; *morfogénesis*, entendida como el proceso de transformación de las estructuras del sistema social, y *auto-organización*, como la capacidad para lograr grados de autonomía respecto al entorno donde cohabita el sistema.
22. Para Buckley, la adaptación es un proceso esencial en la relación sistema/entorno. Es una operación resultante de la organización interna del Sistema a partir de la cual logra discriminar y responder a las restricciones y ofertas del entorno. El sistema “se empata o hace juego” selectivamente a partir de sus elementos isomórficos, comunes a los de su entorno. Este proceso se hace mediante una operación de “mapeo”, es decir estableciendo como parte de su estructura interna relaciones de correspondencia recíproca entre elementos del sistema y elementos del entorno. Esto le permite al sistema codificar un subconjunto de las restricciones del entorno y transmitirlo como información a través de canales que propician una reestructuración, tanto a nivel fisiológico como psicológico (Buckley, 1967:491). Podemos apreciar que esta concepción va de la mano con las empatías referidas por Piaget 4#7 entre los observables del sujeto y los del objeto.

23. Por otro lado, Luhmann logra una propuesta epistemológica y conceptual esencial para la Sociocibernética con base en una integración multidisciplinaria que incluye: la teoría de sistemas desarrollada desde la cibernética de primer orden por Norbert Wiener; la cibernética de segundo orden o cibernética de la cibernética, de Heinz von Foerster (1996); la biología, desde la perspectiva de Humberto Maturana y Francisco Varela (1999); las matemáticas de Spencer Brown (1968), y las ciencias sociales, especialmente la Sociología de Talcott Parsons (1968). La teoría Luhmaniana es muy significativa y ejemplar para nuestra propuesta, dado que nos ha permitido tomar como guía varios criterios y elementos de su estrategia para lograr una mejor integración disciplinaria dentro de una perspectiva sistémica orientada al análisis de problemas sociales. Sin embargo, he considerado necesarias algunas distinciones con algunos conceptos de dicha teoría.
24. La idea germinal para Luhmann —y aquí una propuesta Sociocibernética sobre sistemas no-triviales— es la *diferenciación como punto de partida*, ya no la unidad. En ella incorpora conceptos de la matemática de Spencer Brown que está basada en *la distinción* como signo que incluye un adentro y un afuera, —equivalentes al uno y al cero— y a partir de ello, la posibilidad de ir generando el concepto de número, y consecuentemente un abecedario de signos matemáticos y de operadores y operaciones, todo lo cual posibilita una conceptualización sistémica y su aplicación en las ciencias sociales. De esta forma, la primera gran diferenciación a nivel epistemológico se da al considerar la necesidad de definir elementos a partir de relaciones, y relaciones a partir de elementos, de aquí que la primera diferenciación a nivel conceptual se establece con la relación *sistema/entorno*: no hay sistema sin entorno ni entornos sin sistemas, distinción análoga al par dentro/fuera. Este principio da un giro nuevo al concepto de sistema, como algo nunca independiente del entorno, esto es, nunca completamente cerrado y siempre acoplado a un contexto que lo determina parcialmente.
25. Desde la biología, Luhmann asume la concepción darwiniana de evolución y adaptabilidad, así como las contribuciones fundamentales de Maturana y Varela sobre los conceptos de: *clausura operacional*, que refiere al conjunto de principios autónomos del sistema sintetizados en sus códigos; *acoplamiento estructural*, que refiere al tipo de relación que tiene el sistema con su entorno; *autopoiesis*, que remite

a la propiedad que hace vivos a los seres biológicos y *auto-organización*, orientada a mantener la autopoiesis en estos sistemas.

26. La *autopoiesis*, que es la propuesta central de Maturana y Varela (1999) es definida como la auto-producción de los elementos y relaciones del sistema. Éstos, se vinculan mediante dos redes imbricadas: la que vela por su acoplamiento al medio y la que se mantiene cerrada ante el medio para mantener sus relaciones de especie. (Maturana y Varela, 1999:43). Esta concepción enfrenta el reto de explicar cómo es que un sistema biológico se autoconstruye a partir de los mismos elementos de que está formado y con los cuales se construye. Si bien Maturana y Varela lo postulan para los seres biológicos, incluidos el hombre y la mujer, Luhmann lo hace extensivo para la Sociedad. De esta manera, así como las moléculas interaccionan bajo funciones complejas para llevar a cabo la mitosis o reproducción celular, —y de aquí su auto-reproducción—, así también, de acuerdo con Luhmann, los constituyentes de la comunicación —conjugación permanente de distinciones, diferenciaciones y selecciones dentro de procesos cíclicos—, llevan a cabo la auto-reproducción de la sociedad.

Así vemos cómo el concepto de sistema adquiere una nueva dimensión a través de estas conceptualizaciones que toman en cuenta desarrollos más entretejidos, elaborados y cercanos a un modelo de desarrollo y cambio biológico que los considerados en el equilibrio estructural-funcionalista e incluso del procesual, cuyos modelos no incluyen la contribución multidisciplinaria. En la descripción de conceptos básicos que hago a continuación, incluyo ya las distinciones básicas respecto a las propuestas por Luhmann. Esencialmente radican en considerar gradientes en los conceptos asociados a la Clausura operacional, al Acoplamiento estructural y a los atributos de la Autopoiesis, especialmente en la auto-organización. Una segunda distinción es la consideración de un código binario que puede ser desagregado o desglosado en varios niveles o matices. De esta manera proponemos grados de clausura, acoplamiento y auto-organización, así como códigos desagregados para cada una de las redes de elementos/relaciones de dichos conceptos — que responden a grados de desarrollo o evolución del sistema en cuestión. La forma que adopta un sistema con estas características la podemos sintetizar en la figura 5.3, de acuerdo a la analogía con el sistema de la célula.

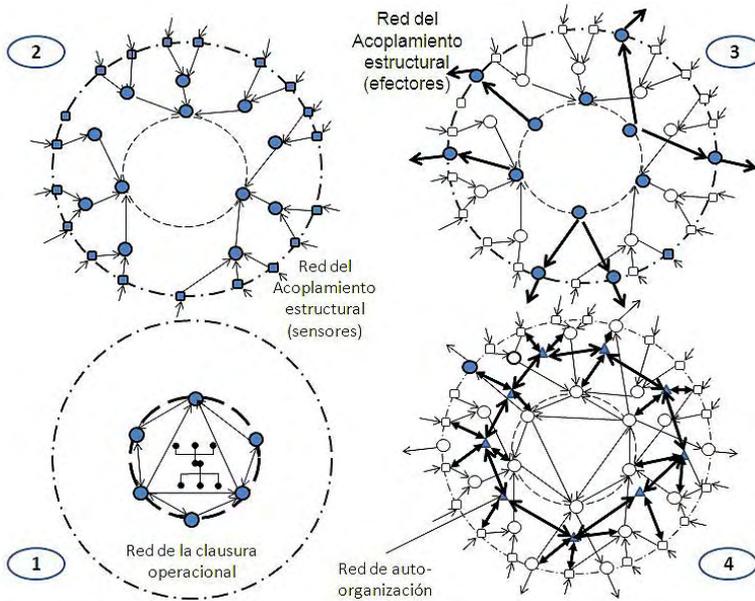
En la figura 5.3 apreciamos los tres componentes básicos propuestos en el modelo de Maturana y Varela: la *clausura operacional*,



**Figura 5.3** Representación de los subsistemas: clausura operacional, acoplamiento estructural y auto-organización del sistema.

que es el conjunto de principios establecidos en códigos jerarquizados que funcionan como una red (cerrada respecto al tipo de energía como informaciones pero abierta al tipo de energía como combustible para su operación) y corresponde al núcleo de la célula. El *acoplamiento estructural*, que corresponde a la membrana de la célula junto con los organelos que transportan energía del entorno al núcleo, y está conformado por una red que está constituida por: a) un conjunto de nodos, como sensores —que permiten la entrada de energía, como información al sistema—, b) por nuevos elementos vinculados a los elementos o nodos de la clausura operacional, y c) una red de efectores, que permiten la salida de energía como informaciones que genera el sistema. Y finalmente, la *auto-organización del sistema*, que está representada por una red de elementos que se relacionan con todos los demás elementos de la célula y lleva a cabo operaciones de eliminación, regeneración y control de operaciones.

27. Una visión más sistémica es la siguiente: En la figura 5.4 se muestra una representación de dichas redes. Se puede observar ahora desde el lenguaje de la biología, que la clausura operacional tiene un tipo



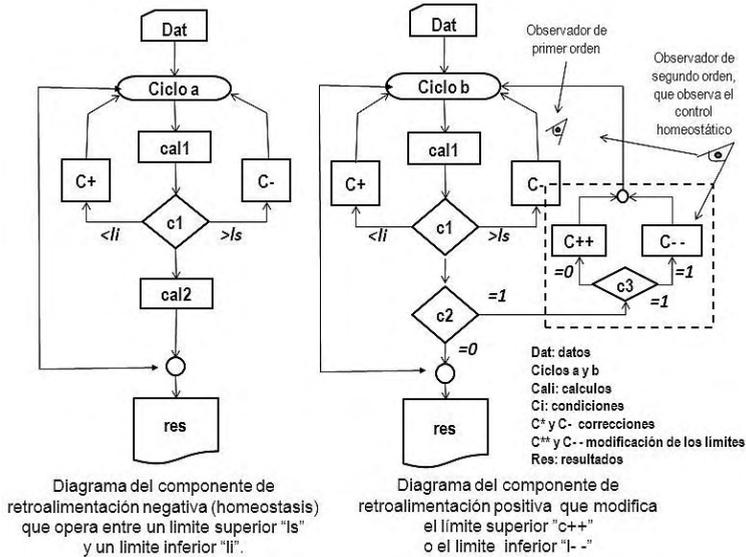
**Figura 5.4** Representación de las redes de la clausura operacional, del acoplamiento estructural y de la auto-organización del sistema.

de neuronas relacionadas con las neuronas de la red de acoplamiento y de la auto-organización (4 en figura 5.4). La red de acoplamiento se descompone en dos subredes, la que va de los sensores o dendritas que perciben información del entorno y la conducen al núcleo (2 en figura 5.4) y la red que lleva a cabo las acciones de respuesta del sistema, del núcleo de la célula a su entorno (3 en figura 5.4). Finalmente, la red de auto-organización (1 en figura 5.4) tiene relaciones con todos los elementos de las redes del sistema.

A partir de estas tres redes de elementos y relaciones, considerados como subsistemas esenciales de un sistema como la célula, es posible organizar y diferenciar funcional y estructuralmente las múltiples actividades en un sistema no-trivial. Con esta organización general, consideramos que la configuración de problemas complejos permite una visión más clara que puede ser considerada como una *totalidad relativa* —como hemos definido en la nota en 1#31, en la que enfatizamos el carácter heterogéneo de atributos, tendiente a la mayor aproximación posible con la realidad que representa.

28. Volviendo a la propuesta de Luhmann, la integración que hace desde la sociología, se da, entre otros, a partir de los conceptos usados por Parsons (1968) —quien a su vez, integra ya las perspectivas de Weber, Durkheim y Pareto—. Algunos de estos conceptos son los referentes a “la acción como sistema”, que Luhmann transforma a la comunicación como sistema entre entornos, a la “doble contingencia” —o modelo de interacción basado en las selecciones que hace cada sistema en su entorno—, y a la “interpenetrabilidad” entre sistemas, que en Luhmann rebasa las posibilidades del acoplamiento entre sistemas y entornos.
29. Luhmann vincula estas nociones al concepto central de la primera cibernética, el de retroalimentación negativa (*Feedback*), que permite el control homeostático, conservando y sujetando la operación dentro de los límites del sistema, y al concepto de retroalimentación positiva (*Feedforward*) derivado de la cibernética de segundo orden, que propone la modificación de los límites del sistema para que encuentre mejores condiciones de equilibrio. Este último concepto fue propuesto por Heinz Von Foerster (1974) y con él hace una gran contribución al campo de la Cibernética de la Cibernética que refiere al estudio de “sistemas observantes” sobre los “sistemas que observan”, que es uno de los puntos fundamentales de la propuesta Luhmanniana y de la Sociocibernética. Pero ahondemos un poco más en las distinciones entre las dos cibernéticas.

En la siguiente figura (5.5) mostramos los diagramas de flujo de un ciclo de retroalimentación negativa (diagrama izquierdo) y un ciclo de retroalimentación positiva (diagrama derecho). El primer diagrama representa la perspectiva central de la cibernética de primer orden en la que se parte del establecimiento y conservación de límites de operación del sistema bien definidos y controlados homeostáticamente, por ejemplo los rangos de operación de una máquina o los comportamientos o conductas de un animal (Wiener, 1948). Y el segundo diagrama tiene un ciclo que “observa y dirige” el comportamiento del sistema que opera dentro de un ciclo de control homeostático (Foerster, 1974). Dicha observación, que ya es de segundo orden, es realizada por un observador reflexivo desde su propio lenguaje, y por lo tanto debe ser hecha desde el lenguaje de una cibernética de primer orden. De esta manera, su reflexión —cibernética— se da sobre una reflexión cibernética que pretende mantener los límites de control o modificarlos. Se trata de una ope-



**Figura 5.5** Diagramas de flujo que indican los componentes básicos de la retroalimentación negativa y positiva.

ración riesgosa porque pone en juego los límites y umbrales cognitivos del sistema homeostático en cuestión, lo que muy probablemente no se haya hecho con anterioridad y se desconozcan las irregularidades y consecuencias en el entorno del sistema. Pero el observador de segundo orden —propuesto por von Foerster, considerado por Maturana y Varela y asumido por Luhmann en su teoría de sistemas sociales—, además de reflexionar sobre la forma del control del sistema y en especial, sobre cómo modificar, ampliar o disminuir los umbrales en sus límites de operación, reconoce y toma en cuenta su propia intervención en el comportamiento del sistema.

30. Con esta integración multidisciplinaria, Luhmann genera una gran Teoría de los Sistemas Sociales con todos los elementos conceptuales que le permiten dialogar con las teorías contemporáneas de las ciencias físicas y naturales.<sup>8</sup> Evidentemente su concepción de sistema es no-trivial. Esta dirección está en línea con la propuesta que estamos configurando para los sistemas adaptativos para el análisis social.

<sup>8</sup> Una reflexión meticulosa del proceso de diferenciación, asociada a la perspectiva Luhmanniana está en Jokisch (2002)

### 5.3 El concepto de sistema adaptativo

31. A partir de una perspectiva Sociocibernética sintetizada en 8#20, enriquecida por la Ciberkultur@ —que describiremos en el apartado 8.1— orientamos la construcción de sistemas —y específicamente de *sistemas adaptativos para el análisis social*, “SiAs” — hacia la solución de problemas prácticos. En esta sección definimos el sistema adaptativo como un conjunto de elementos/relaciones, que interaccionan como una *totalidad relativa*—ver nota en 1#31— orientada a la comprensión/explicación (1#39-50) de un problema real. Dicho conjunto incluye la construcción de códigos de valoración y una organización de variables y categorías que se adapta al marco epistémico y cuerpo teórico del equipo de investigación que construye el sistema a partir de su interacción con el mismo, y con los actores que participan en el problema. Se caracterizan por enfrentar los retos de lo complejo y este enfoque presta especial atención a su *capacidad de adaptación para generar y seleccionar el mayor número de alternativas para responder a las necesidades del contexto del problema*. Dicha capacidad evoluciona —junto con el equipo de investigación y los usuarios del sistema vinculados a los actores del problema— en función de dicho contexto, de la especificidad de las preguntas al problema y del desarrollo de la inteligencia distribuida en el grupo de investigación. Por ello, consideramos a la adaptabilidad como una capacidad de transformación permanente de las estructuras cognoscitivas derivadas de la conjugación entre el equipo de investigación y la organización sistémica del instrumento computacional.

Para llegar a esta definición de sistema adaptativo, partiremos de su deslinde con la concepción clásica de sistema trivial.

32. La concepción de sistema de cómputo que habremos de construir toma distancia de los *sistemas máquina (o mecanicistas)*, o de los *sistemas triviales*, caracterizados por ser cerrados a su ambiente y conservar su organización deseable. Estos sistemas se caracterizan por no interactuar con su contexto, del que sólo reciben información para procesarla a partir de soluciones que pueden ser *analíticas*<sup>9</sup> —con expre-

<sup>9</sup> Una solución analítica implica una formulación matemática que establece un método exacto para la solución de un cálculo de integración, diferenciación o solución de una o más ecuaciones (Chapra y Canale, 1999; 3). Su aplicación se reduce a un porcentaje no mayor al treinta por ciento de los problemas en aplicaciones reales en la ingeniería y de ahí la relevancia de las solucio-

siones matemáticas explícitas— o *algorítmicas*<sup>10</sup> bien establecidas para procesarla y devolverla como resultado, sin generar ninguna relación de ajuste o re-equilibrio con su entorno. Estos sistemas pueden ser muy complicados y altamente *sistematizados*<sup>11</sup> —esto es, jerárquicamente estructurados y cubriendo un gran número de casos por resolver dentro de procesos claramente definidos. En este enfoque la organización y funciones de los elementos y relaciones del sistema responden a leyes físicas, propias del dominio de la física y/o fisicoquímica clásica y a reglas bien establecidas en universos de datos generados por la sociedad y organizados bajo diferentes perspectivas, como por ejemplo, problemas de equilibrio mecánico en las áreas de ingeniería, o problemas de organización de inventarios y sistemas de información de conjuntos de unidades como actividades, agrupaciones, proyectos bien caracterizados, en áreas administrativas, etc.

33. También nos distanciamos de un enfoque de *sistema como organismo estable* que cumple funciones específicas, como es el caso de la *perspectiva organicista*.<sup>12</sup> En este tipo de sistemas los elementos y las

nes numéricas, que a través de los mismos principios matemáticos, formulan una estrategia distinta que resuelve el problema a partir de operaciones básicas que son operacionalizadas a través del uso de las computadoras.

<sup>10</sup> Un algoritmo es un procedimiento perfectamente definido para estimar un resultado preciso a partir de una estrategia previamente establecida. Puede cubrir muchos casos y caracterizarse por ser muy complicado, pero siempre estará limitado a esos casos y no a otros. Ahora bien, cuando la estrategia implica un procedimiento no definido en todas sus partes y deja algunas lagunas pendientes o bien algunos aspectos desconocidos para la creatividad del programador, entonces la estrategia se considera más bien de tipo heurístico y el algoritmo puede pensarse como un procedimiento abierto que no tiene definidos todos sus pasos y requiere de la participación del programador para obtener la solución. En este caso, diremos que dicho algoritmo enfrenta lo complejo.

<sup>11</sup> Es importante hacer la distinción entre un fenómeno sistematizado y otro sistémico. En el primer caso, el fenómeno es entendido como una estructura jerárquica que comprende el mayor número de casos relacionados con el fenómeno de interés y a partir de la cual se da respuesta a las preguntas. En el segundo caso, el fenómeno se resuelve como proceso y los casos se resuelven a partir de un modelo matemático que representa al fenómeno.

<sup>12</sup> Esta perspectiva, encabezada por Herbert Spencer (1820-1903) toma como modelo el comportamiento orgánico humano y su evolución hacia una perfección *lamarkiana* (Kimura, 1983) que determina las funciones que tienen los organismos, funciones que si bien cumplen con los propósitos de lo que representan socialmente (instituciones, organizaciones) también responden a una teleología más que a una interacción de sobrevivencia *darwiniana* entre ellas. Darwin (1809-1882) y Lamarck (1774-1829) representan dos tendencias distintas en la concepción evolucionista de los organismos.

relaciones responden a un conjunto de funciones y estructuras específicas orientadas a cumplir una macro función biológica o social. También se caracterizan por ser cerrados en la medida en que no permiten un cambio en las estructuras ni funciones en que están basados.

34. Relacionamos estos dos tipos de sistema (los mecanicistas y los organicistas) dentro de la categoría de *sistemas triviales*, en el sentido de que su organización tiene una solución determinada por un criterio bien establecido porque su finalidad —su sentido de aplicación— está bien definida, hay una solución deseable, posible y previsible. Se caracterizan por no tener un fuerte número de interdefiniciones entre sus elementos<sup>13</sup> —ya como códigos, funciones o procesos. Al mismo tiempo, la naturaleza de sus relaciones —que pueden ser muy diversas y representadas por tipos de funciones no lineales— pertenecen a dominios de naturaleza homogénea, esto es, que la integración de relaciones —dentro de estructuras diferentes— no genera nuevos tipos de relaciones además de las ya consideradas por el modelo. Ello modificaría las formulaciones para generar los resultados esperados e implicaría estar operando en estados inestables y tener que re-equilibrar su nivel normal de operación.<sup>14</sup>
35. En contraste, el tipo de sistemas que deseamos construir y que tienden a ser sistemas adaptativos, los podemos ubicar dentro de la categoría de no-triviales, porque enfrentan *lo complejo*. Este reto implica que tengan grados de apertura y consecuentemente un tipo de interacción con el medio en el que operan. Esta interacción exigirá que modifiquen una parte de su organización: la forma de registrarla, de inte-

<sup>13</sup> En el caso de los sistemas basados en modelos matemáticos, estos tienen sistemas bien determinados, con igual número de incógnitas que de ecuaciones. En el caso de los sistemas sociales, el resultado esperado está en función de un método estadístico que conduce necesariamente a resultados claros y precisos. En ambos casos se trata de un planteamiento clásico de método científico mediante el establecimiento de hipótesis y demostraciones avaladas por un cuerpo teórico y evidencia empírica.

<sup>14</sup> Algunos sistemas diseñados por ingenieros responden a esta cualidad —de entrar en un estado de inestabilidad —mecánica o electrónica— y el mismo sistema dispone de una organización que le permita re-establecerse (Chapra y Canale, 1999), como el diagrama de la derecha de la figura 5.5. Esta situación se presenta igualmente en sistemas con modelados biológicos que toman en cuenta como parte de su modelo diferentes niveles o estados de operación, como es el caso de los sistemas de redes neuronales artificiales y el de los algoritmos genéticos. Estos sistemas los consideramos como no-triviales, mucho más similares al reto que enfrenta el sistema adaptativo propuesto, y enfrentan lo complejo en el modelado que se hace del problema.

grarla entre estructuras, de diferenciarla y de representarla como respuesta al contexto en el que cohabitan.

36. Los sistemas no-triviales también pueden reconocerse por otras denominaciones. Desde el dominio de las matemáticas corresponden en gran medida a los *sistemas dinámicos*, que tienen como base conceptual las ecuaciones diferenciales. También son conocidos como *sistemas emergentes* desde la perspectiva de la física, porque consideran dentro de su modelo el surgimiento de propiedades o comportamientos implícitos en el sistema y sólo son visibles en condiciones de operación especial. Desde una perspectiva multidisciplinaria se han denominado como *sistemas complejos* por enfrentar el reto de la complejidad, concepto que a su vez ha sido definido de múltiples maneras y perspectivas. En nuestro caso lo definiremos a partir de cuatro características —que ya presentamos en 1#8— y que implican cuatro retos que se presentan en los problemas sociales:
- a) Presentan un elevado número de interdefiniciones entre las partes/funciones que los integran.
  - b) Enfrentan la necesidad de hacer integraciones de naturalezas heterogéneas: entre dominios físicos, afectivos, racionales y volitivos.
  - c) Consideran la posibilidad de generar nuevas relaciones y consecuentemente, operar con nuevos fenómenos y emergencias dentro de ellos.
  - d) Enfrentan la necesidad de integrar escalas espacio-temporales diferentes y por ello vincular niveles micro, meso y macro operacionales.

Estos cuatro retos son característicos de sistemas no-triviales y se manifiestan de muy diversas maneras, generalmente conjugadas: interdefiniciones heterogéneas y emergencias al establecer relaciones entre dominios de diferentes escalas espacio-temporales. Conceptualmente se enmarcan dentro de los fenómenos de la morfogénesis —a través de procesos de transformación de relaciones heterogéneas— y de la auto-organización —interdefinición entre dominios con escalas diferentes— así como de la sistematización u operacionalización computacional (ver nota en 5#6) característicos de los *sistemas inteligentes*.

37. El término *complejo* lo usamos como un adjetivo que califica a comportamientos de sujetos y objetos, indicando un conjunto de atributos o propiedades que necesariamente tienen que ver con la forma de pensarlos, con la perspectiva y nivel de observación. Un fenóme-

no con estas características tendrá múltiples formas de comprenderse, tejerse, representarse y, consecuentemente, de valorarse y caracterizarse, en función del nivel de observación y de la disciplina del observador. Consideramos que usar el término como adjetivo en expresiones como “esto es complejo”, transforma su naturaleza haciéndolo pasar por algo “complicado”, que en principio podrá ser resuelto y dejar de ser complejo. Enfrentar lo complejo implica una actitud que reconoce grados de aproximación a la cabal “comprensión/explicación” de un fenómeno multidimensional, que por su dinámica particular, no se dejará atrapar por una conceptualización científica permanente. Lo complejo siempre será un detonador de la creatividad, porque solamente con creatividad e investigación interdisciplinaria es posible enfrentar el reto.

38. Un *sistema adaptativo* es entonces: un conjunto de elementos/relaciones, organizados en códigos/funciones, estructuras/procesos y módulos/subsistemas que interaccionan como una *totalidad relativa* orientada a la solución de problemas sociales. Se caracteriza por enfrentar los retos de lo complejo implicando en su programación, una permanente actualización de funciones y criterios de valoración. Evoluciona en sus estructuras, procedimientos y códigos en la medida en que el equipo de investigación desempeña una actividad interdisciplinaria que se refleje en el sistema. En todo momento el sistema representa diversas integraciones de los observables que tiene en su base de datos y a través de las representaciones, permite llevar a cabo nuevos niveles de reflexión sobre la jerarquización de categorías, sobre las trayectorias de los comportamientos representados por las variables y sobre los enunciados generados por el sistema a partir de los criterios de análisis. A partir de dicha reflexión, hace posible modificar nuevamente criterios para que las representaciones que genera el sistema sean consistentes con las reflexiones del equipo de investigación. En esta medida, los resultados del sistema responden a las preguntas que se van generando sobre el problema y, en consecuencia, permiten tomar decisiones para intervenir en él. Con esos conceptos, ideas y deseos sobre el atributo de adaptabilidad de un sistema no-trivial, podemos establecer una correspondencia entre la Epistemología genética y los conceptos centrales de la cibernética de primero y segundo orden, pero veamos cómo se configura un pensamiento sistémico a partir de una integración de conceptos cibernéticos y en general, del dominio de la computación.

## 5.4 Pensamiento sistémico

39. El término “pensamiento sistémico” lo referimos a un conjunto de principios e ideas basadas en un lenguaje cibernético que permite *simular*<sup>15</sup> comportamientos de realidades físicas, naturales, sociales y culturales. Dichos principios e ideas se organizan dentro de una concepción de totalidad relativa que cobra forma a través del modelo de comportamiento de un organismo. Las manifestaciones y fenómenos asociados a dichos comportamientos se modelan como sistema y/o como red de sistemas para simular realidades más vastas.

La modelación sistémica implica, por un lado, conocer y aplicar las operaciones fundamentales —lógicas y aritméticas—, dentro del lenguaje cibernético que simulará los aspectos particulares de las manifestaciones y fenómenos que se estén analizando, y en forma paralela, conocer y aplicar creativamente un conjunto de operaciones básicas —asignaciones, condicionamientos y repeticiones— dentro de criterios formales de organización de dichas totalidades. Con estos elementos es posible simular los comportamientos de las manifestaciones y fenómenos en cuestión.

40. En nuestro caso, partimos del modelo celular, considerado como totalidad relativa, y de su organización, como la forma que nos guía para modelar un sistema. Enriquecemos este modelo de referencia con las propuestas que han formulado Maturana y Varela (1999), Heinz von Foerster (1966 y 1973) y Jean Piaget (2005) sobre la construcción del conocimiento, las formas de inteligencia y los procesos de reflexión en el ser humano. Distinguimos este tipo de sistemas, de los sistemas triviales —ya referidos en 1#32 y 33 así como en 2#4 y el 5#32 a 40— porque son complicados y adolecen de una actualización que toma en cuenta la relación del investigador con el medio del sistema. En contraste, los sistemas no-triviales tienen como modelo las formas de aprendizaje e inteligencia creativa, pero también enfrentan retos que es necesario tomar en cuenta, como son las intromisiones de sistemas hegemónicos<sup>16</sup> dentro de los procesos de

<sup>15</sup> Distingo el proceso de la *simulación* del de la *emulación* en que el primero pone el énfasis en la reproducción de las propiedades intrínsecas, internas de un comportamiento, y el segundo pone el énfasis en imitar las propiedades extrínsecas, exteriores —y en la medida de lo posible, las propiedades internas— de un comportamiento.

<sup>16</sup> Las formas de intromisión de la tecnología informática son muy sutiles y, con el pretexto de las estandarizaciones masivas, se transmiten mediante las implicaciones operativas y conceptua-

formalización e instrumentación informática (González Casanova, 2004). Sus principios operacionales parten de las cibernéticas de primero (Wiener, 1948) y segundo orden (von Foerster, 1996).

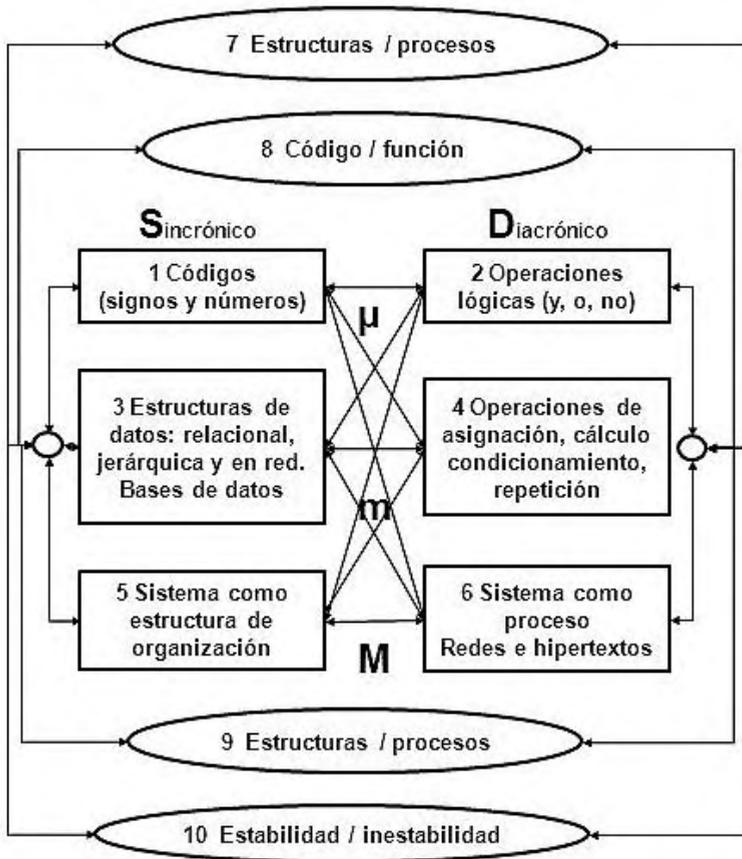
41. Además del conocimiento y aplicación de operaciones fundamentales, básicas y criterios de organización, el pensamiento sistémico se integra a través de la conjugación de dos criterios de análisis, uno fuera del tiempo, en términos de *niveles de estructuración* y otro dentro del tiempo, en términos de *dinámicas de operación*. El primer criterio permite comprender mejor la estructura de universos de datos —relacional, jerárquica o tipo red— ya como observables o generados a lo largo de procesos de cálculo. El manejo creativo de las operaciones básicas de la cibernética permite diseñar estrategias para la transformación de una estructura a otra y su organización como memoria estática o dinámica. El criterio orientado a las dinámicas permite configurar procesos de transformación desde los componentes de las unidades de observación, hasta macro-funciones dentro de procesos de cambio entre subsistemas y entre sistemas.

El ámbito más representativo en el que se pueden aplicar estos criterios dentro de las ciencias sociales radica en la diferenciación y organización de significados asociados a comunicaciones, acciones y hechos vinculados a la explicación de los procesos de transformación cognitiva, y asociados a la construcción de sentido en discursos y manifestaciones sociales. El paso de una etapa cognoscitiva a otra dentro de dichos procesos —recordemos que es el interés primordial en la epistemología genética— enfrenta uno de sus retos más grandes en la comprensión/explicación de los procesos sociales y requiere no sólo de la organización de las unidades de observación seleccionadas sino también de las formas de representación, formas necesariamente dinámicas. La síntesis de los conceptos de este pensamiento sistémico está en la figura 5.6.

42. La figura 5.6 tiene dos columnas y tres niveles en la parte central. La columna de la izquierda refiere a conceptos que se pueden pensar por una relación *sincrónica* de los elementos a los que hacen referencia (S) y la parte derecha es bajo la perspectiva dinámica o *diacrónica*

---

les, que promueven una forma de cientificismo, de diferenciación peyorativa o de formas sutiles de poder, a través de las metodologías en el uso de paquetes de software básicos o de aplicaciones, así como en las dependencias tecnológicas que propician con los usuarios y en las maneras de obtener o evaluar los resultados deseados en maximizaciones.



**Figura 5.6** Síntesis de conceptos para un Pensamiento sistémico.

(D). El primer nivel ( $\mu$ ) refiere a un nivel de conceptos que aplican a un nivel micro, el del centro ( $m$ ) a un nivel meso y el de abajo, a un nivel alto o macro ( $M$ ) respecto a un observador atento a las manifestaciones en dichos niveles. Su aplicación depende del problema en cuestión. De esta manera, los conceptos básicos que permiten abordar la gran mayoría de las posibilidades en la comprensión y construcción de sistemas, se describen en el orden numérico del 1 al 6, en la figura 5.6, y se refieren a:

- 1) La **configuración de códigos**, como relación de elementos entre dos dominios diferentes, a partir de los cuales es posible establecer,

entre otras, correspondencias entre lenguajes numéricos y signos o caracteres, como es el caso del código ASCII o de códigos empleados en las variables y categorías de los sistemas.

- 2) La presencia de las **operaciones lógicas**, realizadas por los circuitos lógicos que llevan a cabo las operaciones de integración, disyunción y negación (“y”, “o” y “no”), a partir de las cuales es posible la definición de operadores y todo tipo de cálculos matemáticos.
- 3) La distinción de **estructuras de datos**, que permiten organizar universos de datos en tres tipos de estructuras básicas, las relacionales o cartesianas, las jerárquicas y las tipo red. El arte de la organización de universos de datos ha sido el de llevar organizaciones tipo red o jerárquicas, a organizaciones relacionales propias de las bases de datos. Estas son organizaciones matriciales que optimizan procesos de búsqueda y la redundancia más baja posible.
- 4) Interacción entre las cuatro **operaciones básicas**: asignación o comunicabilidad, cálculo, condicionamiento y repetición, fundamentales en cualquier lenguaje de programación. Veamos una por una: a) la *asignación* permite conocer las diferentes formas de comunicabilidad —de llevar a cabo asignaciones y transferencia de información de un lugar a otro— entre las partes del sistema, como es el caso de la transmisión de una información en un sensor a su ubicación en la base de datos, b) definimos como *cálculo o computación* al acto de afectar una variable por medio de otra a través de un operador —operación lógica y/o conjunto de operaciones lógicas encadenadas. La tercera operación son c) los *condicionamientos*, que a partir de una comparación entre dos variables permiten cambiar el rumbo de una secuencia de cálculo. Con esta operación (c) y las anteriores (a y b), son posibles d) las *repeticiones*, como ciclos o rizados independientes y/o anidados, de un conjunto de cálculos, o mediante la agrupación de instrucciones en un subprograma.
- 5) El **sistema como estructura**, tiene dos grandes umbrales: la *jerarquía*, derivada de la concepción sistemática de la información que implica la estructura por niveles de subsistemas, módulos, tablas y cálculos, y la *ausencia de jerarquía*, derivada de los sistemas, en los cuales no se distinguen niveles en las relaciones entre los elementos y todos ellos están “a flor de piel”, dispuestos a asumir distintos grados de interacción e importancia. Entre estos dos

estados se presenta un gran número de configuraciones en formas de red.

- 6) El *sistema como proceso* implica una interacción secuencial y/o condicionada de operaciones entre funciones de acuerdo a una lógica de procesamiento, que va desde la racionalidad establecida para lograr un resultado concreto en un sistema, hasta las formas múltiples de interacción de funciones en redes y las formas heterogéneas de vinculación e interacción en los sistemas hipertextuales.
43. La combinación de estos conceptos, indicada en la figura 5.6 a través de las flechas entre los rectángulos que los contienen, constituye la parte esencial del lenguaje de diseño y construcción de sistemas de cómputo. Sin embargo, desde un nivel de observación que toma en cuenta una epistemología que incluye en su conceptualización la complementariedad de conceptos, existe otro conjunto de conceptos que comprenden a los ya descritos de manera paralela y complementaria (7 a 10, en la misma figura). Recordemos que la complementariedad de conceptos implica siempre la existencia de gradientes entre ellos y su conjugación, orientados a una mejor comprensión de los fenómenos que describen y emulan. Este otro conjunto de pares de conceptos que forman parte de los principios conceptuales del pensamiento sistémico, se constituye por:
- 7) *Elementos/relaciones*: par de conceptos que refieren a entidades —siempre reducibles a otras entidades— que necesariamente existen porque tienen relaciones derivadas de las propiedades con otras entidades semejantes. Es un principio de complementariedad necesaria entre la unidad asociada a un elemento y la diferencia asociada a una relación. Los seis grupos de conceptos pueden ser reducidos en términos de elementos/relaciones. Es un par de conceptos que exige siempre de una concepción inseparable entre unos y otros —equivalente al concepto de acción piagetiana (2005), constituida por el observable del objeto y el del sujeto, y semejante al concepto de sistema/entorno en la teoría luhmanniana (1998).
  - 8) *Códigos/funciones*: par de conceptos que refieren a la correspondencia y/o relación entre dos o más dominios de naturaleza similar o diferente (8 en figura 5.6). Si la correspondencia tiene asociada una valoración, la función representa un código, si no la tiene, la correspondencia opera como una forma de transfor-

mación o de traducción. El par código/función generalmente es un conjunto de elementos/relaciones valorados que constituyen una regla de medición, base de la ética del sistema (Foerster, 1996;126). El sistema como una macro-función valorativa.

- 9) **Estructuras/procesos:** par de conceptos que refieren a un nuevo nivel de relaciones de relaciones. Generalmente se orientan a organizar grupos de funciones en su dimensión sincrónica, como estructuras propiamente dichas, o a organizarlas en su dimensión diacrónica como procesos (9 en fig. 5.6). Este par de conceptos hace más evidente la correspondencia entre una concepción estática de elementos/relaciones y una dinámica. Una paradoja contribuye a comprender esta complementariedad: pensar una estructura como un proceso detenido, fuera del tiempo, y un proceso como una estructura en el tiempo, manifestándose de una y otra manera permanentemente. También es posible pensar la estructura como la organización de un gran código desagregado y en un gran proceso constituido por la relación entre funciones. De esta manera, podemos concebir un sistema como un conjunto de estructuras en el tiempo, o como un proceso.
- 10) Finalmente, el par **estabilidad/inestabilidad** refiere nuevamente a dos momentos de la dinámica de un todo mayor integrado en estructuras —como relaciones de elementos estables—, como códigos —fuera del tiempo—, o un todo constituido por un conjunto de elementos/relaciones en funciones dentro de un proceso en permanente cambio, esto es, dentro de formas de inestabilidad (10 en fig. 5.6). El sistema como una *totalidad relativa* que fluctúa entre equilibraciones y desequilibraciones piagetianas (2005).
44. Hay todavía dos conceptos más que pueden ayudar a sintetizar de una forma más clara esta visión de las totalidades relativas organizadas como células inteligentes: “pensamiento sistémico” y “organización matricial”, par de conceptos complementarios, que como los 6 conceptos esenciales, permiten configurar complementariedades que pueden transformar la concepción de los fenómenos y las manifestaciones de la realidad. Pero no sólo permiten configurarla en términos de un lenguaje computacional, sino que al estar este lenguaje asociado a sensores y efectores que operan como objetos reales, posibilita la configuración de sistemas inteligentes que responderán a las posibilidades y capacidades de sus diseñadores.

Con base en este “pensamiento sistémico/organización matricial”, el equipo de investigación, o algunos de sus miembros, puede adoptar un nivel de observación sobre el complejo empírico. En este nivel de observación, las distinciones que van apareciendo conforme se analizan los datos, sus relaciones entre sí y con los agentes, las transformaciones que se dan explícita o implícitamente en ellos dentro de las actividades, acciones o comunicaciones, así como las características, propiedades y flujos de información respecto a los observables definidos o los desconocimientos, cambios inexplicables o deseos de transformación en las instancias conocidas, todo esto puede ser concebido a través de tipos de operaciones lógicas, básicas o derivadas de ellas, organizadas en códigos y estructuras de datos con o sin redundancia, y pueden estar reorganizados con mayor claridad en arreglos matriciales y finalmente responder a procesos que sufren inestabilidades derivadas de nuevos contactos. La correspondencia entre estos conceptos y los derivados del lenguaje común, no es trivial desde luego, pero sí es posible para el lenguaje cibernético que, además, también puede establecer —y este es el propósito al que nos aproximaremos con mayor detalle en el siguiente capítulo— el vínculo con los lenguajes de la epistemología.



CAPÍTULO 6  
VÍNCULOS ENTRE LA EPISTEMOLOGÍA GENÉTICA Y  
PENSAMIENTO SISTÉMICO: HACIA UNA OPERACIONALIZACIÓN

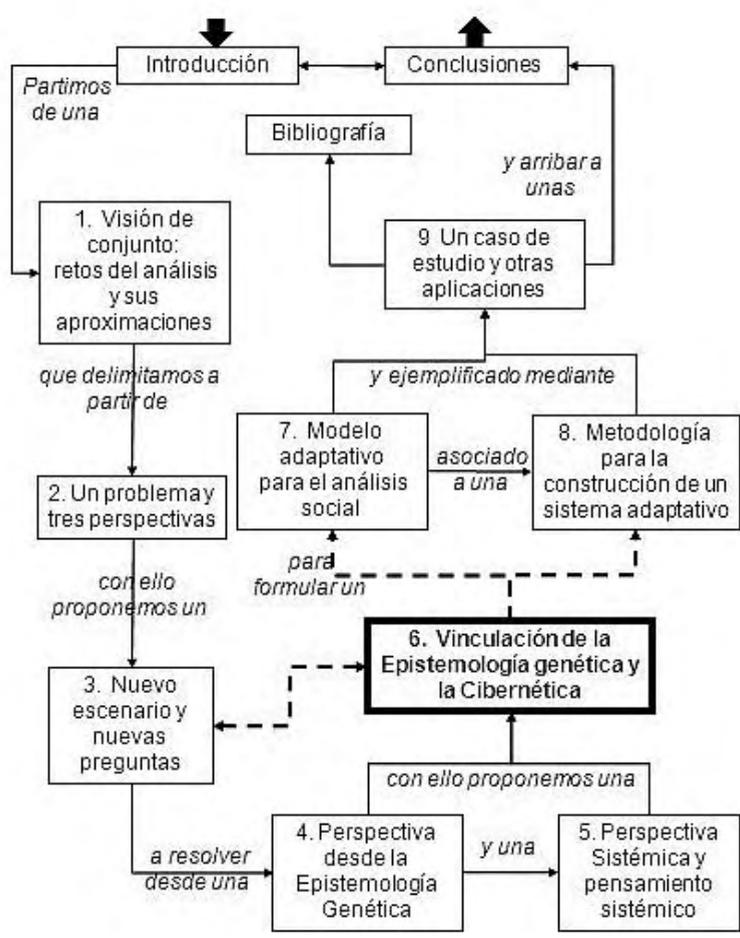


Figura 6.A El capítulo 6 dentro del libro.

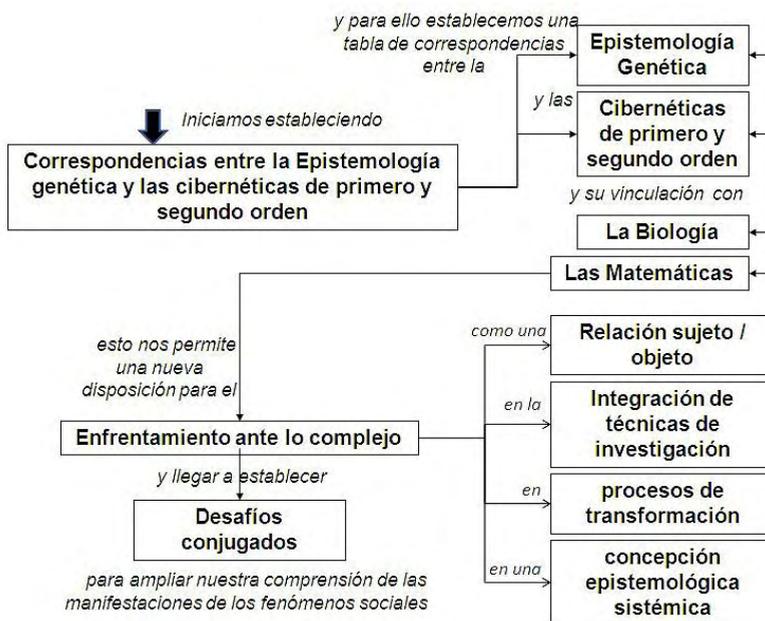


Figura 6.B Visión de conjunto del capítulo 6.

En el capítulo cuarto sintetizamos los conceptos de la Epistemología Genética que usaremos en la explicación del modelo y en el capítulo quinto la perspectiva del pensamiento sistémico que nos permite conocer una forma de instrumentación del flujo de ideas en torno a un problema. Ambos capítulos constituyen el marco epistémico del modelo de agente adaptativo que enfrentará las complejidades del análisis social. En este capítulo estableceremos las relaciones que permitirán operar conjuntamente dichas perspectivas y a partir de ello, podremos responder con mayores argumentos las preguntas planteadas en el capítulo tercero. El trayecto de este capítulo es el mostrado en la figura 6.B.

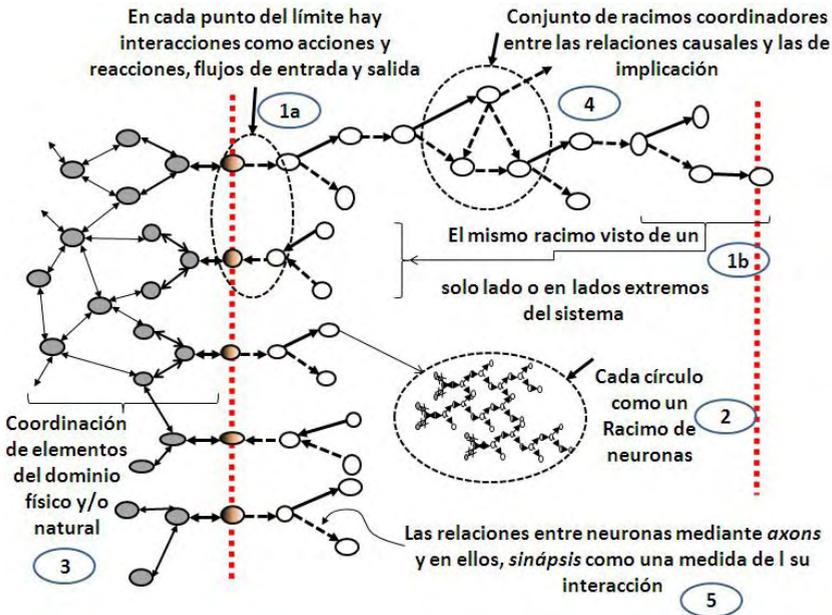
Al final del capítulo planteamos de una manera más elaborada los retos que enfrenta el análisis social a partir del establecimiento de un espacio que denominamos como “Espacio de gradientes de lo complejo” (EgC) en el que se generan las zonas que van del orden a lo complejo en términos de interdefinibilidad, heterogeneidad, emergencia y problema de escalas. En ese espacio señalamos una forma posible de indicar

los retos del análisis desde un observador que conjuga una epistemología sistémica.

### **6.1 Correspondencias entre la Epistemología genética y las cibernéticas de primero y segundo orden**

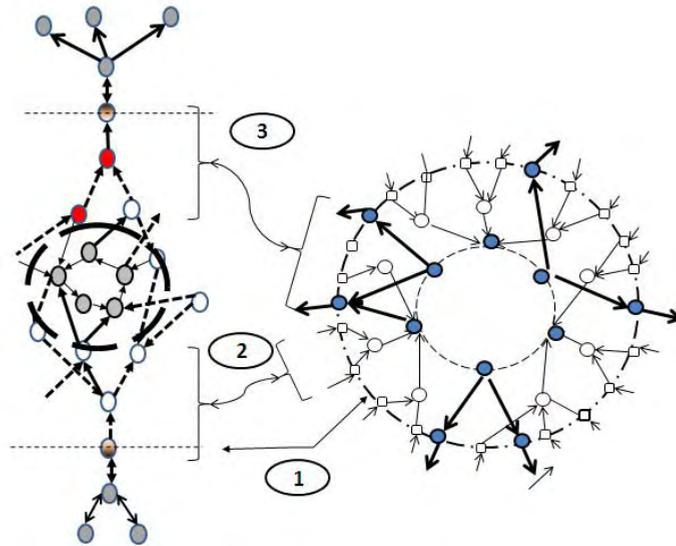
1. Para establecer las correspondencias entre las operaciones cognitivas presentadas en la Epistemología genética de Piaget, y los conceptos básicos de las cibernéticas de primero y segundo orden, tenemos que poner en claro-oscuro los siguientes dos aspectos: el esquema de referencia sobre manifestaciones dinámicas neuronales en términos de flujo de información, y un esquema sobre tipos de funciones y procesos neuronales. Estableceremos dicha correspondencia no sólo entre la Epistemología genética y las cibernéticas sino incluyendo también algunos elementos y conceptos de la biología y las matemáticas, disciplinas que han estado íntimamente asociadas a la configuración de sistemas complejos.
2. Iniciamos con el flujo de materialidades,<sup>1</sup> que para el caso de las coordinaciones de racimos neuronales en Piaget serán los flujos de información, de significados en las acciones entre el sujeto y su objeto de interacción, que denominaremos como S/O y los flujos entre los observables (OBSs) y las coordinaciones (COORs) en las operaciones cognitivas. En la figura 6.1 mostramos la presencia de estos racimos y tipos de flujo entre observables y coordinaciones, en relación con las láminas que presentamos en el capítulo cuarto.
3. Así como para los sistemas cibernéticos esto constituye los flujos de información entre las variables de entrada y salida o entre los dispositivos sensores y los efectores, para la biología dichos flujos corresponden al flujo de materialidades en las dendritas del sistema nervioso y entre éstas y los racimos de neuronas. Finalmente, para las matemáticas, es un flujo de información entre variables dependientes e independientes dentro de un sistema de ecuaciones. En la

<sup>1</sup> Entendemos por materialidades, las diferentes formas o modos de manifestación de energía, como ondas sonoras, luminosas, conglomerados de partículas caracterizadas por su sabor, olor o por la presión y temperatura que ejercen sobre el sentido del tacto. Estos últimos conglomerados no sólo en estado gaseoso sino también líquido y sólido, dos formas explícitas de materia en el lenguaje común. Si las materialidades tienen asociado un significado, entonces se convierten en información, si no lo tienen, entonces son formas de materia/energía.



**Figura 6.1** Racimos y flujo de materialidades entre observables y coordinaciones.

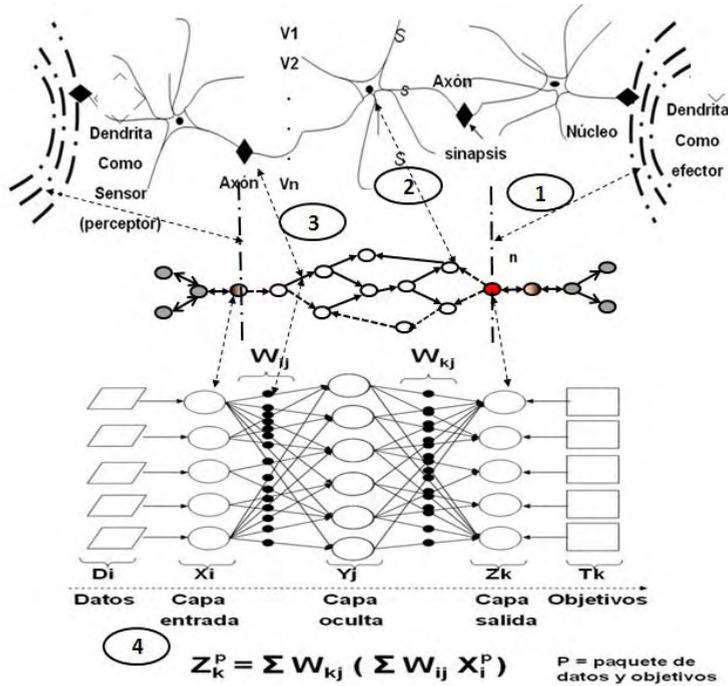
siguiente lámina (6.2), indicamos la correspondencia entre el modelo de organismo inteligente del sistema no-trivial biológico, ya representado en la figura 5.4 y descrito en 5#40 a partir del modelo celular, con la representación del flujo de informaciones a nivel epistemológico de la figura 4.8, que muestra las relaciones entre las coordinaciones COORs y observables OBSs del sujeto, con las del objeto. En el lado izquierdo de dicha lámina está el tipo de red que usamos para representar las coordinaciones entre los racimos de neuronas desde la perspectiva de la Epistemología genética (Piaget, 2000), y en el lado derecho la representación de la célula como sistema (Maturana y Varela, 1999). Entre ambas representaciones establecemos una correspondencia con los límites del sistema (1 de la figura 6.2), las unidades de entrada —relación entre los observables del objeto con los observables del sujeto para Piaget— y las dendritas para Maturana y Varela (1999). En 2 de la figura 6.2, indicamos la correspondencia entre la unidad de interacción piagetiana y las unidades receptoras de información de la célula o registros de entrada de un sistema. En 3 de la misma figura se presenta el caso de las sa-



**Figura 6.2** Correspondencias entre la representación sistémica como organismo auto-organizado y como coordinaciones piagetianas del sujeto con el objeto.

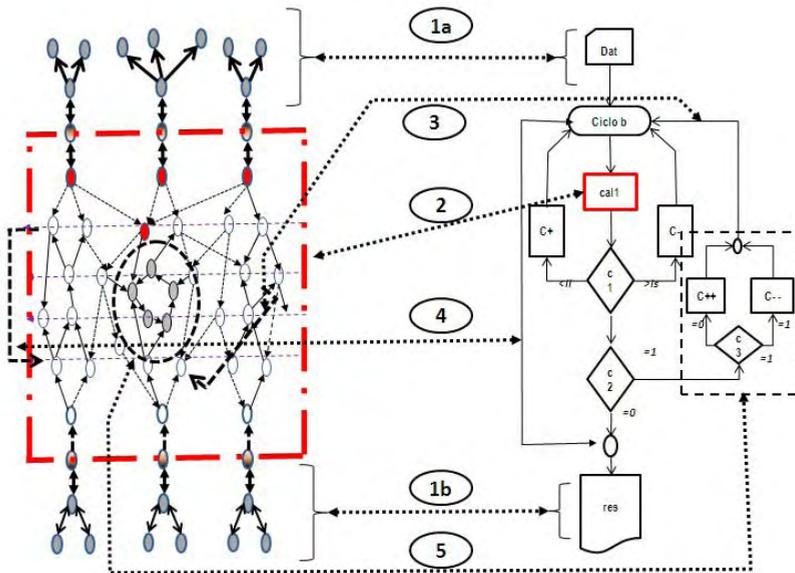
lidas del sistema, que para el modelo piagetiano es el otro sentido de la doble flecha que utiliza para relacionar esta unidad de interacción con las unidades internas o externas respecto al sujeto cognoscente.

4. En la siguiente figura (6.3) que tiene elementos de las figuras de los capítulos 4 y 5, está la correspondencia entre los conceptos presentados por Piaget en su Teoría de las Equilibraciones (4.10), en donde enriquece sus explicaciones con un lenguaje simbólico de conjuntos y algebra matemática, y el modelo lógico (figuras 5.1 y 5.2), con el que se ha establecido la teoría de las redes neuronales artificiales (Del Brío y Molina, 2002).
5. En la figura 6.4 mostramos correspondencias más puntuales entre la representación de coordinaciones y observables que hemos hecho de la organización sistémica en Piaget (figura 4.10) y una representación empleada como “quintaescencia” del pensamiento sistémico: el diagrama de flujo que representa la lógica de operación de un algoritmo en un sistema (figura 5.5). En la figura volvemos a explicar la correspondencia entre las unidades de entrada y salida (1a y



**Figura 6.3** Correspondencias entre el modelo lógico y matemático de las redes neuronales artificiales y el modelo lógico de las correspondencias piagetianas.

Ib en la figura 6.4), e indicamos que un bloque del diagrama de la derecha puede corresponder a un bloque de coordinaciones del diagrama de la izquierda (2 en la figura 6.4). Las correspondencias señaladas por las flechas 3 y 4 establecen una analogía entre el flujo de información entre los ciclos internos y externos en ambas representaciones. En (3), referimos un ciclo interno y en (4) uno externo. En la correspondencia indicada por la flecha (5) explicitamos una parte central del algoritmo cibernético o de las coordinaciones piagetianas. Ambos ciclos se orientan hacia el flujo de informaciones en torno al encuentro de sus objetivos: una mejor solución al problema o una re-equilibración del sistema en desequilibrio. El ciclo interno se orienta por una estrategia de convergencia básica o de re-equilibrio. Si no se logra dicho propósito, entra en juego el segundo ciclo, el externo, y propone modificaciones en la estrategia o nuevos criterios de solución o de re-equilibración.



**Figura 6.4** Correspondencia entre el modelo de correspondencias piagetiano y un diagrama de flujo generado por el pensamiento sistémico.

6. Los ciclos interno y externo están regidos por uno o más criterios —en términos de condicionantes o estructuras de bifurcación— que toman en cuenta el aumento o disminución, así como las diferencias y relaciones entre una o más variables para encontrar la mejor aproximación establecida. El ciclo externo del algoritmo corresponde a una búsqueda de mejor equilibración donde se llevan a cabo operaciones de *regulación* piagetianas. En términos cibernéticos diríamos que si el criterio condicionante considera necesario aumentar algún valor en una relación (C+ en el diagrama de la derecha), le corresponderá —entre otras alternativas— la decisión de equilibrarla regulando relaciones en estructuras de *acomodamiento*. Si, por el contrario, considera necesario disminuir algún valor, lo hará mediante el criterio “C-” del diagrama. Pero si el tiempo implicado para lograr la re-equilibración es muy grande, o los criterios se agotan, entra en operación el ciclo externo y entran en juego nuevos criterios para lograr la convergencia, la re-equilibración deseada en el sistema. Estos criterios corresponden a las *compensaciones* piagetianas, cuyos

matices —alfa, beta y gama— tienen su correspondencia con los criterios representados por “C++ o C--” del diagrama cibernético.

7. Ahora veamos cómo establecemos correspondencias entre las funciones de las representaciones. En la siguiente tabla distinguimos cuatro perspectivas disciplinarias. La relacionada a la Epistemología genética y a las cibernéticas serán más desarrolladas. Dentro del nivel de las cibernéticas, distinguimos en varias funciones y operaciones, la perspectiva del *hardware* y del *software*, que acentúan relaciones con el componente biológico —*hardware*— y matemático y epistemológico —*software*. También incluimos algunos conceptos del modelo adaptativo que presentaremos en el siguiente capítulo e implicarán una relectura de la tabla para su mejor comprensión. De la biología y las matemáticas sólo habremos de hacer referencia a algunos elementos básicos. El criterio para incluir operaciones y funciones se rige a partir de la construcción de los procesos cognoscitivos de la Epistemología genética. La secuencia que proponemos en dichos procesos, que nunca es lineal, aunque puede tener un orden, es la siguiente:

- a) interacción sujeto/objeto,
- b) habilitación de esquemas de acción,
- c) relaciones entre observables y coordinaciones del sujeto,
- d) asimilaciones/acomodamientos entre ellas,
- e) significación,
- f) relaciones causales y propiedades extensivas,
- g) relaciones de implicación y propiedades intensivas,
- h) relaciones entre coordinaciones del sujeto y subsistemas,
- i) procesos de inferencia por abstracciones empíricas y reflexivas,
- j) procesos de inferencia por generalizaciones (extensivas y completivas),
- k) procesos de regulación (de corrección, reforzamiento y maximización de coordinaciones),
- l) procesos de compensación (tres niveles de equilibración mediante procesos de compensación tipo alfa, beta y gama).

A continuación mostramos una tabla de correspondencia entre los conceptos anteriores en las cuatro disciplinas que nos permiten establecer una continuidad de relaciones empíricas y lógicas. En las columnas indicamos las disciplinas y los lenguajes desde donde establecemos las correspondencias. En las hileras indicamos la secuencia de los doce

**Cuadro 6.1:** Tabla comparativa de operaciones epistemológicas, cibernéticas, biológicas y matemáticas

Epistemología genética	Cibernéticas de primero y segundo orden	Biología	Matemáticas
a) Proceso de interacción (bi) direccional entre los Observables del sujeto y los del objeto.	Proceso de registro de un sensor y de respuesta de un efector. Registro de información mediante una variable del sistema y respuesta del sistema por la vía de otra variable del sistema.	Proceso de intercambio de energía entre una materialidad externa y la integración piel / músculo / dendrita. Proceso de respuesta del sistema dendrita / músculo / piel.	Definición del valor inicial de una variable independiente y cálculo del valor de una variable dependiente.
b) habilitación de esquemas de acción, como un conjunto de movimientos sin sentido, heredados de un estado previo (con significados potenciales), como puntos de partida para establecer relaciones con los observables del objeto.	Registros, acumuladores y dispositivos de almacenamiento en condiciones de inicialización de microprocesadores. Valores iniciales en arreglos matriciales y parámetros de control antes de ser aplicados a un juego de datos específicos.	Cúmulo de neuronas y de células potenciales que no han sido habilitadas o desarrolladas.	Conjunto de criterios y rangos de valores aceptados y coeficientes que no han sido inicializados, sustituidos y/o aplicados en un problema.
c) Relación entre los observables asociados al sujeto (OBSs) y a un primer nivel de conectores en una red que corresponde a las Coordinaciones del sujeto (COORs) donde se llevan a cabo relaciones causales.	Conexiones entre sensores y primeros dispositivos lógicos y operaciones básicas. Establecimiento de los valores de la función de registro de observables (Funciones de interfase en el modelo adaptativo).	Conectividad entre dendritas y una primera capa de neuronas. Interacción neuronal entre la capa de entrada y la primera capa oculta.	Definición de funciones de pertenencia o membresía de la lógica borrosa.
d) Operaciones de asimilación –como inclusión de nuevas relaciones en los esquemas en términos de matices o casos- y acomodación –como ajuste de relaciones en las estructuras internas de los esquemas.	Actualización del número de registros o de variables, si es necesario que el sistema asimile un nuevo caso. Actualización de los matices en las funciones de interfase.	Habilitación de nuevas neuronas.	Ajuste en la definición de valores y criterios iniciales.
e) Permanencia de relaciones entre los observables del sujeto y del objeto mediante constataciones que permiten establecer un primer nivel de significado.	Definición de primeros valores en las funciones de registro de las variables. Establecimiento de los factores y enunciados de valoración en las funciones de interfase.	Primeras conectividades entre dendritas y neuronas.	Primeros cálculos en el sistema de ecuaciones, con cierto nivel de aproximación respecto al resultado esperado.
f) Relaciones entre los observables del sujeto y el primer nivel de las coordinaciones del sujeto cuyo significado permite la inferencia de causas basadas en la evidencia empírica. Las inferencias derivan del morfismo con las propiedades extrínsecas de los observables del objeto.	Resultados de los primeros cálculos del sistema. Valoraciones derivadas de las funciones de interfase de un SiAs.	Primeras conectividades entre dendritas y neuronas.	Primeros cálculos en el sistema de ecuaciones, con cierto nivel de aproximación respecto al resultado esperado.

<b>Cuadro 6.1:</b> Tabla comparativa de operaciones epistemológicas... (continuación)			
<b>Epistemología genética</b>	<b>Cibernéticas de primero y segundo orden</b>	<b>Biología</b>	<b>Matemáticas</b>
<b>g)</b> Relaciones entre las coordinaciones de los primeros niveles del sujeto y coordinaciones más internas del sujeto, cuyo significado permite las inferencias de implicaciones basadas en significados lógicos. Las inferencias derivan de morfismos entre las coordinaciones del sujeto con las propiedades intrínsecas de los observables del objeto. Ello mediante operaciones de ordenamiento, inclusión y transitividad.	Resultados de los primeros cálculos del sistema. Valoraciones derivadas de las funciones de integración de un SiAs.	Conectividades entre cúmulos de neuronas.	Cálculos a partir de las primeras interacciones del sistema de ecuaciones, con mejor nivel de aproximación respecto al resultado esperado.
<b>h)</b> Nuevas relaciones entre las coordinaciones del sujeto y las coordinaciones entre subsistemas del sujeto (subsistemas de los sentidos).	Criterios de convergencia entre varias funciones que son operados como múltiples condicionantes que deben cumplir una condición de conjunto.	Conectividades entre cúmulos de neuronas.	Cálculos a partir de las varias interacciones del sistema de ecuaciones, con mejor nivel de aproximación respecto al resultado esperado.
<b>i)</b> Nuevo nivel de relaciones que desarrollan procesos de inferencia por <i>abstracciones empíricas</i> , considerando relaciones empíricas, entre coordinaciones del sujeto y observables del sujeto, y <i>abstracciones reflexivas</i> solamente entre relaciones de implicación entre las coordinaciones del sujeto.	Respuestas del sistema derivadas de la convergencia lograda. Inferencias derivadas de los enunciados de las tablas de integración heterogénea y/o de las representaciones de trayectoria.	Conectividades de inferencia entre cúmulos de neuronas, derivando en movimiento del sistema (de los músculos).	Impresión de resultados de cualquier variable dependiente o de control, una vez que converge el sistema.
<b>j)</b> Nuevo nivel de relaciones que desarrollan procesos de inferencia por <i>generalización extensiva</i> , entre los observables del objeto y los del sujeto. Extrapolación, induce y le permite hacer inferencias "de uno a muchos". La <i>generalización extensiva</i> genera nuevas construcciones, encadenamientos deductivos, creaciones del sujeto con nuevas formas de organización.	Respuestas del sistema derivadas de la convergencia lograda. Inferencias derivadas de los enunciados de las tablas de diferenciación homogénea y de los enunciados de recomendación, ampliación o comentarios en las tablas de las categorías.	Conectividades de inferencia entre cúmulos de neuronas, derivando en movimiento del sistema (de los músculos).	Impresión de resultados de cualquier variable dependiente o de control una vez que converge el sistema.
<b>k)</b> Desarrollo de relaciones en procesos de <i>regulación</i> para resolver desequilibrios entre las coordinaciones del sujeto, corregir relaciones (lograr homeostasis), reforzarlas (homeorresis) o maximizarlas.	Algoritmos de convergencia mediante ciclos de retroalimentación negativa o de control, ciclos de retroalimentación positiva, o ciclos de optimización de una o más variables. Ajuste de factores en las matrices de percepción, atención y/o respuestas del sistema.	Procesos de auto-regulación neuronal.	Algoritmos de convergencia general.

**Cuadro 6.1:** Tabla comparativa de operaciones epistemológicas... (continuación)

Epistemología genética	Cibernéticas de primero y segundo orden	Biología	Matemáticas
I) Desarrollo de relaciones en procesos de <i>compensación</i> para resolver desequilibrios a nivel de observables del sujeto y objeto (alfa), entre los observables del sujeto y sus coordinaciones (beta) y entre los niveles en las coordinaciones del sujeto (gama).	Algoritmos de convergencia mediante ciclos de retroalimentación negativa o de control, ciclos de retroalimentación positiva, o ciclos de optimización de una o más variables. Ajuste de factores en las matrices de percepción, atención y/o respuestas del sistema.	Procesos de auto-regulación neuronal.	Algoritmos de control de convergencia general.

conceptos a que hemos hecho referencia (de la “a” a la “1”) y que están dispuestos desde una lógica secuencial de las operaciones cognitivas derivadas de la Epistemología genética —que en realidad es altamente no lineal, pero da una idea de orden. Las correspondencias entre estas operaciones y las de las cibernéticas de primero y segundo orden son más aproximadas que las de la biología —que requieren de mayor precisión y detalles. Las correspondencias con las conceptualizaciones de la matemáticas son simples y prácticas. Todas ellas se orientan a una mejor comprensión de los componentes del modelo adaptativo que describiremos en el siguiente capítulo.

8. El cuadro anterior establece correspondencias no puntuales y de diferentes niveles de analogía. Es evidente que en todos los casos el dominio es diferente. En el caso de la epistemología se trata de un discurso lingüístico que emula un comportamiento cognoscitivo, en el caso de las cibernéticas es un discurso sistémico que emula un comportamiento mecánico y lógico en silicio (materialidad básica de las computadoras). En el caso de la biología es un discurso lingüístico que emula un comportamiento bioquímico y en el caso de las matemáticas es un discurso lingüístico que emula un comportamiento lógico-matemático. En cada caso, el medio tiene materialidades de otros tipos y por ello presenta diferentes tipos de relaciones y consecuentemente diferentes tipos de propiedades e interacciones gobernadas por diferentes leyes o principios. Sin embargo, todos tienen elementos comunes que permiten entenderlos en términos de relaciones y relaciones de relaciones sujetas a operaciones de di-

ferenciación e integración en escalas micro, meso y macro, sujetas a ser conceptualizadas como estructuras y como procesos en equilibrio o en desequilibrio, y lo que resulta más interesante desde nuestro punto de vista, con una lógica de re-equilibración semejante.

Tal es el caso de la correspondencia entre las regulaciones y compensaciones piagetianas, y los ciclos de retroalimentación positiva y negativa de las cibernéticas, así como con las estrategias de convergencia y optimización matemática, que nos permiten identificar elementos comunes a nivel procesual en cada ámbito y desde cada disciplina, además de conducir, en todos los casos, a formas de estabilidad provenientes de una inestabilidad. Con ello podemos pensar que en función del nivel de observación —que identifique las relaciones señaladas— y de la estrategia cognoscitiva para reconocer un nivel de desequilibrio en totalidades relativas modeladas como sistema —es decir, en problemas sociales diversos abordados desde perspectivas físicas, químicas, biológicas y cognoscitivas, además de sociales y culturales— puede ser posible participar en una estrategia común de transformación que propicie un cambio en el desequilibrio y conduzca a una nueva estabilidad del sistema. Este será el propósito —con énfasis en el dominio social— de la construcción que haga el equipo de investigación a partir del modelo adaptativo que describimos en el siguiente capítulo.

## 6.2. Enfrentamiento ante lo complejo

Recordemos que en el capítulo tercero (3#32) surgieron varias preguntas que tenían que ver con la forma de abordar lo complejo. En efecto, entonces nos preguntábamos por la forma en que debían coordinarse los investigadores interdisciplinarios para abordar viejos problemas desde el marco de una inteligencia distribuida y por la forma de dialogar con los actores vinculados al problema; planteábamos la importancia de reconocer la relevancia de las cantidades y la naturaleza de las cualidades y significados que dan sentido a las relaciones que se investigan; la relevancia también de reconocer los procesos de transformación entre estados de equilibrio y desequilibrio y entre estados de desequilibrio y re-equilibrio, así como por la forma de trasplantar una concepción epistemológica que explica las formas de equilibración a una concepción sistémica que incluya los niveles de observación de las cibernéticas de

primero y segundo orden. En suma, cómo integrar heterogeneidades asociadas a fuertes interdefiniciones.

Con los elementos de la Epistemología genética que hemos visto hasta ahora, ya podemos desarrollar un mejor acercamiento a dichas preguntas, que nos permita seguir ahondando en nuestro propósito hacia la observación de elementos comunes entre disciplinas y a reconocer una continuidad en los procesos cognoscitivos, retos que son otra forma de la aproximación a lo complejo.

Haremos nuevamente un uso más libre de varios términos que nos facilitarán las respuestas y que son empleados por el mismo Piaget; tal es el caso de las neuronas o racimos de neuronas, que son los elementos que llevan a cabo las coordinaciones y, en conjunción con células musculares y óseas, los elementos que llevan a cabo las acciones, y en conjunción con otras glándulas y órganos, los elementos que llevan a cabo las regulaciones y compensaciones, y finalmente, incluimos a los grupos de coordinaciones especializados en diferentes dominios (tacto, oído, vista, etc.) como subsistemas. Las respuestas que elaboraremos en esta sección a las preguntas referidas del capítulo 3, nos servirán para hacer una interpretación e integración de los conceptos presentados en la primera parte de este capítulo.

### *Relación sujeto / objeto*

9. Las preguntas a) y b) en 3#32 (que aludían a las relaciones entre los investigadores para formular nuevas preguntas a problemas viejos, para interactuar en el marco de una inteligencia distribuida, para coordinarse y para intervenir, escuchar, observar y dialogar con los actores vinculados al problema) tienen que ver con la relación sujeto/objeto, en donde el objeto puede ser otro u otros sujetos con múltiples determinaciones. Nos propusimos en aquel capítulo explicar con el lenguaje de la Epistemología genética las posibilidades de interacción que permiten establecer una amplia gama de vinculaciones en donde la objetividad del sujeto respecto del objeto es uno de los casos menos fáciles de lograr y las posibilidades de interiorización del objeto en el sujeto tienen varios niveles y matices.
10. La pregunta central la replanteamos ahora en términos de *cómo entender las formas de interacción, interdefinición, interpenetración entre un sujeto cognoscente y un objeto-sujeto cognoscible, y entre dos sujetos cognoscentes*.

*tes en el marco del análisis de problemas sociales.* En las líneas siguientes haré un recorrido que integra las operaciones cognoscitivas y muestra cómo se teje la relación objeto/sujeto y cómo es posible y necesario distinguir una gran gama de matices y gradientes que permite hacer distinciones importantes en el juego sujeto/objeto del análisis. Igualmente abordaré el tema de la interiorización del objeto en el sujeto.

Posteriormente, desarrollaré la forma en que se construye el conocimiento en un sujeto que inicia dicha aventura, con los retos que enfrenta dentro de un entorno que le propicia desequilibrios, desasosiegos y reacciones que deberá resolver a partir de la construcción de valores, sentires y razonamientos derivados de relaciones y acciones relacionadas con experiencias de placer y dolor, así como con su historia individual. A partir de esta línea de desarrollo sobre algunas etapas y operaciones básicas del proceso cognoscitivo, establezco una analogía entre el sujeto y el concepto de sistema —como totalidad relativa— que no es otro que el sistema adaptativo construido y operado por un equipo de investigación —sujetos en interacción— que de manera interdisciplinaria construyen la comprensión/explicación de un problema real. Se trata de una transposición —basada en correspondencias, transformaciones, transitividades y complementariedades— entre el proceso cognoscitivo sujeto/objeto del capítulo cuarto, el proceso cognoscitivo del equipo de investigación/problema práctico social del capítulo octavo y la construcción del modelo adaptativo del capítulo séptimo.

La idea clave para responder nuestra pregunta central radica en el concepto de acción en el que se ven implicados el sujeto y el objeto en interacción. Esta acción implica siempre la conjugación de *un acto* del sujeto cognoscente y un *contacto* con el objeto cognoscible. *Acto y contacto son uno en la acción.* El contacto comprende, desde el acto de tocar con alguna parte del cuerpo del sujeto al objeto, como recibir y reaccionar ante un haz de energía luminoso en la pupila, registrar y reconocer o no un sonido por el oído o por la vibración de los huesos, o reaccionar ante un olor por la nariz. El más leve reflejo de luz o sonido es ya un objeto de contacto. La más leve inhalación es también un contacto físico con el perfume o el virus. En este contacto, las dendritas como sensores, relacionadas con las neuronas respectivas, participan en la acción desde un *esquema de acción* previo, que si se enfrenta con una nueva relación, la asimila dentro

de las primeras formas de configuración del objeto, a través de los subsistemas de los sentidos (sensoriales) en las coordinaciones del sujeto. Al mismo tiempo, el esquema o racimo de neuronas genera un significado, tentativo al inicio de la acción, que se irá confirmando hasta lograr su permanencia en el esquema conforme se repite la misma experiencia. A su vez, el sujeto llevará a cabo los acomodamientos de este significado dentro de otros esquemas, de acuerdo a sus especificidades, registrando su identificación como objeto relacionado a un subsistema de los sentidos, es decir, a un subsistema de evidencias empíricas.

Si el sujeto percibe nuevas propiedades del objeto, las acomoda nuevamente a los esquemas implicados, y a la estructura de formas y significados que va configurando. Dicha estructura es un racimo neuronal que transmite al siguiente racimo en un nivel más interno, los flujos de energía —información con un primer nivel de organización—, los cuales son integrados en otros racimos de neuronas del mismo dominio de percepción (olfativo, auditivo) y organizados en su propio subsistema. Esta organización es el resultado de integraciones y diferenciaciones de estos flujos de energía en donde se configuran nuevas relaciones y por lo tanto, nuevas formas de vincular y valorar las informaciones del dominio senso-motor —construcción de sus códigos emocionales, racionales y éticos— y finalmente en el dominio de las implicaciones en las relaciones lógico-matemáticas. Así, el conocimiento que tienen dichos racimos —conocimiento como flujos y equilibraciones de energía entre las sinapsis en las neuronas— es, en primera instancia, un conocimiento de las propiedades extrínsecas del objeto, las más evidentes (el color, la forma, la textura), pero después se vuelve una construcción que depende de los significados que el sujeto le dé a partir de su experiencia previa, es decir, de los (iso)morfismos que detecta.<sup>2</sup>

Pero un nuevo contacto con el mismo objeto, ya porque ha girado, o se ha modificado en un grado diferente de su intensidad sonora o visual, exigirá a los racimos neuronales en los esquemas de acción, rectificar la nueva forma y *acomodarse* a la nueva disposición del objeto. Es muy probable que el sujeto no asimile todas las nuevas par-

<sup>2</sup> Desde otro discurso más literario se pueden comprender estos morfismos a través del concepto de “afinidades electivas” de Goethe, quien habla de que las interacciones del individuo con su entorno, incluyendo a otros individuos, se dan por relaciones de atracción o rechazo.

ticularidades del objeto, y se gestó el inicio de un desequilibrio en sus coordinaciones senso-motoras. Al detectar estas lagunas o errores el sujeto actuará de acuerdo a los mecanismos de regulación que pueden corregir la operación en los procesos de asimilación y acomodación. Mediante las coordinaciones de racimos neuronales que Piaget ha denominado como retroalimentaciones negativas, el sujeto detectará coordinaciones/movimientos incorrectos, asociados a malestares, y reaccionará ante ellos en sus próximas acciones. Al mismo tiempo, si las asimilaciones han sido exitosas —han provocado placer, consentimiento o aprobación, o cese del dolor o la inquietud— se confirman los límites en los esquemas de asimilación, o se amplían, con el propósito de maximizar el rango de posibilidades por asimilar y generar nuevos significados.

Conforme el sujeto asimila las propiedades extrínsecas del objeto, establece nuevas relaciones —con la organización de racimos de neuronas más internos— que integran informaciones de diferentes subsistemas o dominios —táctil, visual, sonoro, del olfato o el gusto— dentro de racimos de neuronas más especializados. Las relaciones son ahora de implicación, porque estos nuevos racimos no están en contacto directo con el dominio empírico del objeto, pero lo están indirectamente en la medida en que las integraciones, transitividades, seriaciones y ordenamientos que llevan a cabo los racimos neuronales a nivel senso-motor, hayan sido certeros. Por el contrario, cuando no lo son, entran en juego nuevamente las regulaciones, restringiendo los alcances en las inferencias y empleando las estrategias de las retroalimentaciones positivas y negativas que son coordinadas, a su vez, por los racimos neuronales asociados a las compensaciones tipo alfa, es decir, en las que el sujeto rectifica sus desasosiegos e irritaciones mediante acciones creativas que imponen una estrategia de prueba y error para aproximarse a mejores condiciones de equilibrio racional, emocional y social.

La construcción de nuevas relaciones entre enjambres neuronales y los dominios de la percepción de energía táctil, olfativa, visual y sonora, genera en cada nivel de las coordinaciones, nuevas relaciones de relaciones que integran nuevas formas de energía —nuevos ordenamientos como información—. Estas integraciones —cristalizadas en cúmulos neuronales— sintetizan muchos racimos de esquemas y asimilaciones a partir de los cuales es posible hacer nuevas inferencias. Si estas relaciones de implicación se llevan a cabo desde

los racimos neuronales cercanos al dominio de las causalidades empíricas, hasta el dominio de las implicaciones intrínsecas, se logran inferencias por abstracción. Si las relaciones y coordinaciones se llevan a cabo desde los racimos de niveles de neuronas profundos, hacia los dominios del mundo empírico del objeto, se llevan a cabo inferencias por generalización. En ambos casos, el sujeto ha desarrollado las posibilidades más deseables de un sistema cognoscente. Las operaciones cognoscitivas hacen uso de correspondencias y transformaciones entre un nivel inter y un nivel trans-operatorio.

Al integrar todos los dominios en una conjugación de subsistemas, se desarrollan nuevos niveles donde las operaciones de inferencia generan muchas implicaciones que pueden estar equilibradas —al confirmar su permanencia y aciertos en sus anticipaciones—, o bien, generar espacios vacíos, lagunas —falta de conectividades y relaciones entre racimos neuronales—, y con ello, nuevos desequilibrios, desasosiegos o malestares que deban ser nuevamente regulados y compensados. Los niveles de malestar o de aprobación son diferentes por estar más alejados de las reacciones senso-motoras y más cercanos a los subsistemas de integración, más elaborados y físicamente ubicados en otro contexto fisiológico, más profundo. El ciclo de las retroalimentaciones positivas y negativas implica nuevas compensaciones tipo beta y gama (es decir, compensaciones que modifican la disposición de significados, les hacen inversiones, o incluso los desplazan y descentran de sus esquemas) que dependen solamente de la capacidad para propiciar la maximización de coordinaciones o la capacidad para soportar los desequilibrios en las coordinaciones.

Ahora bien, la relación de nuestro sujeto con lo otro, especialmente si es otro sujeto, no tiene límites precisos. Cuando un sujeto se enfrenta a otro siempre habrá una dinámica permanente de conocimiento a nivel de relaciones de superficie y de niveles más profundos que se rectifican y re-equilibran, así como una complementariedad en las acciones entre ambos. Al tiempo que un sujeto conoce a otro, lo interioriza; luego lo exterioriza, al tiempo que es conocido por el otro que lo interioriza. Ambos deciden si continuar el ciclo de interacción/interdefinición, o no.

Detengámonos en lo que sucede cuando un sujeto entra en relación de observación con otro sujeto. Si solamente le presta atención pasiva —si lleva a cabo acciones de contacto limitado pero no interacciona con las relaciones de implicación del otro sujeto—, es po-

sible que sólo observe en él las propiedades extrínsecas y lo refiera por su materialidad explícita, o simplemente el otro no manifiesta sus relaciones de implicación en la relación. En este caso, sólo le es posible referirse al otro, a lo otro, como objeto, como sujeto estático, cerrado. También diríamos que le es posible aproximarse a una objetividad que congela toda relación posible con el otro, porque ha decidido inhibirla en beneficio de la “objetividad”. Por otro lado, si las exteriorizaciones manifiestan relaciones de implicación y se intercambian procesos de equilibración —conversación dialógica— y existe el interés por conocer sus procesos de re-estructuración, de re-equilibración, de éxito y fracaso en el manejo de sus coordinaciones cognoscitivas, entonces habrá un reconocimiento de niveles de complementariedad entre los sujetos —centro de las preguntas a) y b), que tenían que ver con las relaciones entre los investigadores y los actores de los problemas, para interactuar en el marco de una inteligencia distribuida, coordinarse, observar, dialogar e intervenir—. En este caso, los sujetos se verán implicados en un juego de relaciones en el que, para hacer nuevas inferencias sin afectar esta relación de colaboración, deben construir nuevas abstracciones reflexivas para no alterar los niveles de interacción sobre su objeto de estudio y así construir un nuevo nivel de reflexividad, la reflexividad de segundo orden.

La relación sujeto/objeto es evidente si hay un nivel de abstracción que reconozca que las transformaciones entre ellos, dependen del sujeto que hizo la abstracción, de haberse observado a sí mismo, de reconocer un punto ciego y llevar a cabo una reflexividad de segundo orden. Si no son reconocidas las transformaciones, se lleva a cabo una alteración imperceptible para el sujeto en las relaciones de sus coordinaciones, que es asimilada de manera desconocida por él, generando un desajuste en la equilibración entre ambos sujetos; además, hay una menor comprensión de la interacción y esto puede redundar en la gestación de conflictos. Reconocer la interdependencia en la relación sujeto/objeto permite comprender mejor las transformaciones que ambos tienen e identificar y codificar las trayectorias. Una reflexión posterior puede disponer de los elementos y las relaciones para transformar su rumbo. Esta es una respuesta que está acorde con los propósitos del modelo adaptativo.

11. Recordemos ahora la pregunta c) que formulamos también en el tercer capítulo. ¿Cómo integrar técnicas de investigación para hacer

inferencias más certeras y consistentes con el método científico, de tal manera que se conserve la importancia de reconocer la relevancia de las cantidades y la naturaleza de las cualidades y significados que dan sentido a las relaciones que se investigan?

Para responder a esta pregunta deberemos referirnos a los niveles de inferencia que se van construyendo y a partir de los cuales se gestan operaciones cognoscitivas con propósitos diversos. La siguiente figura (6.5), nos servirá para esto.

En esta figura apreciamos los tres niveles de compensaciones, entre los que el nivel alfa es el que opera a nivel senso-motriz, bajo relaciones causales con inferencias empíricas, y el gama es el más interno, no sólo en la región de coordinación de subsistemas sino de relaciones de implicación hacia inferencias lógico-matemáticas. Recordemos que es posible medir la distancia entre los niveles a partir de la equilibración de los morfismos entre una integración de racimos neuronales y su diferenciación en un nivel “i” en relación con otros racimos en niveles “i+1”. Entonces, las distancias entre las regiones alfa, beta y gama pueden ser muy grandes —en el sentido de existir

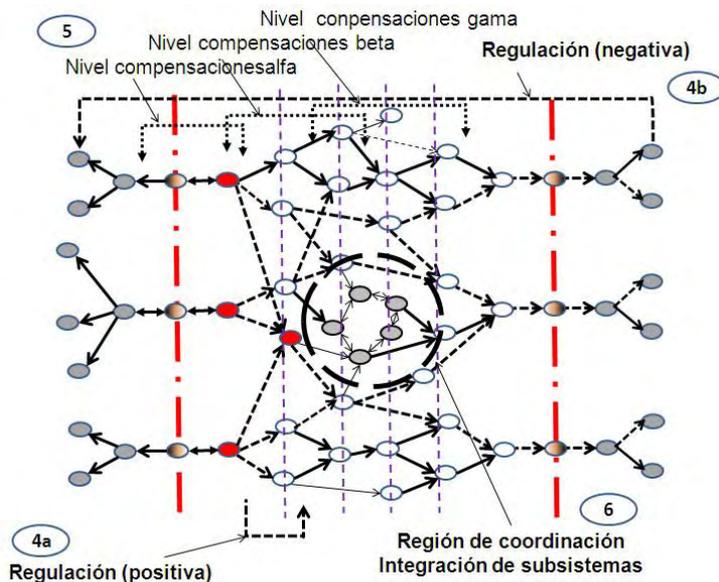


Figura 6.5 Regulaciones y compensaciones.

muchos niveles intermedios. De aquí podemos hacer una observación implícita en el tipo de inferencia que hay en las coordinaciones del sujeto, y es que el tipo de relaciones en el nivel alfa está mucho más centrada en las distinciones entre los elementos que asimila, realizando para ello operaciones de seriación y ordenamiento principalmente, y el tipo de relaciones en los niveles beta, y especialmente en el gama, donde las relaciones de implicación, distantes a las relaciones empíricas, llevan a cabo otro tipo de operaciones, como las combinaciones, permutaciones, correspondencias y transformaciones. Los niveles de inferencia están basados en abstracciones empíricas y generalizaciones extensivas en el primer caso y, en el segundo, en abstracciones reflexivas y generalizaciones completivas, de implicaciones que integran racimos de información mucho más integradas.

Estos dos niveles de inferencia —alfa y gama—, se desagregan en múltiples niveles, especialmente en la región beta de las coordinaciones, y configuran un amplio rango de distinciones. Éstas están acotadas, de un lado, por las inferencias asociadas a asimilaciones derivadas de relaciones empíricas, vinculadas a propiedades extrínsecas de los objetos y definidas como “cuantitativas” y, por el otro lado, por las inferencias a integraciones derivadas de relaciones de implicación o “cualitativas”, vinculadas a propiedades intrínsecas de los objetos.

Este proceso de construcción de inferencias va de las relaciones causales a las relaciones de implicación, a través de permanentes procesos de prueba y error en las asimilaciones, acomodaciones y en las re-equilibraciones. Recordemos que el juego entre la prueba y el error se debe a las perturbaciones no resueltas por el sistema o de los deseos y necesidades del mismo sistema para lograr mejores integraciones y diferenciaciones en los procesos de inferencia, y ello nos permite reconocer la continuidad en el proceso constructivo basado en funciones de asimilación/acomodamiento, integración/diferenciación, abstracción/generalización y regulación/compensación, que en cada sujeto se estructuran de diferente manera y en períodos de tiempos semejantes pero en momentos muy diferentes.

Nuestra respuesta a la pregunta c), la formulamos desde este nivel de observación, lo cuantitativo es sólo un momento del proceso constructivo. Es el establecimiento de relaciones que identifican,

en primera instancia, los morfismos a nivel empírico del sujeto con los del objeto, y asimilan las propiedades extrínsecas, de superficie, visibles de los objetos. En cambio, el nivel de inferencia que el sujeto establece mediante relaciones de implicación —no derivadas de la evidencia empírica, sino de las relaciones establecidas por las integraciones que lleva a cabo en procesos de abstracción y generalización—, constituyen la perspectiva cualitativa de los objetos o sujetos con los que interacciona.

La gama de relaciones, procesos e inferencias a nivel beta —entre relaciones empíricas fuertes y relaciones de implicación muy abstractas— es muy amplia e incluye relaciones en paralelo a las establecidas entre el dominio empírico y el de las coordinaciones del sujeto. Estas relaciones vinculan a los niveles alfa y gama de otras maneras: una amplia —con varios niveles de por medio— y una corta —con pocos niveles de por medio— de tal manera que relaciones de implicación se lleven a cabo a la par con relaciones causales. Estas relaciones establecen niveles de implicación cercanos a los observables del sujeto, y niveles de relaciones causales cercanos a las coordinaciones del sujeto, de tal manera que la relación entre propiedades asociadas a las cantidades, se tejan paralelamente a las propiedades asociadas a las cualidades y sea posible una conjugación del concepto de cualidad/cantidad, el cual se va tejiendo de manera continua y natural desde el nivel alfa hasta el gama. De esta manera, todo observador que distingue estos niveles, también tiene elementos para *comprender* que construye esquemas en donde todo sustantivo asociado a cantidades y números, también tiene asociadas implicaciones abstractas —cualidades intrínsecas—, y todo adjetivo asociado a cualidades, puede tener asociadas relaciones causales empíricas vinculadas al número a la cantidad —como propiedades extrínsecas. De aquí que los esquemas de las asimilaciones/acomodaciones tengan algunos componentes heterogéneos, y el reto radica en *explicar* el componente cualitativo y el cuantitativo en una misma estructura heterogénea cognoscitiva. Es así como el conocimiento de los procesos cognoscitivos descritos en el inciso 4.2 de este capítulo, nos permiten explicar las transformaciones entre lo cualitativo y lo cuantitativo, y la naturaleza de su conjugación.

12. Por otra parte, en cuanto a la pregunta d) ¿Cómo formular y establecer un modelo de análisis que esté orientado a dar mayor atención a los procesos de transformación entre estados de equilibrio y des-

equilibrio y entre estados de desequilibrio y re-equilibrio? Podemos decir que esta pregunta queda parcialmente respondida a partir de las correspondencias y analogías que presentamos en el cuadro 4.1 y podrá completarse con las reflexiones que se deriven de la aplicación de un sistema adaptativo para un caso real de desequilibrio, como lo veremos en el capítulo 9. El modelo de análisis que presentaremos en los capítulos siguientes basará su concepción de equilibrio en las definiciones que se establezcan para los niveles de valoración del sistema. En la construcción que el investigador hace de dichas valoraciones, se puede generar un concepto de equilibrio que tome en cuenta los juegos de evaluaciones no deseables para afirmar inestabilidades o estabildades en el sistema. El investigador dispondrá de todos los elementos para definir qué entiende por equilibrio: por un lado, generará formas de conocer el equilibrio mediante las representaciones sincrónicas que permiten conocer cualquier momento registrado en el sistema; y por otro, dispondrá de información diacrónica para las trayectorias y con ello la posibilidad de hacer abstracciones o generalizaciones en términos de tendencias a una equilibración o desequilibración.

13. En relación con la pregunta e) ¿Cómo trasplantar una concepción epistemológica para las formas de equilibración a una concepción sistémica que incluya los niveles de observación de las cibernéticas de primero y segundo orden?, la construcción del cuadro 4.1 es parte de la respuesta que podemos formular para llevar a cabo dicho trasplante.

### 6.3 Desafíos conjugados

14. Aún daremos una vuelta de tuerca más a *las imbricaciones de lo complejo*. Giraremos nuestro nivel de observación hacia un ángulo en que reconoceremos viejos problemas que trataremos de abordar de manera distinta. Reflexionaremos sobre los concepto de “condiciones de normalidad” en la estadística y probabilidad, que están vinculados a “condiciones de re-equilibrio” y auto-determinación, así como a comportamientos que enfrentan lo complejo y pueden ser explicados a través de transformaciones entre los niveles *intra-inter* y *trans-operatorios*. De aquí derivamos la necesidad de establecer un espacio en donde sea posible ubicar el nivel de complejidad de los fenómenos,

a partir de la heterogeneidad en la naturaleza de sus unidades de observación y la interdefinibilidad entre ellas.

15. Partimos de la concepción de las “condiciones normales” vinculadas al teorema gaussiano que cimenta a la estadística en donde “lo normal” implica un comportamiento regular en la distribución espacial y temporal de lo que se desea analizar. En otros términos, de la idea de que la selección de las observaciones derivadas del comportamiento de lo que se desea conocer, debe ser lo más imparcial posible, a partir de una real distribución aleatoria, y que el nivel de variación de sus propiedades sea parejo —homosedástico— con variaciones proporcionales, lineales, no sesgadas por la no-linealidad. Estas son dos formas de definir un comportamiento normal, de las cuales se deriva la posibilidad de hacer un análisis de covariación para establecer la pertinencia de correlacionar dos o más comportamientos y hacer inferencia estadística. Si estas condiciones se cumplen para una muestra, es posible generalizarlas a una población.
16. De esta concepción de “normalidad”, así como de esta forma de hacer inferencias, generadas en la estadística, derivaron desde el siglo XIX los criterios para hablar de la normalidad en los terrenos de, por ejemplo, la salud física y mental, o del bienestar social, ante periodos de desequilibrio e inestabilidad. Y esto es significativo, dado que a partir de ello, las autoridades sociales, científicas y de salud iniciaron un ciclo que de manera recursiva cimentó el concepto de normalidad hasta nuestros días, afectando muchos ámbitos de desarrollo como el tecnocientífico, el pedagógico y el médico.

Sin embargo, cuando no se cumplen aquellas condiciones de normalidad, entonces el criterio estadístico aumenta la potencia de la prueba, aumentando el número de observaciones pero sigue aplicando los mismos teoremas inferidos del punto de partida gaussiano. Las implicaciones en estos criterios se dejan ver cuando un comportamiento no es normal y por tanto, está sujeto a no poder ser estudiado bajo la perspectiva estadística o a ser valorado por quien la asuma, como anormal o patológico, o incluso a ser borrado del mapa. Tal el caso de muchos comportamientos sociales hoy en día, y de las limitaciones o retos que enfrenta el análisis social con poblaciones no gaussianas, que no pueden ser excluidas del análisis y menos, juzgadas como patológicas, pero tampoco están siendo explicadas.

17. En contrapunto, la perspectiva piagetiana —que desde el planteamiento último de la Teoría de la Equilibración se desliga explícita-

mente del concepto de probabilidad (García, 2000; 117-121)—, parte de una situación en donde la atención se centra en los comportamientos que no están regidos por el estado homeostático, sino por las transformaciones posibles a partir de ese estado —siempre deseable para la reflexión— y orientados hacia una homeorresis — que enfrenta el reto de la creatividad y la locura, orientadas a maximizar estados con nuevos niveles de equilibrio. Y recordemos que el énfasis está en el paso de un estado a otro, a partir de una re-equilibración que permite la evolución cognoscitiva, y que la aplicación de estos mecanismos a procesos cognoscitivos en el dominio del conocimiento científico lo formalizó García bajo la perspectiva de los mecanismos *intra*, *inter* y *trans* operatorios.

18. Es necesario reconocer entonces que, para un nivel de observación desde donde sea posible aplicar los criterios gaussianos, los análisis que toman como referencia los niveles de confiabilidad de la campana, evidentemente son correctos, y las inferencias que de ellos podamos desprender, a través de la correlación entre dos o más variables, también lo son. Incluso en el caso de un nivel de observación macro en donde las leyes de funciones exponenciales o logarítmicas reproduzcan alguna cualidad o comportamiento de fenómenos sociales, la certeza de dichas estrategias puede resultar predictiva y deseable. Sin embargo, no son esas las respuestas que estamos buscando ante las preguntas de los problemas prácticos, especialmente a escala meso. En este nivel, las relaciones al interior de grupos sociales son de diferente orden y fuertemente heterogéneas. El reto, en este caso, consiste en encontrar nuevos criterios que normen la realidad cuando ésta ya no presenta las regularidades que se deben asumir para aplicar los criterios gaussianos o las leyes de potencia, aún desde los niveles de observación distantes —macro— donde sí podrían aplicar. Pero es necesario reconocer que desde esos niveles de observación las inferencias dejan de ser válidas en el momento de aplicarlas a los elementos puntuales —meso— de la población, si no se relacionan con criterios de continuidad que tejan sobre los niveles de escala diferentes, espacios de consistencia.<sup>3</sup> Reconocemos que

<sup>3</sup> Las fallas a que están sujetas las estrategias gaussianas son muy diversas y sutiles. Quizá una de las más frecuentes es la de no considerar los casos de datos perdidos (*missing values*), el control de variables extrañas —a las variables de interés—, o la sutil selección de las muestras, de tal manera que no modifiquen los valores de confiabilidad de las pruebas.

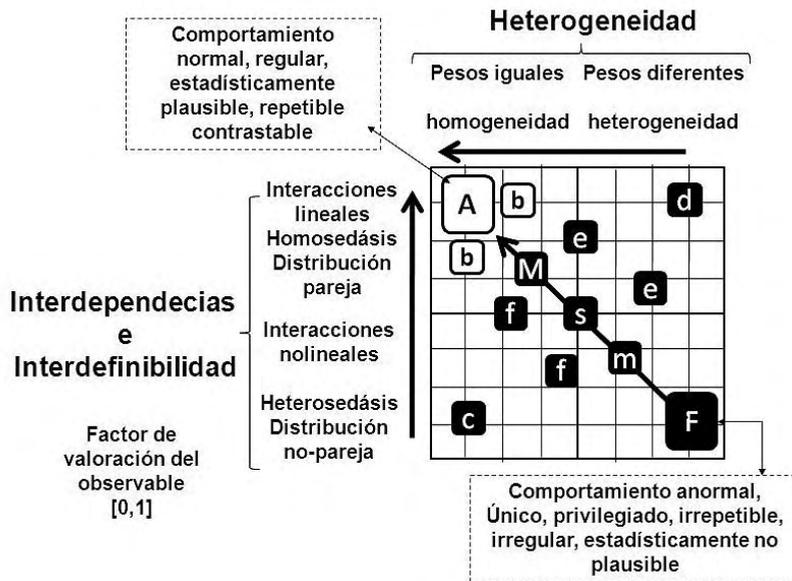
gran parte de la falta de credibilidad de los análisis y propuestas en las ciencias sociales se debe a la insistencia para sostener la certeza de un concepto de equilibrio basado en modelos cimentados en formulaciones matemáticas —y ahora nos atrevemos a invertir los términos—, sesgadas a lo normal gaussiano, y generalizadas a poblaciones irregulares para explicar, por ejemplo, el flujo de precios, la construcción de tendencias de opinión, de violencia, de educación o de salud, y en consecuencia, para justificar su validez y finalmente su imposición operativa, avalada por una cientificidad que demuestra niveles de confianza altos, aunque posteriormente pueda ser reconocida como una acción incorrecta y basada en una cadena de inferencias no adecuadas de la perspectiva estadística.

19. Ante este viejo problema, proponemos una reflexión que parte de considerarlo como complejo, tomando en cuenta ahora las relaciones entre las características que planteamos en I#8: heterogeneidad, alta interdefinición, emergencia y problema de escalas. Empezamos con el desafío en cruzar las posibilidades entre lo heterogéneo y las interdefiniciones, proponiendo mayor continuidad entre las naturalezas y mayor racionalización en el encabalgamiento de relaciones. Desde un primer nivel de observación, matizamos que lo heterogéneo radica en reconocer diferencias entre la naturaleza de las propiedades —intrínsecas o implícitas y extrínsecas o explícitas— de lo que analizamos y consecuentemente de sus relaciones, y que hace evidente la imposibilidad de normar un criterio de normalidad cuando lo que priva son las diferencias. Un segundo nivel de observación, reconoce que las diferencias derivan de la forma de establecer las distinciones entre los códigos de lo natural, y que sin desaparecerlas o modificarlas, las naturalezas pueden estar bajo códigos diferentes, que cambian las relaciones y la forma de la heterogeneidad, y recordando a von Foerster (1996;126), cimentan una ética. No modificamos las propiedades de los elementos, sino las relaciones entre las propiedades de los elementos y con ello su denominación y valoración. Es un nivel de observación que toma en cuenta las re-equilibraciones del nivel *inter-operatorio* de las relaciones entre los elementos y sus posibilidades de paso hacia un nivel *trans-operatorio*.
20. Por otro lado, el reto de la interdefinición entre los elementos de nuestro objeto de estudio, que no es observado desde la probabilidad y la estadística, refiere a una relación de dependencia entre dos o más elementos que necesariamente se afectan mutuamente. Esto

implica que están en una dependencia, simbiosis, acoplamiento, interpenetrabilidad constante. Si estas interacciones son regulares —y para ello la característica de linealidad es adecuada— entonces se genera un comportamiento parejo que se considerará normal, y que además, permitirá —al considerarlo como un todo homogéneo— ver otras formas de su organización como totalidad relativa, así como establecer una analogía entre una muestra de dicho comportamiento y extrapolarlo a una población real. Este principio ha permitido fundamentar estadísticamente a la termodinámica (Levine, 1996). Pero si el comportamiento de las interrelaciones e interdefiniciones —que ya es complejo por la presencia de recursividades y/o retroalimentaciones— no es parejo, el problema se convierte en un desafío mayor, porque del número de casos en las interdefiniciones no se puede normar un criterio de la totalidad en cuestión, y se vuelve específico, particular, hasta colindar con lo único. Desde un segundo nivel de observación, lo normal en las altas interdefiniciones en los fenómenos de estudio, no radica en poder considerar el comportamiento de la totalidad de las interdefiniciones, sino en el comportamiento de cada caso desde su propio nivel de referencia, desde su especificidad considerada como grado de auto determinación tanto a nivel micro, meso o macro. Es un nivel de observación que toma en cuenta las re-equilibraciones del nivel *inter al intra*, pero dentro de un nivel *intra-sistémico*.

21. El desafío consiste en enfrentar no solo las irregularidades en las relaciones heterogéneas desde su dominio propio como fuente de lo complejo, sino también en su relación con las irregularidades de las interdefiniciones entre ellas. Para dilucidar sobre las posibilidades de interacción entre estas dos formas de manifestación y/o expresión —comportamientos finalmente— de lo complejo en lo social, derivamos un espacio cuyas zonas son generadas a partir de las relaciones entre niveles de heterogeneidad y niveles de interdefinibilidad.

Nuevas relaciones se generan a partir de las combinaciones posibles entre estos dos conceptos concebidos bajo la dinámica de los gradientes. En la figura 6.6 distinguimos el eje de la hetero-homogeneidad para los gradientes en las distinciones de las naturalezas en las unidades de observación, y ortogonalmente a este eje están los gradientes de la interdefinibilidad, que van de la fuerte densidad de relaciones al aislamiento de las unidades de observación, unidades que difícilmente pueden establecer relaciones. La zona “A” indica el



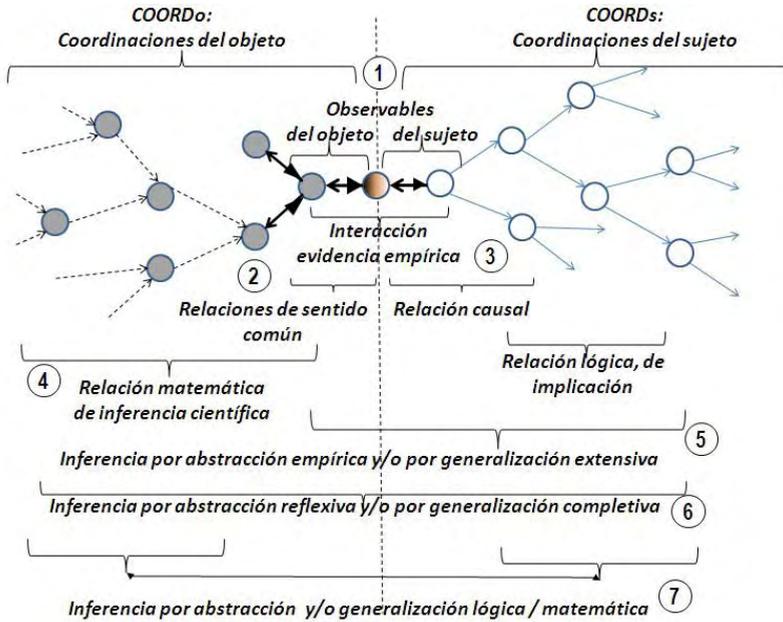
**Figura 6.6** Espacio de gradientes de lo complejo, (EgC).

espacio de alta homogeneidad y distribución pareja de las entidades y/o de sus propiedades, y la asociamos a un modelo de un comportamiento normal, regular, estadísticamente plausible, repetible y contrastable. En el extremo opuesto está la zona “F”, donde se presenta lo más heterogéneo y difícilmente relacionable, y la asociamos con un modelo de referencia para un comportamiento anormal, único, privilegiado, irrepetible, irregular, estadísticamente no plausible. Lo que nos interesa resaltar de estas zonas es su carácter de referencia y modelo de comportamientos encontrados en nuestra concepción de realidad. Una característica no explícita es que cada punto tiene un significado, esto es, una o más palabras que sintetizan lingüísticamente el conjunto de sus propiedades homo-heterogéneas y homo-heteroscedásticas, y los significados están referidos necesariamente a un código de valoración, que los distingue pero no los califica o juzga.

22. De mayor interés son las demás zonas, que permiten establecer una correspondencia con los cuatro conceptos que hemos usado para aproximarnos a lo complejo: la zona heterogénea por excelencia es

la “d” que incluye una alta posibilidad de relaciones. Por otro lado, la zona “c” representa una alta desconectividad o dificultad de establecer relaciones para concebirla como zona de interacciones parejas. Ahí son muy escasas las interacciones entre las entidades y es necesario hacer muchas suposiciones para conocer su comportamiento. Por su parte, las zonas “e” y “f” son intermedias y es más fácil asociar fenómenos y estrategias en ellas: la zona “f” con cierta homogeneidad y alta desconectividad es análoga a los problemas que enfrenta la complejidad matemática: hay elementos homogéneos pero es necesario encontrar el modelo matemático que los vincule, es necesario suponer muchos valores de las variables independientes para encontrar la solución del sistema que representa a las entidades (caso de los problemas en la computación suave). Esta zona requiere de creatividad para encontrar las relaciones que explican la dispersión aparente de lo diverso. En esta zona también podemos ubicar los retos de los creadores artísticos: con elementos relativamente homogéneos y desvinculados, se teje un discurso que cobra sentido y del que emergen nuevas relaciones que propician admiración, resonancias y armonías no explícitas —para el que desconoce las características de la zona— y que se convierten en admirables ¡maravillosas! La zona “e” se caracteriza por tener más dispersión en la homogeneidad de sus entidades, pero una mayor conectividad entre ellas. De esta zona pueden emerger nuevos fenómenos que derivan del reconocimiento de un número de relaciones de conexión significativa. Aquí podemos ubicar las explicaciones que dan los físicos para emular el surgimiento de los efectos de resonancia en máquinas complicadas —como sistemas vibratorios entidades muy diversas pero con muchas posibilidades de relación, interconexión e interdefinibilidad, o las explicaciones basadas en las transiciones y cambios de fase.

23. La zona “A” puede estar sujeta a fuertes generalizaciones. Es la zona que posibilita la inducción y en consecuencia está asociada a comportamientos generales que pueden estar cifrados en las perspectivas macroscópicas de las teorías naturales, como es el caso de la Teoría de la relatividad, o incluso sociales, especialmente las teorías macroeconómicas o las grandes teorías como la Marxista, la Weberiana o la Parsoniana. La zona “F” es una zona en la que implica un nivel de aproximación muy cercano a las unidades de observación para apreciar especialmente, que es única en su especie y con muy pocas relaciones entre sus escasos elementos. Nos aproximamos a ellas



**Fig. 6.7** Relaciones e inferencias entre coordinaciones y observables.

mediante teorías que operan a nivel microscópico, como es el caso de la mecánica estadística en la física, o las teorías del interaccionismo simbólico en la sociología. De esta manera, la zona intermedia entre la “m” a la “M” indicadas en la figura 6.6, refiere a comportamientos que son observados a nivel mesoscópico, como la mecánica newtoniana o las teorías de alcance medio Mertonianas.

24. Ubicamos a la Sociología clásica en ese terreno intermedio “s” en el que hay gran heterogeneidad, interdefinibilidad, emergencia de fenómenos sociales y el gran dilema de disponer de muy pocas teorías de alcance intermedio. Pero matizaremos más las zonas de este espacio desde la perspectiva de las Ciencias Sociales y sobre todo desde la relación entre los procesos cognoscitivos y un pensamiento sistémico propio de nuestro observador “Obi” definido en 5#3, un observador dinámico, cuyos procesos cognoscitivos vamos a delimitar nuevamente y dentro de nuevas relaciones, en la figura 6.7, que ya se había presentado.
25. Recordemos que los “observables del objeto” (en la figura 6.7) refieren a las propiedades extrínsecas de objetos físicos —cosas, organis-

mos, objetos culturales o personas—, y que las “coordinaciones del objeto” son un conjunto de enunciados derivados de las teorías científicas y sociales que los explican: moléculas, comportamientos, exámenes de alumnos, cuerpos celestes, referidos como coordinaciones del objeto (COORo), y en ellas están todas las teorías que mencionamos líneas arriba. Por otro lado, están los “observables del sujeto” que representan el conjunto de experiencias vividas por el contacto explícito de nuestro sujeto con los objetos u otros sujetos y de las cuales deriva un conocimiento de “sentido común” sobre dichos observables del objeto (2 en figura 6.7), y que no requiere de mayor explicación por tener un consenso social amplio. Pero “las coordinaciones del sujeto” refieren al conjunto de relaciones, y relaciones de relaciones como estructuras/procesos, que ha construido el sujeto a lo largo de su vida para explicarse lo que sucede cuando entra en contacto con los observables y especialmente con las coordinaciones del objeto, de lo otro y de los otros. Recordemos que es un tejido que parte de relaciones causales que se encabalgan y transforman en relaciones de implicación lógicas y matemáticas que ya no requieren de la evidencia física para reconocer lo que significan los observables del objeto y sus coordinaciones, si conoce las teorías que se han elaborado sobre las Coordinaciones de dicho objeto.

Daremos unos ejemplos para ver otros tipos de inferencia.

- Sea el caso del maestro que no necesita imaginar al alumno reostado en la cama, o verlo manteniendo una plática con el vecino y dejar a un lado el aventón a la escuela, o leyendo las noticias y dejando pasar metros sin preocuparse por el tiempo, para reconocer que ahí se gesta un comportamiento que da prioridad a sus ensoñaciones, pláticas o lecturas, y no a las obligaciones escolares. Esta inferencia la representamos en el número 7 en figura 6.7 en la que sus coordinaciones han establecido una relación basada en muy pocas relaciones entre sus coordinaciones y las relaciones con los observables del objeto de él como sujeto. Se trata de una inferencia por abstracción reflexiva y una generalización extensiva.
- Un segundo caso consiste en las conjeturas que hace el alumno con base en sus coordinaciones, al ver que el director no va a explicar lo que realmente desearía escuchar de él, porque sigue insistiendo en la importancia de llegar temprano a la escuela. Esta inferencia la podemos vincular a la relación que establece

el alumno entre sus coordinaciones —su conjetura—, sus observables —ve al director—, los observables del objeto —el director tal cual se presenta—, y las coordinaciones del objeto —los razonamientos del director (6 en figura 6.7). A diferencia del primer caso, la inferencia incluye varias relaciones con los observables y con las coordinaciones. Es una inferencia por generalización extensiva.

- Un tercer caso es la inferencia derivada del alumno que no asistió a la presentación de un libro porque salió de la escuela antes de tiempo. En este caso la salida de la escuela es uno de los observables del objeto que se relaciona con él mismo saliendo de la escuela, por sus propias determinaciones e intereses —coordinaciones del sujeto— y desconociendo las coordinaciones del sujeto —del contenido del libro, de lo que sucedería en la presentación (5 en figura 6.7). Se trata de una inferencia basada principalmente en relaciones causales y de implicación.
  - El cuarto caso es la abstracción que hace el director al inferir la disminución de utilidades en la escuela, al reconocer la presencia de menos alumnos por grupo después de analizar el sistema de ecuaciones que relaciona utilidad con número de alumnos. La inferencia implicada —como inferencia matemática— se sostiene por relaciones entre las coordinaciones del sujeto (conocimiento del modelo administrativo) con las del objeto (manejo administrativo de los alumnos), otra posibilidad de 7 (en figura 6.7).
  - El quinto caso es la inferencia que hace el maestro cuando ve que el murmullo y la interacción de los alumnos desembocará irremediablemente en una estampida hacia el televisor del pasillo cuando se escuche la palabra “gol” (otra posibilidad de 6 en figura 6.7). Esta inferencia se deriva de asimilaciones asociadas a relaciones de implicación y relaciones causales asociadas a las coordinaciones del objeto y del sujeto.
26. Las diferentes formas de inferencia que hemos ejemplificado en los cinco casos se ubicarían en torno a la zona “m” y, con una asignación adecuada de escalas de medición de sus coordenadas, nos permitirían distinguir diferentes gradientes de complejidad. La definición de dichas coordenadas es un problema mayor que sólo planteamos en el contexto del espacio propuesto para distinguir gradientes de complejidad. De manera aproximada podemos decir que las razones que daría el alumno para llegar tarde son muy específicas y toda ellas con

diferentes motivaciones, estarían ubicadas en la zona “F” de la figura 6.6; las posibilidades del discurso del director hacia los alumnos están relativamente restringidas a un comportamiento ubicable en la zona “e” o “f” y las del maestro con la reacción ante el gol de los alumnos en “M”; las conjeturas del director sobre las utilidades en “c”.

27. Lo que hemos hecho hasta ahora, es establecer una correspondencia plausible y con mayor precisión entre conjeturas, hechos y acciones con gradientes de homo-heterogeneidad y homo-heteroscedasis. Esta correspondencia puede ser nombrada por un lenguaje epistemológico que precisa el tipo de relaciones, su nivel de materialidad y su nivel de implicación en términos de inferencias, que a su vez está correlacionado con un pensamiento sistémico que puede instrumentar las operaciones cognoscitivas entre las relaciones de observables y coordinaciones del sujeto y objeto, en términos de estructuras, procesos y estados dinámicos.
28. Daremos un paso más para vincular estas correspondencias con la forma de lo complejo en los observables que es necesario explicar en el análisis social. Presentamos para ello tres formas en que se presenta lo complejo:
  - i) Acciones con diferentes componentes de naturalezas físicas, emocionales, lógicas y volitivas.
  - ii) Irregularidad en el número de unidades de observación, desde “1” hasta “n”, donde los casos difíciles son cuando “n” es menor que una decena, y es necesario generar expectativas posibles.
  - iii) Irregularidad en el número de variables dependientes con información conocida. Si una unidad de observación tiene asociadas 10 variables dependientes, pueden conocerse sólo ocho o tres y ser consideradas en las estimaciones.

Estas tres situaciones se ubican en la zona “m” de la figura 6.6 y en ocasiones en “F” y “e”, e incluso cerca de “F”. El modelo SiAs incluye estos casos y considera desde el análisis específico de unidades de observación con las irregularidades de los casos ii) y iii) hasta la valoración de grupos y totalidades de unidades de observación caracterizadas por el caso i). Pero debemos señalar que respecto a la naturaleza afectiva sólo hemos indicado la manera como se pueden construir funciones que emulen dicho comportamiento, y que es necesaria una fase posterior de desarrollo del SiAs para incorporar más sólidamente dicha naturaleza.

Dejaremos para el capítulo noveno una reflexión entre estos conceptos que hemos desarrollado a partir de la conjugación de la Epistemología genética y el pensamiento sistémico en torno al *Espacio de gradientes de lo complejo* —EgC—, y su aplicación en el análisis de grupos de unidades de observación de problemas prácticos. Dicha reflexión implica desglosar los casos que se presentan en el análisis de tres observables y dos niveles de valoración para su integración en una nueva unidad de significación. Veremos que la tríada implicada en la generación de un nuevo observable constituye el módulo esencial que nos permite construir sistemas adaptativos para el análisis social, y por esta razón, la reflexión entre el módulo esencial y los observables del objeto nos permitirá el desarrollo de inferencias empíricas para poder hacer posteriormente generalizaciones extensivas y completivas sobre los universos de datos analizados.



CAPÍTULO 7  
DESCRIPCIÓN GENERAL DEL MODELO BÁSICO DEL  
SISTEMA ADAPTATIVO

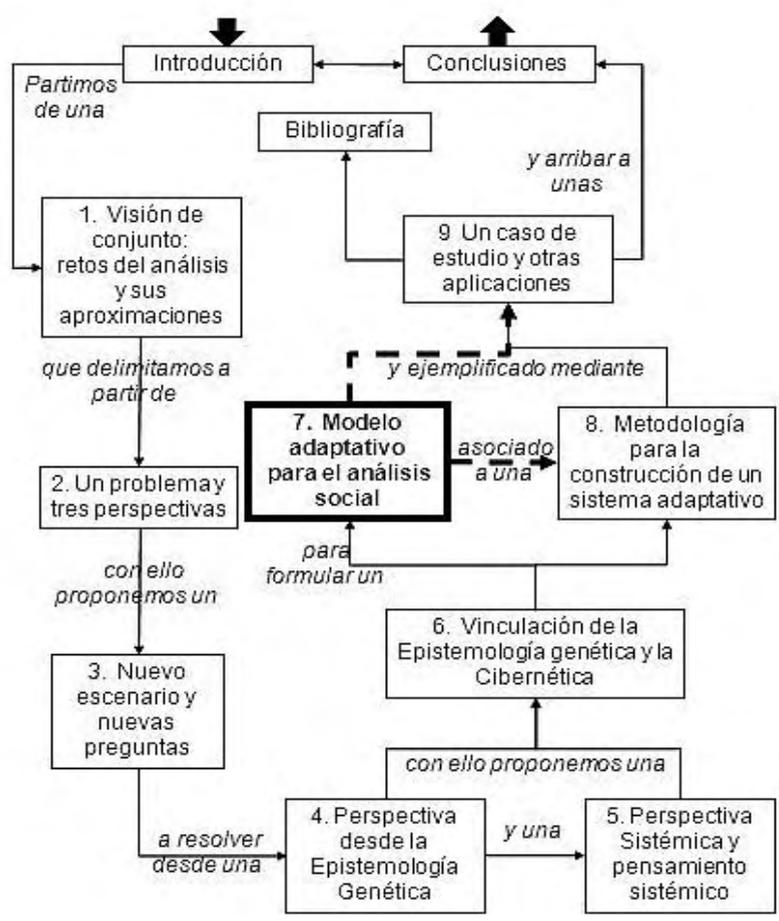


Figura 7.A El capítulo 7 dentro del libro.

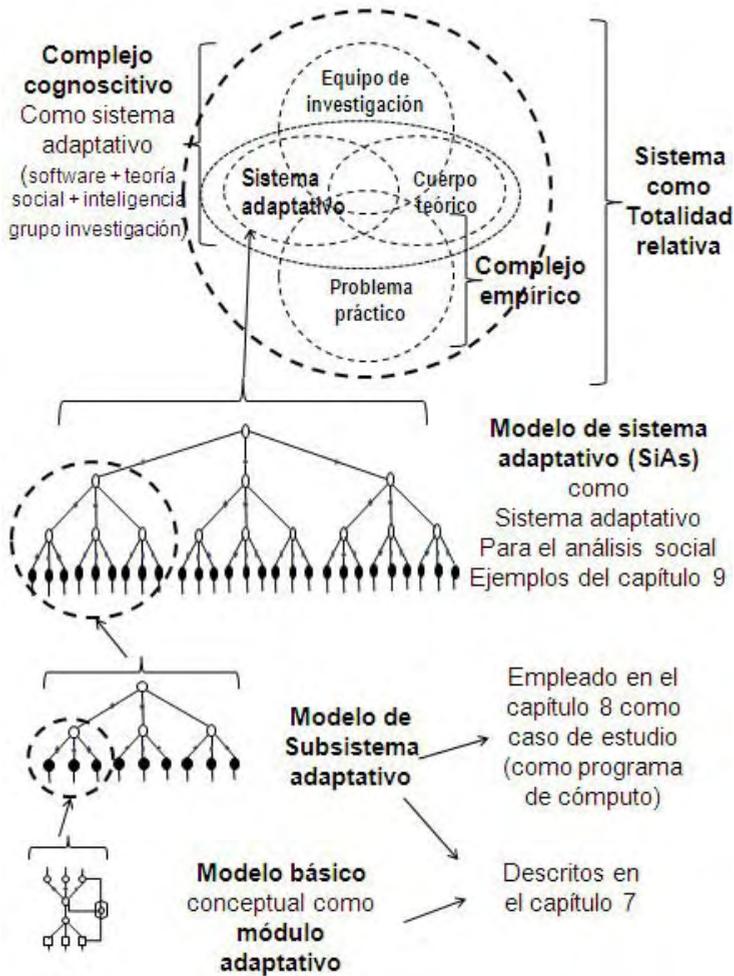
En este capítulo presentamos el *modelo del módulo básico* que constituye el núcleo conceptual del *sistema adaptativo para el análisis social*. Es un modelo que adquiere su forma operativa al orientarse como sistema para la solución de problemas sociales. Describiremos desde diferentes perspectivas el modelo adaptativo como módulo, como sistema y dentro de la totalidad relativa en la que opera. El modelo y el sistema los describiremos desde cinco niveles de descripción:

- el *físico*, que considera sus partes y propósitos a partir de un lenguaje común;
- el *lógico*, que los sintetiza en términos conceptuales;
- el *matemático* que permite formalizarlos,
- el *cibernético*, que permite concebirlos sistémicamente y programarlos, y
- el *epistemológico*, que los explica como formas de construcción de conocimiento.

Es importante diferenciar los *cinco modelos como formas de comprensión*, del *modelo adaptativo* en cuanto tal, que es una conjunción de conceptos de diversas disciplinas, con una organización que toma elementos de varias de ellas y que está orientado a simular comportamientos sociales.

Posteriormente, a partir de los esquemas correspondientes, presentaremos las *funciones esenciales del modelo*, y su organización dentro de arreglos o matrices de valores posibles, es decir, la organización en tablas de valores numéricos que representan cualidades. Más adelante enmarcaremos la *estructuración y operación* de funciones y matrices *como partes del sistema de cómputo*, y concluiremos el capítulo describiendo el tipo de resultados que genera el sistema. En la siguiente figura, 7.C, mostramos un esquema con la relación de conceptos asociados al modelo. Si bien en casi todos los casos se trata de sistemas, hacemos las distinciones necesarias para diferenciar niveles de agregación.

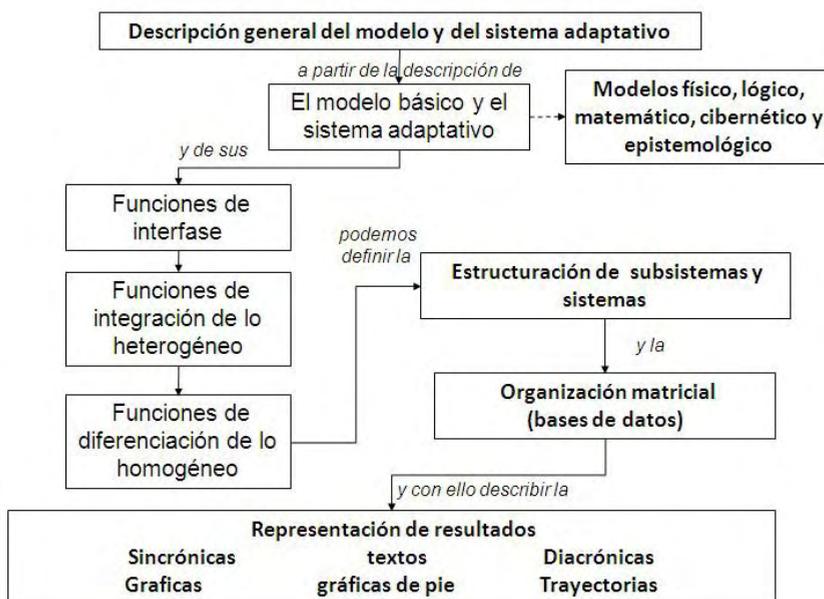
La lectura de la información va de abajo hacia arriba: a partir de la definición del *módulo básico* del *modelo adaptativo*, construimos una estructura básica como *subsistema del modelo adaptativo*, que permite verlo como un primer sistema. A su vez, la programación de este subsistema permite ejemplificar su forma de aplicación en un caso de estudio que presentamos en el capítulo octavo, como programa de cómputo. En el siguiente nivel, la construcción de la estructura básica del *sistema adaptativo para ser aplicado a un problema de análisis social* —SiAs—, propiamente dicho, implica la vinculación de *tres subsistemas* que estarán configurados a par-



**Figura 7.C** Del módulo adaptativo a la totalidad relativa.

tir del cuerpo teórico que permitirá comprender el problema desde las ciencias sociales. Esta vinculación la lleva a cabo el *equipo de investigación*, que necesariamente debe conocer la estructura y organización del SiAs, para dar forma a la *unidad de análisis* del problema como *esquema categorico*, e introducir los observables asociados a la *unidad de observación*,

derivados de la delimitación de *complejo empírico*. El equipo de investigación también dotará al sistema adaptativo de los elementos de valoración que le permitirán llevar a cabo los procesos de reflexión sobre el problema. Esta reflexión será potenciada gracias a las múltiples capacidades que tiene el sistema para adaptarse a condiciones de operación interna, no sólo por su estructura y sus criterios de integración y diferenciación, sino también por su capacidad de actualizar y modificar los criterios de cálculo y valoración. Tal como hemos visto en otros capítulos, estas actividades se llevan a cabo entre el equipo de investigación que interactúa *de manera interdisciplinaria*, el *cuerpo teórico* del problema y las posibilidades de *adaptación y aprendizaje del sistema* respecto al objeto de estudio que se analiza. La interacción de estos tres componentes constituye el complejo cognoscitivo. Dicho complejo pretende acoplarse con la delimitación que se haya logrado en ese momento del *complejo empírico*. Finalmente, son esos momentos de acoplamiento e interacción, los que constituyen una *totalidad relativa*, dentro del contexto social.



**Figura 7.B** Visión de conjunto del capítulo 7.

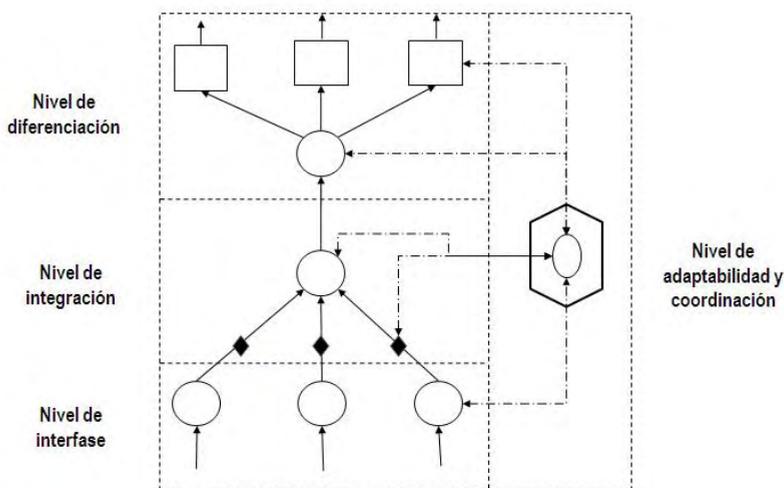
## 7.1 El modelo básico y el sistema adaptativo

Para cada una de las perspectivas de descripción —física o del sentido común, lógica o especializada, matemática, sistémica y epistemológica—, describiremos primero los aspectos esenciales del módulo básico y posteriormente su relación con el sistema adaptativo. Utilizaremos los cinco lenguajes para comprender el modelo básico desde distintos ángulos y cuando hagamos referencia al sistema adaptativo, deberá tenerse presente como sistema de cómputo, programa de computación o software.

Recordemos que el modelo básico y el sistema están concebidos dentro de una concepción más general de sistema, como totalidad relativa que incluye al problema que se analiza, al equipo de investigación que lo enfrenta como sistema complejo, y al cuerpo teórico que sostiene conceptualmente la comprensión y explicación del problema. (figura 1.6).

1. La unidad de organización del sistema es el *módulo básico*, y está configurado desde una *perspectiva ternaria*: tres nodos, tres funciones esenciales, tres matrices básicas, tres modos de operación básicos, tres tipos de configuración de nodos posibles y tres formas de representación; tres módulos por subsistema, tres subsistemas por sistema y tres sistemas por meta-sistema. El módulo está constituido por un conjunto de *nodos*—unidades de operación— que en su interior tienen funciones asociadas a un conjunto de tablas, que desde la perspectiva cibernética y matemática son definidas como *arreglos matriciales*. Las funciones llevan a cabo operaciones de correspondencias (asimilaciones), integración (abstracciones) y diferenciación (generalizaciones). De esta manera, al interior de cada módulo hay tres sub-niveles de operación y un nivel de coordinación (ver figura 7.1). El primer nivel lleva a cabo el registro de observables. El segundo, tiene la función de integración de información del nivel previo y la transmite a un tercer nivel, que es el de diferenciación de la información, a partir de la cual se representan los resultados. Existe un nivel de coordinación asociado a los tres niveles anteriores mediante el cual se configura la parte esencial de las interacciones del sistema, y se llevan a cabo inferencias.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Esta organización tiene correspondencia con las tres capas en la estructura de redes neuronales asistidas —de entrada, oculta y de salida, así como con los tres niveles de coordinaciones de operaciones cognoscitivas de Piaget—esquemas de acción, coordinación de subsistemas y coordinación global del sistema.



**Figura 7.1** Niveles del módulo básico del sistema adaptativo.

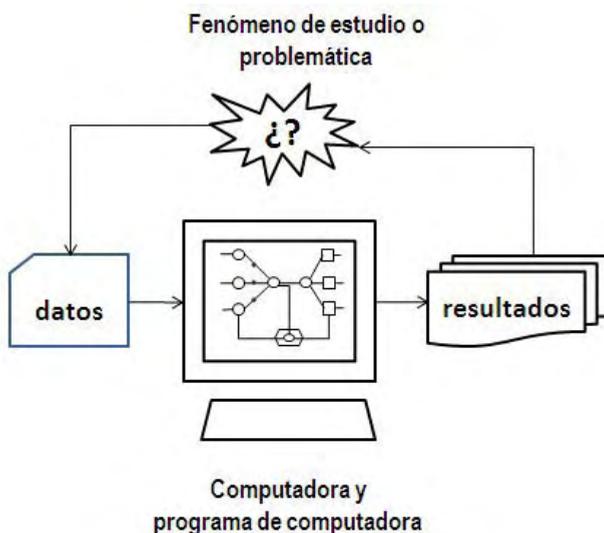
2. El módulo es adaptativo porque puede actualizar permanentemente los valores de sus funciones, los criterios de integración y diferenciación, y varios aspectos de su estructura operacional. Puede tener activos los tres nodos o funciones en cada módulo, o bien, tenerlos desactivados. La actualización de estos parámetros se lleva a cabo en primera instancia, a través del consenso del equipo de investigación, quien selecciona conjuntos de valores previamente registrados, actualiza y cambia los valores requeridos, tomando en cuenta que el sistema ya está preparado para adaptarse a esos cambios. Dentro de una etapa posterior de evolución del sistema —y que no se aborda en esta versión— el investigador podrá ser capaz de sintetizar los criterios que él mismo ha empleado para actualizar los parámetros— y traducirá esta abstracción en líneas de programa para que en lo sucesivo el sistema, proponga o asuma de manera más autodeterminada, dicha actualización. Este nivel de adaptabilidad implica un nivel superior de inteligencia a desarrollar por el equipo de investigación a nivel de programación, dentro del subsistema de integración de módulos, pero quedará pendiente por ahora. Gran parte del funcionamiento actual del modelo como sistema, deriva de haber programado actividades que antes las hacía el investigador y ahora las hace el sistema.

3. A partir de la vinculación de dos o más módulos es posible configurar la estructura básica del sistema adaptativo para el análisis social. (sección 7.4). La estructura de un sistema está formada por tres niveles de módulos: el primer nivel de módulos tiene el propósito de *registrar los observables* e integrarlos en un primer grupo de *subcategorías* —cuyos valores son transmitidos al siguiente nivel—, y genera además, información que forma parte de las representaciones parciales o globales del sistema. El segundo nivel de módulos transforma resultados de subcategorías a *categorías* y el tercer nivel transforma resultados de las categorías a la metacategoría. En las figuras 7.18 y 7.19 detallaremos estas descripciones. Presentaremos en cada caso los modelos del módulo básico y del sistema adaptativo. El primero es más específico, el segundo más amplio y general.

### *El modelo físico*

El modelo físico general es la herramienta que permite la conceptualización de los elementos y las relaciones de un fenómeno o problemática. Está basado en el uso del sentido común y del lenguaje propio de los actores involucrados en dicho fenómeno y puede estar diseñado desde la perspectiva del observador que participa del problema o del que lo analiza a través del lenguaje del observador que vive el problema.

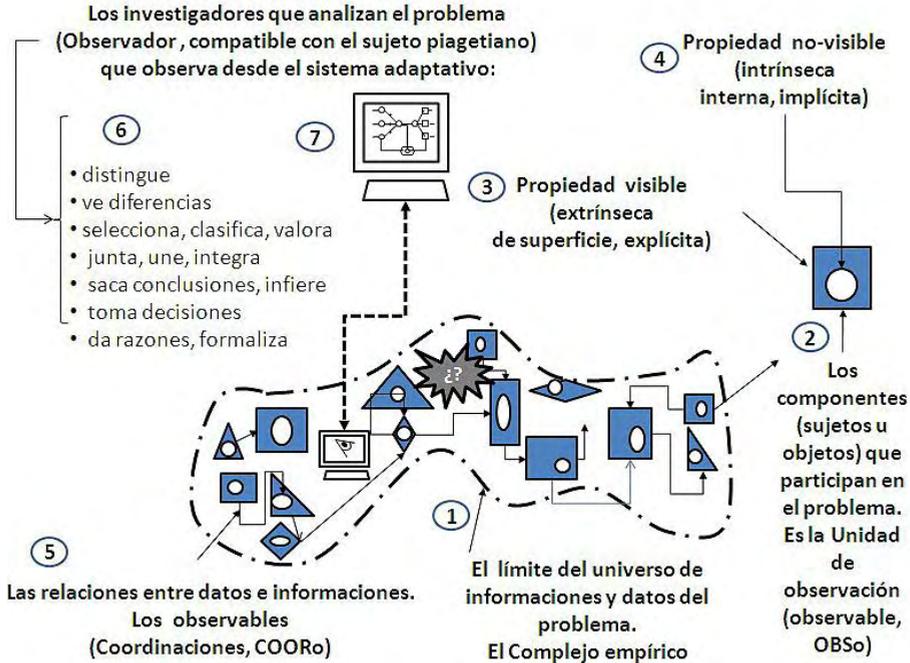
4. El modelo físico de la totalidad relativa, en la que se encuentra el sistema adaptativo, está respresentado en la figura 7.2. Podemos definir al sistema adaptativo en términos de un objeto tecnológico —una computadora— que permite registrar datos, procesarlos de acuerdo a una estrategia y criterios preestablecidos y mostrarlos como respuesta para la toma de decisiones. Dicho dispositivo se manifiesta como un conjunto de instrucciones —en papel y en forma digital— que son procesados por un programa de computadora, que en nuestro caso será el sistema adaptativo al que le integramos el cuerpo teórico y los observables del problema.
5. Este modelo cobra una forma más detallada cuando lo ubicamos en un contexto en el que hacemos explícitos varios elementos y relaciones asociados al dispositivo tecnológico (ver (7) en figura 7.3). En dicha figura podemos distinguir el componente central del problema que deseamos investigar (ver (1) en figura 7.3) y la unidad de observación (ver (2) en figura 7.3), que puede ser un actor o un agente



**Figura 7.2** Modelo físico del módulo adaptativo como objeto tecnológico dentro de la totalidad relativa.

social, una institución, una comunidad, actividades, hechos, acciones, comunicaciones y/o significados. En cada unidad distinguimos dos niveles de caracterización de propiedades o atributos: los visibles o explícitos (ver (3) en figura 7.3), que serían los que son percibidos en el lenguaje común, a partir de una materialidad evidente (color, textura, forma, tamaño, etc.) y propiedades no visibles o implícitas (ver (4) en figura 7.3), de dicha unidad (densidad, estructura, comportamientos, significados). Ver (4) en figura 7.3.

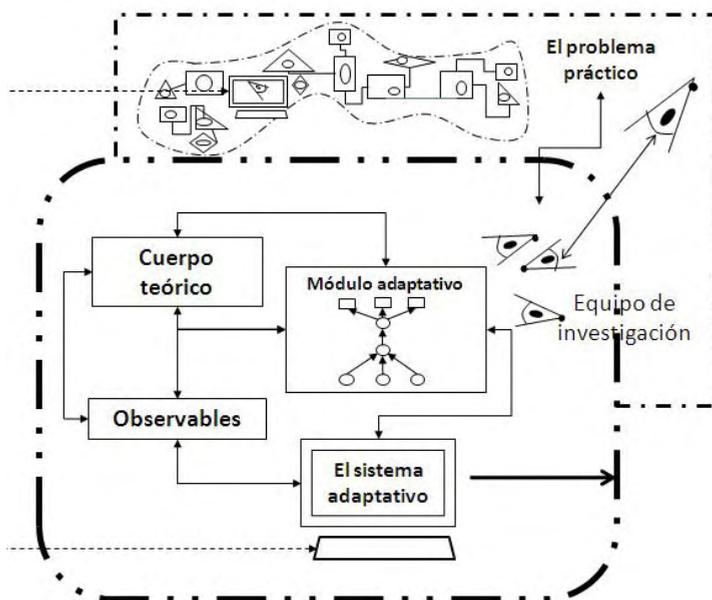
6. El conjunto de unidades de observación están relacionadas de manera múltiple mediante reglas, leyes, valores y signos, y constituyen las coordinaciones del objeto piagetianas —COORo— (ver (5) en figura 7.3). Dichas relaciones han sido en parte formalizadas por el conocimiento científico y otro conjunto de ellas, que todavía no han sido relacionadas mediante las leyes y principios de las ciencias físicas y naturales, constituyen el objeto de estudio de las ciencias sociales y humanísticas: el mundo de relaciones humanas tejidas, encabalgadas e imbricadas de significados y sentidos. En (6) de la figura 7.3 se indican las principales operaciones cognoscitivas que lleva a cabo el investigador, como observador que forma parte de un equipo y usa



**Figura 7.3** Elementos y relaciones del modelo físico del módulo adaptativo y su contexto.

el sistema adaptativo para comprender, interpretar y explicar el problema práctico.

7. El modelo físico de la totalidad relativa del proyecto donde se encuentra el sistema adaptativo está integrado entonces por un programa de computadora y su relación con una serie de componentes asociados al problema. Mostramos en la siguiente figura —7.4— los principales componentes: al centro ubicamos el modelo de módulo adaptativo, que cobra vida por estar en íntimo contacto con observables —datos que desde su perspectiva han sido reconfigurados como unidades de observación— y con un *cuerpo teórico*, que está integrado por un *esquema categórico* y procedimientos para el tratamiento de los observables a través de dicho esquema. La construcción del esquema categórico —que se presentará con más detalle en el siguiente capítulo— constituye uno de los retos más significativos del

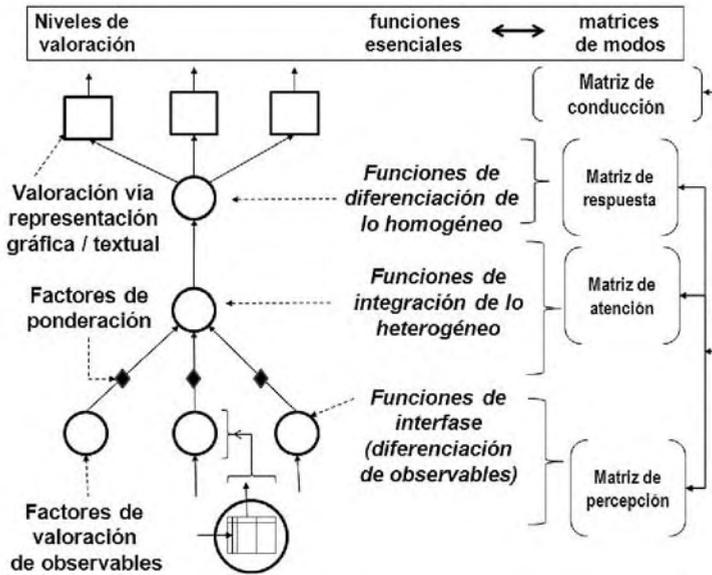


**Figura 7.4** Elementos y relaciones del modelo físico del sistema adaptativo.

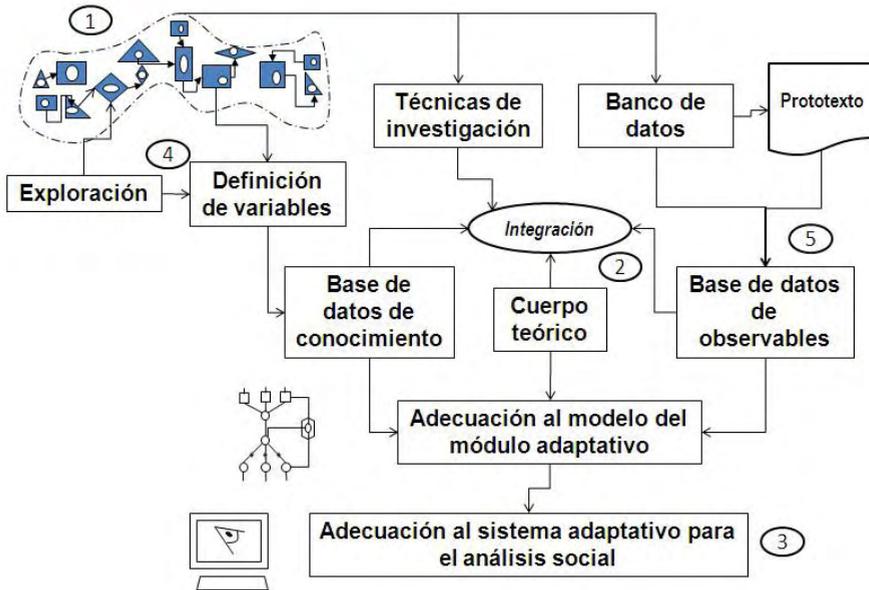
análisis del problema. Constituye la estructura conceptual desde donde se generan las inferencias en torno al problema práctico. Incluye este modelo físico al equipo de investigación y a los actores del problema.

### *El modelo lógico*

El modelo lógico es una conceptualización de los elementos y las relaciones de un fenómeno o problemática que está basado en el uso y sentido de un lenguaje racional. Puede ser descrito desde dos o más disciplinas y está diseñado desde la perspectiva del especialista que comprende y analiza el problema. Los conceptos explícitos del modelo lógico, constituyen un instrumento de análisis que le permitirá al observador explicar el fundamento de las respuestas que se formularon en torno a las preguntas del problema. En nuestro caso, el modelo lógico del módulo adaptativo (figura 7.5) está elaborado desde las matemáticas y la epistemología genética, y el modelo lógico del sistema adaptativo (figura 7.6), desde la perspectiva sistémica.



**Figura 7.5** Elementos y relaciones del modelo lógico del módulo adaptativo.



**Figura 7.6** Elementos y relaciones del modelo lógico del sistema adaptativo en el marco del proyecto de investigación.

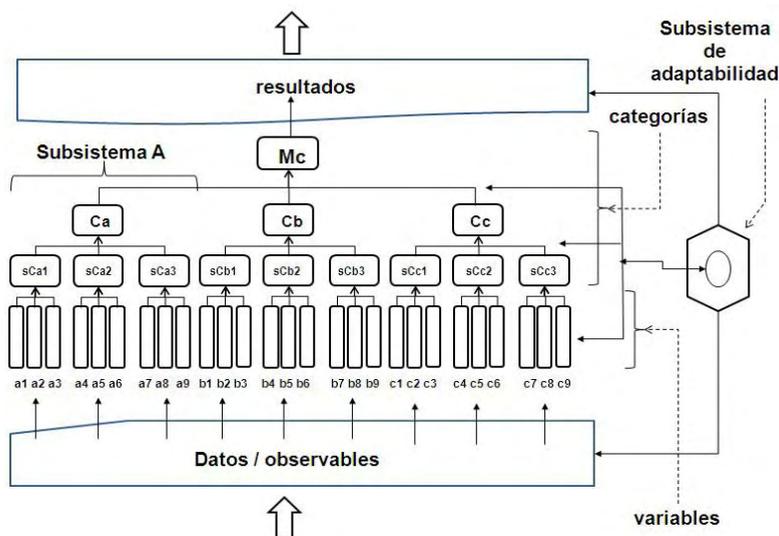
El modelo lógico también puede estar orientado a comprender y representar las relaciones que se dan entre los niveles de observación de los participantes de un proyecto y sus códigos de referencia. Además, puede incluir la relación de las actividades del equipo de investigación —como una reflexividad de segundo orden—, al fenómeno que se analiza y a la estrategia del proyecto, como se verá en el caso de estudio y en las aplicaciones del capítulo 9.

8. Según mencionamos al principio de este capítulo, el modelo lógico del módulo adaptativo está integrado por tres funciones y arreglos matriciales a partir de los cuales asumen valores los coeficientes de las funciones. Dichas funciones —de interfase, de integración de lo heterogéneo y de diferenciación de lo homogéneo— están asociadas a tres matrices que llevan a cabo operaciones de integración y diferenciación de los contenidos de las variables y las categorías —como se describirá en detalle más adelante. Las variables tendrán asociada información de los observables, y estos podrán ser de varios tipos: datos provenientes de respuestas de encuestas —números, letras—, información etnográfica, transcripciones de entrevistas, discusiones de grupo o narraciones orales, entre otros.
9. El módulo puede considerarse como la forma mínima del sistema (ver figura 7.5). Según dijimos, también está constituido por tres nodos en el primer nivel, uno en el segundo y cuatro en el tercero. Cada uno de los nodos del primer nivel está asociado al registro de un observable de naturaleza semejante o diferente entre ellos —por ejemplo el primer observable, puede estar asociado a una variable cuantitativa, un segundo nodo deshabilitado y el tercero asociado a una cualitativa, o también puede ser que los tres nodos tengan asociados tres observables para variables cualitativas. El nodo del segundo nivel lleva a cabo la integración de las tres naturalezas de las variables del primero, mediante una expresión previamente definida, generalmente por medio de factores de ponderación —indicados en la figura 7.5. El primer nodo del tercer nivel hace la diferenciación de lo homogéneo y transmite la información a una de las tres formas de representarla: sincrónica (gráficas de barras o líneas), diacrónica (graficas de puntos o líneas como trayectorias) y en forma de texto (párrafo con enunciados).
10. El modelo lógico del sistema adaptativo está constituido por la integración de uno a tres módulos. Si incluye tres módulos puede hacer uso de nueve variables, tres subcategorías y una categoría, que en su

conjunto, constituyen un primer subsistema de la versión estándar del sistema adaptativo, que tiene tres subsistemas.

La figura 7.6 muestra el modelo lógico de cómo se configura el sistema y sus componentes como totalidad relativa. Podemos apreciar cómo este primer nivel de organización e integración de módulos del *sistema* es llevado a cabo por el equipo de investigación. En dicha figura indicamos la importancia de una etapa de exploración del problema, que implica el análisis del mismo y la formulación de preguntas (4 en figura 7.6). Dicho modelo sobre el flujo de actividades en el proyecto, integra elementos del complejo empírico (1 en figura 7.6), y del cuerpo teórico (2 en figura 7.6) asociados al modelo del módulo adaptativo para configurar los subsistemas que constituyen la estrategia para el análisis (3 en figura 7.6). A partir de todo ello se hace posible la definición de las variables y las técnicas de investigación.

11. En la misma figura, distinguimos el Banco de datos y la Base de datos. El primero organiza, desde una perspectiva no sistémica, los observables —como meras listas y tablas independientes entre sí—, y el segundo las organiza desde la perspectiva sistémica, como tablas dentro de una base de datos. Esto es así porque la organización del sistema está dada en términos de dos o más tablas de datos interrelacionados, cuyos criterios han tomado en cuenta la no redundancia de esos datos y la disposición óptima para encontrar alguno de ellos dentro de las tablas. Del banco de datos se desprenden los prototextos, que son las transcripciones de las entrevistas o narraciones orales que hubiera como observables. Como se verá más adelante, la operación del sistema adaptativo requiere de un conjunto de informaciones que no son propiamente observables, sino que son parte de la memoria y capacidades de evaluación y valoración del sistema, proporcionada por el equipo de investigación. Se trata de una base de datos —conjunto de tablas interrelacionadas— con factores de valoración y enunciados valorativos que usará el sistema para generar los resultados. La integración de los elementos anteriores se adecúa a la organización implicada tanto en el modelo de módulo adaptativo como en la estructura que adopte el sistema adaptativo (5 en figura 7.6).
12. Una visión de conjunto del sistema adaptativo —que puede ser considerada como modelo lógico de sus partes o una aproximación al modelo cibernético— se presenta en la figura 7.7. En él mostramos la integración de tres subsistemas, cada uno con 9 variables ( $a_1, a_2 \dots$



**Figura 7.7** Visión de conjunto del modelo lógico del sistema adaptativo.

a9, para el primero) y tres subcategorías (sCa1, sCa2 y sCa3 para el primer subsistema), tres categorías (Ca, Cb y Cc) y una Macro-categoría (Mc).

*El modelo matemático<sup>2</sup>*

13. El modelo matemático del sistema adaptativo parte de la definición del complejo empírico, de la estructura y procesos del sistema adaptativo y especialmente de los componentes del módulo adaptativo. El complejo empírico (ver figura 7.3) se puede definir en términos de un conjunto de elementos constituidos por dos tipos de propiedades, las explícitas, que serán definidas en términos de relaciones causales, referidas y explicadas con base en argumentos de abstracción empírica. Y las implícitas, que serán definidas en términos de relaciones de implicación y con base en argumentos de abstracción reflexiva. Dado que es posible tomar en cuenta dos o más unidades de

<sup>2</sup> Para una mejor comprensión del modelo matemático y el sistémico se recomienda avanzar en la lectura del capítulo y volver a ellos después de haber leído la parte de funciones y matrices.

observación de diferente tipo, el conjunto de observables se podrá subdividir en dos o más subconjuntos, con sus propiedades explícitas o implícitas.

14. El modelo matemático del sistema adaptativo está definido a partir de las unidades de organización sistémica (meta-sistemas, sistemas, subsistemas, módulos, programas, funciones y códigos) que tienen una correspondencia con la teoría de conjuntos y con el uso general de funciones matemáticas. De esta manera, el primer tipo de función es la que establece una correspondencia entre los observables y las variables y que en el contexto del sistema corresponde a las funciones de interfase. Estas funciones establecen una correspondencia entre enunciados lingüísticos y valores numéricos normalizados y jerarquizados dentro de códigos básicos. De aquí en adelante, se formulan funciones de funciones (macro-funciones) cuya organización puede estar en términos de matrices y con ello reorganizar los valores calculados y derivados de ellas para generar textos y representaciones gráficas. Una expresión matemática de estos dos componentes del modelo, tiene el siguiente esquema, que toma en cuenta el lenguaje de la teoría de conjuntos:<sup>3</sup>

$$\text{Sea } C_e = \{M_e \mid M_e = \text{manifestaciones de materia/energía}\}$$

Dicha expresión hace explícita la existencia del conjunto complejo empírico ( $C_e$ ) constituido por el conjunto de elementos y relaciones de manifestaciones de materia-energía con significado al problema social (ME). También es posible formular el modelo en términos de funciones:

$$C_e = f_1 (\sum M_{e_i}), i = 1, n$$

Donde  $C_e$  lo definimos en términos de una función que tiene como variables independientes un conjunto o una suma de manifestaciones de materia/energía con significado asociado al problema social de

<sup>3</sup> La formalización de modelos sociales es un tema poco desarrollado dentro del ámbito sociológico. A partir de los desarrollos de la “Web semántica” se han formulado muchos lenguajes para enfrentar este reto. La perspectiva clásica (Bunge, 2009) y (Blalock, 1984), proponen la perspectiva de los lenguajes de la teoría de conjuntos o de un álgebra de funciones, como lo propongo en este capítulo.

estudio. Utilizamos esta segunda forma dado que su vinculación con un lenguaje sistémico es más directa que la nomenclatura basada en conjuntos. Para establecer las expresiones que definen el modelo matemático, es necesario definir previamente sus componentes en los siguientes términos:

Sea Ce = Complejo empírico

Me = manifestaciones de materia/energía dentro del Ce

Ac = Acciones sociales, como Me

He = Hechos sociales, como Me

Co = Comunicaciones, como Me

Er = entidades como elementos/relaciones asociadas a Ac, He y Co

Us = unidades de significado y sentido, asociadas a Ac, He y Co

Pe = Propiedades externas, explícitas o extrínsecas, de las Er

Pi = Propiedades internas, implícitas o intrínsecas, de las Er

SiAs = Sistema Adaptativo para el Análisis Social

Uo = Unidades de observación, asociadas a las Er, Us y al SiAs

Ua = Unidades de análisis, asociadas a las Er, Us y al SiAs

Su = Subsistemas, asociados a las Er y Us, al SiAs

Mo = Módulos, asociados a las Er y Us, al SiAs

Sp = Subprogramas, asociados a las Er, Us y al SiAs

Fu = Funciones, asociados a las Er, Us y al SiAs

Ca = categorías y subcategorías

Va = variables dependientes e independientes

Ahora definimos las siguientes funciones para el entorno o contexto del sistema:

$$\begin{aligned} Ce &= f_1 (\sum Me_i), i = 1, n1 \\ Me_i &= f_2 (\sum Ac_i, He_i, Co_i), i = 1, n2 \\ Ac_i, He_i, Co_i &= f_3 (\sum Er + Us), i = 1, n3 \\ Er_i &= f_4 (\sum Pe_i + Pi_i), i = 1, n4 \end{aligned}$$

Definimos también las siguientes funciones para el sistema:

$$\begin{aligned} SiAs &= f_5 (Uo_i + Ua_i + Ce) \\ Uo_i &= f_6 (SiAs + f_3 (\sum Er + Us), i = 1, n3) \\ Ua_i &= f_7 (Su_i, Mo_i, Sp_i, Fu_i, Ca_i, Va_i) \end{aligned}$$

El modelo matemático de mayor importancia para el modelo del sistema adaptativo se centra en desarrollar las últimas tres funciones, especialmente en la especificación de un módulo para la base de datos de conocimiento y otro para la organización de las “funciones esenciales” del sistema.

15. El modelo matemático también puede estar formulado a partir de los conceptos de la cibernética, que a su vez pueden ser expresados matemáticamente. Desde esta perspectiva, la cadena de conceptos parte del dato, que se ha registrado en un tipo de variable —entera, real, lógica, de caracteres, etc.— del sistema o en una variable de múltiples valores (arreglos dimensionados). A partir de este momento, la relación de variables queda en uno y otro lenguaje en términos de expresiones de asignación o de ecuaciones o funciones, y las operaciones específicas para lograr las convergencias o las representaciones quedan matematizables en función de la forma como se lleve a cabo el algoritmo que da solución a dicho proceso de convergencia o representación gráfica o textual.
16. Es importante señalar que *los procesos de convergencia* implicados en el sistema SiAs, derivan de la interacción entre la estructura categórica que se haya establecido y los criterios de consistencia —en significados y en valoraciones— implicados en el cuerpo teórico asumido por el equipo de investigación en el marco del problema social. Una parte de dichos criterios están ya incluidos en el sistema como algoritmos y otra parte están implícitamente en el manejo que los investigadores hacen del sistema. En este proceso de convergencia se llevan a cabo en consecuencia, dos procesos paralelos: el primero deriva de la técnica de la Teoría fundamentada (Grounded Theory) que implica una suposición inicial de la estructura del esquema categórico que debe responder a las características del universo de observables en estudio, y el segundo proceso implica definir el juego de factores de valoración más adecuado para el caso de análisis. Este proceso exige un procedimiento de prueba y error en la propuesta de variables y categorías, como se describe en el siguiente capítulo.
17. El segundo proceso asociado a la convergencia del sistema está íntimamente relacionado al primero, pero responde a los procesos de adecuación y actualización de factores de valoración y de integración —que no son otra cosa que un permanente aprendizaje de formas de relación de relaciones—, cuyo propósito es que el sistema reproduzca lo que el equipo de investigación considera necesario para

modelar su objeto de estudio. Este proceso responde al reto de encontrar el juego de integraciones y diferenciaciones, de códigos y funciones, y de estructuras y procesos que permitan comprender y explicar el fenómeno o problemática en estudio.<sup>4</sup> Pero éstos no pueden ser definidos por la mera perspectiva relativa del equipo de investigación como observador del problema, sino que deben ser definidos de acuerdo a un proceso dialéctico que tome en cuenta un conjunto de principios y racionalidades que efectivamente expliquen los comportamientos del objeto de estudio y las formas posibles de constatar los cambios en él, ante una intervención, y en el mejor de los casos, un posible comportamiento en un futuro inmediato. Desde luego que el reto es grande.

18. El criterio de convergencia se puede definir en términos de la distancia entre los resultados calculados por el sistema —“SiAs / equipo de investigación”— y los resultados deseados e ideales en el objeto de estudio, esto es, por la condición real de los comportamientos de los actores vinculados al problema en estudio y por la condición ideal y más deseada por ellos. Desde esta perspectiva, el criterio descansa en una especie de *modelo ideal weberiano* (2004), que responde al compromiso ético y racional del equipo de investigación para construir un modelo que incluya las condiciones ideales derivadas del problema práctico —y no de otros marcos ajenos al problema— y que simule el comportamiento en ese marco de referencia.
19. Una forma de orientar la convergencia implicada en el modelo matemático, la establecemos en términos de encontrar la mejor reequilibración del sistema —regulando y compensando las desviaciones de su trayecto— como hemos planteado en el capítulo 4. El sistema converge, o encuentra solución, cuando el meta-sistema —o totalidad relativa— que incluye al equipo de investigación y los actores implicados en el problema, encuentran la mejor estrategia para

<sup>4</sup> Este reto es prácticamente análogo al reto de encontrar la convergencia en un sistema de una red neuronal o de un algoritmo genético. En ambos casos el investigador —y en realidad siempre es un equipo de investigación implícito en estos problemas— tiene un modelo base para formular el modelo real del problema que analiza. Además, es consciente de que no existe un óptimo global en el espacio de fases que indaga las respuestas deseadas y solamente encontrará óptimos relativos. En el lenguaje de estas técnicas de investigación, también se están usando conceptos de aprendizaje y evolución para definir la actividad de convergencia del problema. En este caso, como en el del sistema adaptativo, la estrategia es heurística y por aproximaciones sucesivas hacia mejores óptimos.

establecer nuevas relaciones que re-equilibren las tensiones del problema práctico, cuando se encuentren nuevas formas de equilibrio al interior del sistema y en su entorno. Recordemos que una reflexión y explicación más amplia acerca de esto se encuentra en el capítulo sexto, donde respondimos a la pregunta planteada en el capítulo tercero sobre la relación sujeto/objeto. En este caso, el primer sujeto es el equipo de investigación y el segundo sujeto los actores del problema; el primero como sujeto cognoscente de un objeto cognoscible (las acciones, comunicaciones de los actores del problema), y el segundo, como ese objeto que conforme pasa el tiempo también se convierte en sujeto cognoscente —los actores dándose cuenta de la reflexión de los investigadores sobre el problema—, que a su vez convierte a dichos investigadores en objetos cognoscibles.

20. A continuación presentamos el modelo matemático del módulo adaptativo, que constituye una síntesis del modelo que tendría el sistema adaptativo. Reconocemos que algunos enunciados hacen uso de conceptos de cibernética, pero esta transgresión es en beneficio de varios lectores. Partimos del establecimiento y definición de las variables dependientes asociadas al conjunto de funciones que integran el modelo. Ellas representan los conceptos y categorías que permiten explicar el fenómeno o problemática de interés. Asociadas a estas variables están los parámetros que en conjunto integran un sistema de ecuaciones a partir del cual podemos conocer el valor numérico y el significado equivalente de los conceptos y categorías. Asociadas a estas variables están las variables independientes que permitirán identificar a las unidades de observación y establecer condicionamientos para conocer las características de cada observable, un grupo de observables o todo el conjunto de observables. Las definiciones siguientes las hacemos para un módulo de tres variables.

*A. Definición de las variables e índices:*

- INV = índice de identificación del juego de tablas de valoración de las  $V_i$
- INW = índice de modo de atención para la integración de variables
- IND<sub>*i*</sub> = índice que identifica el matiz del observables de la variable  $V_{i_i}$

FVA = factor de valoración de la variable VI<sub>i</sub>  
 ENV = enunciado valorativo de la variable VI<sub>i</sub>  
 ERE = enunciado respuesta (sugerencia, recomendación, explicación) de VI<sub>i</sub>

MVI<sub>ijk</sub> = matriz de valores y enunciados asociados a una variable

MVI<sub>ijk</sub> i = 1,9 matices de la variable (IND<sub>i</sub>)  
 j = 1,4(columna que identifica I  
 ND,FVA,ENV,ERE), (j=INV)  
 k = 1, nmp (número de modos de percepción)  
 (k=INV)  
 (k = 1 equilibrada,  
 (k = 2, crítica, polarizada y  
 (k = 3 optimista)

Ci = Subcategoría asociada a las variables VI<sub>1</sub>, VI<sub>2</sub> y VI<sub>3</sub>

MW<sub>ij</sub> = matriz de pesos de ponderación asociados a la integración de las 3 variables y la categoría del módulo.

I = 1, nvc (número de relaciones entre variables y categoría)

J = 1, nma (número de modos de atención),  
 (j = INW)

W<sub>ij</sub> = valor numérico del peso que tiene la variable para la integración de variables, W<sub>ij</sub> ≤ 1, (j = 1 pesos iguales, j = 2 pesos definidos por equipo de investigación, j = 3 pesos definidos por especialista, j = 4 pesos definidos por actor(es) implicados en el problema).

W<sub>i</sub> = f(MW<sub>ij</sub>, i, INW)

Σ W<sub>i=1</sub> = 1 en cada juego de valores

R<sub>i</sub> = respuestas del sistema, i = 1,3 (i = 1 f(ALSr), i = 2 f(ALDr),  
 i = 3 f(ALTr))

ALTr = algoritmo para representaciones textuales, r = 1  
 junto con diagramas de pie y por módulo, r = 2  
 de todo el análisis

ALT<sub>r</sub> = f(MR<sub>i</sub>,j)

MR<sub>ij</sub> = matriz de repuestas textuales del sistema

I = 1,nc (número de casos de respuesta)

J = 1, nma (número de modos de respuesta)

$Ad_{i,j}$  = juego de adjetivos asociados a las variables a partir de las cuales se construye el enunciado respuesta (j = 1 adjetivos sobrios, j = 2 adjetivos optimistas, j = 3 adjetivos críticos)

$ALD_r$  = Algoritmo para representaciones diacrónicas, r = 1, trayectorias de variables dependientes, r = 2 trayectorias de variables independientes, r = 3 trayectorias de información de contexto

$ALS_r$  = Algoritmo para representaciones sincrónicas, r = 1, frecuencias normales y ponderadas, r = 2, relación de frecuencias, r = 1 contribución final de variables, r = 4 valor global de variables y categorías, todas en diagramas de barras.

### B. Sistema de ecuaciones para el módulo

A partir de tres datos d1, d2 y d3 y de la definición de los primeros modos de percepción, atención y respuestas del sistema, el sistema de ecuaciones queda con la siguiente forma:

$$\begin{aligned} FVA_1 &= f ( IND_1, INW, MVI_{1,2,inv} ) \\ FVA_2 &= f ( IND_2, INW, MVI_{2,2,inv} ) \\ FVA_3 &= f ( IND_3, INW, MVI_{3,2,inv} ) \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} W_1 &= f ( MW_{1,inv}, INW ) \\ W_2 &= f ( MW_{2,inv}, INW ) \\ W_3 &= f ( MW_{3,inv}, INW ) \end{aligned} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} VD_1 &= W_1 \times FVA_1 \\ VD_2 &= W_2 \times FVA_2 \\ VD_3 &= W_3 \times FVA_3 \end{aligned} \quad (3)$$

$$C = VD_1 + VD_2 + VD_3 \quad (4)$$

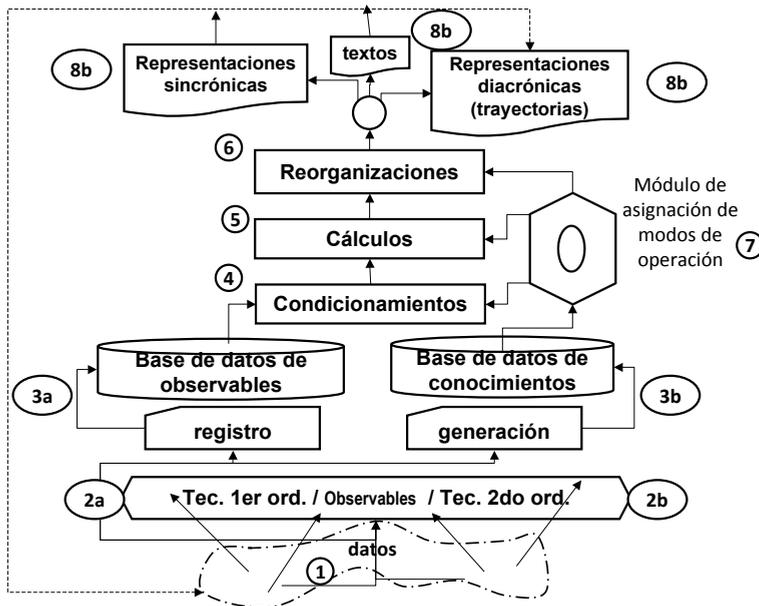
$$\begin{aligned} R_1 &= f ( C, ALTr ) \\ R_2 &= f ( C, ALSr ) \\ R_3 &= f ( C, ALDr ) \end{aligned} \quad (5)$$

Las tres primeras expresiones refieren al cálculo de los tres factores de valoración (FVA<sub>i</sub>) asociados a las variables dependientes que se integran en el nodo, y dependen de los índices IND e INW que permiten obtener el valor del factor a partir de la información de la matriz MVI (ecuación 1). A continuación se recupera el valor de los pesos de ponderación a partir del índice de atención INW y de la matriz MW (ecuación 2). La multiplicación del factor de valoración por el peso de ponderación representa la contribución de la variable VD<sub>i</sub> (ecuación 3) en la categoría "C". La ecuación 4 las integra en dicha categoría. Con el valor de C es posible calcular las diferentes representaciones —R<sub>i</sub>— mediante las variables ALT<sub>r</sub>, ALD<sub>r</sub> y/o ALS<sub>r</sub> (ecuación 5) que identifican a los algoritmos correspondientes. De esta manera, el módulo básico del sistema —como se describirá ampliamente más adelante, está configurado esencialmente por cuatro expresiones que derivan en una categoría y en un conjunto de procedimientos que la representan. En el caso de estudio que desarrollamos en el capítulo noveno, usamos un Subsistema de tres módulos y el sistema se eleva a 13 ecuaciones, y en el modelo de sistema básico a 40 ecuaciones para estimar las categorías.

### *El modelo sistémico*

21. El modelo sistémico o cibernético del sistema adaptativo parte de una concepción, estructuración y programación del módulo básico y del sistema en el lenguaje de las Hojas electrónicas (*Spreadsheets*). La programación del sistema en este lenguaje se debe a una política de desarrollo de *software* desde la perspectiva de la Ciberkultur@, en línea con una intención de volverlo accesible a más investigadores para el desarrollo de sistemas en las ciencias sociales. También responde a la necesidad de lograr los mayores *grados de autodeterminación* en el diseño, programación y uso de sistemas para el análisis social. No existe una versión del sistema adaptativo en un lenguaje de alto nivel (Fortran o Pascal, u orientado a objetos, como C y Java) por el conocimiento que debería tener el investigador para programar o por la alta dependencia que tendría —de programadores— para llevar a cabo el desarrollo permanente del sistema y mantener el interés de un programador en el ajuste o cambios del sistema. Además, la selección de este lenguaje deriva de su alta potencialidad: en la facilidad, lógica y disponibilidad que ofrecen las hojas electrónicas

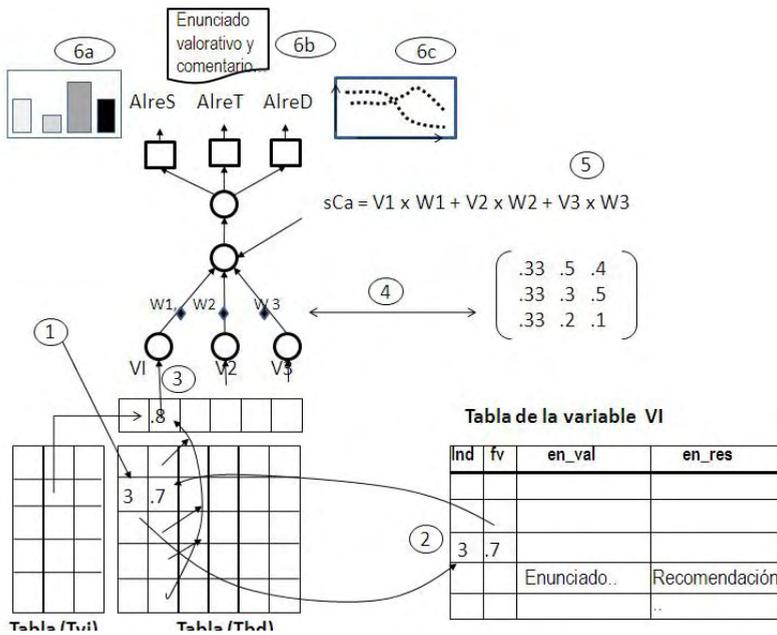
- en la gran mayoría de los equipos de cómputo para modelar una gran cantidad de problemas. El uso de paquetes o simuladores matemáticos comerciales implicaría, en nuestras latitudes, también de conocimientos especializados, además de un uso no licenciado que tampoco va con la cultura de información de la Cibercultur@.
22. El modelo sistémico —como diagrama de bloques o de subsistemas— que se presenta en la figura 7.8 se puede leer desde la parte inferior y de ahí hacia la parte superior. Parte del flujo de información del universo de datos —como lo dado— hacia las técnicas de investigación, que ya determinan por su nivel de observación una forma en ellos, referida como observables. El modelo considera técnicas de primer orden (cuantitativas) centradas en propiedades explícitas, y de segundo orden (cualitativas) centradas en propiedades implícitas (2a y 2b en figura 7.8). También considera las técnicas de investigación y acción participativa que aplican esencialmente técnicas de segundo orden, e incluye la participación de los actores del problema en la reflexión de los resultados y en el proceso de investigación



**Figura 7.8** Diagrama de bloques del modelo sistémico del sistema adaptativo.

- dentro de un proceso en la dialéctica sujeto/objeto. El modelo puede procesar dos o más técnicas de orden diferente.
23. El registro de los observables queda en una o más tablas de datos, y constituyen la *base de datos del sistema* (3 a en figura 7.8). De manera paralela —y esto lo veremos en el capítulo siguiente, dentro de la metodología para la construcción y uso del sistema— se genera la *base de datos de conocimiento* (3b en figura 7.8), integrada por las tablas de las funciones de interfase, las tablas de las categorías del sistema, y los grupos de factores de ponderación de variables y categorías. Esta información se complementa con el *módulo de asignación de modos de operación* (7 en figura 7.8), que integra los índices en las matrices de percepción, atención y respuesta del sistema. Con estos elementos es posible llevar a cabo los cálculos (básicamente las sumas normalizadas de factores de valoración y su ponderación dentro de categorías) que toman en cuenta los condicionamientos (4 en figura 7.8), que se hayan hecho en cuanto a las opciones de las variables dependientes, y la reorganización de la información (6 en figura 7.8), para ser representada en las tres modalidades indicadas (8a, 8b y 8c en figura 7.8).
24. El modelo sistémico del módulo adaptativo tiene una aproximación más detallada en la figura 7.9. En ella indicamos las principales operaciones que se llevan a cabo en el módulo. En este caso se describe el módulo que procesa valores de una técnica de primer orden —por ejemplo, una encuesta. Los observables están basados en la identificación y valoración que se muestra en la tabla VI de la figura. Dicha tabla representa las valoraciones, enunciados y comentarios de la variable VI. El dato —en la figura es el  $\text{ind}=3$ — queda registrado en la tabla de la base de datos Tbd (1 en figura 7.9). La recuperación del factor de valoración (0.7) se transfiere de la tabla de la variable a la base de datos (2 en figura 7.9).<sup>5</sup> Con el conjunto de factores de la variable, se estima el valor normalizado de la variable a partir de los valores de las unidades de observación —registradas en cada hilera de la tabla Tbd y Tvi. Esta suma se lleva a cabo tomando en cuenta la posibilidad de condicionamiento en la información de la Tvi. Por ejemplo, hablando del caso de estudio que hemos venido manejando, solamente se estima la sumatoria de factores para los alumnos que viven en el norte de la ciudad (3 en figura 7.9). Con estos valores,

<sup>5</sup> La transferencia se lleva a cabo mediante el uso de funciones de búsqueda simultánea en dos tablas de la base de datos. La expresión implicada es uno de los aspectos medulares de todo el algoritmo.



**Figura 7.9** Operaciones básicas del modelo sistémico del módulo adaptativo.

y con los pesos asociados a cada variable (4 en figura 7.9) se calcula el valor integrado de la subcategoría “sCa” mediante la expresión indicada (5 en figura 7.9). Finalmente la información se reorganiza para que pueda ser representada en forma sincrónica (barras en 6a en figura 7.9), en forma diacrónica (trayectoria de puntos en 6c en figura 7.9) o como texto (6b en figura 7.9).

El modelo sistémico deriva de las potencialidades de una hoja electrónica para construir sistemas de información y/o sistemas inteligentes.

### *Funciones, matrices y procesos en nodos esenciales*

Recordemos que el flujo de los observables a través del sistema conduce a un conjunto de diferenciaciones e integraciones en diferentes niveles que van desde su registro hasta las inferencias —gráficos y enunciados—

que logre construir el sistema. Este trayecto implica: llevar a cabo distinciones entre los observables registrados, evaluarlos e integrarlos para constituir categorías y nuevamente diferenciar los valores integrados para hacer nuevas distinciones y generar inferencias como respuestas del sistema. Estos procesos se llevan a cabo mediante las tres funciones esenciales del sistema y la información de la base de datos de conocimiento que se describe más adelante en términos de *organización matricial* del sistema. Las tres funciones llevan a cabo operaciones en dos niveles operativos, uno a nivel cuantitativo o numérico y otro a nivel cualitativo o simbólico. Esta conjugación representa el reto permanente del sistema y constituye un desafío que constantemente se debe enfrentar y aprender para lograr una correspondencia cada vez más consistente y coherente. En esta sección describimos la naturaleza, tipo de funciones y procesos básicos entre ellas, teniendo presente que el orden de su aplicación es el que va de las funciones de interfase a las funciones de integración de variables y categorías, y a las funciones de diferenciación de los valores integrados, consideradas como respuestas o salidas del sistema.

## 7.2 Funciones de interfase

25. Las Funciones de interfase constituyen el primer concepto central del módulo adaptativo, porque enfrentan quizá el reto más grande: establecer el puente entre dos dominios, el lingüístico y el numérico. Enfrentan el reto de establecer morfismos entre las posibles inconmensurabilidades de dos naturalezas diferentes —a la luz de prácticamente todas las disciplinas: la naturaleza de lo cualitativo, parcialmente atrapable entre los enunciados de un discurso y la naturaleza de lo cuantitativo, cifrado y atrapable por el número, en su componente de cantidad. Dos significados sobre el mismo símbolo gráfico, uno que denota cantidad y el otro cualidad.
26. Si este reto lo observamos desde la Epistemología genética, habremos de reconocer que tiene su correspondencia con la representación que establecimos para los esquemas de acción, repensados como funciones básicas para establecer correspondencias entre *lo de afuera* (objetos, sujetos), con *lo de adentro* (el sujeto, el sistema cognoscitivo). En este caso damos atención a su función para establecer una correspondencia para ser el punto de contacto entre el sistema adaptativo

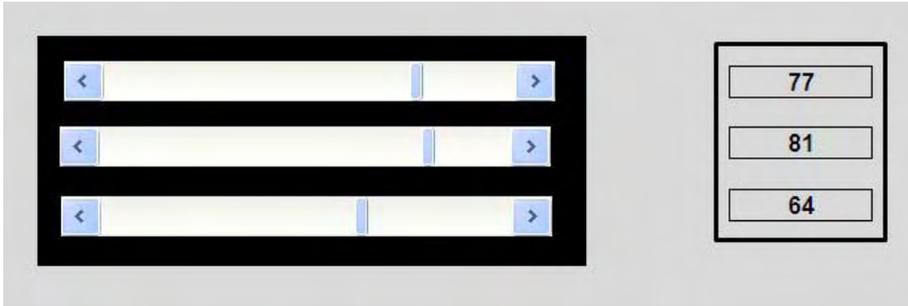
y su entorno, equivalente al sujeto/objeto piagetiano, donde se da la interacción entre el esfuerzo del sujeto/sistema y la reacción del objeto/del entorno o su perturbación al sistema.

27. En esta interacción, la energía organizada en el objeto es transmitida al sujeto y reorganizada por él. Es necesario construir una correspondencia que responda a morfismos o empatías entre ambas naturalezas, la del objeto y la del sujeto, una física, fisicoquímica, biológica y/o social —cifrada en un enunciado—, y la otra física, también fisicoquímica, biológica, social, cognoscitiva o psicológica y cultural —cifrada en un número que integra cantidad y cualidad. En el caso especial de que la energía se manifieste en forma de sonido representado en palabras, dentro de un lenguaje escrito o hablado, la función de interfase establece la correspondencia entre un enunciado lingüístico y un valor numérico. Este valor representa, desde antes de aplicar la función, un significado para el sistema. Ha sido heredado del conocimiento del investigador, como una aproximación a la función que tendrá ahora en el sistema. Un valor que estará acotado por un límite superior o más deseable para el sistema, y un límite, cota o umbral inferior con un significado que puede ser la ausencia de lo que represente el valor menos deseable.
28. Dentro del modelo adaptativo, el número —como valor entero— se considera como un símbolo que identifica una relación causal en primera instancia y lógica en segunda, del orden dentro de un espacio caracterizado por una cualidad, dentro del espacio de una función de interfase.<sup>6</sup> La asignación de este número puede ser de dos maneras: a) “pensado” como un número entre cero y uno, como una calificación entre cero y diez o entre cero y cien, o b) como una distancia entre el valor por asignar al observable entre el valor límite superior de una regla sin marcas de referencia y el valor o límite inferior dentro de esa misma regla. En el primer caso, cuando opera la mente racional, establece una correspondencia basada en la historia propia del sujeto sobre la asignación de calificaciones o autoevaluaciones ya conocidas y asociadas a palabras. En el segundo caso, cuando opera la mente en forma más intuitiva, desde un nivel men-

<sup>6</sup> Desde la perspectiva Luhmaniana, el número dentro del modelo adaptativo lo considero como una distinción en el espacio establecido por un código, como la diferencia entre dos números que determina una valoración en el acoplamiento estructural entre el sistema y su entorno, o como una operación de diferenciación o integración dentro de la clausura operacional del sistema.

tal diferente la correspondencia puede ser más precisa aunque difícilmente nombrable. En este caso, la valoración puede estar basada más en una sensibilidad que piensa en distancias —relaciones básicas— y no en palabras —relaciones más elaboradas—. Se trata de una valoración más fácil de establecer que la racional-lingüística del primer caso. La segunda forma no piensa en números sino sólo en una distancia entre dos límites. Sugerimos esta segunda forma para determinar los factores de valoración, usando un conjunto de barras deslizadoras para determinar los factores entre variables. En la siguiente figura 7.10, mostramos el objeto —barra selectora— que permite llevar a cabo esta valoración.

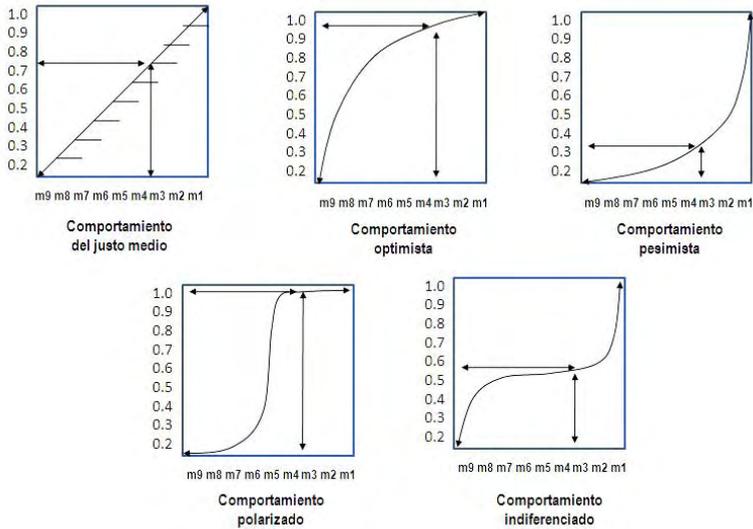
29. El propósito de estas funciones es iniciar una relación entre el dominio del problema práctico y el dominio del sistema, representado por el equipo de investigación, en una correspondencia que deberá estar en permanente mejoramiento, hasta lograr un código en la función que tenga una vigencia aceptable dentro de la vida del sistema. De hecho, esta es una de las razones por las cuales el sistema es adaptativo. Desde el nivel de observación de la sociología adaptativa y la cibernética de segundo orden, este propósito se logra —como dirían Buckley y von Foerster respectivamente— estableciendo un mapeo entre los matices de un aspecto de los datos observados y el sistema.
30. El origen de la función de interfase —dentro de la concepción del modelo— está en la necesidad de resolver la correspondencia entre un lenguaje lingüístico y uno numérico planteada y resuelta a través de la teoría de conjuntos por Lofti Zadeth (1994) en su lógica borrosa o lógica difusa. La “función de membresía o de pertenencia” en esta teoría, establece la relación entre el dominio lingüístico, originalmente propio de técnicos e ingenieros centrados en el control de la operación de plantas industriales, y el dominio numérico instaurado en la lógica de los controles físicos de operación (válvulas de control, termostatos, manómetros). Como indicamos en 7#25 utilizamos esta función no para hacer una borrosificación (*fuzzification*), en el sentido de la lógica borrosa sino para emular el proceso de interacción cognoscitiva desde la perspectiva de la Epistemología genética en el marco de la comprensión/explicación de los complejos empíricos desde las ciencias sociales. Es decir, para generar tonos intermedios entre los valores de cualquier dualidad o polaridad conceptual que se genere entre ambos dominios. Propongo su conversión como una función de “interfase” entre el ámbito lingüístico



**Figura 7.10** Barras selectoras de factores de valoración.

del entorno del sistema y el ámbito numérico —considerados como significado o atributos cualitativos— dentro del sistema.

31. Epistemológicamente, la función de interfase establece las primeras relaciones causales del sistema. Su gestación es, desde luego, diferente: inicialmente el investigador propone un par de relaciones acotadas entre el valor más deseable en dicha variable —que en la primera relación recibe el valor de uno— y el valor menos deseable, o la ausencia de dicho valor, que es cero. En el momento en que todas las variables asumen este criterio de normalización, hacemos consistente la valoración entre ellas dentro del sistema: cuando todas las variables toman el valor de uno, el resultado de la ponderación de todas ellas, es de uno y corresponde al valor ideal o más deseado de respuesta del sistema. A partir de estos límites, es posible intercalar valores numéricos intermedios con su correspondiente enunciado valorativo, de acuerdo a su posición entre el valor más deseado para el sistema y el menos deseado. Es necesario apreciar que también debe haber consistencia en la asignación como “más deseable” en los límites de todas las variables, de tal manera que al integrarlas, se mantenga la consistencia valorativa en las categorías y finalmente la consistencia con la inferencia final que se desprenda del sistema. Estas actividades que lleva a cabo el investigador como parte de la construcción del sistema, corresponden al proceso de asimilación piagetiano, y las subsecuentes rectificaciones en los valores, equivalen a las acomodaciones en los esquemas de acción.
32. Es importante reconocer que la forma de la función define el tipo de comportamiento de la variable y consecuentemente del cúmulo de dendritas o componentes del sistema vinculados a ella. En la



**Figura 7.11** Representación de comportamientos en las funciones de interfase.

figura 7.11 apreciamos cinco perfiles representativos de comportamientos valorativos respecto al significado dado a la variable. En el eje horizontal se indican los “matices” establecidos en la función y en el eje vertical, el factor de valoración correspondiente a cada matiz. Lo más conveniente es iniciar la operación de las funciones de interfase con un comportamiento lineal que denominamos como de “justo medio” y posteriormente simular comportamientos diferentes de acuerdo a la perspectiva de análisis del sistema. En caso de que los valores integrados no permitan ver distinciones significativas entre los condicionantes aplicados será conveniente disponer del perfil polar para apreciar dichas distinciones.

33. La versión que se describe del sistema considera nueve espacios para definir matices y valorar los observables. En caso de que se requiera de más atributos asociados a una variable se puede ampliar el tamaño de la tabla o usar tablas de dos o tres dimensiones. En el caso de dos dimensiones, cada dimensión estará asociada a un atributo de la variable y el número total de matices será el resultado de la multiplicación de ambas dimensiones. Este proceso de integración de dos naturalezas o tipos de atributos en una variable o categoría lo veremos

Comportamiento pv director			
Va	fac	desc	rec
1	1	El # alumno \$ grupo % presenta <b>muy buen comportamiento</b> en la escuela, desde la perspectiva del director	Es conveniente felicitar a los padres y al alumno
2	0.9	El # alumno \$ grupo % presenta <b>buen comportamiento</b> en la escuela, desde la perspectiva del director	Es conveniente felicitar al alumno
3	0.8	El # alumno \$ grupo % presenta <b>aceptable comportamiento</b> , desde la perspectiva del director	No es necesario hacer observaciones al alumno ni a los padres
4	0.7	El # alumno \$ grupo % presenta regular <b>comportamiento</b> en la escuela, desde la perspectiva del director	No es necesario hacer observaciones al alumno ni a los padres
5	0.6	El # alumno \$ grupo % presenta <b>comportamiento</b> en la escuela, desde la perspectiva del director	Es conveniente llamar la atención al alumno
6	0.5	El # alumno \$ grupo % presenta <b>preocupante comportamiento</b> desde la perspectiva del director	Es conveniente llamar la atención al alumno
7	0.4	El # alumno \$ grupo % presenta <b>no aceptable comportamiento</b> en la escuela desde la perspectiva del director	Es conveniente llamar la atención a los padres y al alumno
8	0.3	El # alumno \$ grupo % presenta	Es necesario citar a los padres
9	0	El # alumno \$ grupo % presenta <b>no aceptable comportamiento</b> en la escuela desde la perspectiva del director	Es necesario citar a los padres

**Figura 7.12** Tabla de factores y enunciados de valoración para una variable del sistema.

con más detalle en las funciones de integración. En la figura 7.12 aparece dicha función, ejemplificando el caso de estudio que presentamos en los capítulos 2 y 3 y que reelaboraremos más adelante en el capítulo 9.

34. La matriz de percepción está formada por tablas que tienen cuatro campos:
- El índice de valoración del observable, IND
  - El factor de valoración del observable, FVA
  - El enunciado valorativo del observable, ENV
  - El enunciado de valoración que comenta el ENV, ERE

Habrán tantas tablas como variables tenga el sistema y tantos juegos de tablas como lo determine el equipo de investigación (Ver figura 7.12 en la que se muestra la tabla de la variable Va). El criterio de selección de los juegos de tablas está dado por el índice —INV— y como se definió en el modelo matemático, los valores posibles son:

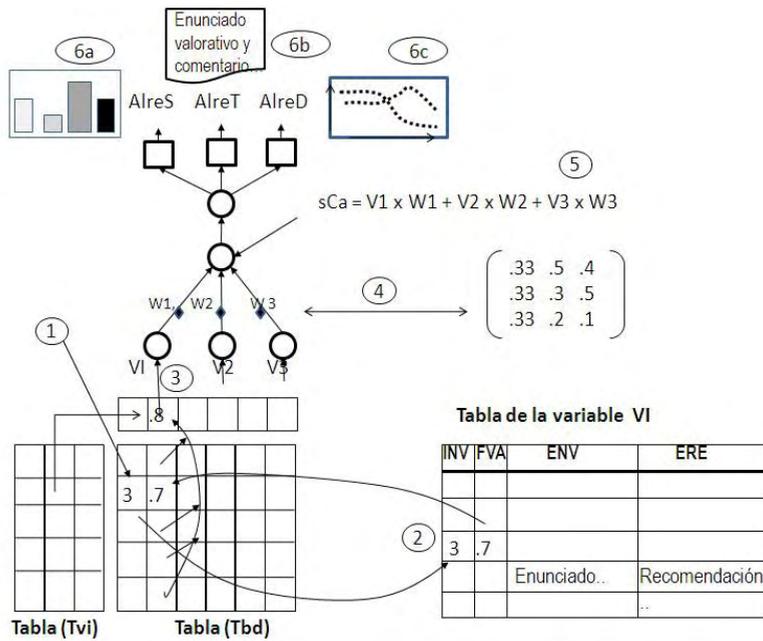
INV =1 equilibrada, INV =2, crítica o polarizada e INV =3 optimista. Estas tablas se pueden generar mediante el subsistema EPIR que se presenta en 7#67 y se describe en 8#49.

35. En la figura 7.13 presentamos los elementos básicos y describimos en forma abreviada la secuencia de operaciones asociadas a la funciones de interfase y a la matriz de percepción en el módulo básico. Dicha secuencia es como sigue:

- Se registran los valores de las tablas *en las funciones de interfase y funciones de diferenciación* (*factores de valoración de observables, enunciados de valoración de observables y enunciados de respuesta a los observables*) para cada *índice de observable*.
- Se registran los valores de los acentos de atención (factores de ponderación) para ponderar las variables en la matriz de atención.
- Se registran los datos de los observables de las tres variables en términos de los *índices de valoración o de registro de observables* y junto con los valores de las variables dependientes.
- Se calcula la suma de los *factores de valoración de los observables* en función de los condicionamientos en las variables independientes.
- Se normalizan los valores respecto a la mayor de las tres variables. Los valores normalizados son los factores de valoración de las variables del módulo.
- Se calcula el *factor de valoración de la categoría del módulo* a partir de la suma de los productos de los actores de valoración normalizados de cada variable, por el acento de atención de cada variable.
- Se transfiere este valor o se usa para determinar la representación sincrónica de los observables considerados, la representación diacrónica y/o concatenar los enunciados de valoración y respuesta del módulo más próximos al factor calculado.

### 7.3 Funciones de integración de lo heterogéneo

36. La funciones de integración de lo heterogéneo constituyen el segundo gran reto del modelo adaptativo. La función integra tres naturalezas semejantes o diferentes y la nueva naturaleza está registrada dentro de una tabla —con la misma estructura que la de la figura 7.12, que tiene un índice de identificación de matices y/o de selección, valores numéricos que representan los factores de valoración y su correspondencia con enunciados valorativos.

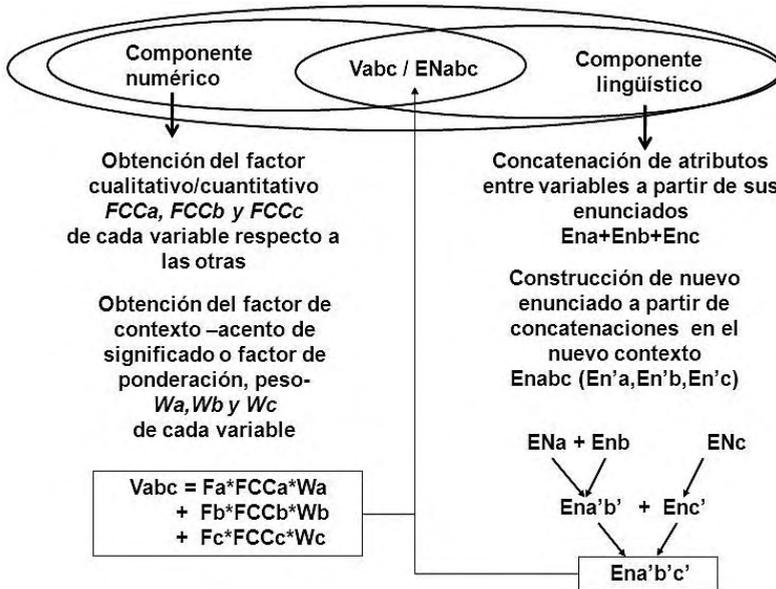


**Figura 7.13** Flujo de información y cálculos de las variables, su integración con otras variables y su representación.

37. El proceso de integración implica un cambio de nivel de valoración. El nuevo nivel toma en cuenta más elementos del contexto en el que operará el resultado de la integración. Es una operación —epistemológica / matemática / sistémica / simbólica— que siempre es una aproximación a las posibilidades constructoras del equipo de investigación hacia un futuro posible. La dirección de la integración está más o menos delimitada por la existencia de símbolos pre-existentes —representaciones y prácticas sociales— y por los procesos cognoscitivos de los investigadores. No por ello, las condiciones del proceso y del contexto pueden determinar nuevas formas en la naturaleza del resultado integrado.
38. Partimos de que existe una gran gama de modos de integración entre dos naturalezas diferentes: desde la pegadura o amarre forzado entre ambas, hasta su fusión por un proceso muy lento como la ósmosis. Entre ambos extremos existen muchas posibilidades de llevar a cabo la integración. Como referimos al inicio de esta sección, esta

operación se lleva a cabo en los dos niveles de lenguaje que conjuga el módulo adaptativo: dentro del nivel numérico, mediante la ponderación de los valores asociados a las variables que se integran —una operación matemática— y a nivel simbólico, mediante la construcción de un enunciado nuevo, a partir de los enunciados de las variables implicadas.

39. El proceso de integración a nivel lingüístico se lleva a cabo en dos fases, primero se concatenan —operación que refiere a la unión directa de dos textos en el orden indicado— los enunciados de dos variables ( $Ena + Enb$  en figura 7.14) y posteriormente se integra el enunciado de la tercera variable con la unión de las primeras ( $Ena'b' + Enc'$  en figura 7.14). Esta segunda concatenación puede adecuar los enunciados para resolver problemas de sintaxis y de semántica. Este proceso lo lleva a cabo en forma participativa un subsistema complementario ( $Sia\_Epir\_xyz$ ) del sistema SiAs, y con ello el proceso queda semi-automatizado.
40. En forma paralela, la integración a nivel numérico también toma en cuenta dos fases: en la primera, se da una primera síntesis de aspectos cualitativos y cuantitativos implicados en la integración, mediante los factores FCCz,b,c. El componente cuantitativo está presente en el número de instancias o frecuencias que se integran en cada variable, y la consideración cualitativa, en los matices de cada variable. En una segunda fase, se incluye el significado cualitativo de cada variable en el nuevo contexto de integración. El factor cualitativo/cuantitativo (FCC) se lleva a cabo no en los nodos de interfase, sino en el contexto de integración de observables dentro del sistema, dado que sólo aplica en la estimación de valores de las variables cuando están relacionadas a todo el universo de datos o a un grupo de ellos. Este factor no aplica para la valoración de un sólo observable. En la figura 7.14 mostramos este proceso.
41. Los factores de valoración de los observables, considerados en las funciones de interfase, corresponden a las relaciones que hemos denominado como germinales (2a en figura 4.8) dentro del nivel de esquemas de acción piagetianos. Los factores cualitativos/cuantitativos FCC, corresponden a las relaciones causales (2b en figura 4.8) y participan en los procesos de las coordinaciones empíricas. Los factores de acentos en significados o pesos de ponderación entre las variables y/o categorías, corresponden a las relaciones de implicación (2c en figura 4.8). Estas correspondencias permiten un mayor nú-



**Figura 7.14** Modelo de integración / concatenación entre variables y/o categorías.

mero de elementos para la formalización de las funciones de interfase y de integración de lo heterogéneo dentro del SiAs.

42. Para la integración de naturalezas menos racionales y vinculadas con el dominio emocional o afectivo, se pueden utilizar funciones de tipo exponencial o con una estructura más específica de la naturaleza que se modela. En última instancia, se puede concebir a las funciones de integración como un sistema de ecuaciones o una ecuación en diferencia que lleva a cabo operaciones propias de los métodos numéricos, siempre y cuando tenga correspondencia y fundamentación epistemológica con el componente simbólico que representa.
43. La analogía entre los factores de ponderación y los pesos entre variables y categorías, constituye uno de los componentes más significativos de la capacidad adaptativa del SiAs, dado que el juego de pesos que asume la red de variables y categorías del sistema, representa una parte de la memoria del sistema que opera como un *modo de atención* que se superpone a las relaciones básicas de integración cognoscitiva de los factores de valoración de las funciones de inter-

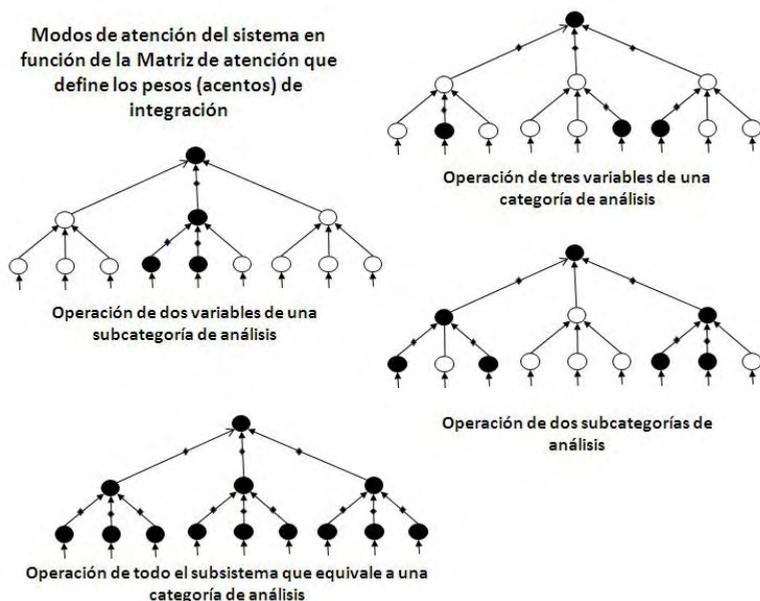
fase. Es un modo de operación del sistema basado en las condiciones del contexto, del entorno en el que se encuentra el sistema. Es un componente que afina y/o matiza el sentido que puede tener la integración derivada de una ponderación de pesos iguales, que representarían un modo relativamente imparcial de análisis de los observables. Es relativo porque implica una forma de equilibrio entre las interacciones de los observables, acorde con la perspectiva de comportamientos normales, bien distribuidos y homogéneos en sus naturalezas, características todas ellas que es difícil encontrar en el análisis de complejos empíricos en problemas que enfrentan lo complejo.

44. Desde el punto de vista de la Epistemología genética, estas funciones llevan a cabo procesos de asimilación y acomodamiento de nuevas formas de considerar la integración de naturalezas diferentes en condiciones de operación derivadas del contexto, del fenómeno que se analiza. Durante los períodos estables del sistema, es posible derivar de estas funciones algunas inferencias por abstracción. Específicamente, aquellas funciones que integran valores en las subcategorías de un subsistema del SiAs, mediante las funciones de interfase en las variables del sistema, llevan a cabo abstracciones empíricas. Aquellas funciones que integran valores a partir de las subcategorías y dentro de las categorías, llevan a cabo abstracciones reflexivas.
45. El primer modo de atención —conjunto, de valores numéricos que simbólicamente representan niveles de re-significación en la integración de variables— es el que asigna *pesos iguales* en la integración de variables y categorías. Como referimos líneas arriba, el resultado equivale a una valoración promedio o equitativa entre variables y categorías. Los modos subsiguientes ponen acentos en diferentes variables y categorías de acuerdo a las condiciones del entorno del sistema, orientando su atención a un subsistema o a un grupo de variables de interés. El grado del acento lo decide el equipo de investigación o el especialista que asuma la responsabilidad de dichos acentos. Esta opción incrementa fuertemente los modos de simulación de un fenómeno. En la figura 7.15 mostramos la matriz de atención —como una tabla de pesos— del caso de estudio que se presenta más adelante.
46. En la siguiente figura —7.16— podemos apreciar que en el subsistema inferior en la parte izquierda de la figura, todas las variables están operando, esto equivale a que todas las neuronas están habilitadas.

Matriz de atención, sistema SiAs (Case de estudio)

caso	Va	Vb	Vc	Vd	Ve	Vf	Vg	Vh	Vi	sCc	sCa	sCp	critério
1	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	pesos iguales global y grupos
2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	pesos iguales global alumnos
3	1	0	0	1	0	0	0.5	0.5	0	0.4	0.2	0.5	Punto de vista director
4	0	0	1	0.4	0.6	0	0.4	0.4	0.2	0.3	0.2	0.5	Punto de vista maestros
5	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0.4	0.2	0.4	Punto de vista alumnos
6	0.3	0.3	0.4	0.2	0.5	0.3	0.3	0.3	0.4	0.3	0.2	0.5	Maestro experto
7	0.1	0.5	0.4	0.2	0.4	0.4	0.2	0.3	0.5	0.2	0.2	0.6	Alumno experto
8	0.3	0.2	0.5	0.4	0.3	0.3	0.4	0.4	0.2	0.4	0.2	0.4	Perspectiva oficial
9	0.5	0	0.5	0	0	1	0	0	1	0.6	0.2	0.2	Director especial
10	0.2	0.3	0.4	0.3	0.4	0.3	0.3	0.3	0.4	0.3	0.2	0.5	Consenso 6,7 y 8

**Figura 7.15** Tabla con la matriz de atención: nueve casos de valoración usados en el caso de estudio de esta sección.



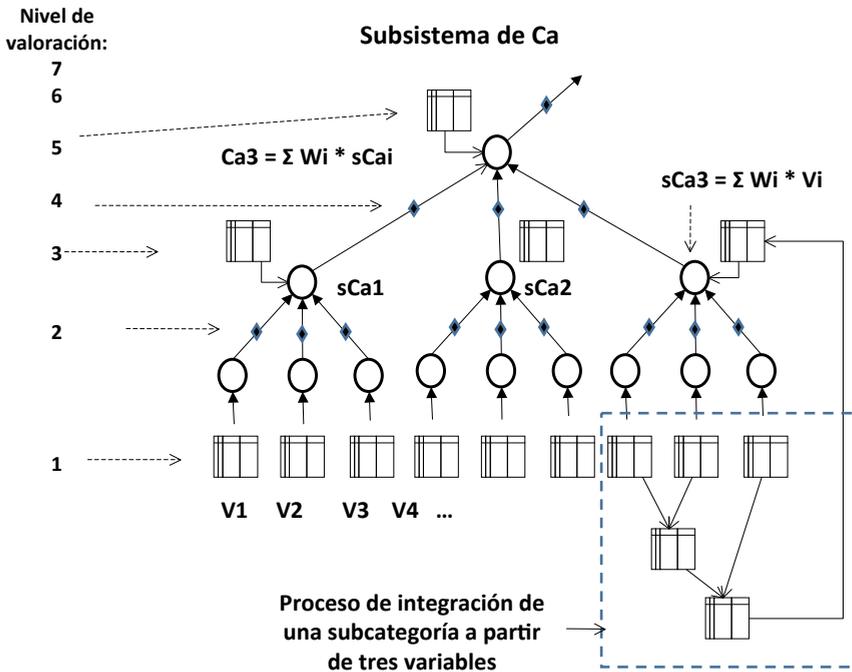
**Figura 7.16** Representación de los niveles de habilitación de variables y categorías derivados de los modos de atención.

En el siguiente subsistema, solamente lo están dos subcategorías. Los pesos (acentos) en la valoración que se hará en las subcategorías y categoría del subsistema, no se toman en cuenta algunas en variables y, consecuentemente, los pesos de las variables habilitadas serán diferentes a los que tendrían en las condiciones normales de operación del sistema. Los dos esquemas superiores —renglones superiores— muestran dos casos más específicos. Estos casos corresponden a modos de operación en donde el sistema sólo presta atención a esas variables y no a otras.

47. Tomando en cuenta que la valoración de las funciones de interfase constituye el primer nivel, la valoración de las funciones de integración de variables a subcategorías constituye los niveles segundo y tercero. De manera semejante, las funciones de integración de subcategorías en categorías construyen los niveles de valoración cuarto y quinto, y las funciones de integración de las categorías en las metacategorías constituyen los niveles de valoración sexto y séptimo. Si consideramos al sistema como un instrumento que representa la operación de una institución o de un grupo social, el primer nivel es el que está a flor de piel con el entorno al que se acopla, y lo representan o construyen los actores que establecen la interacción directa con él, a través de otros actores y otras materialidades. El segundo y tercer nivel está asociado a los actores —de la institución o grupo social— que llevan a cabo acciones o comunicaciones entre las variables del primer nivel y las subcategorías. Parten de operaciones basadas en relaciones empíricas y formulan con ellas acciones con relaciones de implicación racional. Los niveles intermedios estarían dirigidos a mandos medios que supervisan el nivel de subsistemas, y finalmente los niveles superiores del esquema categórico estarían asociados u operados por los directivos que coordinan resultados finales del sistema. En la figura 7.17 mostramos estas funciones y niveles de operación.

#### **7.4 Funciones de diferenciación de lo homogéneo**

48. Las funciones de diferenciación tienen el propósito de construir nuevas distinciones entre los resultados obtenidos por las funciones de integración. Son las funciones que dan las respuestas del sistema. Estas respuestas son de tres tipos: como representaciones gráficas:



**Figura 7.17** Representación de los niveles de valoración en las funciones de interfase y de integración.

de barras o de *pies*, de líneas como trayectorias, y como textos (párrafos con enunciados). En el caso de la generación de gráficos, las funciones se traducen en algoritmos para re-organizar y re-agrupar la información y traducirla a las formas de las gráficas. Las valoraciones implícitas en estas representaciones quedan circunscritas al tipo de formas, colores y vías de acceso a la información implicada en dichas gráficas. En el caso de la generación de nuevos enunciados, el problema es otro.

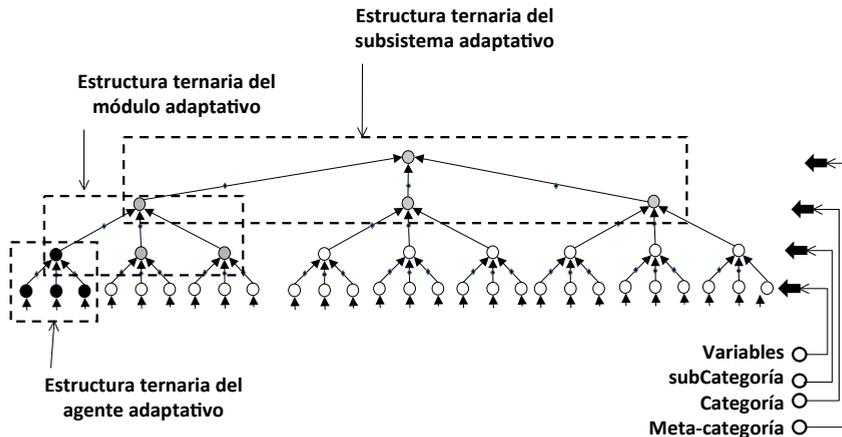
49. El tercer gran reto que tiene el sistema adaptativo es enfrentar la diferenciación de lo homogéneo y consiste en transformar un valor numérico previamente integrado, a un texto que distinga y valore el significado de dicha integración. El valor integrado puede tener un gran número de significados como resultado, por ejemplo, sea el valor de 0.82 derivado de integrar tres variables. Por otro lado, el sistema tiene registrado en la tabla de la categoría el valor 0.80 (y no

0.82) asociado al enunciado: “buen desempeño en el salón de clase...”, como resultado de la integración de 3 variables. Este valor (0.82) puede proceder de una integración derivada de un valor semejante entre ellas (0.85, 0.79 y 0.81), o de dos valores casi iguales en dos de ellas y uno menor (0.85, 0.89 y 0.71), o los tres valores muy diferentes pero que integrados dan 0.82 (0.67, 0.79 y 0.98). Los enunciados valorativos en cada caso son diferentes y es necesario que el sistema los distinga y pueda generar enunciados que expliquen las diferencias más significativas de los valores que condujeron a los valores integrados. Para ello, el sistema —el algoritmo implicado en la función de diferenciación— debe reconocer casos y construir la respuesta lingüística para cada uno.

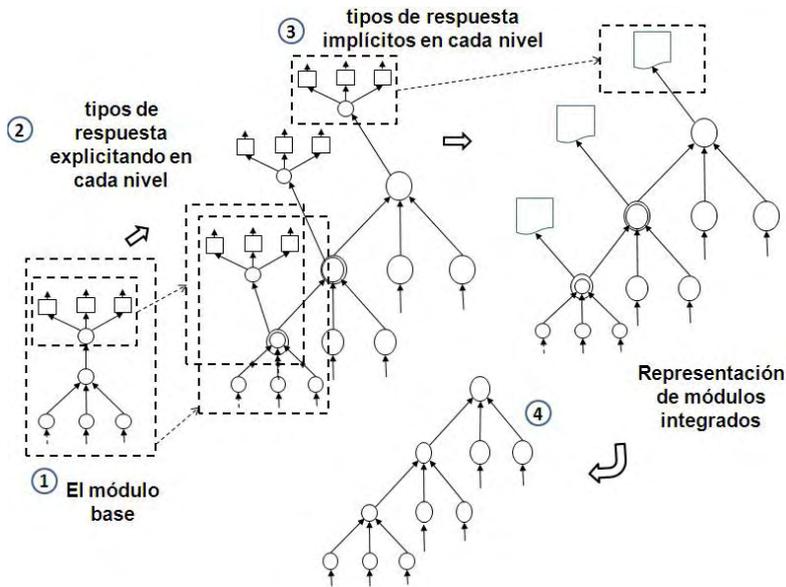
50. Este problema se resuelve en el sistema adaptativo, mediante la estrategia de los sistemas expertos (ver 4#14). Para el caso del módulo básico del sistema —el establecido para el módulo adaptativo formado por 3 tipos de funciones y que integra tres variables—, la estrategia consiste en crear un número de casos de combinaciones aceptable, distinguir el caso a partir de los resultados del sistema y generar un enunciado para cada caso. Si consideramos tres niveles de valoración de cada variable (bueno, regular y malo) y definimos el número de combinaciones posibles, resultan ser 27 casos por diferenciar. El algoritmo concluye cuando construimos las 27 frases requeridas en cada caso.
51. La operación epistemológica que está más presente es la generalización completiva, que parte de una evidencia reflexiva (el valor integrado), y a partir del caso más aproximado genera una inferencia que puede aplicar a muchos casos semejantes.
52. Las funciones de diferenciación están íntimamente vinculadas a la matriz de respuesta del sistema. Esta matriz está integrada por varios componentes que están dentro una organización cartesiana como tablas o arreglos. Los principales componentes son los siguientes:
  - a) Enunciados de valoración —ENV— que comentan a los enunciados valorativos del observable —ERE—, y que se encuentran en la matriz de percepción o tablas de las variables.
  - b) Tablas que organizan factores de integración de categorías, a partir de los cuales se generan representaciones sincrónicas.
  - c) Tablas que organizan factores de integración de variables y categorías, a partir de los cuales se generan representaciones diacrónicas.

### 7.5 Estructuración de subsistemas y sistemas

- 53. Como definimos en la figura 7.1, el módulo básico del sistema está integrado por las tres funciones esenciales que se llevan a cabo en los nodos y por las matrices que organizan la información requerida en ellas. A partir de esta estructura ternaria se construyen las estructuras de categorías del sistema. En la siguiente figura —7.18— mostramos cómo se integra un subsistema de nueve variables y tres subcategorías y con la misma estructura modular, la integración de tres subsistemas para conformar un sistema. En este diagrama explicitamos qué denominamos como variables, subcategorías, categorías y la meta-categoría de lo que denominamos como *sistema adaptativo base*, constituido por 27 variables y 13 categorías.
- 54. En la siguiente figura —7.19— mostramos cómo la estructuración de subsistemas, mantiene las funciones de los nodos de integración y diferenciación (niveles uno y tres del módulo básico), pero en su representación como subsistemas o sistemas, no hace explícitos los resultados de los nodos de integración.
- 55. Para configurar sistemas adaptativos más grandes, en la figura 7.20 mostramos cómo es posible acoplar estructuras de sistemas adaptativos base dentro de otras estructuras de sistemas adaptativos mayores. En el caso de la figura, los resultados de las subcategorías de los sub-

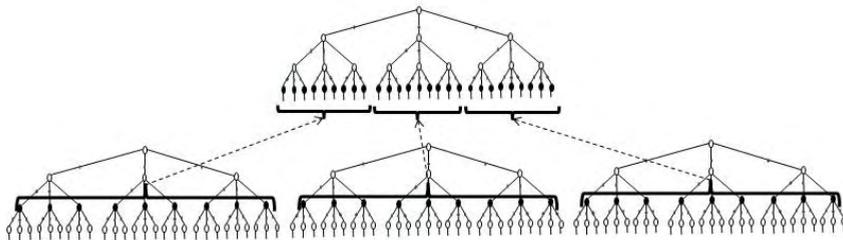


**Figura 7.18** Estructuración de subsistemas y sistemas a partir del módulo básico.



**Figura 7.19** Integración de subsistemas y permanencia de funciones de diferenciación e integración implícitos en el diagrama.

sistemas inferiores se transfieren a los resultados de las variables del sistema superior. La vinculación entre los códigos en las tablas implicadas debe ser consistente.

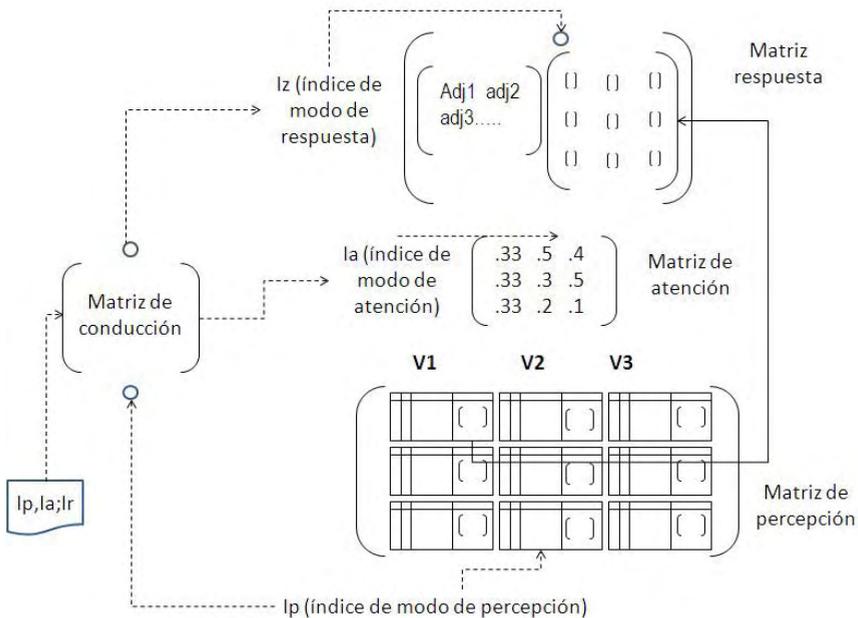


**Acoplamiento entre el nivel de las subcategorías de tres estructuras potenciales de sistemas con el nivel de las variables de una estructura que opera como meta-sistema.**

**Figura 7.20** Integración de sistemas dentro de sistemas más abarcantes.

### 7.6 Organización matricial

La información implicada en las funciones esenciales, está organizada en arreglos matriciales que permiten disponer de ella en el momento en que sea necesario generar una respuesta del sistema. Los arreglos son espacios de organización de elementos del sistema (palabras, números, caracteres) cuya ubicación está en términos de dos relaciones, una que refiere a la dimensión vertical del espacio y otra a la horizontal. En términos del lenguaje común, se refieren a las hileras y columnas de una hoja; en términos matemáticos, son coordenadas en un espacio cartesiano o también hileras y columnas en matrices —concepto que refiere a un espacio que conserva elementos esenciales en un sistema de ecuaciones. En términos cibernéticos, corresponden a los registros (hileras) y campos (columnas) de una tabla o archivo de datos. El término que adoptamos es el de matriz y en ocasiones referimos al de tabla de datos. En ellas se organizan factores de valoración, de ponderación o enunciados de las funciones esenciales del sistema, como se mostró en la figura 7.13. Una visión de conjunto de los 4 espacios asociados a estas funciones se muestra en la figura 7.21.



**Figura 7.21** Matrices asociadas a las funciones esenciales.

56. En la figura 7.21 indicamos que en la matriz de percepción se registran los enunciados que valoran a los observables y en la misma tabla se registran los enunciados que el sistema aportaría como respuesta. Estos últimos pueden ser, recomendaciones (en caso de que la variable se relacione con calificaciones), observaciones (en caso de que se refiera a un producto), interpretaciones o ampliaciones de los enunciados de valoración, y en general aquellos enunciados que se consideren pertinentes, como un primer nivel de respuesta del sistema en las variables y en las categorías. La matriz de conducción registra las combinaciones posibles entre los modos en cada una de las otras matrices. A continuación precisamos cada matriz.
57. La matriz de conducción representa las posibilidades de adaptabilidad del sistema. Está compuesta por una tabla que organiza las combinaciones posibles entre los índices de percepción, atención y respuesta del sistema. En el caso de tener tres niveles de valoración de observables, diez de atención a los acentos del contexto y tres de adjetivos respuesta, la matriz de conducción distingue 90 ( $3 \times 3 \times 10$ ) modos de operación del sistema. En la figura 7.23 se muestra la tabla del caso de estudio de este capítulo.

### *Base de datos*

58. La base de datos del sistema está constituida por dos partes: a) la que organiza a los observables y a las variables independientes asociadas a ellos, y b) la que organiza a las matrices de las funciones esenciales. Al segundo componente lo denominamos *Base de datos de conocimiento*, porque todos los datos requieren del conocimiento y la experiencia del equipo de investigación que usa el sistema. En la figura 7.22 mostramos la base de datos y las tablas más importantes.
59. La organización de los datos a su vez tiene los siguientes componentes:
- a) Tabla de observables para técnicas de primer orden: esta tabla tiene en las columnas los valores de los índices de valoración de los observables —IND—. Cada valor corresponde a la valoración que se le da a cada variable de cada observable. Los denominamos como datos referenciales porque hacen referencia a una variable de un observable. El sistema sustituye los valores de los factores de valoración de los observables de acuerdo al índice del modo

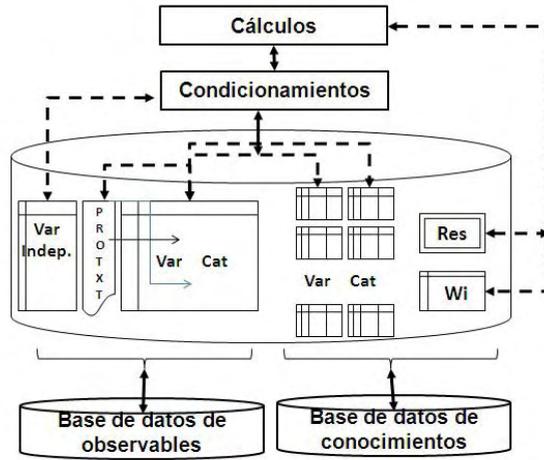


Figura 7.22 Elementos de la base de datos del sistema adaptativo.

de percepción. En la figura 7.23 se muestra una parte de la tabla de datos para el caso de estudio que nos ha venido sirviendo de ejemplo.

- b) Tabla de observables para técnicas de segundo orden: esta tabla tiene tres columnas para registrar el *prototexto* derivado de las

	Va	fVa	Vb	f_Vb	Vc	f_Vc	Vd	f_vd	ve	f_Ve	Vf	f_Vf	Vg	f_vg	Vh	f_Vh	VI	f_VI
1	8		8		6		8		7		5		7		5		9	
2	9		7		9		7		5		5		8		8		6	
3	4		9		9		3		4		7		8		8		7	
4	7		9		8		3		5		7		8		3		9	
5	6		5		2		8		8		7		3		8		9	
6	7		5		9		4		6		5		5		5		6	
7	5		3		8		4		5		9		8		1		3	
8	5		9		3		9		9		5		7		1		5	
...	...		...		...		...		...		...		...		...		...	
87	8		7		5		9		6		9		5		6		5	
88	5		4		3		5		6		9		8		5		3	
89	8		6		5		4		6		9		3		9		4	
90	4		8		5		3		9		8		6		6		3	
	fin de tabla				fin de tabla						fin de tabla						fin tabla	

Figura 7.23 Tabla de datos para técnicas de primer orden.

fuentes de dichas técnicas. Consideramos que la mayoría de las técnicas de segundo orden derivan de textos originales y/o de la transcripción de entrevistas, historias de vida, de grupos de discusión, etc. Llamamos prototexto al texto derivado de dicha transcripción y contiene no sólo lo dicho sino también los comentarios sobre lo que sucedió en la grabación pero que no se registró sonoramente (miradas, intención en otros sonidos, presencias que no hablan, etc.). En las columnas de esta tabla se registran los párrafos de un prototexto derivado de una entrevista del caso de estudio del mismo ejemplo, y la identificación de la persona asociada a él. En estos párrafos el analista pone una etiqueta o señal, junto con la identificación de la variable y el índice de valoración, al inicio y el fin de las frases de cada párrafo que se considera relevante para el análisis. El sistema extrae esta información y obtiene el valor del factor de valoración correspondiente. A este tipo de información la denominamos “datos del prototexto” porque hacen referencia a un texto a partir del cual se generan los observables. Posteriormente el sistema sustituye los valores de los factores de valoración de los observables de acuerdo al índice del modo de percepción. En la figura 7.24 se muestra una parte de la tabla de datos para el caso de estudio que hemos venido manejando.

alu_5	es que a veces me levanto tarde, pero... #Vf2 la mayoría de las veces me voy la mitad del camino con el vecino que cercas de la escuela...casi siempre sale a tiempo y de ahí tomo elmetro para acercarme a la escuela...# hay veces que va lento y por eso llego tarde...
alu_5	#VH6 la clase de matemáticas se me hace muy aburrida...el profesor no le echa ganas y todos nos dormimos#, e...
alu_5	en cambio la #VG3 clase de español es más interesante..., porque nos cuenta historias bien padres...#aunque algunas veces son aburridas
alu_9	...para ir a la escuela #Vf4 tengo que tomar dos peseras y el metro...Es bastante pesado los jueves y viernes, por eso llego tarde...#
alu_9	hay otras materias que me gustan, pero #Vh8 no me gustan las matemáticas...porque no les entiendo...además no me sirven para nada#...
alu_9	#VG3 la clase de español está bien a veces...solo cuando no nos hace leer...#
alu_15	para llegar a la escuela, #Vf1 solo tomo el metro, tengo que transbordar dos veces pero siempre voy leyendo#...
alu_15	de todas las materias, #VH1 me gusta la clase de matemáticas porque me hace pensar... Además el maestro es bueno...#aunque un poco serio
alu_15	#VG1 la clase de español es la que más me gusta porque lo que leemos está bien

**Figura 7.24** Tabla de datos para técnicas de segundo orden (prototexto).

- c) Tabla de variables independientes para ambas técnicas. Esta tabla tiene una correspondencia “uno a uno” con las hileras o registros de las dos tablas anteriores. Tiene tantas columnas como variables independientes se hayan considerado en la técnica de análisis. En cada columna se registran las opciones que puede tener cada variable independiente (sexo, procedencia, país, etc.), que tienen correspondencia con las tablas de opciones para las variables independientes. En la figura 7.25 se muestra una parte de la tabla de datos para variables independientes de nuestro ejemplo.
- d) Tablas de opciones para las variables independientes: se registran las opciones de las variables independientes. En la figura 7.26 se muestra una parte de la tabla de datos para las variables independientes del mismo caso.

60. *La base de datos de conocimiento*, está integrada por las tablas de las matrices descritas en los incisos anteriores. Este conjunto de informaciones está organizado dentro de un espacio matricial en el que se integran todos los matices y valoraciones de las variables dependientes o de estado del sistema a partir de los cuales se generan los matices y valoraciones de las categorías a considerar en el sistema adaptativo. El proceso de integración de categorías se lleva a cabo de

	<b>id_unid_obs</b>	<b>sexo</b>	<b>zona</b>	<b>distancia</b>	<b>gpo</b>
<b>1</b>	Nom_al_1	M	N	y	a
<b>2</b>	Nom_al_2	H	N	x	a
<b>3</b>	Nom_al_3	M	S	z	a
<b>4</b>	Nom_al_4	M	S	x	a
<b>5</b>	Nom_al_5	H	S	x	a
<b>6</b>	Nom_al_6	M	N	w	a
<b>7</b>	Nom_al_7	M	N	z	a
<b>8</b>	Nom_al_8	H	N	w	a
<b>9</b>	Nom_al_9	M	C	y	a
<b>10</b>	Nom_al_10	M	N	w	a
<b>11</b>	Nom_al_11	H	C	x	a
...	Nom_al_12	M	C	w	
	Nom_al_13	M	N	w	c
<b>89</b>	Nom_al_14	M	N	z	c
<b>90</b>	Nom_al_15	H	N	w	a

**Figura 7.25** Tabla de datos para variables independientes.

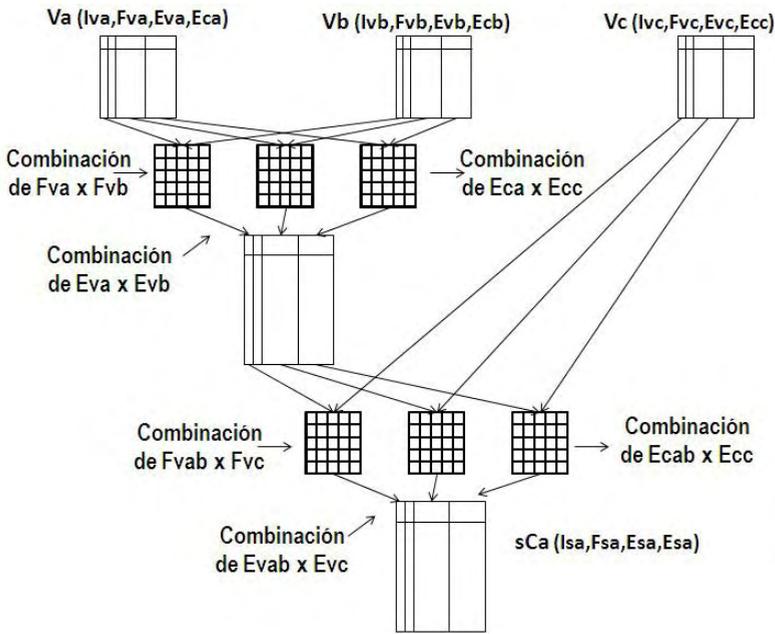
H	hombre	N	norte	w	muy lejos	a	Grupo A
N	mujer	C	centro	x	medio	b	Grupo B
		S	sur	y	cerca	c	Grupo C
				z	muy cerca		

**Figura 7.26** Tablas de opciones para las variables independientes.

manera conjunta entre un grupo de funciones del sistema, y los criterios y experiencia del equipo de investigación que lo construye. Se trata de una construcción colaborativa entre las potencialidades del sistema y las del investigador.

61. La estructura de correspondencia y vinculación entre las tablas de las variables y las de las categorías se indica en la figura 7.27. En dicha figura observamos que la integración parte de la existencia de las tablas de las variables consideradas—que identificamos como Va, Vb y Vc— en el módulo básico para configurar la subcategoría “sCa”.
62. La combinación de factores (Fva y Fvb) se hace a partir de la selección de los cinco matices más representativos de cada variable. Igualmente para los Enunciados valorativos (Ea y Eb) y para los Comentarios (Ca y Cb). De los 25 resultados obtenidos, se seleccionan nueve y constituyen la nueva tabla intermedia. Y el mismo procedimiento se lleva a cabo entre los resultados intermedios Vab (Fab, Eab y Cab) con los valores de la variable Vc. Los procesos de base para las combinaciones y ponderaciones son los siguientes: Seleccionar los factores, enunciados y comentarios de los matices 1, 3, 5, 7 y 9 para generar matrices de 25 valores. De ellos se toman los valores (1-1, 2-2, 3-3, 4-4, 5-5, 3-3, 2-3, 4-3 y 3-4), por considerarlos los más representativos, pero pueden ser otros elementos derivados de la combinación de ambas variables. Con esta nueva tabla y con la de la variable Vc—, se vuelve a efectuar el proceso de integración para generar una tabla de 9 valores o incluso de los 25 valores.
63. La construcción de la matriz de enunciados y comentarios se lleva a cabo mediante un proceso de concatenación de prefijos y enunciados, cuya estructura base es la siguiente,

$$\text{Enunciado final} = \text{Pre} + \text{Ea(modif)} + \text{vinc} + \text{Eb(modif)} + \text{Post}$$



**Figura 7.27** Proceso de generación de una categoría a partir de tres variables.

En donde “Pre” es una o más palabras iniciales del enunciado concatenado, “Ea(modif)” es el enunciado original modificado de la variable “Va”—sin alguna palabra inicial, “vinc” es otra palabra de vinculación o enlace entre enunciados, “Eb(modif)” es el enunciado original modificado de la variable  $V_b$  y “Post” es una palabra o signo final del enunciado. Este procedimiento es el usado de base en el sistema y el investigador puede modificarlo de acuerdo a sus propios criterios.

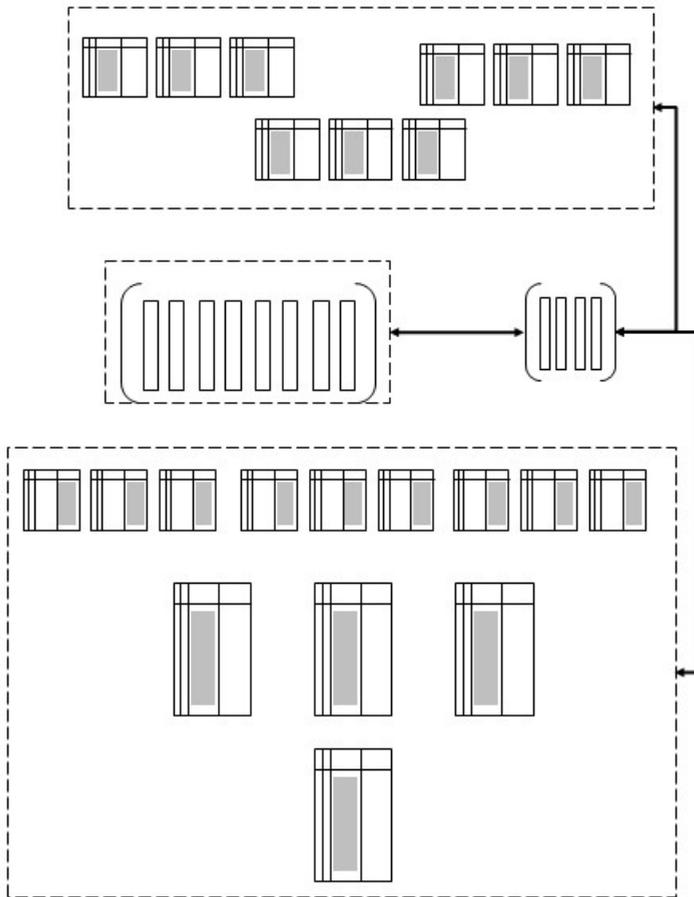
64. La generación de enunciados es un ejemplo típico de la parte que puede y debe transformarse, evolucionar, durante la investigación y de acuerdo a la experiencia del equipo de trabajo con el uso del sistema. El análisis de los enunciados derivados de este tipo de construcción, necesariamente será en muchos casos inadecuada o perfectible. El análisis y reflexión de los procesos que mejoran dicha construcción, es la materia prima para construir una nueva forma de enunciado. El siguiente nivel de evolución puede tener algún con-

dicionante para distinguir dos o más casos en alguna parte del enunciado, puede considerar una tabla de opciones, de acuerdo a un criterio ya consolidado, o puede implementar un algoritmo que genere enunciados más elaborados. Este crecimiento tiene un límite, que puede ser disminuido por el uso de otros algoritmos más eficientes. Tal es el caso de las redes neuronales auto-organizadas, que a partir de un conjunto de grupos de valores —los generados por los algoritmos tipo sistemas expertos—, pueden ser integradas en un pequeño sistema de ecuaciones y responder a las mismas demandas de los algoritmos expertos, que no deben crecer mucho, pues requieren de un nivel de atención que excede al disponible por el constructor del sistema. Esta estrategia no se incluye en la versión actual del modelo adaptativo pero la señalamos como esencial en la evolución de sistema y está contemplada para desarrollos posteriores.

65. La generación del nivel de subcategorías a partir de las variables del sistema, se repite para la generación de categorías a partir de las subcategorías y de la meta-categoría a partir de las subcategorías. En estos dos últimos casos, la concatenación de los enunciados puede eliminar algunas características de los matices —derivados de las variables— y simplificarse, o, en el mejor de los casos, ser sustituidos por un nuevo concepto, derivado de la integración de las variables o categorías. Este proceso corresponde a las operaciones epistemológicas piagetianas de asimilación, acomodación, inferencia, abstracción y generalización entre los niveles de organización, entre las “coordinaciones del sujeto”.
66. El conjunto de tablas de las variables (observables) y la generación de las tablas de integración de categorías, constituye el *Espacio de Percepción, Integración y Respuesta* (EPIR) del sistema y en su conjunto se vincula con la matriz de atención y delimita el ámbito de operación del sistema, como se ve en la figura 7.28. En la figura 7.29 mostramos el proceso de generación de una categoría a partir de tres subcategorías y en la figura 7.30 el Espacio de Percepción, Integración y Respuesta (EPIR) del sistema.

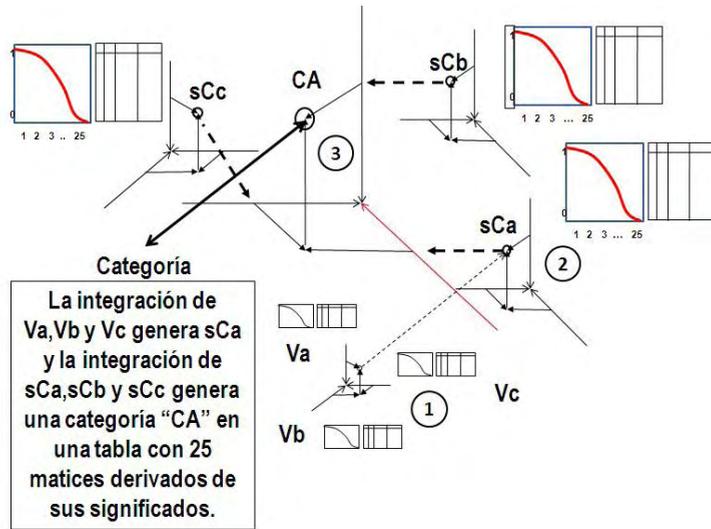
## 7.7 Representación de resultados

67. El número de resultados que se generan del módulo básico depende de varios factores: a) del valor de los índices en las matrices de per-

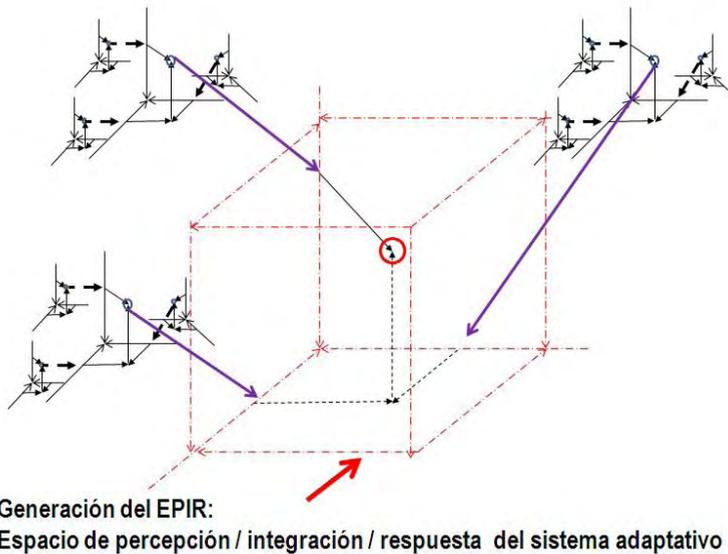


**Figura 7.28** Visión de conjunto para la organización de tablas y matrices a partir de la matriz de atención.

cepción, atención y respuesta, b) del número de variables independientes y opciones en ellas, y c) de la habilitación de las salidas como representaciones sincrónicas, diacrónicas y de texto, en los módulos. El número de modos de conducción del sistema se deriva del producto de los índices de percepción, atención y respuesta, por ejemplo, si tiene tres modos de percepción (equilibrada, polarizada y crítica), dos de respuesta (lenguaje oficial y lenguaje de sentido común) y siete de atención (pesos iguales, punto de vista de actor a, b y c y pun-



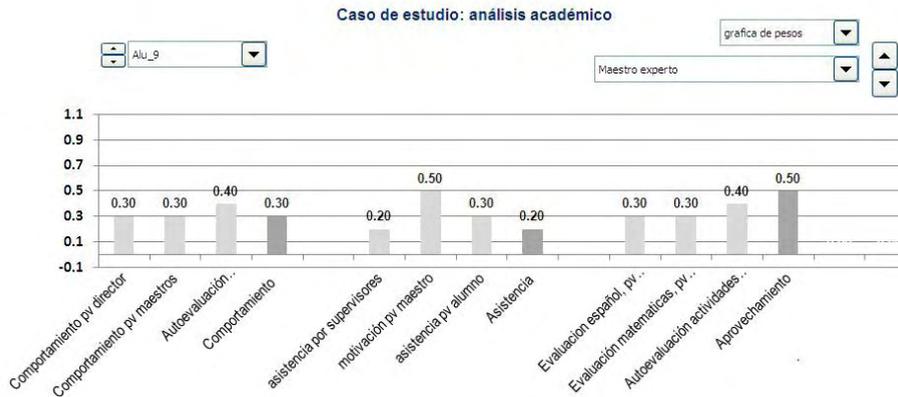
**Figura 7.29** Proceso de generación de una categoría a partir de tres sub-categorías.



**Figura 7.30** Espacio de Percepción, Integración y Respuesta (EPIR) del sistema.

tos de vista de expertos  $x$ ,  $y$  y  $z$ ) el sistema tendría  $3 \times 2 \times 7 = 42$  modos de operación, 42 selecciones para adaptarse a la pregunta que le hacemos, pregunta que toma en cuenta los modos descritos anteriormente.

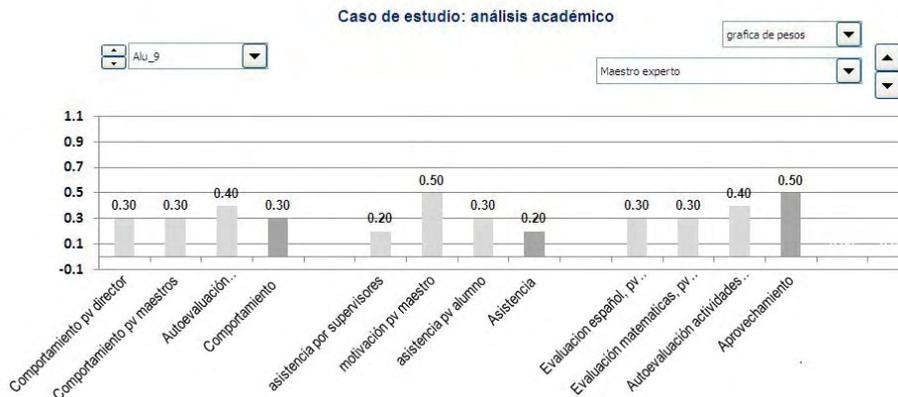
68. Las opciones en las variables independientes incluyen los siguientes casos generales: a) valoraciones de toda la población o de todos los observables, valoración de grupos de observables —dependiendo de las opciones en las variables, independientes, por ejemplo sólo para mujeres, sólo para los que viven en el centro de la ciudad, sólo para los del grupo B, y el cruce de estas variables: hombres del sur de la ciudad o mujeres del grupo B. Finalmente existe el caso de que el sistema valore solamente a un observable, que en nuestro caso de estudio es un alumno. El sistema está condicionado para llevar a cabo una parte de estos cálculos, sin embargo, si es necesario considerar otras combinaciones, el equipo de investigación lo adapta para ello. Esta necesidad es parte de la estrategia del sistema para que el desarrollo del mismo dependa de la capacidad del equipo de investigación, en el que se incluye al menos un investigador con conocimiento de hoja electrónica.
69. Respecto al tipo de representaciones que genera el módulo básico, sintetizamos el significado de las gráficas diacrónicas y sincrónicas. Mostramos gráficas relacionadas con nuestro caso de estudio.
70. Las gráficas sincrónicas tienen las siguientes modalidades:
  - la representación de las frecuencias normales y las significativas (también reconocidas como ponderadas o valoradas) (ver gráfica en figura 7.31).
  - la representación de la contribución de los factores de valoración de la variable y la contribución integral de la variable (que es el factor de valoración multiplicado por los pesos de la subcategoría y categoría). En la figura 7.32 mostramos la representación de la contribución de cada variable y categorías, y en la figura 7.33 mostramos la representación de variables independientes
71. Los tipos de representación diacrónica son los más significativos del sistema porque pueden representar la transformación de las unidades de observación si están ordenadas en el tiempo. Para las técnicas de segundo orden basadas en prototextos derivados de análisis de discursos, discusiones de grupo, historias de vida o entrevistas a profundidad, son muy significativas, porque la posibilidad de analizar las infinitas combinaciones que se derivan de las variables dependientes



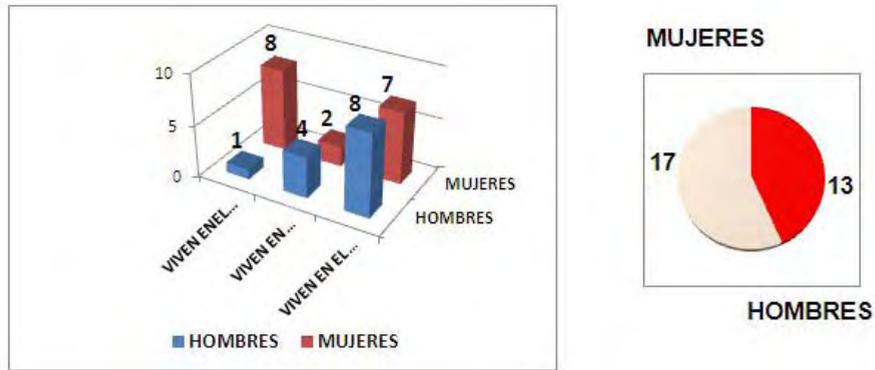
**Figura 7.31** Representación de las frecuencias normales y las significativas.

permite una reflexividad relevante para el análisis de relaciones de relaciones implícitas. Se podrá apreciar esto en los casos de estudio del capítulo octavo. En la figura 7.34 mostramos el comportamiento de una variable del caso de estudio de este capítulo.

En la parte superior derecha se indica el promedio y desviación estándar para los tres grupos. Es posible seleccionar hasta tres variables y visualizar las relaciones en las trayectorias, como se muestra en la figura 7.35.



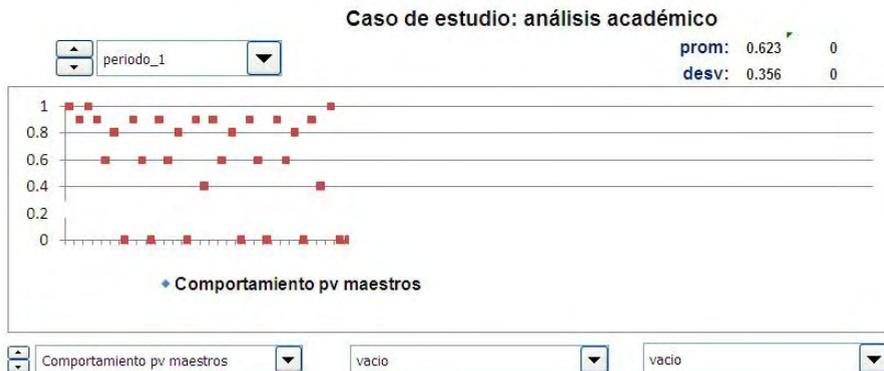
**Figura 7.32** Representación de la contribución de cada variable y categorías.



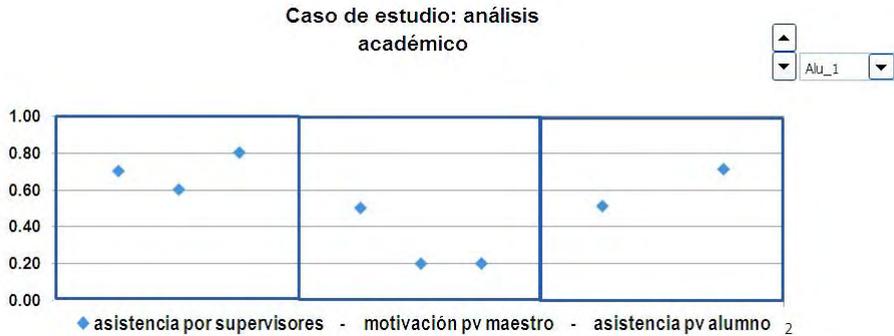
**Figura 7.33** Representación de variables independientes.

La representación de textos se combina con diagramas de pie de las variables y/o categorías implicadas. En la figura 7.36 se muestran los textos generados para el primer módulo del caso de estudio.

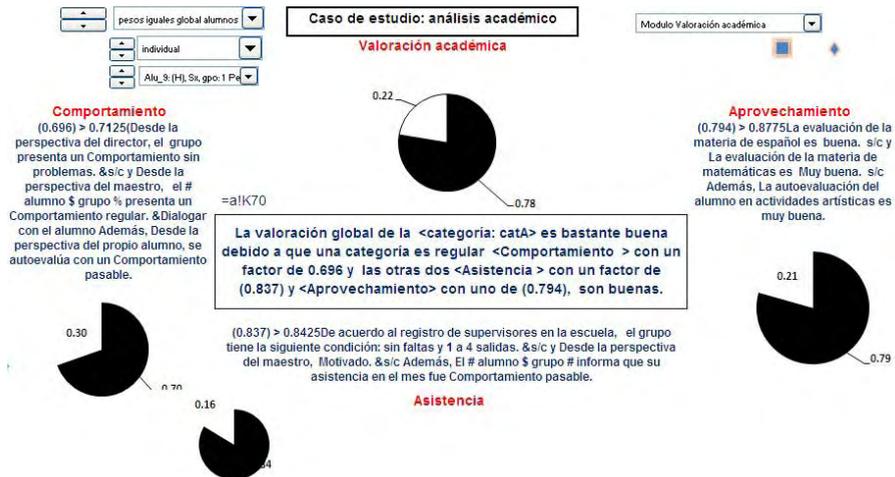
72. La descripción que hemos hecho hasta ahora del modelo adaptativo se ha restringido a los elementos esenciales y a sus posibilidades de interacción como un subsistema. Partió de las funciones esenciales y matrices de organización dentro de un módulo considerado como unidad de construcción que puede tener diferentes niveles de adap-



**Figura 7.34** Representación del comportamiento de alumnos desde la perspectiva de los maestros, durante el primer mes.



**Figura 7.35** Representación de las valoraciones del módulo de asistencia y motivación a lo largo de tres períodos para el alumno Al\_1.



**Figura 7.36** Representación de la valoración mediante enunciados derivados de la base de datos de conocimiento. Caso para un alumno.

tabilidad respecto a lo que percibe, procesa y responde. Describimos la manera como se puede configurar un sistema a partir de la integración de dichos módulos y las operaciones que se llevan a cabo en ellos.

La concepción del modelo partió de una conjugación disciplinar derivada de la comprensión de las problemáticas y retos en el análisis en las ciencias sociales ante problemas prácticos, y una reflexión derivada de un pensamiento sistémico, una Epistemología genética y elementos básicos de matemáticas y biología. Con ello orientamos la construcción de sistemas con una estrategia que presentaremos en el siguiente capítulo. Se trata de una metodología de tipo heurístico que necesariamente implicará una permanente adecuación de la comprensión del problema por parte del equipo de investigación —que enfrenta lo complejo desde un nivel de observación reflexivo ante los problemas sociales ya planteado en los capítulos anteriores— con las posibilidades de adaptabilidad del modelo. El capítulo siguiente ofrecerá una mayor consistencia en la configuración del modelo como sistema. Dicha metodología cobrará mayor claridad cuando se vea aplicada en un caso de estudio —capítulo noveno— y cuando vislumbremos las formas que puede adquirir como sistema adaptativo, y en otras aplicaciones del modelo.





CAPÍTULO 8  
METODOLOGÍA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA  
ADAPTATIVO PARA EL ANÁLISIS SOCIAL

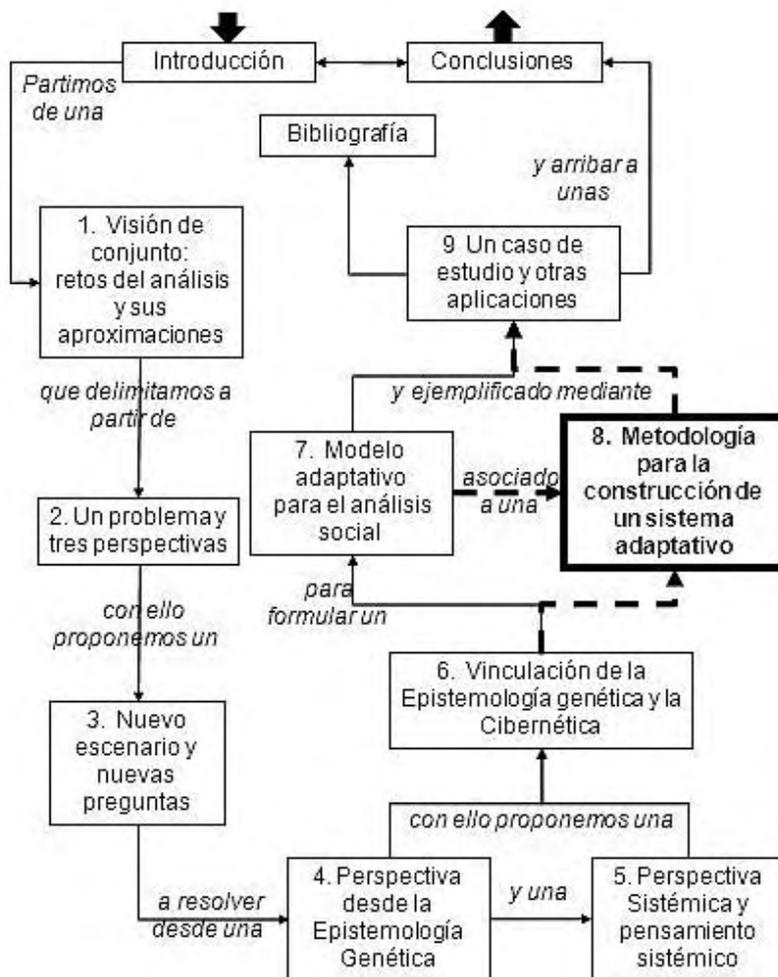
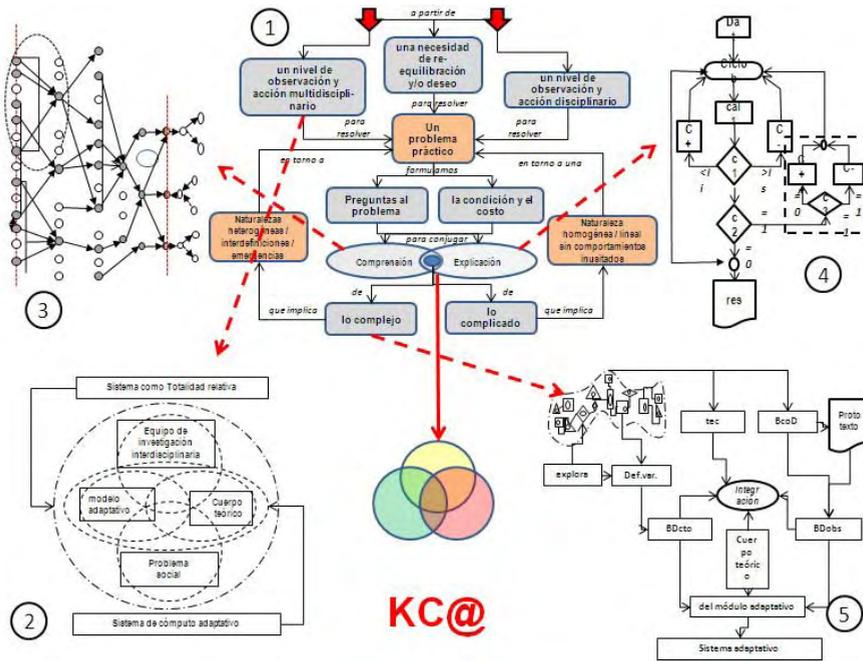


Figura 8.A El capítulo 8 dentro del libro

Una visión de conjunto de los conceptos y de las partes del capítulo la presentamos en el siguiente esquema:



**Figura 8.1** Vinculación de esquemas de capítulos 1, 2, 3 y 5 con el capítulo 8.

En la figura 8.1 presentamos una síntesis y vinculación de algunos diagramas que hemos usado en los capítulos anteriores.

En la parte superior central de dicha figura se encuentra el diagrama que muestra una primera visión de conjunto de dos tipos de observadores respecto a un problema práctico. Resaltamos la importancia de un nivel de observación desde dos o más disciplinas, a través de un equipo de investigación que lleva a cabo sus actividades de manera interdisciplinaria, y usando el enfoque sistémico para integrar en una totalidad relativa el complejo empírico, el cuerpo teórico y el instrumental sistémico (2 en figura 8.1). Desde la figura central señalamos la necesidad de conjugar una comprensión integral del problema, que está representada por el imbricamiento de coordinaciones y observables (3 en figura 8.1) descritos con diversas formas de explicación mediante la Epistemología genética y lenguajes como las matemáticas o la cibernética (4 en figura 8.1). La interpenetrabilidad entre el mundo de afuera —de

observables y realidad empírica— y el mundo de adentro —de tejidos neurales y coordinación de implicaciones, que hemos tratado de describir en los capítulos dos a cuatro, se logra integrando niveles de observación a partir de un constructivismo genético y un pensamiento sistémico asociados a los elementos y relaciones que giran en torno a las acciones, hechos, actividades y comunicaciones de problemas prácticos (5 en figura 8.1).

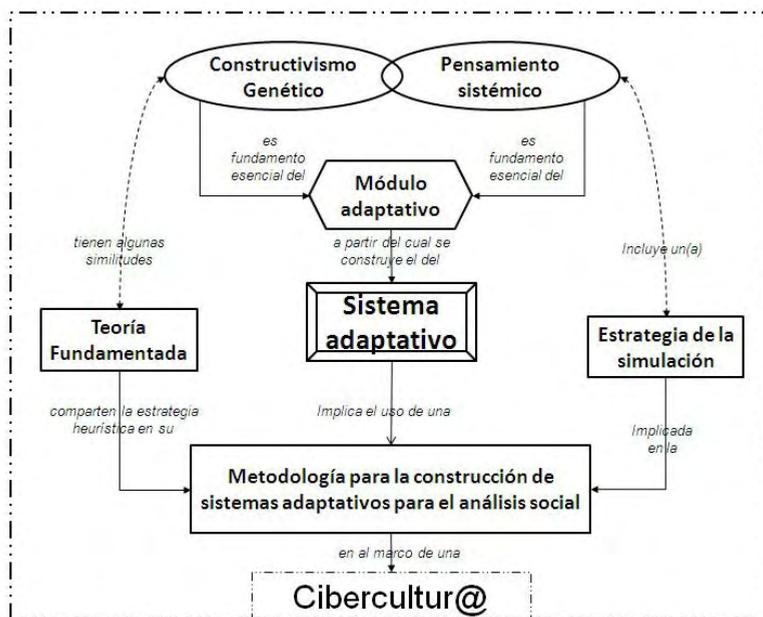
En este capítulo presentaremos una estrategia para alcanzar la comprensión/explicación de problemas que enfrentan lo complejo. Dicha estrategia la denominamos *Cibercultur@* y responde a una propuesta teórico-práctica que hemos desarrollado en el Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Comunicación Compleja, —LabCOMplex— junto con el Dr. Jorge A. González y la Dra. Margarita Maass M., y un conjunto de investigadores que de diversas maneras han participado en dicho Laboratorio.<sup>1</sup>

Iniciemos describiendo la perspectiva de la *Cibercultur@* y su vinculación con la metodología de construcción de Sistemas adaptativos para el análisis social. En la segunda parte describiremos los aspectos que vinculan esta metodología con una metodología de tipo general en las ciencias sociales, que es la Teoría Fundamentada (Grounded Theory) y que permite vincular nuestra propuesta con una perspectiva de tipo general para el abordaje de la investigación social desde el enfoque constructivista. En la tercera parte enfatizaremos la relevancia que tiene la técnica de la simulación para el análisis de problemas y su vinculación con la teoría fundamentada y con la construcción de sistemas adaptativos. Finalmente presentaremos la síntesis de la metodología de construcción de un sistema adaptativo mediante un caso de estudio que denominaremos Escenario “D”, que está asociado al caso de estudio presentado en los capítulos 2 y 3. También incluiremos una guía práctica de esta metodología de construcción. En la siguiente figura 8.B damos una visión de conjunto de los componentes del capítulo.

### 8.1 Perspectiva general desde la *Cibercultur@*

1. En primera instancia, la *Cibercultur@* es una propuesta teórico-práctica que pretende dotar de mejores elementos de autodetermi-

<sup>1</sup> Los doctores Laura González, Javier Maisterrena, Patricia Almager y Manuel Meza, entre otros.



**Figura 8.B** Visión de conjunto del capítulo 8.

nación a las comunidades de individuos que enfrentan problemas derivados del uso de las nuevas tecnologías. Dichos elementos de autodeterminación se concentran en la conjugación de tres grandes áreas temáticas: la comunicación, la información y el conocimiento. El enfoque que damos a dichas áreas es dinámico y toma en cuenta la génesis de las relaciones que las conforman —comunicaciones, informaciones, ideas, conceptos—, su desarrollo y transformación en el tiempo —sus formas de re-equilibración—, y las condiciones que asumen en cada contexto en el que se manifiestan. Las concebimos con tres culturas que nutren permanente a las acciones de las comunidades y que se manifiestan como productos concretos: narraciones, prácticas y representaciones de sus mundos imaginarios y actuados. Partimos de que la invasión de comunicaciones e informaciones en nuestras culturas a través de las nuevas tecnologías, se ha incrementado de tal forma que es imperioso hacer una reflexión que incluya el conocimiento de qué, cómo y para qué se comunica, así

como la forma en que se construye información pertinente para comprender/explicar los problemas sociales en las comunidades. Pero esta reflexión se hace cada vez más difícil y demanda mayor atención precisamente para una cultura de conocimiento en desarrollo, que necesita vincularse a lo que se hace al comunicar e informar, y contribuir a desarrollar niveles de observación donde se pueda ver con mayor claridad la heterogeneidad de las relaciones y su interdefinibilidad, donde sea posible establecer continuidades y matices propios entre los niveles de comunicación, información y conocimiento.

2. En segunda instancia, resaltamos que la forma de abordar estas problemáticas tiene diversos matices y prioridades que hemos referido en diversas publicaciones.<sup>2</sup> La orientación que doy a la *Cibercultur@* en este apartado responde a la función que asume como el marco más idóneo para ubicar el uso de sistemas adaptativos. Resalto dos atributos esenciales en ella y que forman parte del marco epistémico donde se desarrolla la construcción de un sistema adaptativo:
  - La *Cibercultur@* como una convergencia disciplinaria idónea para las ciencias sociales y humanísticas.
  - La *Cibercultur@* como una estrategia para el desarrollo de Comunidades Emergentes de Conocimiento.
3. Como convergencia disciplinaria, la *Cibercultur@* integra a las teorías de la comunicación, a las cibernéticas de primero y segundo orden y a la epistemología constructivista. La concepción de la construcción de conocimiento desde la Epistemología genética sintetizada en el capítulo dos, permite comprender/explicar cómo la naturaleza compleja de los procesos de comunicación interpersonal y social está íntimamente asociada al qué y cómo comunicamos: informaciones evidenciadas por acciones explícitas o implícitas, dentro de un proceso de coordinación de acciones entre sujetos. Se trata de informaciones observadas desde las cibernéticas como conjuntos ordenados de paquetes de energía, ya como bits, como cadenas de sonidos, de ondas luminosas o incluso como racimos de moléculas, partículas u objetos con un orden propio y reconocible por su empatía con los sistemas cognoscitivos. Reconocer los niveles de orden —que no son otra cosa que relaciones de relaciones jerarquizadas— es el objeto, no sólo de la epistemología genética, sino también de otras episte-

<sup>2</sup> González, J.A, Maass, M. y Amozurrutia, J.A., (2007) y González (1994, 2003).

mologías constructivistas compatibles, como es el caso de las perspectivas constructivistas de Maturana y Varela (1999) y de von Foerster (1966).

La Cibercultur@ como una estrategia para el desarrollo de Comunidades Emergentes de Conocimiento es uno de los proyectos centrales del LabCOMplex en el que el eje de los procesos de interacción e intervención con las comunidades es precisamente el desarrollo de estas tres culturas dentro de las comunidades para enfrentar sus propios problemas sociales. Esta línea de investigación, que se encuentra en desarrollo permanente es una de las fuentes básicas para el enriquecimiento de las aplicaciones del Sistema Adaptativo. Entre los trabajos más importantes se encuentran los de Jorge González (2003, 2008) y Margarita Maass (2006, 2008). Recientemente se han presentado en diversos foros internacionales, avances de proyectos relacionados con el desarrollo de Comunidades Emergentes de Conocimiento.

En los siguientes párrafos sintetizamos los conceptos más importantes de las tres culturas que conforman a la Cibercultur@ (la de comunicación, la de información y la de conocimiento), con el propósito de tener presentes los aspectos sico-socio-culturales que enmarcan la perspectiva metodológica de los SiAs.

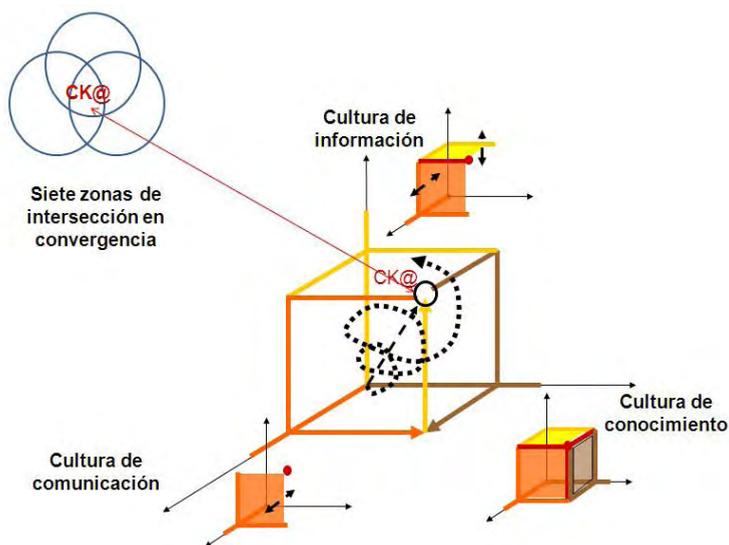
4. La *cultura de comunicación* parte de un concepto de comunicación centrado en dos acciones simultáneas: a) el establecimiento de una correspondencia y mapeo entre los elementos de dos dominios diferentes, y b) la coordinación de las acciones para establecer dichas correspondencias y mapeos entre dos o más dominios. Otra manera de observar estas actividades es considerando dichas acciones como una actividad de traducción, y consecuentemente, como una coordinación de actividades de traducción. Ambos componentes son considerados como simultáneos para consolidar el proceso comunicativo: se conjuga una coordinación de inferencias y una coordinación de acciones. Dicha conjugación se enriquece al tomar en cuenta los procesos de estimulación entre los agentes que se comunican, los niveles de conectividad entre ellos —presencial y a distancia— y la consistencia de las coordinaciones y procesos de traducción. Esta cultura inicia su nutrición al aprender a re-escuchar al otro, a los otros, a partir de una disposición renovada para apreciar las distinciones y las posibles formas de re-integración de lo diferenciado. Se consolida al reconocer que la forma como se coordinan las acciones

- e intercambios de significados es el reflejo de las abstracciones reflexivas derivadas de las coordinaciones cognoscitivas.
5. La *cultura de información* parte del concepto de información asentado en la configuración de una acción de significación.<sup>3</sup> Generar o transformar información implica significar y/o re-significar, esto es, conjuntar/conjugar elementos sýgnicos básicos y ordenarlos, jerarquizarlos dentro de un proceso semiótico, hasta su organización en estructuras de datos (jerárquicas, relacionales o en red) dentro de bases de datos y sistemas de información. El desarrollo de este arte incluye a las disciplinas de la semiótica, primera y segunda cibernéticas y a la teoría de sistemas. Esta cultura inicia su nutrición al aprender a redactar textos sintéticos y a ordenar listas de objetos heterogéneos e ideas interdefinibles en papel y lápiz, organizadas en tarjetas, mapas conceptuales y listas para ser procesadas en sistemas de información.
  6. La *cultura de conocimiento* está centrada en la aplicación de la Epistemología Genética de Piaget-García en la comprensión/explicación de las comunidades emergentes de conocimiento e investigación. Toma como elementos centrales la tríada de conceptos —intra, inter y trans objetuales y/o sistémicos— propuestos por García (2000), así como las operaciones que explican los procesos de equilibración y re-equilibración propuestos por Piaget. Esta cultura inicia su nutrición al aprender a reconocer que lo que realmente conocemos son relaciones y relaciones de relaciones y que la construcción de la realidad parte de una acción interpersonal a partir de la cual construimos la sociedad. Una construcción colectiva con niveles de gradación de consenso y matices de especificidad.
  7. El término *Cibercultur@* está constituido por tres componentes: “ciber”, que procede de la raíz griega “kyber”, hace referencia al conductor de embarcaciones en mares que enfrentan lo complejo: permanente re-equilibración del ritmo de los remos, del juego de la vela con el timón, conocimiento de la velocidad de vientos y mareas, todo ello implicado en la conjugación de saberes con el propósito de llegar a puerto seguro, a la zona más próxima y segura de la costa

<sup>3</sup> El concepto de significación en nuestro planteamiento lo tomamos de Piaget-García (1997), sin embargo consideramos pertinente enriquecerlo con la Perspectiva de la tríada Peirciana y sus posibilidades de concatenación para constituir el proceso de semiósis. Una primera aproximación de ello lo hacemos en (Amozurrutia, 2010).

rociosa, complejidad presente en el discurso de embarcaciones de ayer y hoy. Por otro lado, el componente “cultura”, lo consideramos como un término que refiere simultáneamente a la actividad permanente de nutrir la vida social con productos en permanente desarrollo y concreción —la forma creativa de las representaciones y prácticas sociales. Es un nutrir-concreciones y un concretar-nutriciones que implica una dinámica recursiva. Pero esta dinámica debe tener necesidades y deseos para transformar equilibrios asintóticos en formas de equilibrios más abarcantes, con nuevos acoplamientos en nuevos entornos: de aquí la “@”, el signo que alude a los ciclos de retroalimentación positiva de la cibernética de segundo orden, a las regulaciones piagetianas que dan sentido a las re-equilibraciones, las formas siempre creativas de la cultura de conductores que permiten nuevos aprendizajes y nuevos mundos posibles.

8. La conjugación de estos tres componentes: “ciber/cultura/@” nos permite entender a ese navegante que conduce proyectos que enfrentan lo complejo y necesariamente implican una investigación interdisciplinaria, permanentemente enriquecida por procesos creativos. En la figura siguiente (8.2) mostramos dos formas que hemos usado para representar esta interacción disciplinar: en la primera,



**Figura 8.2** Representación de la conjunción y conjugación de las disciplinas esenciales en la Cibercultur@.

como tres conjuntos vinculados, con siete zonas que distinguen zonas de parcial interacción entre los elementos tradicionalmente considerados como propios de cada disciplina, y los elementos compartidos. Al centro está la conjunción de las tres culturas. En ella mostramos el carácter dinámico y múltiple de las conjugaciones disciplinarias. También apreciamos que para que se manifieste una forma de cada cultura, necesariamente hay un componente de las otras dos: no hay comunicación si no hay información y conocimiento, sólo puede haber información si hay comunicación y conocimiento y, de la misma manera, el conocimiento implica necesariamente información y comunicación.

9. La cibercultur@ está íntimamente vinculada a la perspectiva de la Sociocibernética en varios aspectos, porque ambas toman como punto de partida una epistemología que integra al sistema/entorno como una forma de distinción esencial. Los puntos de intersección entre Sociocibernética y Cibercultur@:
  - Comparten el concepto “kybernetes” en su etimología, en el sentido del conductor —más que controlador— de las embarcaciones griegas. Este concepto metafórico se cristaliza en ambas propuestas, como un lineamiento que promueve la conducción de las investigaciones con flexibilidad metodológica, mediante un riguroso proceso de observación de segundo orden.
  - Parten de una perspectiva epistemológica constructivista con algunas diferencias particulares. La Cibercultur@ se sustenta en el constructivismo de Piaget-García (2000), que, desde su epistemología genética, enfatiza cómo surge el conocimiento a partir de las interacciones entre el sujeto y el objeto que se conoce. La Sociocibernética refiere la construcción del objeto de estudio desde la distinción sistema/entorno, donde la observación es hecha por un sistema que observa haciendo distinciones sobre dicha distinción sistema / entorno, dentro de un proceso recursivo (Luhmann, 1998).
  - Ambas perspectivas comparten el pensamiento sistémico y abordan los problemas sociales como totalidades relativas, sistemas inteligentes, adaptativos y complejos. Dicha dinámica tiene como modelo la concepción actual de organismo vivo que desarrolla propiedades de autocatálisis (auto-estimulación afectiva), auto-descripción (que en el caso de la Cibercultur@ es mediante una reflexividad potenciada por el uso de la computadora y en

el caso de la Sociocibernética, por una reflexividad del observador de segundo orden), y grados de auto-organización y autodefinición.

- Ambas promueven una perspectiva interdisciplinaria como estrategia para el estudio de los problemas complejos de la sociedad.
10. Tal como mencionamos anteriormente (en 8#2), en su vertiente práctica, la Ciberkultur@ se orienta a la configuración de Comunidades emergentes de conocimiento local y de investigación. Las primeras se orientan a resolver problemas prácticos a partir de su propio conocimiento cultural y formas de acción local, que pueden ser enriquecidas y reformuladas desde la perspectiva de la Ciberkultur@. Las segundas, son comunidades que se orientan a desarrollar de manera más explícita la investigación interdisciplinaria, orientada al cultivo de una inteligencia distribuida, emergente de una interacción no solamente estimulada por las preguntas del qué y cómo conocer los problemas de una comunidad, sino por el cultivo de las relaciones afectivas pero inclementes en el rigor y consistencia conceptual. Una de las líneas de investigación del LabCOMplex se centra en la investigación de los procesos cognoscitivos en ambos tipos de comunidades y esta actividad se orienta a través de una investigación acción participativa con ellas.<sup>4</sup>

<sup>4</sup> Uno de los ejemplos más significativos en donde hemos aplicado a la Ciberkultur@ como estrategia de desarrollo inició en la conformación de una comunidad Emergente de Investigación, con investigadores del Colegio de San Luis en la ciudad de San Luis Potosí, México. A partir de los talleres de Ciberkultur@ orientados a sus proyectos de investigación y del diálogo con las comunidades que estos investigadores conocían, fue posible iniciar nuevas relaciones entre la Comunidad de investigación —identificada como Kasiopea— que se fue gestando en esta ciudad de San Luis Potosí, y otras comunidades de pequeñas ciudades en el Altiplano Potosino. El proyecto de Ciberkultur@ inició con ello una segunda fase de estrategia de desarrollo en la conformación de una nueva Comunidad —vinculada a la Comunidad de Investigación— integrada por miembros de varias comunidades pequeñas y que han empezado a caminar con independencia del LabCOMplex.

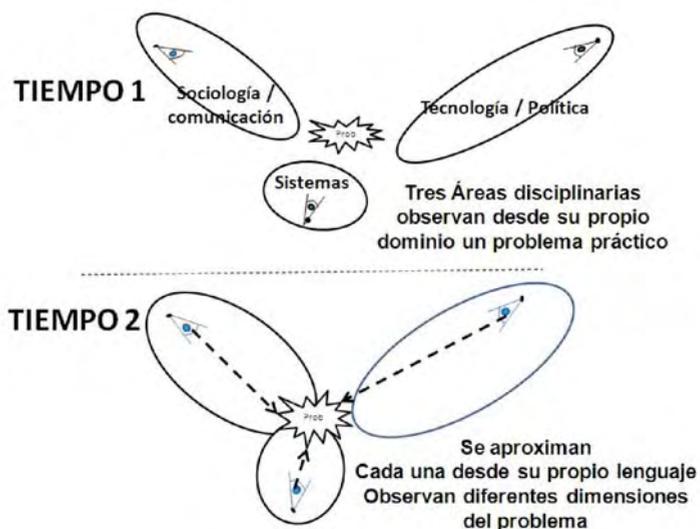
En este caso, la comunidad de conocimiento local se consolidó en una pequeña ciudad conocida como Charcas, donde los miembros de la comunidad se centraron en la reflexión e intervención sobre problemas de interés de la comunidad: problemas de la basura en el río y en los depósitos asignados, problemas de migración, drogadicción y embarazos prematuros, la permanente y difícil relación con la mina —por ser región minera desde hace varios siglos— y muchos otros, que están siendo poco a poco reflexionados a través de la propuesta de ciberkultur@. Estas comunidades han experimentado el cambio de actitud para escuchar sus propias descripciones de los problemas, la necesidad de organizar información en sistemas que proporcionen diferentes niveles de reflexión, y el desarrollo de una reflexividad sobre la propia discusión de sus problemas.

De aquí nació la comunidad denominada “la Otra Mina” que consolida una estrategia basada en Ciberkultur@ para reflexionar y transformar, desde los propios miembros de su Comunidad,

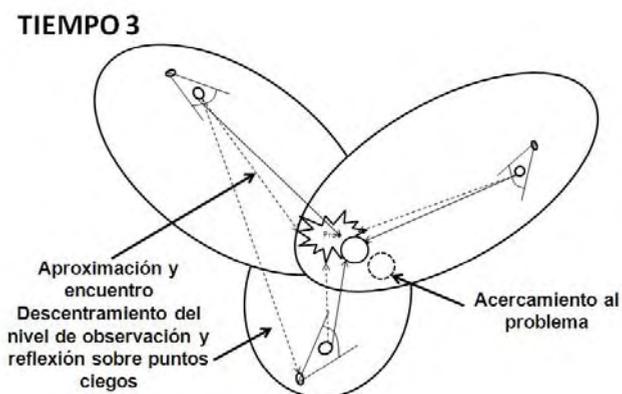
11. Como hemos venido demostrando, la construcción de un sistema adaptativo necesariamente se logra desde varias disciplinas y dentro de un proceso interdisciplinario. Ello implica que es necesario uno o más lenguajes comunes —la epistemología constructivista, las matemáticas y el pensamiento sistémico— como lenguajes básicos entre los investigadores, así como una forma de coordinación que propicie la estimulación, conectividad y consistencia —tres cualidades del componente práctico de la Ciberkultur@— entre los investigadores. La investigación interdisciplinaria implica una capacidad de descentramiento del nivel de observación de cada investigador de su disciplina hacia la del otro, implica un reconocimiento del punto ciego de su disciplina y de su propia forma de observar, implica un respeto y reconocimiento del discurso de sus compañeros íntimamente y en muchas ocasiones distorsionado a las explicaciones desde las otras disciplinas. La reflexión serena y rigurosa pero afectiva de estos retos, conduce a una forma de investigación interdisciplinaria que promulga la Ciberkultur@ y pone en sintonía a los equipos de investigación que desean construir un sistema adaptativo.
12. En las siguientes tres figuras (3a, 3b y 3c) enfatizamos los retos de la actividad interdisciplinaria para un equipo constituido por tres perspectivas disciplinarias. En la parte superior de la figura 8.3a las tres áreas observan desde su propio dominio cognoscitivo y teórico, el primer momento de un problema práctico. Explicitamos que no hay nexo entre ellas, cada una ve una parte del problema. En la parte inferior de esa misma figura los observadores tienen un primer encuentro y distinguen varias dimensiones en el problema. En la figura 8.3b ya hay un encuentro derivado del descentramiento de los observadores de su propia disciplina. Ello se logra con una mejor disposición para escuchar al otro y compartiendo un lenguaje común ante la comprensión del problema.

---

los problemas sociales que viven permanentemente. Uno de los Coloquios del LabCOMplex se orientó a estas comunidades. Ver <http://labcomplex.ceiich.unam.mx/coloquios/coloquio5/programa.php> y un trabajo de investigación importante es “Ciberkultur@: una propuesta interdisciplinaria para fortalecer procesos colectivos de conocimiento” de la Dra. Patricia Almaguer Kalixto del LabCOMplex (consultar [http://www.charcas.com.mx/web/index2.php?option=com\\_content&do\\_pdf=1&id=178](http://www.charcas.com.mx/web/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=178)). Un trabajo semejante pero en comunidades de Brasil lo ha realizado el Dr. Jorge A. González. Consultar <http://elcolegiocolima.blogspot.com/2011/04/el-desarrollo-de-cibercultura-y.html>.



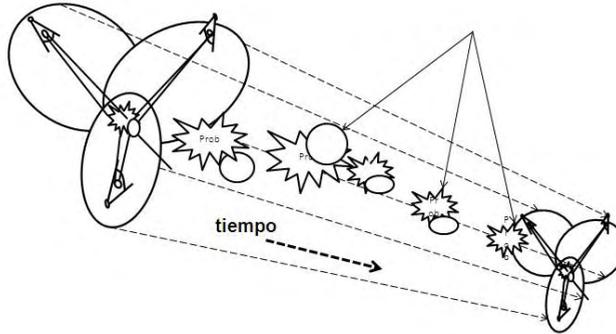
**Figura 8.3a** distinción y aproximación en los niveles de observación de tres disciplinas en torno a un problema práctico.



**Figura 8.3b** Encuentro —por descentramiento de los observadores— y reflexión sobre puntos ciegos en los niveles de observación de tres disciplinas en torno a un problema práctico.

**TIEMPO 4**

Transformación de relaciones y emergencia de actividades de investigación que van presentando diferentes matices del problema.



**Figura 8.3c** Transformación de los retos de investigación de tres disciplinas en torno a un problema práctico.

13. La figura 8.3c muestra la dinámica de las relaciones en el equipo de investigación. No sólo debe cambiar la comprensión del problema, sino también las relaciones entre los observadores. La pertinencia de cambiar el nivel de coordinación se da generalmente en proyectos mayores a un año. La conclusión de las aproximaciones sucesivas a las concreciones del proyecto, sigue una trayectoria que puede ser convergente u oscilatoria. El momento de conclusión suele estar acotado por los recursos y el tiempo de los que dispone el equipo de investigación.

A través de estas aproximaciones sucesivas para definir el objeto de estudio, las preguntas al problema y la construcción de la unidad de análisis, será posible tomar decisiones en torno a la situación del problema, y con ello podremos enmarcarlas dentro de la Teoría Fundamentada (Grounded Theory), que sintetizaremos en el siguiente apartado de este capítulo.

**8.2 Teoría Fundamentada**

14. La Teoría Fundamentada (TF) es una propuesta metodológica de investigación derivada de los trabajos de Barney Glaser y Anselm Strauss (1967). Propone una forma de investigar con varios

elementos nuevos que enfatizan, junto con otras propuestas similares, una nueva perspectiva para el análisis social. Esta propuesta generó dos perspectivas a partir de una escisión entre ambos autores. En términos generales la propuesta de Glaser se orientó al análisis de entornos específicos en los que es posible considerar condiciones de contexto propias de un espacio y tiempo local. Por otro lado, Strauss orientó su perspectiva a una mirada más general en la que la presencia de componentes teóricos fundamentales para el análisis de los datos tiene más cabida en la estrategia de investigación. Estas diferencias implican distinciones propias de los problemas de conciliación de escalas macro y micro y marcaron distinciones en la concepción de la TF. A continuación describimos los principales elementos que compartimos con ambas perspectivas y que se vinculan a la propuesta de los sistemas adaptativos. Pero también señalo las distinciones entre la TF y la perspectiva de la Epistemología genética y el pensamiento sistémico a partir de los lenguajes básicos que hemos propuesto en los capítulos dos y tres y con algunos aspectos sustantivos de la Ciberkultur@.

- a) Aunque originalmente se vinculó a las técnicas cualitativas, la TF no sólo está orientada a la distinción entre las técnicas cualitativas y cuantitativas sino que también incorpora a las técnicas enmarcadas dentro de las investigaciones con acción participativa, esto es, asume una metodología que implica la participación de los actores dentro del proceso de investigación. Corresponde a ello la propuesta práctica del LabCOMplex y su vinculación con la estrategia de investigación respecto a la Comunidades emergentes de conocimiento local y de investigación.
- b) La TF parte “de los datos hacia la teoría”: a partir del análisis de la información del problema, construye un conjunto de conceptos y categorías a partir de los cuales crea una teoría que explica el fenómeno en estudio. Su unidad de observación es el incidente y dentro de sus propósitos esenciales está el ajuste (*fit*) entre los incidentes y los conceptos. Hace a un lado la postulación de hipótesis y dicho ajuste busca la presencia de patrones que expliquen las probabilidades de los incidentes. Corresponde esto a la vinculación de los observables con las coordinaciones cognoscitivas piagetianas, y cuyo punto de partida son las acciones entre el sujeto cognoscente y el objeto de estudio (cosas, manifestaciones de los incidentes, u otros sujetos). La correspondencia entre

observables y coordinaciones —el ajuste en la TF— responde a una empatía y/o mapeo de tipos de relación que construye patrones cognoscitivos y patrones de las coordinaciones de los objetos. Pero dichos patrones no se explican mediante probabilidades sino a través de los procesos de equilibración. Esta es una distinción importante porque si bien la TF se deslinda de la estadística, deja un pie en la probabilidad. La Epistemología genética hace a un lado ambas teorías y explica las transformaciones posibles en el marco de los estadios evolutivos del proceso cognoscitivo y mediante los mecanismos intra, inter y trans operatorios y sistémicos.

- c) La TF propicia un nivel de investigación que debe suspender pre-conceptos teóricos en el encuentro del investigador con su objeto de estudio y propiciar una observación vinculada solamente con éste y con su contexto. Además de deslindarse explícitamente de los inconvenientes del contexto de justificación de Reichenbach (1938) —que precisamente hace a un lado la importancia de las actividades heurísticas de las primeras etapas del análisis—, la TF incita a la creatividad del investigador para propiciar y registrar los aspectos más significativos de los incidentes que analiza. Corresponde esto al nivel de observación epistemológica que realizó Piaget sobre las operaciones básicas —sobre espacio, tiempo y causalidad— en las etapas iniciales en la construcción de conocimiento. Por otro lado, también corresponde al nivel de observación de segundo orden explicitado por Maturana, Varela y por von Foerster, considerados en el componente sistémico de la Cibercultur@. Sin embargo, aunque la estrategia general de la Teoría Fundamentada parte también de un motivo, tema o problema de interés inicial, y por otro lado y de manera paralela, parte de la ruta de los datos hacia las categorías, este encuentro puede no empatar y exige de nuevos intentos para conciliarlos. Se gesta, desde la perspectiva Piagetiana, la necesidad de una re-equilibración de procesos desequilibrados que debe conciliar las tendencias de los datos, con los principios teóricos que los orientan, pero además, con la solución real del problema. De esta manera, si el material empírico por analizar no responde a las preguntas hechas, es necesario buscar nuevas vetas —nuevos datos o un nuevo cuerpo teórico— que conduzcan a una comprensión/explicación del equilibrio entre los observables, su

comprensión teórica y una solución plausible del problema real. Esta es una distinción importante entre la TF y los propósitos de los Sistemas adaptativos, si hacemos a un lado las adecuaciones para lograr un equilibrio entre los tres elementos mencionados. La construcción que se hace desde el sistema adaptativo no es independiente a la realidad que presenta el problema por analizar, no está dirigida solamente por la naturaleza de los datos. Toma en cuenta conceptualizaciones implícitas en ellos y los diversos contextos en que se encuentran y se orienta siempre a la solución del problema.

- d) La actividad fundamental del investigador impulsado por la TF es la comparación entre ideas escritas e incidentes, entre incidentes registrados y conceptos propuestos y entre las ideas y conceptos registrados y asentados en sus memos mediante apuntes de campo, y las categorías establecidas. Un ejercicio de permanente reflexión de comparaciones. En términos piagetianos, se trata de una explicitación de los procesos permanentes de diferenciación e integración desde los niveles de las coordinaciones empíricas hasta las abstracciones y generalizaciones.
- e) La TF enfatiza su estrategia en la técnica de entrevista profunda y en la observación participativa —aunque también incluye no con tanto énfasis otras técnicas cualitativas. Implícitamente descarta, como hemos mencionado, la perspectiva de la estadística, propia de las técnicas cuantitativas. En el caso de la perspectiva piagetiana, la Epistemología genética no hace referencia explícita a alguna técnica, aunque desarrolla intensamente la observación participativa a lo largo de toda su investigación. Refiere con énfasis la gran distinción entre el nivel de conocimiento de los observables —que parte de sus propiedades explícitas, asociadas a las coordinaciones empíricas y por tanto de un registro más cuantitativo—, y un nivel que se va complejizando y enriqueciendo a través de las propiedades más internas, intrínsecas e implícitas a la observación de los sentidos —asociado al nivel de las coordinaciones de implicación y por tanto a una formulación más cualitativa.
- f) La TF presta especial atención al registro de las notas de campo (memos) gracias a los cuales el investigador va construyendo conceptos y categorías a partir de comparaciones. Este registro se caracteriza por ser creativo y muy cercano al actuar en tiempo

real de los actores implicados en el tema. En años recientes este componente basado en la técnica que usa papel y lápiz, ha incorporado la técnica a los paquetes de software —QSR, Ethnograph y Atlas.ti entre otros— para el análisis cualitativo de datos y ello ha implicado una transformación de la forma de hacer los memos, pero esto no ha constituido un recurso esencial (Richards y Richards, 1994). En la perspectiva piagetiana, el trabajo empírico de los equipos de investigación —desde la década de los años cuarenta del siglo XX— también se valió de papel y lápiz y de toda su creatividad bajo la perspectiva de la interacción sujeto/objeto 6#9 en la que la atención en la forma de hacer preguntas y de interactuar con el objeto de estudio es muy significativa para la naturaleza de los datos y la construcción de los observables. Sin embargo, desde la perspectiva de los sistemas adaptativos el uso de la computadora es esencial y el registro de esta información está considerado dentro de los componentes del sistema, aunque el registro en papel y lápiz, especialmente en la observación participativa durante la fase de exploración del problema siga siendo fundamental. Una síntesis de los componentes básicos de esta teoría la mostramos en la figura 8.4.

- g) A principios de los años 2000, se inició la concepción constructivista (Charmaz, 2000) de la TF y el giro que obtuvo suscitó una mejor distinción entre su concepción inicial, cargada hacia un

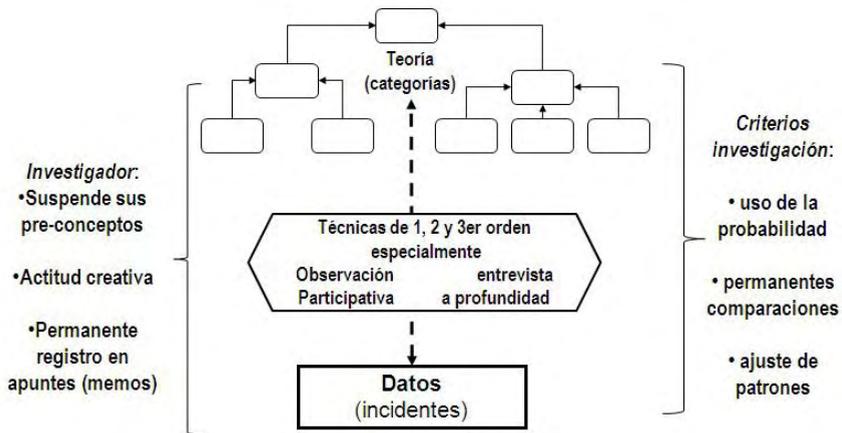


Figura 8.4 Síntesis de componentes de la Teoría Fundamentada.

positivismo propiciado por los procesos inductivos, y una concepción derivada de una alternancia con del proceso deductivo. Hoy en día se le considera más orientada hacia una perspectiva constructivista y nos permite establecer una mayor correspondencia con el tipo de constructivismo piagetiano. Este constructivismo se puede sintetizar en los cinco componentes que integran —de acuerdo a García (2000)— la dialéctica piagetiana —ver 4#59—. Consideramos que la TF se enriquecerá mucho más cuando incorpore en su perspectiva constructiva la multidimensionalidad de la Epistemología genética, en la que se incorpora la perspectiva de las posibilidades de integración de las escalas macro y micro, que son reconceptualizadas dentro del esquema cognoscitivo piagetiano mediante la continuidad de los procesos que van desde los niveles de las coordinaciones empíricas —nivel micro— hasta los niveles de las coordinaciones de implicación por abstracción y generalización —nivel macro—.

- h) Un último aspecto que deseamos resaltar respecto a los niveles de desarrollo que ha tenido la TF en años recientes (Castellani, Castellani y Spray, 2003), es su incorporación de elementos de la computación suave al proceso de la búsqueda de patrones mediante las redes neuronales auto-organizadas, también conocidas como redes SOM (*Self-organizing Maps*). La propuesta de estos autores es la de una Teoría Neural Fundamentada (*Grounded Neural Networking* —GNN—). Desde la perspectiva de la Epistemología genética, estos conceptos no fueron incorporados por Piaget e incluso por García, ya que para este último, la incorporación de las SOM e incluso las RNA que referimos en 5#10 a 5#13 como algoritmos meramente matemáticos y/o cibernéticos no explican la naturaleza sensomotriz, psicológica y cultural de los procesos cognoscitivos, sino que emulan comportamientos que no son explicables ni siquiera desde la misma teoría de las redes neuronales. Esta afirmación, asentada en (Castellani, Castellani y Spray, 2003; 578), oscurece las posibilidades de incluir formalmente estos algoritmos al proceso cognoscitivo implicado en el análisis de problemas sociales. Desde los sistemas adaptativos que estamos proponiendo, el uso de estas técnicas es diferente. En el modelo actual, el uso de las RNA es sólo conceptual, aplicamos el concepto de relación de integración valorativa entre capas neurales, al tipo de relaciones entre variables y categorías en el

esquema categórico del sistema. No hay ningún algoritmo en el modelo básico que calcule los pesos —sinapsis— del esquema categórico. Estos valores se derivan de la experiencia y aprendizaje del equipo de investigación que construye la integración de categorías, con base en el significado que tienen los pesos dentro de los algoritmos de las redes neuronales y los factores de valoración dentro de las funciones de pertenencia emulando los sensores en la capa de entrada de la red.

15. Con estos aspectos compartibles entre la TF y los SiAs, enmarcamos la estrategia para aplicar esencialmente las técnicas de segundo orden —cualitativas— y las de tercer orden —de acción participativa— dentro de la metodología general de análisis. Matizaremos ahora algunos aspectos que cobran mayor significado en la relación de actividades para construir un sistema adaptativo.
16. A partir del prototexto (de la transcripción del material empírico por analizar) se inicia el proceso de construcción del material empírico, de abajo hacia arriba, y de la definición de variables y categorías. Ello no impide que el investigador tome como referencia la zona conceptual a la que desea llegar, esto es, el espacio donde están delimitadas las preguntas al problema. Tampoco implica tomar como referencia categorías o conceptos que orienten la construcción categórica para explicar y valorar el material empírico y sus relaciones con el problema de interés. En cualquier caso, el propósito será configurar una unidad de análisis que tome en cuenta, de manera sustantiva, los observables.

### 8.3 Simulación

17. En este apartado sintetizaremos los aspectos más significativos del tema de la simulación en la ciencias sociales, una actividad muy importante para la reflexión de los problemas sociales, que tuvo sus desarrollos iniciales apenas en la década de los años noventa del siglo XX (Gilbert y Troitzsch, 2004). Las preguntas que se formulaban en ese momento surgían de las posibilidades que ofrecían en ese entonces las computadoras personales para replantear la vinculación de técnicas y temáticas entre las disciplinas de la computación y las ciencias sociales. Buscaban planteamientos que implicaran cálculos derivados del dominio social y que no fueran abordados desde la

perspectiva de la estadística o la probabilidad, que ya desde el inicio de la computación en los años cincuenta habían sido utilizadas sin ofrecer nuevas expectativas, salvo confirmar hipótesis que reiteraban formas de equilibrio que no correspondían a la dinámica de los dominios sociales a fines del siglo XX. Así, el interés se centró en la simulación de modelos de comportamiento e interacción básica, a partir de los cuales se generaron nuevos comportamientos, tal el caso de la emergencia de procesos de inteligencia en parvadas, bancos de peces u hormigueros. Y de ahí también el desarrollo de modelos de simulación basados en la teoría de autómatas, en la teoría de juegos o en el clásico planteamiento de sistemas de ecuaciones diferenciales o de diferencias basados en concepciones y modos de equilibrio de las ciencias físicas. (Hegselmann, Mueller y Troitzsch, 1995). Pero ya en la primera década del siglo XXI se inició el desarrollo de modelos basados en simulaciones multinivel y en sistemas multi-agentes (Gilbert y Troitzsch, 2004 y Situngkir, 2003), así como los sistemas adaptativos complejos (CAS) que a la fecha siguen llevando la vanguardia en el tema (Holland, 2004 y Castañeda, 2009, entre otros).

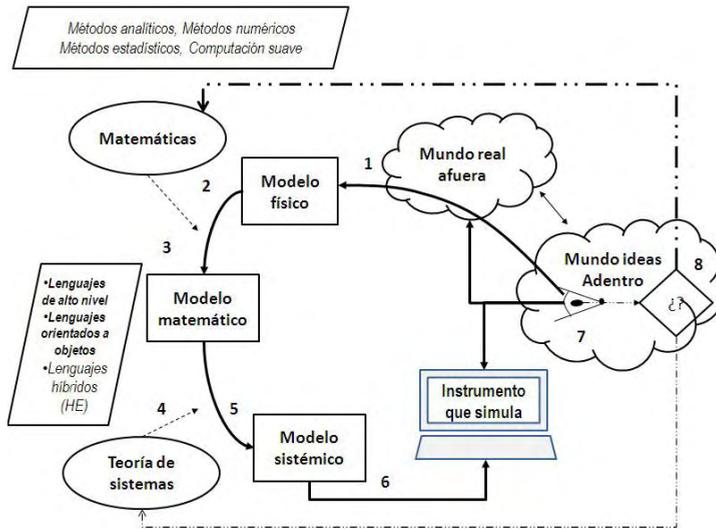
18. Deseamos abordar el tema de la simulación en problemas de las ciencias sociales y humanísticas desde una concepción epistemológica que determina un modelo sensible a su necesaria y permanente re-estructuración y a condiciones cambiantes de las características de su entorno. Se trata del concepto de simulación implícito en el modelo adaptativo que hemos descrito en el capítulo siete y que fundamentamos en los capítulos 4 a 6. Consideramos que es una forma distinta de formular dicho proceso, entendido más como un proceso de construcción de conocimiento en la interacción piagetiana de sujeto/objeto, que como un proceso de simulación de un fenómeno en el que su constructor toma distancia y define —de manera inteligente y rigurosa— los comportamientos de su objeto de estudio. Creemos que el modelo y su fidelidad con el objeto de estudio que simula, no dependen solamente del instrumento que lo implementa —el modelo matemático y los recursos cibernéticos—, sino sobre todo de la interacción de los componentes del sistema, constituido por el equipo de investigación, el cuerpo teórico que asume el modelo adaptativo propuesto y el contexto donde se aplica. Es por ello que el modelo de sistema adaptativo se distingue de otros modelos de simulación en la medida en que el diseñador, que cobra la categoría de constructor y es parte de un equipo de trabajo, interviene

en el proceso que determina el comportamiento del modelo que construye y simula un proceso social. Esto es tanto en la definición y establecimiento de valores críticos para la reflexión del problema, como en la definición de las formas de re-estructuración del mismo equipo de investigación, del sistema y de algunas condiciones del problema. Por esta razón, la orientación de los problemas que enfrenta el modelo adaptativo se dirige a la simulación de fenómenos que son considerados como totalidades relativas —finalmente sistemas— con cierto grado de auto-organización y transformación— que se delimita dentro de un marco social. En etapas posteriores, el modelo del módulo adaptativo se podrá usar como agente inteligente dentro de un contexto de simulación entre varios agentes inteligentes.

19. Por otro lado, proponemos partir de una concepción generalizada del proceso de la simulación entendida como una técnica asociada a un instrumento computacional que permite predecir lo que puede suceder en un fenómeno previamente modelado. Esta definición —orientada a los usuarios—, se enriquece a partir de la perspectiva de los diseñadores y programadores del modelo, que incluyen explícitamente en dicha definición, la concepción de su diseño y su construcción. Considero que una concepción todavía más amplia de la simulación debe estar en términos de la estrategia —íntimamente relacionada con el uso de la computadora— para reproducir comportamientos de un fenómeno dentro de un marco epistémico explícito.
20. Es aquí donde considero que debe estar explícitamente referida una estrategia basada en la reflexión de von Foerster (1996) en términos de una *cibernética de la cibernética* —y que no es otra cosa que una concepción cabal de la cibernética de segundo orden, íntimamente relacionada con una “epistemología para las cosas vivientes” (Foerster, 1984; 258). En efecto, la de von Foerster, es una reflexión cibernética —en términos de ciclos, condicionamientos, retroalimentaciones y procesos de convergencia en ciclos anidados— sobre procesos cognoscitivos que deben ser emulados cibernéticamente. Es una construcción no-trivial, con fuertes recursividades y constatación de valores propios en sus funciones, que emula interacciones neurales simples orientadas a la auto-organización del sistema. Siempre hubo una gran empatía entre von Foerster y Piaget sobre estos temas (Piaget J., Inhelder B., García R. y Voneche J., 1981). Desde la Epistemología genética, esto no es otra cosa que la actualización de esquemas

de asimilación y acomodación así como de construcción de niveles de abstracción y generalización —como estructuras lógicas comunes en dichos procesos—, dentro de un permanente esquema de re-equilibrio maximizante.

21. De la perspectiva de von Foerster podemos inferir que se trata de una construcción de un conocimiento basada en un lenguaje cibernético —con sus correspondencias epistemológicas— y generada a partir de las implicaciones físicas de un dispositivo digital, esto es, en los dominios del silicio. Esta construcción puede estar orientada a reproducir o emular comportamientos propios de los dominios físico-químicos, biológicos, psicológicos, sociales y/o culturales, y la forma de construirlos no sólo depende del lenguaje computacional —ya de primera generación (o lenguajes de máquina), de segunda (ensambladores), de tercera (de alto nivel), de cuarta (integrados) o de quinta generación (orientados a objetos)— sino también esencialmente, de la epistemología, que le configure la forma de los procesos que se emulan.
22. La orientación que le damos a la simulación en los sistemas SiAs abarca, desde la concepción epistemológica que determina la forma del modelo, pasando por su concepción como proceso de aprendizaje y comprensión del fenómeno que se modela, hasta su formalización y su concepción como instrumento para generar diferentes comportamientos o formas de proceder, reaccionar, adaptarse o evolucionar propios de un fenómeno que enfrenta lo complejo. Si la concepción epistemológica responde a cómo establecer formas de continuidad entre elementos y relaciones de diferentes dominios, el modelo a simular los emulará. Si la concepción epistemológica considera una re-estructuración permanente de estructuras y procesos que conduzcan a la auto-organización, el modelo de simulación se orientará a ello.
23. La orientación más frecuente de los modelos de simulación parte de una concepción epistemológica no constructivista, de altas matemáticas, recursos computacionales y modelos físicos y biológicos empíricos, pero diseñados desde un meta-nivel que sigue deslindando al constructor del sistema, al sujeto del objeto, al sistema de su entorno. En varios casos se trata de una perspectiva epistemológica que asume un nivel de autonomía —temporal— que define un modelo que opera bajo condiciones estables en la estructura del modelo y/o en las características de las condiciones de contorno o de frontera del

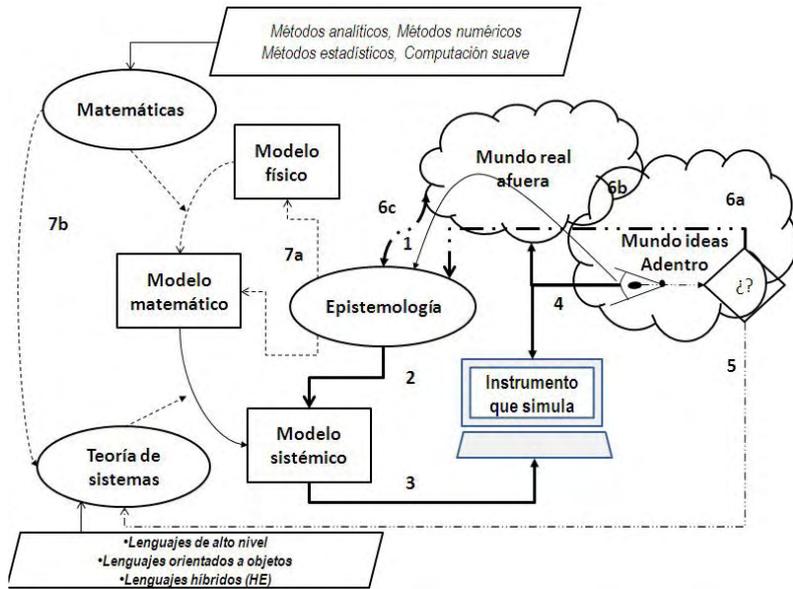


**Figura 8.5** Elementos para una simulación no constructivista.

sistema. En la figura 8.5 representamos —a manera de una aproximación— la trayectoria clásica de la construcción y consecuentemente de la operación de un modelo de simulación: con base en sus conocimientos, el investigador establece una idea del objeto de estudio, como sujeto que observa a un objeto —sea un fenómeno natural o social— y entonces configura un modelo físico en conjunción con otros especialistas. A partir de su conocimiento de las matemáticas —ya mediante modelos analíticos o numéricos, o pensando desde la estadística y, en el mejor de los casos, desde las teorías de la computación suave— propone un modelo matemático en función del nivel de desarrollo tecnológico en el que se envuelve. Dicho nivel tecnológico puede ir desde el uso de paquetes de software disponibles, hasta el uso de un lenguaje de programación sofisticado. Con estos elementos, la brecha entre ellos y la mayoría de los profesionales en las ciencias sociales, se hace explícita tanto a nivel de conocimientos matemáticos como sistémicos. El ciclo cierra su primera vuelta al reflexionar en primera instancia sobre los resultados y los modelos matemáticos y computaciones, ya que si hay discrepancias o errores, primero hay que verificar que no sean de los lenguajes de apoyo y posteriormente de la concepción el modelo físico o lógico.

Generalmente los esfuerzos de los equipos multidisciplinarios se limitan a verificar dichos errores y en segunda instancia, a modificar solamente aquellos parámetros o aspectos realmente necesarios para acercarse a la perspectiva de solución —generalmente difícil de comprender y delimitar claramente desde las ciencias sociales y no en menor grado desde las demás disciplinas humanísticas, así como desde la mirada de las ciencias físicas y naturales. La posibilidad de modificar el modelo lógico y matemático es generalmente baja, porque implica iniciar nuevamente y quizás estar disponiendo de recursos que generalmente son caros. El uso de técnicas de la computación suave (sistemas CAS, sistemas neuroborrosos, y especialmente la programación evolutiva mediante algoritmos genéticos) ha cambiado el panorama y las aproximaciones a simular lo que se pretende pueden ser mayores. No por ello las posibilidades de modelar de acuerdo a los procesos cognoscitivos derivados de un Constructivismo genético y cualquier otro semejante, así como de la participación de los especialistas en las ciencias sociales y humanistas, queda excluida. Veamos cómo es posible proponer otra ruta para modelar simulaciones que enfrenten lo complejo.

24. En la figura 8.6 presentamos casi los mismos componentes de la figura anterior, pero con rutas diferentes. El punto de partida está en la concepción sujeto/objeto de estudio que se muestra en la intersección entre las dos nubes. Esta interacción no es otra sino la referida en la figura 4.4, es decir el mundo de adentro en interacción con el de afuera mediante la relación explícita de observables del sujeto y del objeto y las relaciones de implicación entre las coordinaciones del sujeto con las del objeto. Es desde este marco epistémico que se formula el modelo físico (1 y 7 a en figura 8.6) y si bien es posible configurar un modelo matemático, lo realmente importante es el diseño del modelo sistémico que, como lo proponemos en este libro, debe ser mediante el uso de un lenguaje como la hoja electrónica, que está al alcance de especialistas en ciencias sociales y humanistas.
25. Consideramos que este lenguaje es híbrido, por el uso de funciones intrínsecas en modo automático, como lenguaje intérprete, y por el uso de un lenguaje orientado a objetos compilados. Con el uso de funciones intrínsecas es posible configurar todo el modelo SiAs, sin usar el lenguaje orientado a objetos. Además, las capacidades para modelar y simular de este software son muy potentes y lógicas dado



**Figura 8.6** Elementos para una simulación constructivista.

que la distancia entre los modelos de los algoritmos y los modelos lógicos de lo que llevan a cabo es muy corta —semejante a la distancia entre el pseudocódigo y el código de un lenguaje de alto nivel, pero en el caso de la hoja electrónica es entre modelos sistémico y lógico. Gran parte de los esquemas que presentaremos en el siguiente apartado responden a ello: así como se muestran, tienen su correspondencia en la hoja de cálculo.

26. Una vez que se empiezan a tener resultados en el ciclo 1 a 4 en la figura 8.6, —y como se apreciará desde otra perspectiva en la lámina 8.12—, es posible continuar con el proceso reflexivo a nivel epistemológico (4 y 6 a en la figura 8.6) y no es necesario pasar por el modelo matemático para reformular el modelo lógico o el sistémico. En todo caso, la remodelación epistémica se debe ajustar a las posibilidades del lenguaje sistémico (5 en figura 8.12). Las actividades implicadas son más factibles de desarrollar en un equipo interdisciplinario en el que dialoguen expertos en sistemas sociales, sistémicos y expertos en ciencias físicas y naturales. El reto de la formalización queda inicialmente resuelto con la propuesta de los capítulos 4 a 6,

sin embargo es necesario seguir enriqueciendo todos los modelos especialmente el matemático y el sistémico.

27. Antes de entrar de lleno a la guía de protocolo de investigación mediante los SiAs, es importante dar un espacio a la relevancia que tiene la estrategia de la simulación en el contexto metodológico de análisis a través de la computadora. Ya desde los años noventa del siglo xx, se ha hecho imprescindible el uso de la computadora como instrumento fundamental para aplicar las posibilidades derivadas de las técnicas de segundo orden. Estas técnicas, de la mano con la estrategia de la TF implican el uso de la computadora para confirmar y explorar lo hecho, así como para llevar a cabo otras posibilidades que están incluidas en el método y que no es posible llevar a cabo a mano.
28. Ahora bien, ¿qué es lo que se simula? El SiAs está orientado precisamente a construir procesos cognoscitivos que simulen los comportamientos de los fenómenos sociales para después poder comprender los/explicarlos y participar en su transformación. Dichos procesos no son solamente los implicados en el objeto de estudio (acciones, hechos, actividades, significados y sentidos en actores sociales), sino también los procesos implicados en la interacción entre el equipo de investigación cognoscente y los actores sociales cognoscibles. Explicitamos las siguientes representaciones gráficas<sup>5</sup> —siempre como aproximaciones a las coordinaciones que construye el equipo de investigación— y que derivan del proceso de la simulación en los SiAs:
  - Trayectorias simultáneas— como representaciones en el tiempo— de variables dependientes (narraciones en tiempo real, eventos, documentos, hechos y discursos fechados, de actores, agentes, comunidades o instituciones) así como de categorías, y que pueden estar a su vez condicionadas por valores de las variables independientes.
  - Representaciones de los criterios de valoración<sup>6</sup> en factores de diferentes momentos a lo largo de la investigación, como estructuras valorativas en términos de variables y categorías.

<sup>5</sup> No se simulan trayectorias en espacios dimensionales, ni movimientos de objetos o sujetos en tiempo real.

<sup>6</sup> Recordemos que los criterios de valoración parten de un código que matiza y valora todas las posibilidades de los observables, así como los factores de ponderación en la integración de variables para generar subcategorías y en la integración de subcategorías para generar variables.

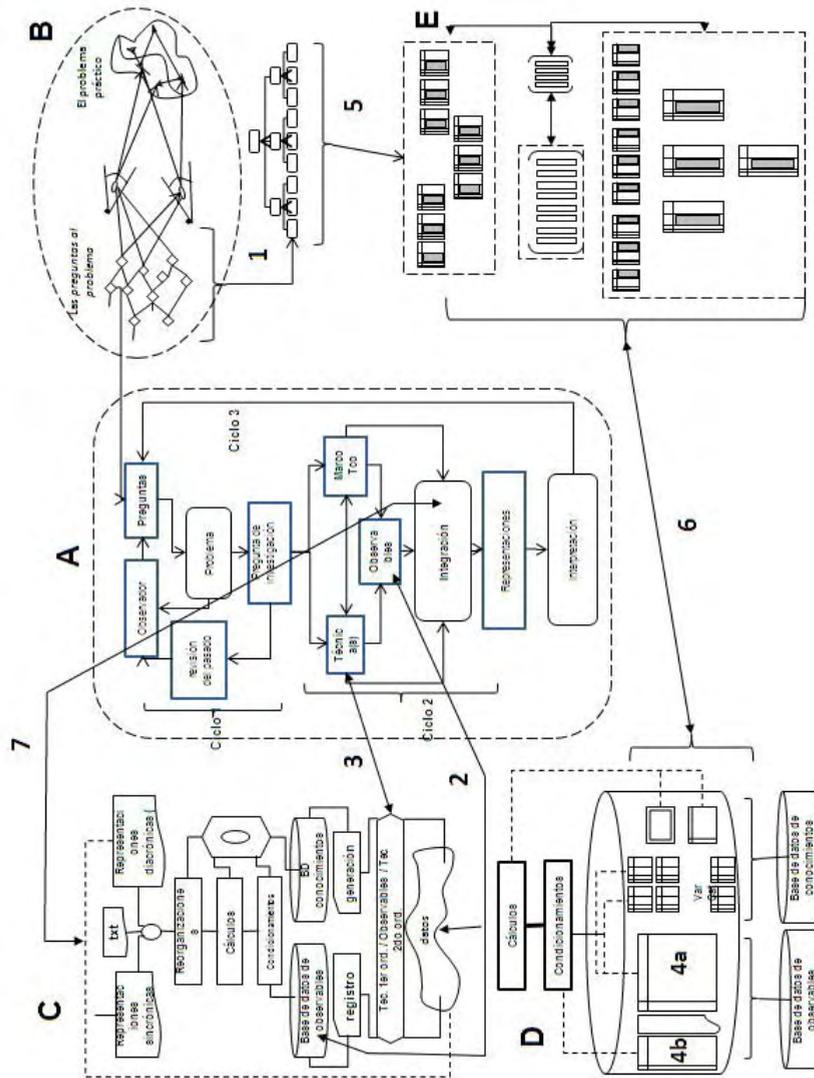
- Generación de textos valorativos, asociados a gráficas de pie.

Ahora pasaremos a describir las actividades que configuran una construcción de este tipo. Las presentamos en forma de guía y hacemos referencia permanente a su explicación discursiva y a su representación para una mayor explicación/comprensión del proceso.

## 8.4 Guía de protocolo de investigación

### *Delimitación de la metodología*

29. En la figura 8.7 integramos nuevamente cinco esquemas que hemos presentado en el capítulo uno y en el séptimo. Del primer capítulo (A en figura 8.10) mostramos la interacción de tres ciclos dentro de una metodología orientada al análisis de un problema desde un equipo de investigación interdisciplinario. Resaltamos la importancia de las preguntas al problema (B en la misma figura) para generar una primera aproximación al esquema categórico del sistema, así como la definición de las técnicas a emplear y el reconocimiento del universo de datos (C y D) para una propuesta de variables. Finalmente el reto mayor desde la perspectiva de la construcción del sistema, es la del espacio de percepción, integración y respuesta del sistema —EPIR— y su integración en el módulo adaptativo.
30. Presentamos la metodología de construcción de sistemas adaptativos orientados al análisis de problemas prácticos, en tres partes: etapas generales, esquema categórico y secuencia de integración con pantallas del sistema de cómputo. La forma de construcción del sistema la detallaremos en un apéndice. La metodología propuesta para llegar a las inferencias sobre las preguntas al problema práctico será de tipo heurístico, esto es, de aproximaciones sucesivas, que terminan de acuerdo a dos criterios: cuando todas las suposiciones o criterios de aceptación de resultados no presentan necesidad de seguir rectificándose, o cuando el tiempo y costo disponibles para el proyecto, exigen una conclusión, como indicamos en la parte inferior de la figura 8.7. Describiremos con detalle solamente los aspectos que tienen que ver con la construcción del sistema.
31. Es importante enfatizar que el marco general de la metodología de un proyecto debe tomar en cuenta su relación con un programa de trabajo y línea de investigación, que necesariamente incluye un tra-



**Figura 8.7** Integración de esquemas para una metodología general de sistemas adaptativos para el análisis social.

bajo de revisión histórica tanto del material empírico del tema en cuestión, como del teórico, así como una reflexión especial sobre los aspectos de programación de recursos asociados al proyecto que se está abordando. Aunque estos aspectos son muy importantes y sí inciden en la concepción y construcción de un SiAs, no los abordamos con detalle en este libro y nos centramos en la construcción de la unidad de análisis, pues es el esquema categórico el que nos permitirá responder a las preguntas que hacemos al problema.<sup>7</sup> Igualmente reconocemos que dicho esquema también debe estar soportado por una minuciosa exploración y selección del material empírico, y que estará sujeto a un conjunto de lineamientos propios de cada técnica, en cuyo detalle tampoco entraremos, así como por un cuerpo teórico que sustente y justifique en escenarios académicos y profesionales, las respuestas que ofrezca el sistema al problema práctico. Por ello, sólo nos concentramos en las etapas para la construcción del sistema adaptativo.

### *Etapas generales*

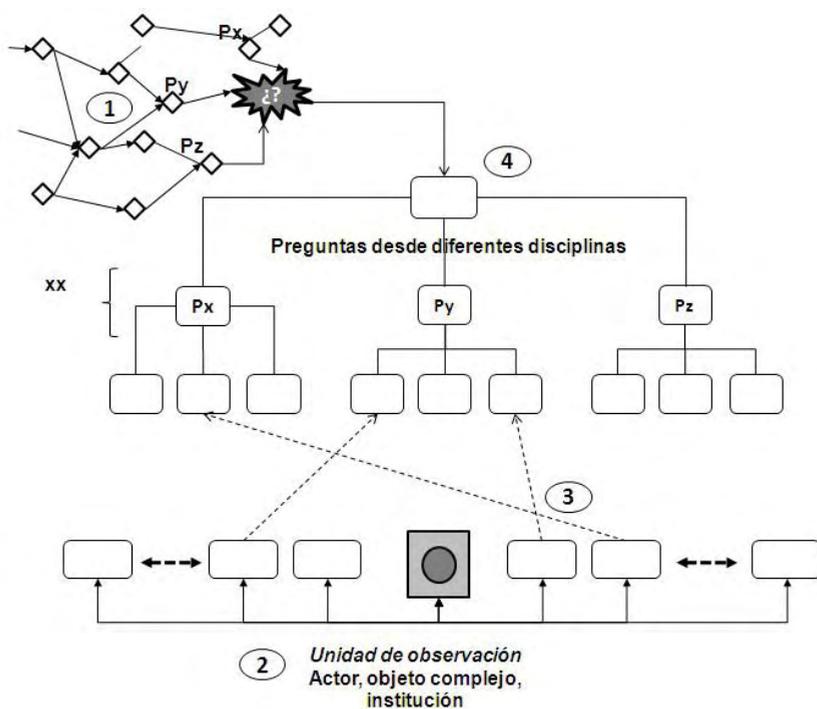
32. Distinguimos las siguientes etapas:

- a) Delimitación del complejo empírico y definición de la unidad de observación.
- b) Definición de técnicas y marco teórico.
- c) Construcción del esquema categórico.
- d) Integración de elementos y relaciones en el sistema adaptativo.
- e) Cierre del proceso heurístico.

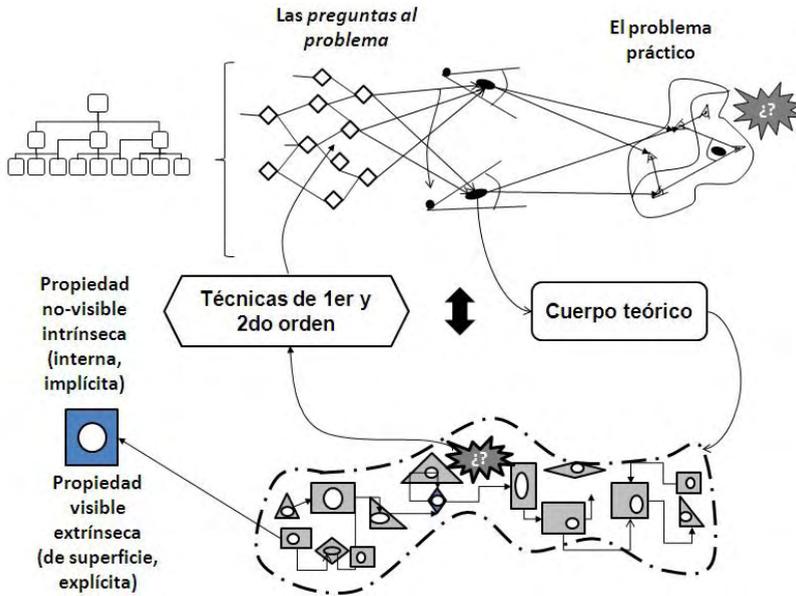
Estas etapas están enmarcadas entre el diseño del proyecto y el cierre del proyecto. En cada etapa se presenta un proceso heurístico que implica actividades de prueba y error o aproximaciones sucesivas a los objetivos en cada una de ellas. Recordemos que este proceso iterativo, de prueba y error, responde a que nuestro punto de partida es el planteamiento de un problema que enfrenta lo complejo y dada la perspectiva interdisci-

<sup>7</sup> Podemos definir a la unidad de análisis como el conjunto de ideas y conceptos que permitirán analizar y valorar un problema y/o fenómeno social. Está constituida por un conjunto de categorías organizadas de tal manera que permiten evaluar las condiciones y cualidades de dicho fenómeno.

plinaria del planteamiento, las respuestas deseadas se tienen que construir en forma creativa y diferente a experiencias anteriores, dado que si no fuera el caso, el problema sería trivial y adoptaría una estrategia más lineal, directa para su solución. La estrategia heurística implica entonces, una dificultad para conocer y definir claramente los recursos, información requerida, las actividades y los resultados en cada etapa. Es por ello que se parte de una suposición o de una propuesta inicial de la información y procedimientos en cada etapa, que no necesariamente son ni los más adecuados ni los mejores, pero que precisamente por eso estarán sujetos a constantes ajustes. Al término de cada etapa, es imprescindible asentar las actividades, hallazgos y limitaciones que se hayan presentado en ella, como parte de la documentación del proyecto. En las figuras 8.8a y 8.8b presentamos dos esquemas complementarios de la estrategia.



**Figura 8.8a** Red de preguntas y definición de las propiedades de la unidad de observación.



**Figura 8.8b** Interdefinición de preguntas, unidades de observación, técnicas, conceptos y teorías.

1. **Delimitación del complejo empírico, del marco epistémico y definición de la unidad de observación** (actividades comprendidas en el ciclo 1 de la figura 8.9)
  - Delimitación del problema práctico.
  - Preguntas al problema práctico, reflexión del marco epistémico.
  - Esquema de problema y preguntas.
  - Delimitación de la unidad de observación.
  - Elaboración de modelo físico (actividades, flujo de datos).
  - Elaboración de elementos básicos del protocolo de investigación.
  - Reflexión de la etapa, rectificaciones y/o paso a la siguiente etapa.
  
2. **Definición de técnicas y marco teórico**
  - Revisión histórica.
  - Definición de las técnicas de investigación.

- Definición del cuerpo teórico.
  - Definición del modelo lógico (relación con las técnicas, teoría y preguntas).
  - Definición del protocolo de investigación.
  - Reflexión de la etapa, rectificaciones o paso a la siguiente.
3. **Construcción del esquema categórico**
- Preparación de archivos y programas de trabajo.
  - Vinculación de preguntas y material empírico.
  - Definición de variables dependientes e independientes.
  - Formulación de categorías.
  - Protocolo de trabajo de campo.
  - Construcción del espacio EPIR.
  - Organización y registro de observables.
  - Reflexión de la etapa, rectificaciones y/o paso a la siguiente etapa.
4. **Integración de elementos y relaciones en el sistema adaptativo**
- Preparación de archivos y programas de trabajo.
  - Registro y análisis de observables.
  - Definición de criterios de valoración.
  - Adecuaciones del sistema.
  - Definición del modelo sistémico.
  - Análisis de representaciones.
5. **Cierre del proceso heurístico**
- Reflexión sobre los resultados, las preguntas y el problema.
  - Ajuste de valoraciones.
  - Integración de elementos para la formalización del proceso.
  - Reflexión de la etapa, rectificaciones o conclusión.

### **Etapas 1: Delimitación del complejo empírico y definición de la unidad de observación**

33. Como hemos descrito en el primer capítulo de este libro, el punto de partida para la construcción del sistema es el conocimiento y exploración básica de un problema práctico. A partir de las preguntas generadas que le hagamos al problema desde las diferentes

disciplinas implicadas en el equipo de investigación, podemos proponer un primer nivel de conceptos, a los cuales les daremos peso y significado dependiendo de las condiciones del problema. Las preguntas impondrán una o más técnicas y señalan ya perspectivas teóricas —conceptos, temas, autores, teorías— para su análisis.

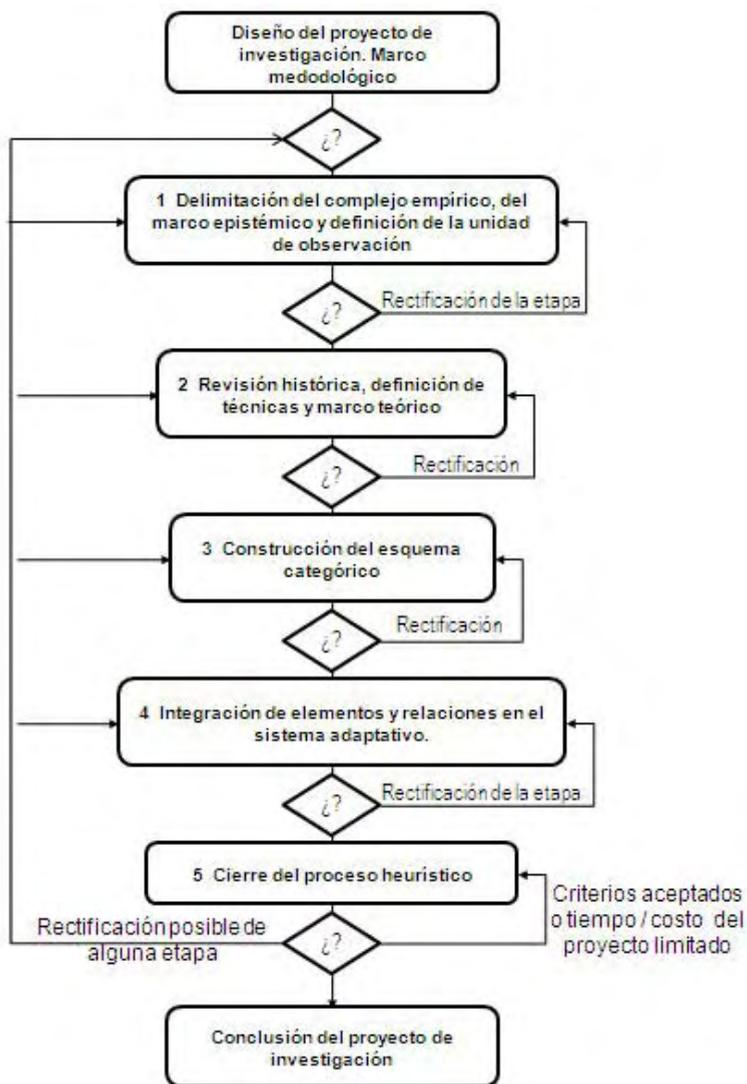
34. Pero las preguntas deben hacerse desde los principios, teorías implícitas en el marco epistémico en el que se ubica el programa de investigación del proyecto. Es muy pertinente, aunque no necesario en todos los casos, hacer explícitos los principios, códigos y teorías —entre ellos el tipo de científicidad que se desarrolla— que se asumen como válidas para dar sentido a la formulación de los modelos del sistema. Ello permitirá hacer válidas las preguntas, hacer “preguntas preguntables” y evitar cuestionamientos, malos entendidos y dudas que puedan ocasionar fuertes cambios en la concepción del problema y consecuentemente en el desarrollo del proyecto de investigación. Explicitar estos principios no sólo es importante para los integrantes del equipo de investigación, sino también para los interlocutores asociados al problema práctico. En la medida en que estos actores entiendan los principios y argumentos que se emplearán para comunicar los hallazgos, solicitar información del problema o manifestar dudas y preguntas para su mejor comprensión, será posible el éxito de la investigación.
35. Este es uno de los aspectos más difíciles de explicitar y de reflexionar conjuntamente, sobre todo en proyectos que proponen nuevos enfoques o alternativas —como es el caso del sistema SiAs—, especialmente en la conformación de equipos multidisciplinarios y en el desempeño de su actividad interdisciplinaria, en donde se dan por sentadas formas de racionalidad que es necesario hacer consistentes y compatibles. Es aquí nuevamente, donde la estrategia de la Ciberkultur@ permite enfrentar el reto de la complejidad del problema práctico y de las interacciones entre los participantes del proyecto.
36. Las preguntas, las técnicas, y el conocimiento del espacio de observación y la disponibilidad de recursos y tiempo para la investigación, son condiciones que nos permitirán delimitar el alcance del proyecto. Definir lo más claramente posible los elementos y las relaciones a considerar en la solución del problema, determinan el sistema y su entorno. Dada la multidimensionalidad del material empírico —considerado como complejo empírico— y de la diversidad inicial de los

niveles de observación del equipo de investigación al no propiciar su descentración, la definición de estos límites siempre es difícil y aproximada, y constituye además, uno de los retos más grandes durante la concepción del marco epistémico.

37. La delimitación del problema práctico adquiere forma cuando elaboramos un enunciado en términos de una afirmación clara del problema planteado. El número de preguntas dependerá del número de miradas de observación en el equipo interdisciplinario. Cada mirada responde a un especialista en al menos una disciplina y si en ellas se incluyen especialistas de las ciencias físicas y naturales —no sólo la presencia sistémica, sino la de un físico, un matemático o biólogo— serán más ricas las preguntas. Desde luego que la riqueza aumenta si no hay solamente especialistas en las ciencias sociales, sino también de las humanísticas, en las que incluimos la sensibilidad de filósofos, artistas e intérpretes.
38. De las preguntas es posible derivar un esquema de las relaciones. Las preguntas a preguntas previas, se convierten en causas, de efectos posteriores. Si hay consistencia entre el manejo de los lenguajes entre las disciplinas que participan en el análisis, estas relaciones, aunque no sean lineales, tendrán preguntas semejantes o iguales. Ello configura una red de causalidades (1 en figura 8.8) que constituye la materia prima para construir un esquema categórico.
39. Dado que las preguntas parten del problema práctico —que está asociado al análisis histórico que se haya hecho y que se ha afirmado de manera evidente y asociado a una condición y costo de no resolverlo—, una parte de ellas puede hacer referencias explícitas a elementos y relaciones que tocan la realidad empírica del problema, es decir que están “a flor de piel”. Conforme van siendo más sutiles y derivadas de un nivel de abstracción mayor, otras preguntas pueden hacer referencia a propiedades más internas e intrínsecas a la naturaleza del material empírico. Reconocer estos elementos permite darles un primer orden para configurar un punto de partida para la construcción del esquema categórico que explicará el problema, aunque rigurosamente esto no garantiza su solución, dado que es necesario actuar, y esto es lo más difícil para las sociedades. Sin embargo, es evidente que si la red de preguntas fuese certera —por la coincidencia del sentido que le da el equipo de investigación con el sentido que le dan los actores implicados en el problema—, responderlas con acciones conduciría a resolver el problema. Esta verifica-

ción es la que se encuentra presente en la última pregunta del diagrama de la figura 8.9.

40. Del problema y las preguntas que formulemos, así como del conocimiento exploratorio y básico del universo de datos, es posible definir e ir delimitando la unidad o unidades de observación (2 en figura 8.8). Estas pueden estar constituidas por actores sociales (personas, grupos, instituciones, comunidades, países), sus interacciones, (comunicaciones, hechos, acciones, actividades), o instancias asociadas a ellos (representaciones y prácticas sociales) que finalmente pueden derivar en significados y sentidos. De estas unidades queremos conocer sus propiedades —que van desde la superficie hasta la médula o centro profundo), en qué contexto operan (de ahí propiedades asociadas a ellas), y finalmente, su relación con la dimensión temporal: su condición en un momento dado, su comportamiento en dos o más momentos, o su trayectoria en un período de tiempo más extenso. En cualquier caso, definir estas propiedades y relaciones entre las unidades de observación, permite ir delimitando cada vez más el complejo empírico del problema.
41. A la par del diagrama de preguntas al problema, es posible diseñar una primera versión del diagrama que representa el modelo físico del mismo. Dependiendo del tipo de problema, serán los elementos (figuras) y relaciones (tipos de líneas y flechas) en el diagrama. Los diagramas que representan el flujo de comunicaciones y/o informaciones son muy importantes, porque explicitan, entre otros datos, las informaciones que serán consideradas dentro del sistema de cómputo: tipo de datos (referenciales a unidades de observación, o derivados de discursos, documentos o narraciones), formatos de organización de informaciones, códigos o documentos de referencia, etc. También se puede derivar una primera versión del modelo lógico del sistema que se usará para responder a las preguntas. En nuestro caso, el SiAs es el instrumento que permitirá construir dicho esquema categórico, elemento central para hacer las inferencias que quedarán representadas en gráficos y textos generados por el sistema de cómputo.
42. Con estos elementos es posible definir qué tipo de técnicas serán necesarias. Del tipo de propiedades explícitas o implícitas en la unidad de observación que hayamos derivado de las preguntas al problema, necesariamente seleccionaremos una técnica idónea para ese caso. En términos generales, para indagar relaciones entre propie-



**Figura 8.9** Diagrama de etapas para la construcción de un sistema adaptativo.

dades explícitas, de superficie, disponemos de las técnicas de primer orden o cuantitativas: etnografías, encuestas con preguntas cerradas, cartografías, análisis de contenidos, entre otras. Para indagar relaciones entre propiedades implícitas, de profundidad, disponemos de las técnicas de segundo orden o cualitativas. Si en las preguntas está implícita la participación de los actores del problema y la posibilidad de implicarlos en las reflexiones del equipo de investigación, se deberá usar una técnica de tercer orden o de investigación por acción participativa.

43. En las palabras clave del problema y las preguntas, están ya implícitos conceptos y temáticas que exigen una atención especial. Incluso de ellos se pueden derivar nuevas preguntas. Una reflexión de estos aspectos conduce a vincular cuerpos teóricos al análisis del problema. Evidentemente que las propuestas teóricas entre los participantes del equipo de investigación derivarán de las propias disciplinas y es en este momento en que se empiezan a plantear los retos de la investigación interdisciplinaria. Aquí es donde aplica la perspectiva de la Cibercultur@ respecto a la pertinencia de distinguir tipos y formas de construcción de información en las disciplinas, códigos y valoraciones implícitas en estructuras y procesos en ellas. El reto de la selección de las preguntas, de su interacción y de sus implicaciones adquiere un matiz distinto si tomamos en cuenta las formas de organización del equipo para verlas reflejadas en las comunicaciones entre las disciplinas, y en la importancia que tiene el coordinador (recordemos los atributos que referimos en la nota 5 en 1#14), para establecer un dialogo horizontal, escuchante, afectivo y dialógico entre las propuestas de cada disciplina.
44. Esta etapa corresponde en términos generales, a la etapa de diseño de un sistema de cómputo, e igualmente al diseño de un proyecto de investigación.

## **Etapa 2: Definición de técnicas y marco teórico**

45. La definición de las técnicas de investigación —que se inició en la etapa anterior— queda establecida cuando se lleva a cabo una reflexión detallada sobre la relación del problema con las preguntas y sobre las propiedades de las unidades de observación respecto a los recursos y tiempo disponibles en la investigación. Si se determina

usar dos o más técnicas, es importante iniciar la reflexión sobre las formas de vinculación entre ellas. Esta vinculación está incluida en el SiAs y sus implicaciones tienen que ver con la organización de las variables en la base de datos y con la inclusión de un factor de valoración por técnica sobre los factores de valoración de las funciones de interfase. Recordemos que si las preguntas al problema requieren del conocimiento de atributos y relaciones explícitas en las unidades de observación, será más pertinente el uso de técnicas de primer orden o cuantitativas. Pero si las preguntas indagan sobre atributos o relaciones que se formulan y se desarrollan al interior de las unidades de observación, será necesario seleccionar la técnica de segundo orden —que exigirá una mayor reflexión sobre la manera de recuperar el tipo de relación o del atributo no explícito en la unidad de observación. Con esta información es posible definir las técnicas y, con ello, los protocolos para aplicarlas y su relación con el tratamiento que tendrá la información derivada de ellos. Es importante tomar en cuenta la organización que tendrán los datos dentro del sistema de cómputo, para diseñar los protocolos desde el punto de vista sistémico.

46. Del análisis detallado de estas actividades surgirán las *preguntas de investigación*, aquellas que no hayan sido respondidas en documentos y referencias bibliográficas sobre el tema o estén solamente bosquejadas. Ello se debe a que muy probablemente el planteamiento de las preguntas desde nuevos niveles de observación —la derivada de la multidisciplinariedad del equipo de investigación— genera nuevas preguntas sobre el “cómo se hace o se obtiene tal propiedad” de la unidad de observación.

Con esta información ya es posible hacer una versión más detallada de los modelos físico y lógico —indicando con mayor precisión cómo se obtendrán las propiedades deseadas, y cómo se generarán las variables dependientes e independientes del sistema. También se puede ir conformando el documento que fundamente teóricamente el esquema categórico.

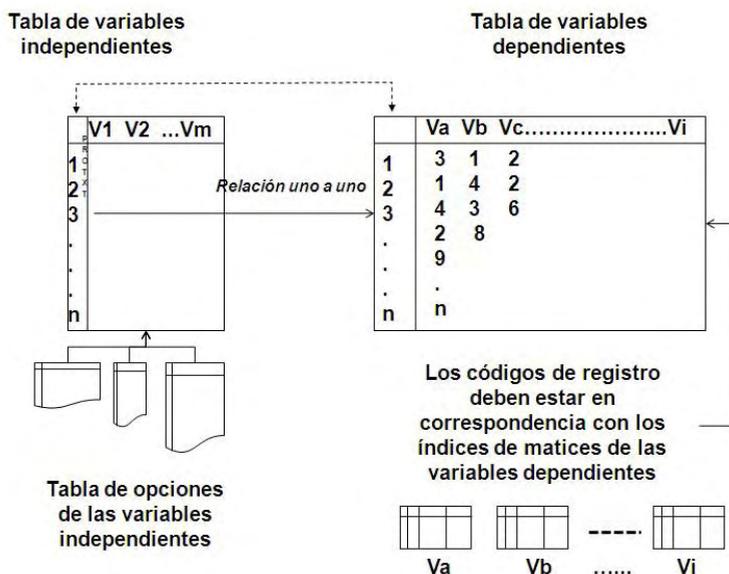
### **Etapas 3: Construcción del esquema categórico**

47. La construcción del esquema categórico es quizá la actividad más difícil de llevar a cabo dentro de la dinámica de construcción del

sistema adaptativo. Esto se debe a que su cristalización es el resultado de conciliar las preguntas al problema con la naturaleza de los observables que hayamos definido y recopilado. Hemos dicho que esta integración está en correspondencia con la estrategia general de la Teoría Fundamentada, pero que requerirá de un *trabajo de equilibración de necesidades y deseos* entre las imposiciones de los observables, la forma en que definamos las categorías asociadas a las preguntas al problema y la consistencia teórica que estemos considerando desde las disciplinas que participan en el proyecto. En última instancia, se trata de *una conciliación entre el complejo empírico y el complejo cognoscitivo* que no sólo responda a las preguntas, sino que también permita explicar las respuestas dentro de un discurso y lenguaje racional que vaya más allá de las comprensiones propias de los actores o de los especialistas disciplinarios. De aquí que para integrar una parte de la información obtenida hasta el momento dentro del sistema adaptativo se pueda caminar en dos direcciones que avanzan en paralelo. Por un lado, en la organización y registro de los observables en la base de datos —como unidades de observación en el sistema<sup>8</sup>—, y por otro, en la organización del esquema categórico —como unidad de análisis— configurado entre las variables y las categorías en el marco del cuerpo teórico considerado. Un nivel diferente de cristalización coherente entre la unidad de observación y la de análisis.

48. Por otra parte, para el registro de los observables es necesario tener presentes dos formas de organización, que derivan del diseño informático del modelo de programación del sistema y que toma en cuenta la naturaleza de las variables dentro del lenguaje de programación. La primera, considera que el observable es un número o una letra asociada a una variable de una técnica generalmente cuantitativa, y la segunda, considera que el observable es una frase u oración relacionada a un discurso, y que está generalmente asociada a técnicas cualitativas. En ambos casos, la información de las variables independientes debe estar organizada en una tabla con la especificación de las opciones que tenga cada variable independiente y en correspondencia con cada uno de los observables.

<sup>8</sup> En la nota del párrafo 1#20 definimos este concepto como la instancia que se usa como referencia básica para hacer el análisis de los procesos en torno a un fenómeno o problema social, por ejemplo, los proyectos, las instituciones, las acciones o comportamientos de las personas, escritos, etc.



**Figura 8.10** Registro del datos de una técnica de primer orden.

En el primer caso, la información debe estar organizada en una tabla donde se especifique el valor de cada variable mediante un índice asociado a la función de interfase de dicha variable. En caso de que la información esté codificada con otro criterio, es necesario hacer un proceso de conversión. En la figura 8.10 mostramos las dos tablas que constituyen la base de datos para técnicas de primer orden. En la tabla de la derecha solamente se registran valores numéricos como “índices de valoración” que permitirán encontrar los valores de los factores y enunciados de valoración de las tablas de las funciones de interfase. Esta tabla tiene una correspondencia “uno a uno” con la tabla de variables independientes asociadas a cada observable.

49. En el segundo caso, para técnicas de segundo orden, el registro de los observables generalmente parte de información en documentos o grabaciones. En ambos casos será necesario pasar dicha información a un formato digital que pueda ser registrado en un procesador de textos. Si se trata de documentos, es necesario digitalizarlos como texto. En el caso de las transcripciones, es necesario identificar además, al actor que genera el texto y de ser posible el registro del momento (segundo o minuto) del párrafo en cuestión. Ver siguiente figura (8.11).

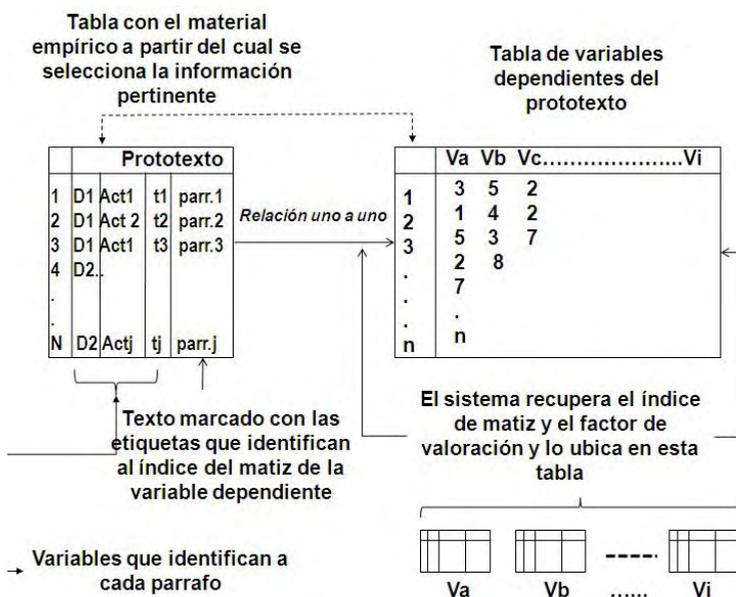
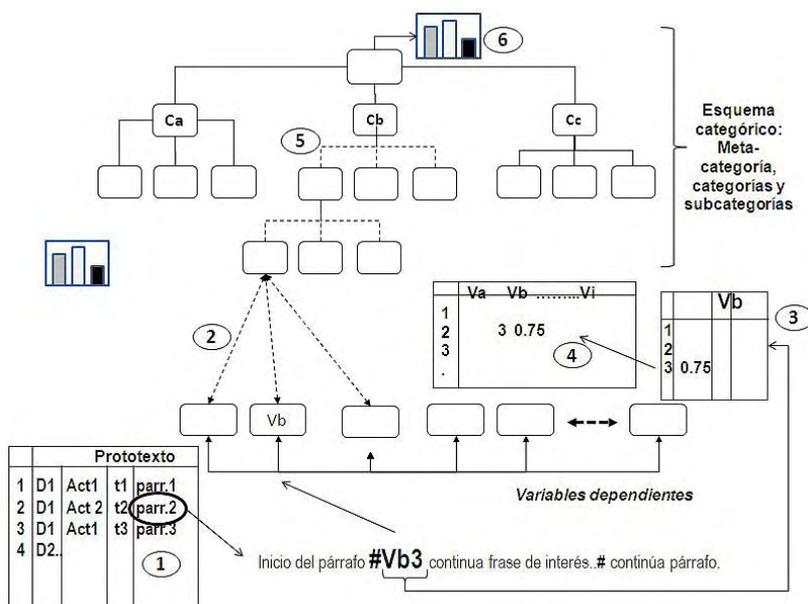


Figura 8.11 Registro del prototexto en la base de datos.

50. La definición de la unidad de observación en estas técnicas cualitativas se indica mediante un par de etiquetas dentro del párrafo, que puede estar constituido por una o más frases u oraciones. El señalamiento se lleva a cabo mediante un procedimiento de etiquetado con el siguiente formato:

*Inicio del párrafo #Va3 continua frase de interés..# continúa párrafo.*

Lo que se pone es una señal de inicio y de terminación “#”, que después de su primera presencia se indica el nombre de la variable —dos letras solamente— y a continuación con el índice del matriz que tiene (de 1 a 9). Con esta información el sistema encuentra y extrae la información de las tablas de las funciones de interfase y la reubica en la tabla de datos que concentra los datos de las técnicas consideradas. En la figura 8.12 mostramos cómo se vincula el etiquetado de párrafos —identificación del texto— que tiene la información relacionada explícita o implícitamente— con una variable dependiente, perteneciente a una categoría. En dicha figura se aprecia que es



**Figura 8.12** Selección de información en el prototexto y su vínculo con el esquema categórico.

necesaria una previa definición al menos de las variables para poder etiquetar y evaluar el texto.

51. En la figura 8.12 bosquejamos una parte del procedimiento de registro de observables a partir de la existencia de variables y categorías previamente definidas, ello nos permitirá aproximarnos a la construcción del esquema categórico, considerado como la unidad de análisis que permitirá hacer inferencias sobre la condición de un problema social. Describiremos un procedimiento que el investigador puede conceptualizar desde diferentes ángulos, especialmente el epistemológico, para dar significado y sentido a este proceso creativo. Esta actividad parte de la selección de un observable derivado del material empírico (de un prototexto), que es registrado con un matiz tentativo o definitivo asociado a una variable, y a su vez, es integrado con otros observables dentro de una categoría, y finalmente representado en una gráfica de barras.

Describiremos con un poco más de detalle este procedimiento, para ir configurando el esquema categórico, nuestra unidad de aná-

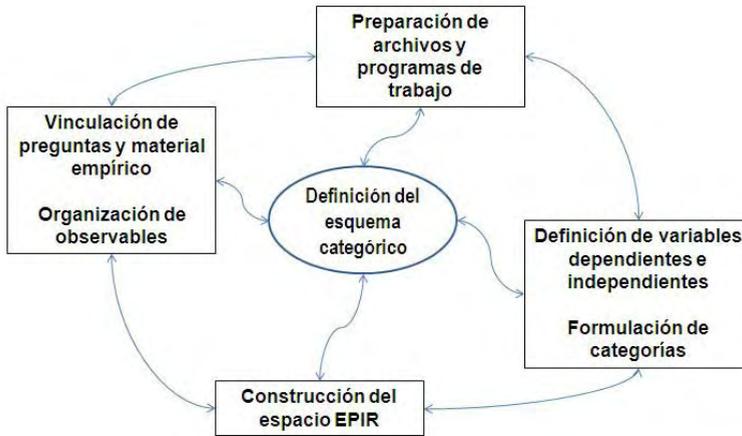
- lisis, a partir de las actividades e información de la figura 8.12. Partimos de la lectura atenta del prototexto (1 en figura 8.12), en el cual es necesario señalar o indicar las partes de interés asociadas a una variable. Esto puede realizarse fuera de la computadora y mediante previos subrayados o sombreados de colores y posteriormente copiado a la columna que alberga el prototexto. En la parte izquierda (2) de la figura 8.12 se muestra cómo una parte de un texto es señalado y asociado a un índice de la variable Vb, indicando, con ello la valoración que tendrá el factor de valoración registrado en la tabla que representa la función de interfase de dicha variable (Vb3). Esta información, es inmediatamente transferida por el sistema a la tabla de datos organizados que está casi al centro de la figura, mediante las funciones de búsqueda, selección y extracto de información —pues estamos usando una hoja electrónica activa—. Ahí, una función de búsqueda recupera el factor de valoración (4 en figura 8.12), que en ese caso es de 0.75 a partir del índice de valoración especificado (3 en figura 8.12). Este valor y otros semejantes de otras variables, se suman y ponderan —esto no se indica en la figura—. Este valor integrado en una variable, así como la suma de los valores de los factores de valoración integrados en categorías —si están habilitadas—, se pueden observar inmediatamente en una gráfica de barras, en un mapa de trayectorias o en un texto valorativo (generado por un algoritmo experto), para constatar la pertinencia de estos resultados, respecto al conocimiento que tiene el equipo de investigación de las variables y/o categorías, y especialmente de la relación entre ellas.
52. Las líneas que relacionan a las variables con las categorías (5 en la figura 8.12), están punteadas porque pueden no estar habilitadas o pueden ser modificadas por el investigador a lo largo del análisis. Aunque en principio están relacionadas de acuerdo al criterio de agrupación ternaria de variables y categorías del módulo adaptativo, existe la posibilidad de modificarlos o de no usar alguna variable o categoría, así como agruparlas de otra manera —ello con las implicaciones que tiene el posible o necesario ajuste de funciones relacionadas a los cálculos y a las representaciones de las variables. Al terminar de marcar el párrafo, el investigador puede ver de inmediato su representación (5 en figura 8.12), y ver la pertinencia de la síntesis implicada en dicha representación (una valoración de un conjunto de observables, la suma ponderada de ellos, su integración en subcategorías y su representación desde una reflexividad de segundo

orden). Esta representación debe estar en consistencia con el cuerpo teórico aplicado y con la realidad del problema, sincronía que el equipo interdisciplinario verificará en una reflexión posterior. Se trata de una concordancia entre la valoración de una parte del complejo empírico, su integración dentro de una parte del complejo cognoscitivo y la distancia entre este valor (representado y traducido como texto valorativo) con el valor más deseado para responder a una pregunta formulada al problema real.

El lector podrá reconocer con mayor claridad que éste es un proceso de simulación paso a paso entre muchas actividades cognitivas no sólo del investigador, sino del proceso que conjuntamente lleva a cabo con el sistema: conforme el investigador va seleccionando los elementos significativos del prototexto —haciendo distinciones luhmanianas— y va registrando y/o valorando un observable —imperativo von Foersteriano—, puede reconocer que está construyendo una relación causal entre la evidencia empírica del texto y el “esquema de acción/función de interfase” del sistema. Se trata de una función que él mismo ha establecido parcialmente en la base de datos del sistema y que debe “rectificar /acomodar” si no ha incluido un matiz requerido por el observable que está registrando.

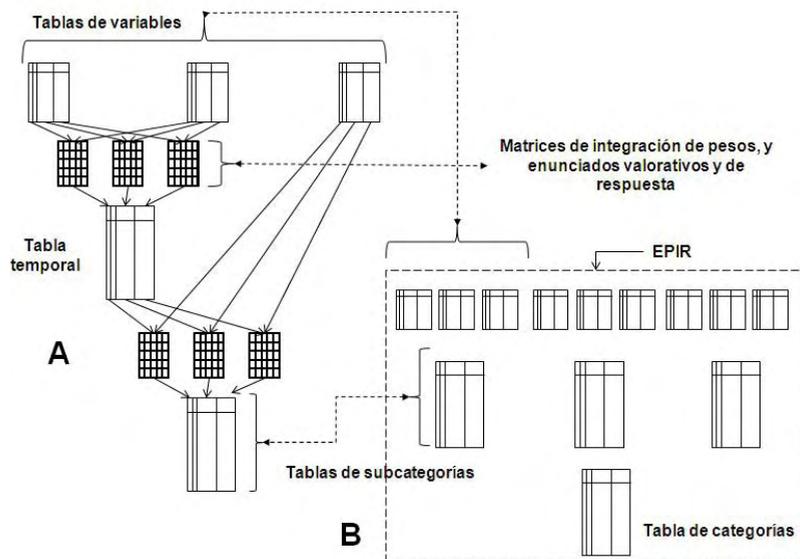
Más adelante, en el proceso de análisis de las integraciones, el equipo de investigación podrá ver con mayor claridad que la definición de los factores de ponderación entre variables y categorías, es equivalente a la construcción de la red de “coordinaciones del sujeto” piagetianas, a partir de las cuales el “algoritmo experto” lleva a cabo las operaciones de abstracción y generalización que permiten representar gráficos o textos para una reflexión posterior. Este proceso de “registro / interacción / representación” en el sistema adaptativo, constituye una de las herramientas más significativas del modelo, para pasar de la comprensión de uno, dos, tres..., diez..., o “n” observables, hasta la explicación del comportamiento de esos mismos observables vinculados a las preguntas del problema. La figura 8.13 muestra una forma posible de las interacciones entre las actividades descritas.

53. El proceso anterior implica disponer de una primera versión de las tablas de las funciones de interfase y de las funciones de valoración de las categorías. La construcción de dichas tablas es una tarea difícil y lenta, pero puede ser simplificada si automatizamos una parte de las actividades requeridas para ello. Como se describió en 7#69, el



**Figura 8:13** Actividades en la etapa 3: Construcción del esquema categórico.

Espacio de Percepción, Integración y Respuestas del Sistema (EPIR) está formado por el conjunto de tablas de las funciones de interfase (7#26), que incluye los enunciados de respuesta del sistema (columnas tercera y cuarta en dichas tablas). En la figura 8.14, se muestra el proceso de construcción de dicho espacio para un subsistema. En la parte superior izquierda se indica cómo a partir del contenido de las tablas de dos variables de un módulo, se integran tanto factores de valoración como enunciados de percepción y de respuesta. El siguiente paso es integrar esta tabla con la de la tercera variable del módulo. De ahí surge la tabla de la subcategoría correspondiente. En el esquema inferior derecho (B en figura 8.14, ver además, figuras 7.29 y 7.30) se muestran todas las tablas del Espacio EPIR para un subsistema integrado por 9 variables, 3 sub-categorías y una categoría. El sistema SiAs cuenta con un subsistema que permite construir semi-automáticamente este espacio. El investigador propone la estructura del enunciado, especialmente el uso de los adjetivos y el perfil de los factores, y el sistema genera la tabla y las integraciones entre ellas. En estas tablas es posible modificar la concatenación que hace el sistema (las funciones de concatenación) y mejorar la redacción de los enunciados integrados.



**Figura 8.14** Espacio de Percepción, integración y Respuestas del Sistema, (EPIR).

#### **Etapa 4: Integración de elementos y relaciones en el sistema adaptativo**

54. Una vez definida la unidad de análisis como esquema categórico que vincula variables y categorías dentro del modelo, deben prepararse los archivos del sistema —uno para el sistema y otro para el EPIR— y hacer las adecuaciones necesarias para el análisis de los observables y sus diversas representaciones gráficas. Es necesario definir los criterios de valoración para la integración de variables y categorías —pesos de integración— y, en el caso de las selecciones de evidencias empíricas implícitas o explícitas en prototextos, podemos apreciar —cómo hemos referido ya— cómo evolucionan las representaciones gráficas —diacrónicas y sincrónicas— a medida que introducimos los observables. También es posible hacer ajustes en factores de valoración y/o de integración, así como llevar a cabo adecuaciones del sistema —en la construcción de nuevos gráficos- delimitando así la forma definitiva del modelo sistémico. Dada la estrategia en el desarrollo de software para el uso del lenguaje de programación del sistema en hoja electrónica, es posible llevar a cabo cambios y adecua-

ciones significativas por parte del integrante informático en el equipo de investigación, tomando en cuenta la cultura de información desarrollada por los demás investigadores.

### **Etapas 5: Cierre del proceso heurístico**

55. Como hemos indicado líneas arriba, el cierre del proceso heurístico es una consecuencia de haber encontrado un comportamiento asintótico en la definición de valoraciones o la necesidad de asentar las conclusiones para cumplir con los tiempos y recursos establecidos. Siempre es pertinente volver a reflexionar sobre los resultados respecto a las preguntas y el problema, pues el nivel de reflexión será otro que el inicial y es posible incluso encontrar nuevas preguntas o matizar las existentes, implicando ajustar valoraciones. Estos cambios y ajustes son propios de la naturaleza del sistema adaptativo y si la relación entre el equipo de investigación y el conocimiento del sistema no presenta dificultades, siempre será posible hacer ajustes y depuraciones significativas, además de llevar a cabo la integración de elementos para la formalización del proceso. Un diagrama de las 3 primeras etapas se muestra en la figura 8.15.
56. Con base en esta metodología presentaremos en el siguiente capítulo un caso de estudio a partir del escenario planteado en el capítulo tercero. En la figura 8.16 incluimos un diagrama de referencia con la metodología que propone García, (2006;100-101) para la construcción de sistemas complejos. García enfatiza que el objetivo está centrado en una investigación interdisciplinaria basada en un juego dialéctico (recordemos 4#59) entre fases de diferenciación (esencialmente las actividades pares en la figura 8.16 y fases de integración en actividades nones de la misma figura), dentro de un proceso que, como hemos visto, conduce a la definición y estudio de un sistema complejo.
57. Podemos apreciar la identificación que hace García entre subsistemas y disciplinas, y la dinámica entre procesos de diferenciación e integración en períodos de tiempo, que dependen del equipo de investigación. Esto implica, en la fase octava, el replanteamiento explícito de las preguntas y del sistema mismo. También hace explícita la necesidad de una hipótesis en términos de los comportamientos que tendrá el sistema a partir de las preguntas, la cual permitirá reformu-

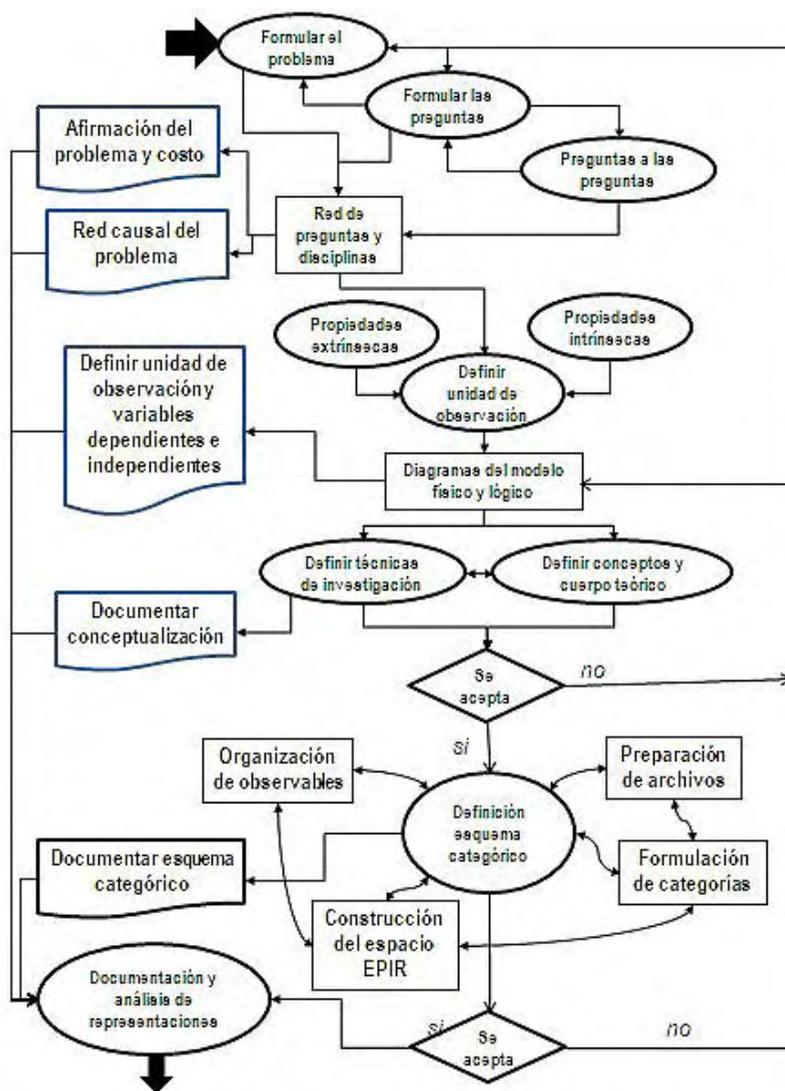
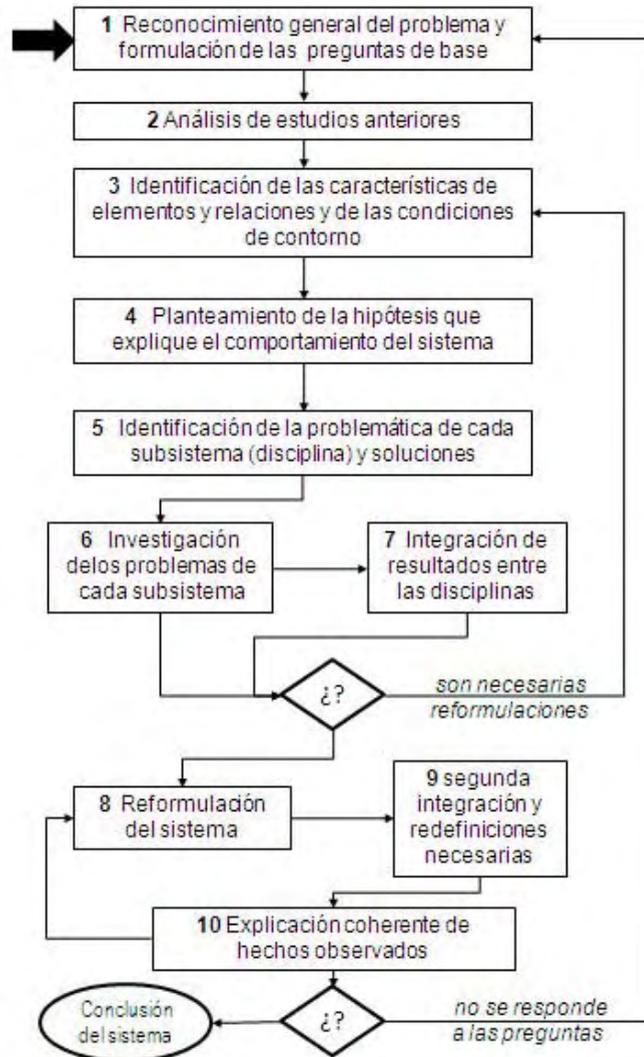


Figura 8.15 Diagrama de actividades de las primeras 3 etapas.



**Figura 8.16** Metodología para sistemas complejos de acuerdo a García (2006).

larlas. El criterio final de convergencia se centra en la respuesta a las preguntas y en la explicación de los hechos observados. Los ciclos y retroalimentaciones son permanentes y sólo indicamos los más significativos.

La configuración de un sistema adaptativo a partir de las características esenciales del modelo adaptativo no es nada más el resultado de una extrapolación de las propiedades de dicho modelo, se requiere también de una adaptación a las demandas de cada problema práctico. En términos generales, se dispone de una estructura de organización de variables y categorías flexible con un límite aparente (27 variables y 13 categorías) que puede ser usada sólo en parte o reproducida dos o más veces dentro de la misma forma ternaria (81 variables y 25 categorías posibles) en donde las subcategorías de tres sistemas se convierten en variables de un meta-sistema. El proceso de construcción es necesariamente heurístico e implica una aproximación a la delimitación que se haga del complejo empírico y a la estructuración que el equipo de investigación lleve a cabo para definir el complejo cognoscitivo implícito en el sistema. La conjugación del complejo cognoscitivo con el complejo empírico como totalidad relativa es el propósito del sistema adaptativo. El diagrama de la figura 8.15 es una guía que permite dar forma a la metodología de construcción del sistema y en consecuencia, una parte sustantiva del proyecto de investigación. Los detalles de programación del sistema se pueden consultar en <http://www.labcomplex.net/sias>. En el siguiente capítulo seguimos la metodología de un caso de estudio más completo derivado de los escenarios A,B y C de los primeros capítulos.

CAPÍTULO 9  
CASO DE ESTUDIO Y OTRAS APLICACIONES

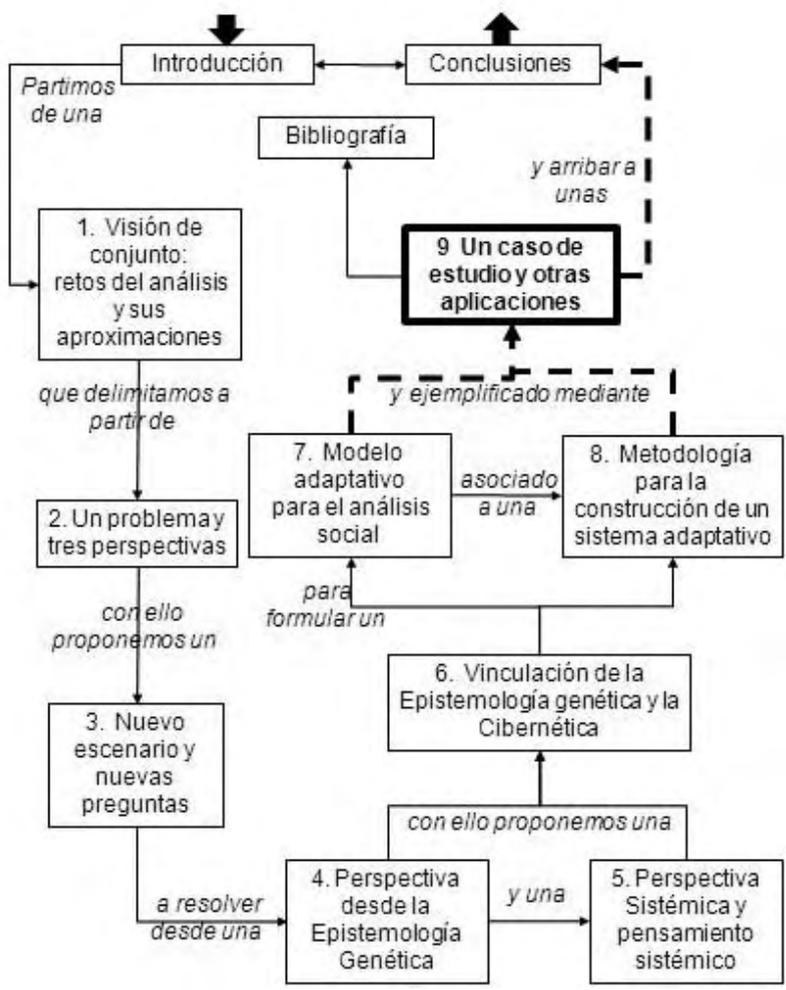


Figura 9.A El capítulo 9 dentro del libro

Recordemos que en el tercer capítulo dimos énfasis a una estrategia de análisis basada en una complementariedad entre las técnicas de primero y segundo orden (3#3). Más adelante, en 3#4, dijimos que la bandera que nos guiaría desea tomar en cuenta nuevos aires y permitir una conducción diferente en la búsqueda de solución a la problemática académica que estábamos abordando, una que fuera menos polar y dicotómica en la reflexión en torno a la toma de decisiones, haciendo un énfasis en las gradaciones, matices y tonos intermedios de los atributos y características de las unidades de observación, de los sujetos, así como de los enunciados de nuestros juicios derivados de los resultados del análisis. Posteriormente reflexionamos sobre los niveles de observación en el equipo de investigación, que en este caso de estudio estaba formado por el director de la escuela, un grupo de maestros y alumnos. También dimos atención especial a la zona de interfase entre conceptos complementarios, así como al límite entre el conocer y el hacer de uno y otro, asociando a ello la manera de considerar el número en la cualidad y la cualidad en el número dentro de nuestras operaciones y reflexiones del análisis. Finalmente enfatizamos el compromiso de explicitar nuestras valoraciones en los matices y gradaciones del análisis.

En este capítulo retomaremos la reflexión sobre dicha problemática y la pondremos en relación con las actividades asociadas al sistema de cómputo que hemos venido desarrollando. Es importante reconocer que esta problemática —de orden académico, dentro de una escuela e integrada por tres niveles de observación— puede ser perfectamente análoga a muchas otras en donde se presenten retos y necesidades de información, comunicación y conocimiento, aunque en cada caso siempre hay especificidades que lo pueden diferenciar de los demás.

Para el caso de estudio de este capítulo, denominado “escenario D”, construimos una situación ficticia con una problemática real, que nos permitirá presentar una de las formas posibles para aplicar la metodología y el uso de un SiAs y atender un problema que enfrenta lo complejo. Con el propósito de no complicar el componente sistémico, usamos un modelo de nueve variables y cuatro categorías. Las aplicaciones que presentaremos más adelante usan otros modelos —dos de ellas con base en el modelo de 27 variables y 13 categorías y el último con 81 variables y 22 categorías. En todos los casos son proyectos reales que han tenido condiciones diferentes y que también permitirán mostrar cómo se ha aplicado el SiAs.

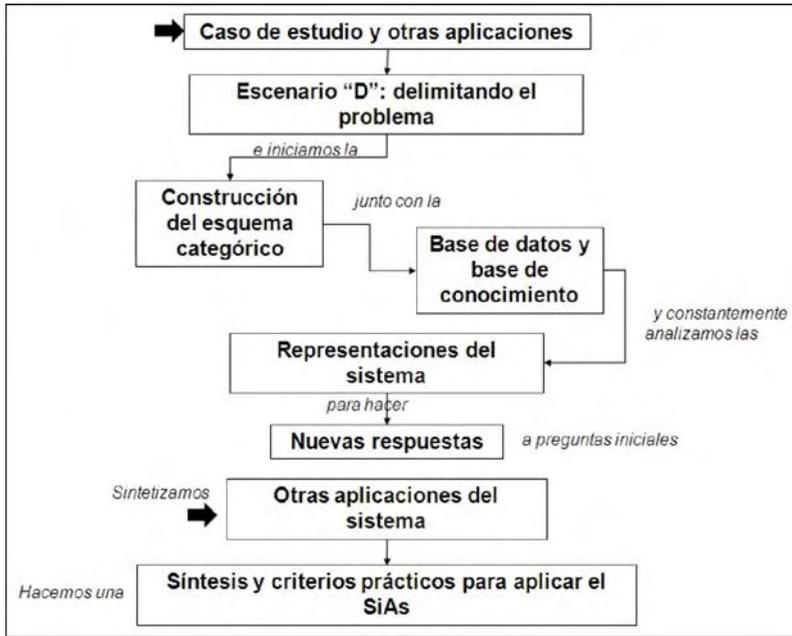


Figura 9.B Visión de conjunto del capítulo 9.

### 9.1 Escenario “D”: delimitando el problema

1. Partimos de un marco epistémico asociado al contexto de un sector educativo regional en el que se encuentra una escuela orientada a estudios pre-universitarios que atiende a una población de clase media. Se encuentra en el centro de la ciudad y tiene alumnos del norte, del centro y del sur. Los directivos del sector y de la escuela conservan criterios clásicos para el control de las escuelas. El sector solicita periódicamente informes de los alumnos y exige que se lleven a cabo planes de estudio, con amplia tolerancia para abordar otros temas. El director de la escuela forma parte de un consejo administrativo —con autoridades del sector, padres de familia y otros directores de escuelas semejantes— al que informa dos veces por semestre sobre los resultados de la escuela. Dicho consejo solamente le impone —de manera implícita y no formal— que la deserción de los alumnos sea baja, que los comentarios que ellos perciban de la escuela no sean muy críticos, pero sí positivos respecto a la preparación

- pre-universitaria, y que la escuela tenga como propósito central que sus jóvenes tengan acceso a una carrera universitaria.
2. El problema surge al detectar una disminución en el número de inscripciones en los alumnos y al reconocer varias bajas durante el período anterior, así como al haber percibido, por parte de los representantes del consejo académico, observaciones críticas sobre exalumnos de la escuela. Además la escuela se encuentra en una condición crítica nueva, al haber detectado que en la misma zona se construye una escuela que puede competir con ella. La baja en las inscripciones, aunada a la posibilidad de deserción, está minando las finanzas de la escuela y pronto se verá en una situación crítica que el consejo administrativo desea no sólo evitar, sino, en la medida de lo posible, revertir hacia una escuela líder en la región. Este consejo pregunta concretamente por las causas de la deserción y baja inscripción, en qué medida contribuyen a ello los alumnos, los maestros y el mismo director.
  3. El director asume la responsabilidad de investigar la situación más a fondo y decide reflexionar conjuntamente con un grupo de maestros en los que tiene la confianza para poder hablar francamente y escuchar sus propuestas. Esto se debe, reconoce, a que los maestros seleccionados por él para dar clase en la escuela, tienen la inquietud de hacer lecturas de otros temas no necesariamente afines a sus temáticas de clase, sino relacionados con el problema de la educación, como la comunicación, la estadística, nuevas tecnologías y por fortuna, sobre otras formas de resolver problemas de investigación para el análisis social.
  4. A la mañana siguiente los convoca a un desayuno en un restaurante local y les plantea el problema. Después de degustar cada uno su platillo —unas enchiladas verdes, unas enfrijoladas, unos huevos rancheros y el último, sólo fruta con miel—, a la hora del café, el director les describe los puntos de vista de los miembros del consejo, sus preguntas y sintetiza el problema en tres enunciados: “la escuela se viene abajo, están construyendo una competencia y, si no lo resolvemos nos harán a un lado”. Estoy abierto a sus preguntas y a sus propuestas.
  5. Una primera intervención pregunta: ¿serán las nuevas formas de tomar asistencia lo que está ahuyentando a los alumnos? otro más: “yo pienso que tu actitud, como director, está siendo muy rigurosa y en vez de acercártelos, los distancias de la escuela, a veces nosotros

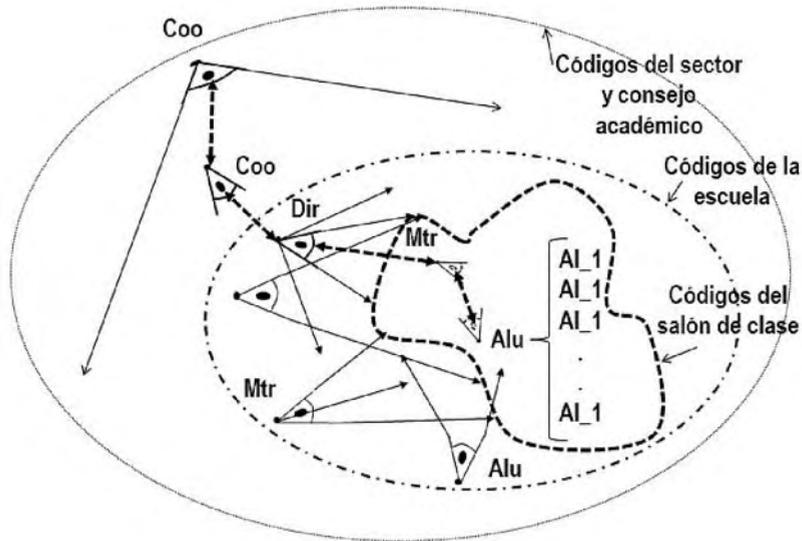
vemos las cosas diferente, además, tú te fijas mucho en las exigencias del consejo, que ve todo desde afuera, y no en lo que tú ves”. Un tercero balbucea: ¿no será que hay muchos maestros a los que no les importa dar clase y la hacen muy aburrida propiciando muchas faltas? El primero insiste: “no sabemos quiénes están realmente interesados en las clases y quiénes no vienen por problemas personales, por dificultades para llegar a la escuela o por escaparse a media mañana”, insiste enfáticamente “necesitamos hacer un equipo de trabajo que responda a esas preguntas y otras más que seguramente rondan en torno a ellas, pero sería bueno invitar a un par de alumnos para dialogar y conocer más de cerca sus inquietudes y puntos de vista, pienso que todos conocemos alguno en quien confiar por el tipo de reflexiones que hacen en clase”. El director irrumpe: “tú, que tienes un poco más claras las cosas para esto, ¿podrías coordinar este equipo incluyendo también 2 o 3 alumnos, de tal manera que podamos juntar diferentes puntos de vista y responder a las preguntas que nos hicimos, y a las del consejo, de manera diferente a las formas tradicionales sobre pruebas psicológicas o de cálculos estadísticos?”.

6. El tono de la conversación continuó en torno a más preguntas tanto de la condición del problema, como de la estrategia para resolverlo, de las posibilidades para no regresar a estudios anteriores derivados de encuestas o entrevistas que adolecieron de su convencimiento por no estar asociados al procedimiento de construcción o ser siempre muy generales. El componente significativo de esta reunión fue que, dejando de lado las distinciones oficiales entre director y maestros, (como más adelante entre éstos y los alumnos), el diálogo siempre partió de un nivel horizontal en la comunicabilidad, en la confianza de opinar lo que realmente sabía y sentía cada uno de los involucrados acerca del problema, y en el rigor que todos mostraron para hacer un trabajo consistente de escucha y colaboración.
7. Podemos apreciar que este equipo está decidido a usar técnicas complementarias y a aprender a conciliar cualidad con cantidad, y a tratar de resolver un problema que no presentará claros resultados a corto plazo, sino cambios paulatinos en las trayectorias de alumnos, maestros, consejo administrativo y escuela. Una semana más tarde los maestros invitaron a algunos alumnos a desayunar a la misma mesa y les plantearon el problema, la situación y sus implicaciones, así como las preguntas y comentarios en los mismos términos en que hicieran la semana anterior. Los alumnos sólo sugirieron se conside-

rara su punto de vista en la evaluación de todos los temas de interés. Dos semanas después el equipo quedó formado por el Director (Antropólogo con cursos de administración), el Maestro uno (Comunicador y Coordinador del equipo), el Maestro dos (Pedagogo, con conocimientos en hoja electrónica), el Maestro tres (con Estudios en Física y Filosofía, conocedor del SiAs), el Alumno uno, distinguido en la clase de Español, el Alumno dos, distinguido por su interés en Matemáticas y el Alumno 3 (distinguido por su aprecio a la Música). El grupo se reúne cada semana en un salón de la biblioteca en una mesa redonda frente a un pizarrón, a sugerencia del maestro tres, quien insistió en que “todos parejos mirando horizontalmente al otro permitirá que se equilibren las orientaciones y preferencias de cada uno de los miembros del equipo”. Sirva este preámbulo para dar pie al conjunto de actividades que este equipo de trabajo desarrollará, con base en los criterios que hemos expuesto inicialmente en el capítulo tercero y con más detalle en el octavo.

8. El problema quedó enunciado de la siguiente manera: “La calidad y renombre que ha tenido la escuela se está viniendo abajo, hay deserciones y menos inscripciones. Si no hacemos algo en nuestra forma de relacionarnos con los alumnos, no podremos mantener la planta académica y habrá que cerrarla”. Las preguntas más importantes que se hizo el director, son:<sup>1</sup>
- a) ¿Cómo es en general el comportamiento de los alumnos, desde el punto de vista de ellos, de los maestros y del director como voz del consejo administrativo?
  - b) ¿Cuáles son los motivos y las causas por las que los alumnos no se presentan a clase, llegan tarde o dejan la escuela?
  - c) ¿Cuál es el aprovechamiento real que tienen en sus materias, especialmente en tres materias básicas, español, matemáticas y actividades creativas?

<sup>1</sup> A estas preguntas se pueden agregar otras mucho más significativas, pero derivadas de una reflexión que no habría hecho el director o que al intuir la dificultad para resolverlas no se plantearon en su momento. Tal es el caso de preguntas como: ¿de qué manera elevar la calidad académica de la escuela? ¿cómo volverla más atractiva para los estudiantes y sus familias? ¿cómo volverla más competitiva y vanguardista? ¿qué recursos pedagógicos están haciendo falta? ¿cómo medir o evaluar el rendimiento de todos los que trabajan en ella? ¿cómo mejorar la comunicación interna, en todas las direcciones (maestros-alumnos, alumnos-dirección, dirección-maestros, consejo escolar-escuela, etc.)? y otras más que seguramente llevarían a un enfrentamiento con dimensiones altamente complejas que por lo pronto exceden las posibilidades de análisis para este ejemplo.



**Figura 9.1** Niveles de observación y marco epistémico del escenario D.

- d) ¿Debemos buscar soluciones generales —para toda la escuela, para grupos, para hombres o para mujeres, o particulares, para cada alumno?
- e) ¿Qué estrategia tomar para que no vuelva a suceder esta situación en caso de resolverla?
9. Con estos elementos plasmamos en un primer esquema los niveles de observación, mostramos la presencia de puntos ciegos y los códigos que rigen las “preguntas preguntables” dentro de una primera delimitación del marco epistémico —en términos de códigos éticos, racionales, afectivos, de materialidades—. La figura 9.1 muestra estos elementos y forma parte de un modelo físico de interacción en el equipo de trabajo e indirectamente, del flujo de informaciones y comunicaciones que enfrentará el proyecto de investigación.
10. Apreciamos en la figura 9.1 la relación explícita que tendrán los alumnos del equipo con sus compañeros —relación que deberá ser muy cuidadosa para que no se sientan observados— y la especial reflexión que deberán desarrollar en el marco de los códigos del salón de clase. También podemos ver la relación de estos alumnos con los maestros del equipo de trabajo así como entre éstos y los

demás maestros. Finalmente, aparece el nivel de observación del director respecto a los maestros, a los alumnos y al coordinador del equipo, dentro de los códigos de la escuela y del sector académico. Estos niveles de observación ponen de manifiesto los distintos niveles de reflexión sobre los códigos que operan en el problema, y la posibilidad de explicitar puntos ciegos, —dentro de una sensibilidad colectiva que es necesario trabajar para evitar fricciones inmaduras— y para reconocer las distintas formas de apreciación que se deberán reflejar en los factores de valoración y en los acentos de significación (factores de ponderación entre variables y categorías) del SiAs.

11. Esta es ya una red de interdefiniciones que enfrenta lo complejo. La estrategia para abordarlo, desde la perspectiva del sistema SiAs, radica en tomar en cuenta la perspectiva de la Cibercultur@, en la que los procesos de coordinación de acciones en las interacciones entre los actores, toman en cuenta niveles de estimulación, conectividad y consistencia que son cultivados a partir de un diálogo reflexivo y afectivo.

En la siguiente figura 9.2 resumimos el problema y el primer nivel de la red de preguntas.

12. Las primeras tres preguntas están centradas en tres áreas: el conocimiento, el comportamiento y la motivación para ir a la escuela. Deben

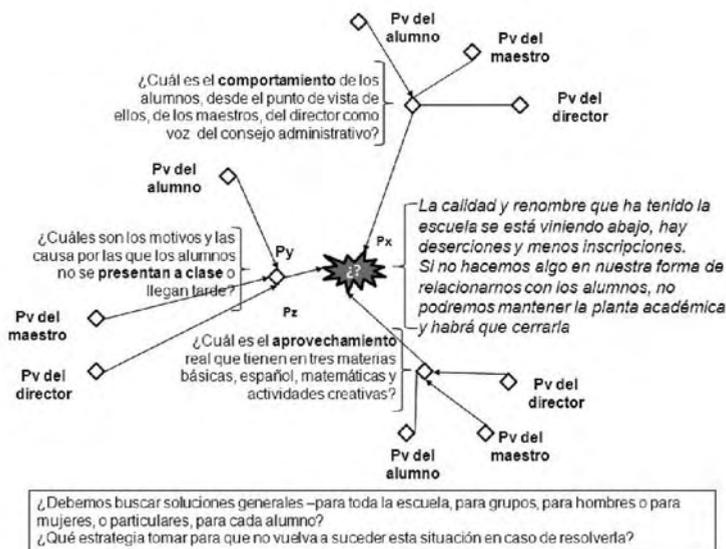


Figura 9.2 Problema y red de preguntas del escenario D.

estar formuladas desde tres perspectivas: la de la dirección de la escuela, la de los maestros y la de los alumnos. En cada caso hay códigos y criterios que deben estar conciliados. Las dos últimas son de tipo general y quedan planteadas dada la expectativa de reconocer que la conducción de una institución como esta escuela, no debe reaccionar hasta que haya problemas, sino que debe estar pendiente siempre de que no sucedan y tener un permanente desarrollo positivo.

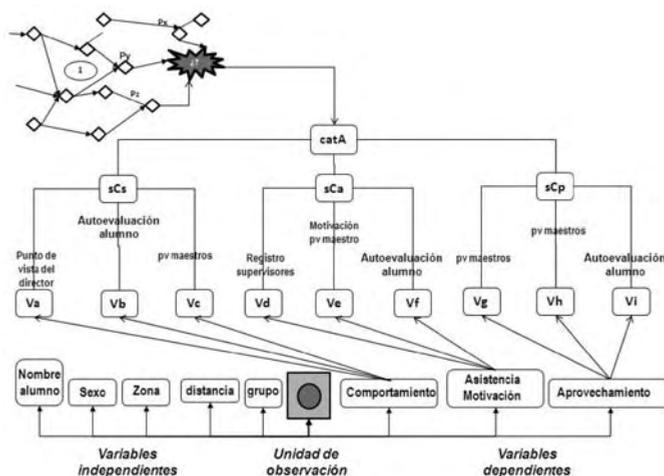
13. Recordemos que operamos dentro de un proceso heurístico que responde a un punto de partida deseable, que no asegura que ése sea el mejor camino a seguir, pero que fue encontrado por la reflexión del equipo como la más aceptable. En este caso de estudio, dicho punto de partida deriva de las conversaciones del equipo de trabajo en torno a las posibilidades de interacción entre técnicas e informaciones deseadas de tipo cuantitativo, y variables de interacción e informaciones más enfocadas a los sentires de los alumnos y asociadas a técnicas más cualitativas. Es el planteamiento de un problema que enfrenta lo complejo porque reconoce las dificultades para conciliar puntos de vista de tres actores muy diferentes, y la pregunta que todos se hacen —salvo el maestro tres que ya conoce el sistema— es: ¿cómo abordar el registro de información valorativa del director, los maestros y los alumnos?, y el coordinador preguntaría: ¿cómo transmitir para un caso como éste la estrategia de la metodología y valoración del SiAs?

## 9.2 Construcción del esquema categórico

14. Seguiremos las etapas planteadas en la figura 8.8 del Diagrama de etapas para la construcción de un sistema adaptativo. Ya hemos visto una parte de la Etapa 1: la delimitación del complejo empírico —figura 9.1— y definición de los alumnos como la unidad de observación. Con referencia a una primera delimitación del problema, las preguntas han circunscrito ya tres áreas de interés en los alumnos, y una cuarta área que es la que debe generar una dinámica de la escuela y de sus capacidades, para modificar su conducción de la vida académica en el contexto social en el que se encuentra. Ahora veremos con mayor detalle la delimitación de la unidad de observación.
15. Las tres preguntas tienen referentes que pueden ser definidos “a flor de piel”, esto es, con materialidades cuantificables que ofrecen un

nivel de conocimiento explícito de lo que representan: la hora de llegada a la escuela y a las clases en general, las calificaciones de las tres materias consideradas y en menor grado, el comportamiento de los alumnos que se manifiesta en sus participaciones en clase o en los conflictos ocurridos dentro y fuera de la escuela. Pero esta información puede no corresponder a otros comportamientos y materialidades que también son significativas para esas áreas de interés y disciplinas académicas, pero que están a un nivel menos visible de las materialidades contables y medibles. Tal es el caso de las razones por las cuales llegan tarde a la escuela o a clases, el tipo de participaciones e intervenciones en clase, el tipo de conflictos en la escuela o en su entorno, o el grado de asimilación de las materias y transformación cognoscitiva durante el semestre —preguntas que se formuló el tercer maestro en el desayuno con los alumnos. Estas manifestaciones objetivadas en acciones y actividades tienen diferentes grados de relación con el desarrollo de un conjunto de coordinaciones cognoscitivas propias de cada alumno con diferentes grados y niveles de implicación.

16. A partir de las posibles estructuraciones del modelo básico del SiAs, el equipo de trabajo estableció la siguiente estructura (figura 9.3):



**Figura 9.3** Estructura categórica inicial, identificación de variables.

17. En ella damos una primera definición de la identificación de cada variable y su integración en las tres áreas de interés. De esta figura podemos establecer las siguientes características de las variables:
- a) La variable  $V_a$  (Comportamiento desde el punto de vista del director) se estimará sólo en 8 alumnos (4 hombres y 4 mujeres) seleccionados por el director en cada período. Les evalúa 4 matices con base en una tabla previamente establecida por él. Es una valoración basada en su percepción y se enmarca en una técnica de observación participante (pláticas con esos alumnos en pasillos, en la biblioteca, en su oficina, en el salón de clase).
  - b) Las variables  $V_c$  (Autoevaluación del comportamiento del alumno),  $V_f$  (Autoevaluación de la asistencia y motivación del alumno) y  $V_i$  (Autoevaluación de las actividades artísticas del alumno), se estimarán por parte de todos los alumnos (30 hombres y mujeres por grupo en total, aproximadamente). Las evaluaciones inician con cinco gradaciones de valoración con base en una tabla previamente establecida por ellos, y más adelante se va enriqueciendo el número y cualidad de los matices. En este caso se trata de una técnica orientada a la reflexión, e inducida por los propios alumnos, una especie de encuesta abierta. La presentación de las opciones de respuesta y el uso que se le dará es explicado por los alumnos que participan en el grupo y aunque se solicita poner el nombre en las respuestas, no es obligatorio.
  - c) Las variables  $V_b$  (Comportamiento desde el punto de vista de los maestros),  $V_f$  (Evaluación español, desde el punto de vista de los maestros) y  $V_g$  (Evaluación matemáticas, desde el punto de vista de los maestros) se estimarán sólo en todos los alumnos de un grupo (30 hombres y mujeres en total). La razón de no hacer evaluaciones a todos los alumnos responde al tiempo y recursos requeridos para ello. Considerando que esta limitación —desde el punto de vista estadístico— se podrá superar en el sistema, dejamos explícitas las irregularidades en la forma de seleccionar las muestras en cada una de ellas. Las evaluaciones inician con cinco matices asentados en una tabla previamente establecida por los maestros del grupo de investigación, junto con otros maestros en disposición de colaborar en el proyecto. En el caso de la evaluación de las materias de matemáticas y español quedó basada en los exámenes mensuales tradicionales.
  - d) La variable  $V_d$  (registro de asistencia) considera la evaluación

que reporta el conserje a la entrada de la escuela — que anota los nombres y hora de retraso de entrada y de salidas antes de tiempo. Esta información está registrada en una tabla a partir de la cual se generará una nueva tabla —como función de interfase— que tomará en cuenta los casos más significativos en términos de número de ausencias y retrasos. Es una variable cuantitativa derivada de una técnica de observación directa.

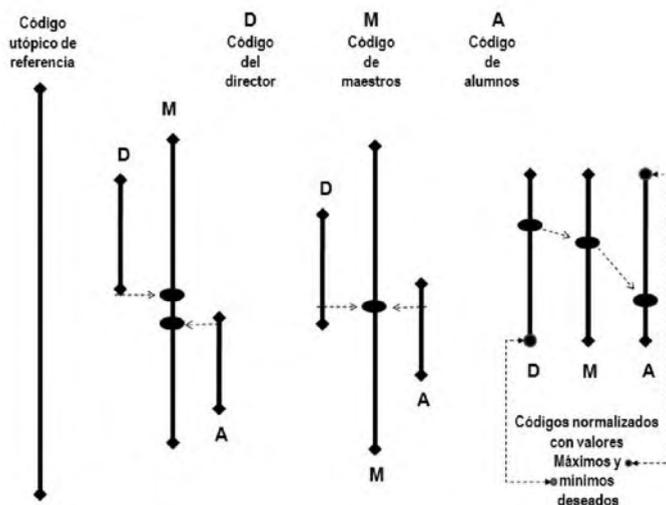
- e) La variable “Ve (factor de motivación para ir a la escuela)” será asignada por los maestros a partir de la observación directa sobre los alumnos, y con el mismo tratamiento sobre los matices que diferencian los niveles de motivación de los alumnos en la escuela.
18. Con esto configuramos un conjunto de variables que toman de diferente manera aspectos cualitativos y cuantitativos. El criterio para ponderar estas variables está basado en los factores de valoración en las funciones de interfase, en los pesos o acentos de ponderación y en los criterios para las funciones de integración. La evaluación por período mensual o total integrará valores derivados de todos los alumnos o solamente de algunos de ellos ( $V_a$  —valoración del director, y  $V_c$ ,  $V_f$  y  $V_i$ , que son de autoevaluación y opcionales). En el primer caso, se consideran las frecuencias ponderadas normalizadas al caso de un grupo de ocho alumnos y, en el segundo, para 30 alumnos. Estas irregularidades en la definición de las muestras son consideradas en el sistema.
19. Vamos a desarrollar una primera alternativa de cada variable para visualizar con mayor precisión las implicaciones que tiene su integración.
- a) Variable  $V_a$ : Comportamiento del alumno desde el punto de vista del director. Éste genera una tabla en la que distingue cinco tipos de comportamiento: excelente, sin problemas, con problemas, con problemas críticos. Al solicitarle la valoración numérica asigna los valores de 1, 0.8, 0.4 y 0.1. Se trata de una variable ordinal.
  - b) Variables  $V_c$ ,  $V_f$  y  $V_i$ , Autoevaluaciones en comportamiento, asistencia y actividades artísticas del alumno, se generan tres tablas iniciales en las que se define el valor de uno al comportamiento más deseable del alumno, con 0.1 el menos deseable y en medio tantos valores como lo marque con el dispositivo de la figura 7.10 (barra selectora). Se ha usado este dispositivo porque permite expresar un valor entre las cotas establecidas de manera intuitiva

sin pensar realmente en el valor numérico, sino sólo en una distancia valorativa. Queda como una variable de escala.

- c) La variable Vb (Comportamiento de los alumnos desde el punto de vista de los maestros) se construyen a partir de una tabla que toma en cuenta cinco comportamientos: muy bueno, bueno, regular, malo y muy malo, a los cuales los maestros les asignaron, por consenso, los valores de: 1, 0.8, 0.6, 0.4 y 0.1 respectivamente. La variable Ve (motivación para ir a la escuela) también se construye por un código que irá configurando el maestro, con valores semejantes a Vb pero con otras descripciones. Será opcional. Ambos casos corresponden a variables de rango.
  - d) Las variables Vh y Vi que corresponden a las evaluaciones de español y matemáticas, tienen valores entre cero y diez, y se estableció una correspondencia directa con valores entre cero y uno. Es una variable de escala.
20. Ente los retos que están implicados en estas integraciones, distinguimos dos casos importantes:
- a) La integración de variables Va Vb/Vc (en la subcategoría “sCc”) y /Ve tiene escalas poco similares y heterogéneas —ello derivado del criterio que las determina.
  - b) La integración de variables de tipo cuantitativo, Vd (registro del número de retardo de entrada o salidas antes del horario establecido, por supervisores) y de tipo cualitativo, Vf (Autoevaluación del alumno de su asistencia/ motivación), que son poco explícitas en lo que realmente evalúan.

En ambos casos la discrepancia valorativa se puede apreciar en la comparación de los códigos dentro de una escala de referencia idealizada o utópica —la de directivos—, y una escala poco elaborada y más radical de los alumnos. Difícilmente podremos apreciar puntos de coincidencia entre ellas. Sin embargo, es posible establecer un nivel de comparación de referencia consensado, si asumimos que puede haber un límite superior y uno inferior asociados a situaciones entre “lo más deseable” y “lo menos deseable”, y que en algún punto coincidirán las escalas. En la siguiente figura (9.4) mostramos estos casos.

21. En la primera comparación mostrada en la triplete de la izquierda en la figura 9.4, no hay valores comunes entre el código del director y el de los alumnos. Ambos códigos sí tienen correspondencia con



**Figura 9.4** Escalas equivalentes a códigos de valoración, absolutos y normalizados.

el de los maestros, que al ser consensado adquiere mayor rango de matices. En la comparación de la tripleta de en medio, sí hay elementos comunes entre los tres códigos aun considerando los propios niveles de referencia. Pero en la comparación que se presenta en la tripleta del lado derecho, queda más clara la necesaria y posible correspondencia entre los tres códigos, al estar normalizados respecto a un criterio que puede ser compartido por los tres: el máximo valor deseado se denomina como uno y el mínimo valor deseado (o la ausencia de valor o lo más indeseable) se le asigna el valor de cero. Esta operación implica un proceso de asimilación que parte de la imposibilidad de establecer punto de contacto entre los códigos de los actores, hacia la posibilidad de establecerlo de alguna manera. Desde el punto de vista del SiAs, se trata de construir nuevas relaciones que potencialmente no han sido nombradas. La posibilidad de vinculación queda comprometida y se abre la vía para encontrar de manera creativa los matices para nombrar la correspondencia entre los códigos.

22. Pero también los contextos desde donde se valoran los comportamientos y los aprovechamientos son diferentes. El contexto del director se encuentra encuadrado dentro de un marco epistémico

regido por códigos del sector educativo (figura 9.1)—, y por la perspectiva de autoridades que piensan en la educación de una manera muy diferente al contexto real en el que operan las escuelas. Otro aspecto irregular que tomaremos en cuenta es la forma en que es valorado el aprovechamiento y comportamiento por los maestros del grupo seleccionado por el director, o más todavía, por los alumnos seleccionados por esos maestros, respecto a las éticas o lógicas de cada ámbito de interés. Para este tipo de distinciones —fuente de innumerables conflictos que impiden el análisis y el avance en la comprensión de un problema como éste, como hemos insistido—, desde diferentes ángulos de observación, el SiAs hace uso de estructuras con opciones deshabilitadas, así como de “acentos de significado” en el análisis de discursos o narración, criterios de prioridad asociados a “pesos de contribución” dentro de un sistema de ecuaciones, o “juegos de sinapsis o pesos —*weights*—” en redes neuronales que simulan de manera aproximada pero derivada de evidencias empíricas, comportamientos y rendimientos.

### 9.3 Base de datos y base de conocimiento

23. A continuación (figuras 9.5 a 9.7), sintetizamos la información disponible para iniciar la preparación del sistema y la estructuración de la base de datos y la base de conocimiento. En las siguientes figuras mostramos algunas de las tablas asociadas a las funciones de interfase con valores iniciales de los pesos y enunciados de valoración.
24. Los criterios para registrar información, son los siguientes:
  - a) Variable Va: que será registrada por el director. Considera de 5 a 8 evaluaciones por mes, de alumnos mitad hombres, mitad mujeres.
  - b) Variables Vb, Vg y Vh: que serán registradas por los maestros. Considera a todos los alumnos cada mes.
  - c) Variables Vc, Vf y Vi: que serán registradas por los alumnos del equipo de investigación, quienes solicitan a los demás alumnos y de manera opcional, que se autoevalúen.
  - d) El conserje envía lista de retrasos y salidas irregulares de los alumnos cada mes.

Con esta información se tendrán noventa registros para cada grupo, parcialmente llenados de índices de selección o identificación de matices en las variables. La variable “Ve” la genera el sistema a partir

Variable Va: (perspectivas del director)			
1	1	Comportamiento excelente	Felicitar al alumno
2	0.9	Comportamiento sin problemas	
3			
4	0.6	Comportamiento con problemas	Llamar la atención
5			
6			
7	0.3	Comportamiento crítico	Visita de los padres
8			
9			
Variable Vb: (perspectiva maestros)			
1	1	Comportamiento muy bueno	Hacer reconocimiento
2			
3	0.8	Comportamiento regular	dialogar con el alumno
4			
5	0.6	Comportamiento malo	Hablar detenidamente
6			
7	0.2	Comportamiento muy malo	Dialogar con los padres
8			
9			
Variable Vc: (autoevaluación alumnos comportamiento)			
1	1	Comportamiento aceptable	
2			
3	0.8	Comportamiento pasable	
4			
5			
6	0.4	Comportamiento malo	Ver que le pasa
7			
8	0.2	Comportamiento que así lo quiere	Ver que le pasa
9			
Variable Vg y Vh: (Español y matemáticas)			
1	1	Muy bien	
2			
3	0.8	Bien	
4			
5	0.6	regular	
6			
7	0.4	mal	Dialogar con el alumno
8			
9	0.1	pésimo	Dialogar con el alumno

**Figura 9.5** Matices en las tablas iniciales para las funciones de interfase de las variables Va, Vb, Vc, Vg y Vh.

de la información de la zona en que vive el alumno, la distancia y una tabla auxiliar que se mostró en la figura 9.6. La estructura de la base de datos queda constituida por dos partes, del lado izquierdo las variables independientes y del derecho las dependientes. Usamos siglas para optimizar memoria del sistema. Sólo mostramos una parte de los registros de cada periodo y de un grupo.

- Como se aprecia en los registros de la tabla 9.5, hay varios campos en blanco, debido a la opcionalidad de la información en ellas. Se abordarán con el criterio siguiente: para cálculos globales o por grupo (para un período, para algún condicionamiento de las variables independientes), los factores de valoración de cada variable se esti-

Variable Vf: (autoevaluación alumnos asistencia)			
1	1	Comportamiento aceptable	
2			
3	0.8	Comportamiento pasable	
4			
5			
6	0.4	Comortamiento malo	ver que le pasa
7			
8	0.2	Comportamiento que así lo quiere	ver que le pasa
9			
Variable Ve: (motivación para estar en la escuela)			
1	1	Muy motivado	s/c
2			
3	0.8	Normal	s/c
4			
5			
6	0.4	Desmotivado	Necesario platicar con el alumno
7			
8	0.2	Con rechazo	Necwesario platicar con los padres
9			

	Tabla para Vd: (evaluación de asistencia)			
	sin salidas	1 a 4 salidas	4 a 8 salidas	salidas >8
sin faltas	10	0.8	0.6	0.5
1 a 3 impuntualidades	0.9	0.7	0.4	0.3
4 a 6 impuntualidades	0.6	0.4	0.2	0
> 6 impuntualidades	0.5	0.3	0	0

**Figura 9.6** Matices en las tablas iniciales para las funciones de interfase para las variables Vf, Ve y Vd y tabla para factor de asistencia.

Variable Vc: (autoevaluación alumnos comportamiento)			
1	1	Comportamiento aceptable	
2			
3	0.8	Comportamiento pasable	
4			
5			
6	0.4	Comportamiento malo	Ver qué le pasa
7			
8	0.2	Comportamiento que así lo quiere	Ver qué le pasa
9			

Variable Vc: (autoevaluación alumnos comportamiento)			
1	1	Comportamiento aceptable	s/c
2	0.9	Comportamiento aceptable	s/c
3	0.8	Comportamiento pasable	s/c
4	0.7	Comportamiento pasable	s/c
5	0.6	Comportamiento pasable	s/c
6	0.4	Comportamiento malo	s/c
7	0.3	Comportamiento malo	s/c
8	0.2	Comportamiento que así lo quiere	Ver que le pasa
9	0.1	Comportamiento que así lo quiere	s/c

**Figura 9.7** Matices en las tablas iniciales para las funciones de interfase de las variables Vc,f,i.

marán a partir del número de ocurrencias encontradas. Para evaluaciones por alumno, solamente se toman en cuenta los valores presentes, se ajustan los pesos para hacerlo consistente.

26. Con los elementos y relaciones que hasta ahora hemos planteado, ya disponemos de varios recursos para integrar el esquema categórico a través del subsistema EPIR y con ello podemos iniciar una integración de elementos dentro del sistema que no precisa un orden único. Para la construcción del que proponemos para este caso de estudio, es necesario:

- Construir el espacio de percepción integración y respuestas del sistema (EPIR) a partir de la información de las tablas 9.5 a 9.7. Para ello es necesario generar las tablas de las categorías.
- Generar las tablas de variables dependientes e independientes a partir del registro de la información mensual. Este proceso requiere de un protocolo —para al menos tres meses— que sincronice las actividades de recuperación de información de las diversas fuentes y las integre al sistema.
- Definir la matriz de atención. Esta es una actividad que también implica un protocolo de planteamiento y solicitud de información y registro en el sistema.
- Consulta de la información, validación del registro y operación del sistema, así como reflexión de las representaciones sincrónicas, diacrónicas y de texto.
- Reflexión del proceso y verificación de preguntas, estructura categórica, matrices de percepción y de respuesta del sistema. Definición de los modos de conducción más idóneos para consultar el sistema.

Veamos uno por uno estos puntos y cómo se construyen, con el propósito de integrar el esquema categórico y el Espacio de percepción, interacción y respuestas del sistema (EPIR).

### *Construcción del EPIR*

27. El subsistema EPIR tiene el propósito de generar la base de datos de conocimiento del sistema, a partir de la especificación de criterios básicos en torno a las funciones de interfase (perfil de los factores de valoración —ver tabla en figura 7.12—) y los enunciados de valo-

ración, así como los perfiles y matices en las categorías, como respuestas del sistema. La construcción de las tablas se podría hacer directamente en la hoja electrónica, pero el proceso es tardado. En su lugar, podemos generar las tablas de las categorías a partir de la información de las variables —tanto de factores, como de enunciados—, de tal manera que la información en la meta-categoría, incluya la información de las categorías, y cada una de éstas, a su vez, incluya la de las subcategorías y finalmente las de las variables. El procedimiento se ha descrito con más detalle de 8#51 a 8#53, es un procedimiento de prueba y error y si no se dispone del sistema adaptativo en la computadora, puede llevarse a cabo en el papel, estableciendo la formulación —integración— de categorías a partir de inferencias derivadas de la reflexión del equipo de investigación. Recordemos que mediante el subsistema EPIR se disminuye considerablemente el tiempo y sobre todo, las actualizaciones de información. Para este caso de estudio se establecieron nueve variables, tres subcategorías y una categoría, que en su conjunto conforman un subsistema del modelo adaptativo.

28. El procedimiento general para la construcción del EPIR se ha mostrado en las figuras 7.27, 7.29 y 7.30. En este caso, los resultados se integran dentro de arreglos matriciales que son usados en el sistema “Sia\_lib\_xyz” y, para el caso de estudio, son los que se muestran en las figuras 9.9 a 9.11. En la figura 9.8 se presenta la tabla con el valor de las variables independientes y dependientes.
29. La generación de las tablas de variables dependientes e independientes a partir del registro de la información mensual requiere de un protocolo que sincronice las actividades de recuperación de información de las diversas fuentes y las integre al sistema. En la figura 9.12 indicamos un diagrama de flujo de datos y los elementos básicos para hacer el protocolo de integración de la información de actualización del sistema.
30. La definición de la matriz de atención es una actividad que también implica un nivel de reflexión poco usual en las actividades de investigación en equipos de trabajo multidisciplinario. Esto se debe a que implica hacer explícitos valores que muchas veces quedan sobreentendidos, olvidados o inconscientemente ignorados, cuando no sutilmente sesgados. Recordemos — en 7#36, 7#44 y 7#46 y figura 7.15—, que en esta matriz, el propósito es dar jerarquía al esquema categórico en términos de prioridades, acentos y relevancias en al-

Id_al	Sx	Ub	Tpo	Per	Gpo	Va	Vb	Vc	Vd	Ve	Vf	Vg	Vh	Vi
Alu_1	M	S	y	a	1	2	1	0	4	5	6	7	8	
Alu_2	H	N	x	a	1	1	2	3	2	1	2	1	3	1
Alu_3	M	S	z	a	1		1	0	1		1	3	5	4
Alu_4	M	S	x	a	1		2	1	2	1	1	3	2	1
Alu_5	H	S	x	a	1		5	3	1	7	2	2	6	3
Alu_6	M	N	z	a	1		3	3	3	2	4	9	2	
Alu_7	H	C	z	a	1	4	9	5	1		3	5	6	5
Alu_8	M	S	x	a	1		2	0	7	6		3	4	4
Alu_9	H	S	x	a	1		5	4	4	1	3	3	3	
Alu_10	M	N	x	a	1	1	9	8	1		3	2	4	3
Alu_11	H	C	z	a	1	2	2	0	5	7		4	7	5
Alu_12	H	S	x	a	1		5	4	3			3	5	
Alu_13	H	S	x	a	1	6	3	3	4	5	6	5	3	4
Alu_14	M	N	z	a	1		9	0	3	7		4	5	1
Alu_15	H	C	z	a	1	4	2	0	1		4	2	4	
Alu_16	H	S	x	a	1		7	0	4	6		8	2	2
Alu_17	M	N	x	a	1	7	2	2	5	1	4	5	4	4
Alu_18	M	C	z	a	1		5	5	1	5	5	5	4	3
Alu_19	M	S	x	a	1		3	0	8		3	4	1	5
Alu_20	H	S	x	a	1		9	6	2			3	5	
Alu_21	M	N	z	a	1		2	4	8		2	5	1	
Alu_22	H	S	x	a	1		5		3	1		2	4	3
Alu_23	M	N	x	a	1		9		4	5	1	8	7	
Alu_24	H	C	z	a	1		2	2	27		2	2	4	
Alu_25	M	S	y	a	1	9	5	0	2		4	4	4	
Alu_26	H	S	y	a	1		3	0	3	5		6	7	3
Alu_27	M	N	z	a	1		9	5	6	2	2	4	5	6
Alu_28	M	C	z	a	1		2	5	4		2	3	7	
Alu_29	M	S	x	a	1		7	0	2	1	4	5	4	5
Alu_30	M	N	y	a	1	1	1	1	5	8		2	5	4

**Figura 9.8** Variables independientes y dependientes para el primer mes (período “a”) del grupo I.

gunas variables y/o categorías. Cada modo de atención es un nivel diferente de observación, tal y como lo vivimos permanentemente en los diferentes contextos donde convivimos. En cada momento el lugar más correcto y honesto para valorar, constituye la guía para

Caso de estudio valoración académica									
		catA							
Valoración académica									
sCc			sCa			sCp			
Comportamiento			Asistencia			Aprovechamiento			
Vn	Vb	Vc	Vd	Ve	VI	Vg	Vh	VI	Autoevaluación
Comportamiento pv director	Comportamiento pv maestros	Autoevaluación comportamiento	asistencia por supervisores	motivación pv maestro	asistencia pv alumno	Evaluación español, pv maestro	Evaluación matemáticas, pv maestro	Autoevaluación actividades artísticas	Autoevaluación comportamiento

Figura 9.9 Identificación de variables y categorías en el sistema SiAs.

construir esta matriz. En la figura 9.13 integramos una parte del conjunto de valoraciones en el caso de estudio. De arriba hacia abajo, apreciamos las valoraciones de los maestros sobre cada variable, a continuación la valoración de pesos iguales y, más adelante, la de los alumnos, la del coordinador de maestros y la del director. Es evidente la diferencia que hay entre las valoraciones de los distintos actores. Podemos apreciar las diferencias entre variables que son más significativas para unos, y que no lo son para otros, así como las similitudes entre quienes sí tienen coincidencias. Esta información puede resultar evidente, pero no lo es cuando se visualiza en grande en una lámina sobre una pared y están presentes los autores de dicha valoración. Es una manera diferente de decir que no están de acuerdo, pero que pueden acercarse uno al otro.

31. En los juegos de valoración del director, del maestro experto y de los alumnos, hay variables que no les interesa visualizar, reconocer y por ello están en blanco. La representación del consenso de los maestros contrasta más claramente con la de pesos iguales, que es la que permite validar de manera más segura los valores. Los contrastes entre las valoraciones del director y los alumnos son evidentes y el diálogo que implica comprender las distancias debe esforzarse para explicar las razones de esta diferencia, que deben estar en el marco de una reflexión afectiva y rigurosa, dentro de los códigos explicitados del marco epistémico y teórico. Con ello es posible comprender mejor el nivel de observación —explicitado— y los argumentos de los otros. Esta forma de trabajo deriva de los planteamientos de la estrategia de *Cibercultur@* para desarrollar proyectos de investigación.
32. En las reuniones de reflexión y toma de decisiones, se lleva a cabo una proyección de láminas en la que todos los integrantes del equipo

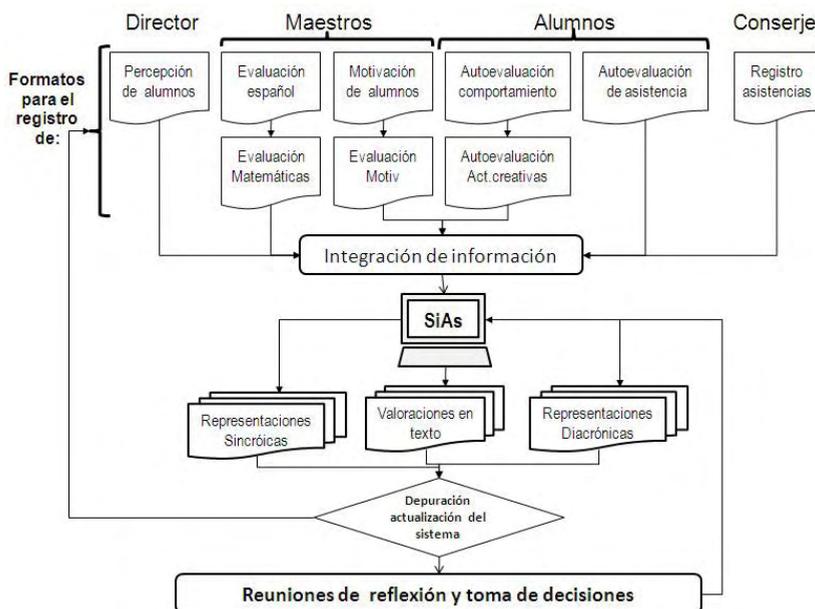
	Va		Vb		Vc		Vd	
1	1,00	Desde la perspectiva del director, el # alumno \$ grupo % presenta un Comportamiento excelente. & Felicitar al alumno.	1,00	Desde la perspectiva del maestro, el # alumno \$ grupo % presenta un Comportamiento muy bueno. & Hacer reconocimiento público	1,00	Desde la perspectiva del propio alumno, se autoevalúa con un Comportamiento aceptable.	1,00	De acuerdo al registro de supervisores en la escuela, #el alumno \$ el grupo % tiene la siguiente condición: sin faltas y sin salidas. & s/c
2	0,80	Desde la perspectiva del director, el # alumno \$ grupo % presenta un Comportamiento sin problemas. & s/c	0,90	Desde la perspectiva del maestro, el # alumno \$ grupo % presenta un Comportamiento muy bueno. & s/c	0,95	Desde la perspectiva del propio alumno, se autoevalúa con un Comportamiento aceptable.	0,90	De acuerdo al registro de supervisores en la escuela, #el alumno \$ el grupo % tiene la siguiente condición: 1 a 3 impuntualdades y sin salidas. & s/c
3	0,45	Desde la perspectiva del director, el # alumno \$ grupo % presenta un Comportamiento sin problemas. & s/c	0,80	Desde la perspectiva del maestro, el # alumno \$ grupo % presenta un Comportamiento regular. & Dialogar con el alumno	0,90	Desde la perspectiva del propio alumno, se autoevalúa con un Comportamiento pasable.	0,80	De acuerdo al registro de supervisores en la escuela, #el alumno \$ el grupo % tiene la siguiente condición: sin faltas y 1 a 4 salidas. & s/c
4	0,35	Desde la perspectiva del director, el # alumno \$ grupo % presenta un Comportamiento con problemas. & Es necesario llamar la atención.	0,70	Desde la perspectiva del maestro, el # alumno \$ grupo % presenta un Comportamiento regular. & s/c	0,85	Desde la perspectiva del propio alumno, se autoevalúa con un Comportamiento pasable.	0,70	De acuerdo al registro de supervisores en la escuela, #el alumno \$ el grupo % tiene la siguiente condición: 1 a 3 impuntualdades y 1 a 4 salidas. & s/c
5	0,30	Desde la perspectiva del director, el # alumno \$ grupo % presenta un Comportamiento con problemas. & s/c	0,60	Desde la perspectiva del maestro, el # alumno \$ grupo % presenta un Comportamiento malo. & Es necesario hablar detenidamente.	0,80	Desde la perspectiva del propio alumno, se autoevalúa con un Comportamiento pasable.	0,60	De acuerdo al registro de supervisores en la escuela, #el alumno \$ el grupo % tiene la siguiente condición: 4 a 6 impuntualdades y 1 a 4 salidas. & s/c
6	0,25	Desde la perspectiva del director, el # alumno \$ grupo % presenta un Comportamiento con problemas. & s/c	0,50	Desde la perspectiva del maestro, el # alumno \$ grupo % presenta un Comportamiento malo. & s/c	0,75	Desde la perspectiva del propio alumno, se autoevalúa con un Comportamiento malo.	0,50	De acuerdo al registro de supervisores en la escuela, #el alumno \$ el grupo % tiene la siguiente condición: 1 a 3 impuntualdades y 4 a 8 salidas. & Es necesario dialogar con el alumno.
7	0,20	Desde la perspectiva del director, el # alumno \$ grupo % presenta un Comportamiento crítico. & Es necesaria una visita de los padres.	0,40	Desde la perspectiva del maestro, el # alumno \$ grupo % presenta un Comportamiento muy malo. & Es necesario dialogar con los padres.	0,65	Desde la perspectiva del propio alumno, se autoevalúa con un Comportamiento malo.	0,40	De acuerdo al registro de supervisores en la escuela, #el alumno \$ el grupo % tiene la siguiente condición: 4 a 6 impuntualdades y 4 a 8 salidas. & Es necesario dialogar urgentemente con el alumno.
8	0,10	Desde la perspectiva del director, el # alumno \$ grupo % presenta un Comportamiento crítico. & s/c	0,30	Desde la perspectiva del maestro, el # alumno \$ grupo % presenta un Comportamiento muy malo. & s/c	0,60	Desde la perspectiva del propio alumno, se autoevalúa con un Comportamiento que así lo quiere.	0,30	De acuerdo al registro de supervisores en la escuela, #el alumno \$ el grupo % tiene la siguiente condición: 4 a 6 impuntualdades y salidas > 8. & Es necesario dialogar urgentemente con el alumno.
9	0,00	Desde la perspectiva del director, el # alumno \$ grupo % presenta un Comportamiento crítico. & s/c	0,00	Desde la perspectiva del maestro, el # alumno \$ grupo % presenta un Comportamiento muy malo. & s/c	0,00	Desde la perspectiva del propio alumno, se autoevalúa con un Comportamiento que así lo quiere.	0,00	De acuerdo al registro de supervisores en la escuela, #el alumno \$ el grupo % tiene la siguiente condición: > 6 impuntualdades y 4 a 8 salidas. & Es necesario dialogar urgentemente con el alumno.

Figura 9.10 Base de datos de conocimiento (parte de las variables).

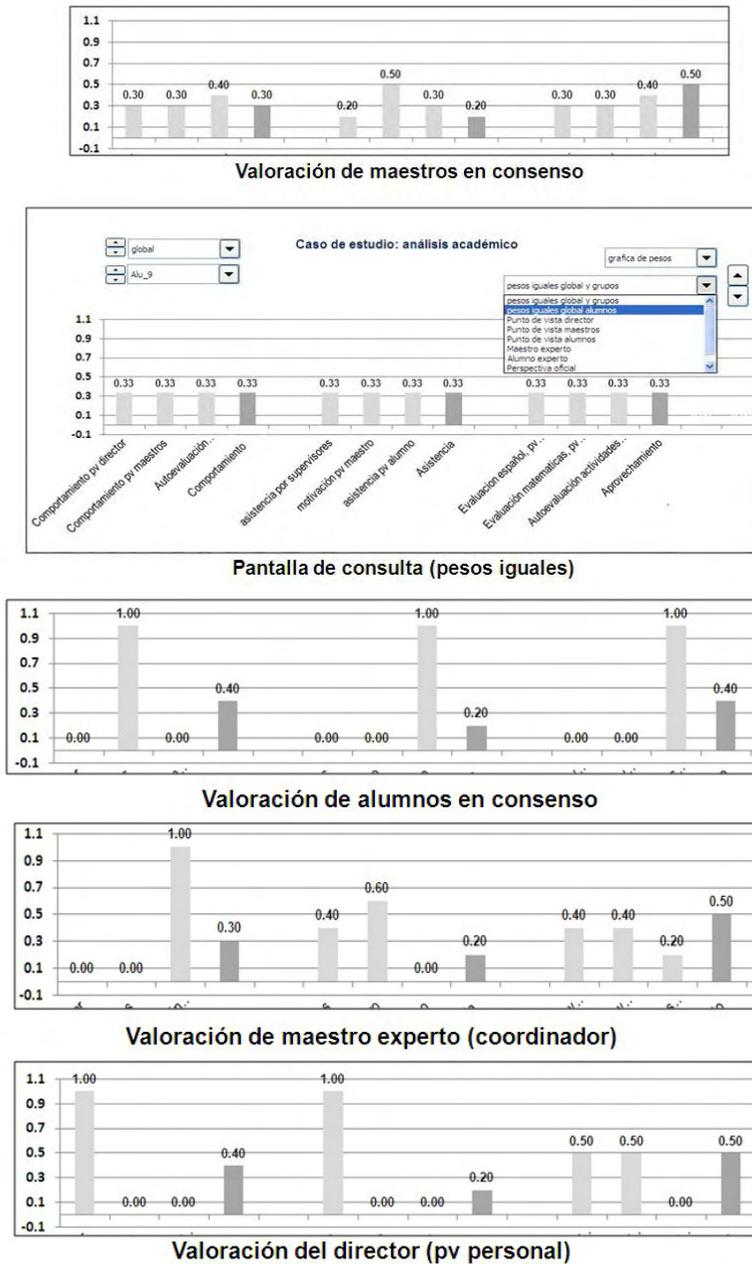
Ve		Vf		Vg		Vh		Vi	
1,00	Desde la perspectiva del maestro, Muy motivado. &s/c	1,00	El # alumno \$ grupo # informa que su asistencia en el mes fue Comportamiento aceptable.	1,00	La evaluación de la materia de español es Muy buena. s/c	1,00	La evaluación de la materia de matemáticas es Muy buena. s/c	1,00	La autoevaluación del alumno en actividades artísticas es muy buena.
0,95	Desde la perspectiva del maestro, Muy motivado. &s/c	0,91	El # alumno \$ grupo # informa que su asistencia en el mes fue Comportamiento aceptable.	0,90	La evaluación de la materia de español es Muy buena. s/c	0,88	La evaluación de la materia de matemáticas es Muy buena. s/c	0,91	La autoevaluación del alumno en actividades artísticas es muy buena.
0,85	Desde la perspectiva del maestro, Motivado. &s/c	0,81	El # alumno \$ grupo # informa que su asistencia en el mes fue Comportamiento pasable.	0,80	La evaluación de la materia de español es buena. s/c	0,79	La evaluación de la materia de matemáticas es buena. s/c	0,81	La autoevaluación del alumno en actividades artísticas es muy buena.
0,70	Desde la perspectiva del maestro, Motivado. &s/c	0,71	El # alumno \$ grupo # informa que su asistencia en el mes fue Comportamiento pasable.	0,70	La evaluación de la materia de español es buena. s/c	0,69	La evaluación de la materia de matemáticas es buena. s/c	0,71	La autoevaluación del alumno en actividades artísticas es muy buena.
0,50	Desde la perspectiva del maestro, Motivado a secas. &s/c	0,61	El # alumno \$ grupo # informa que su asistencia en el mes fue Comportamiento pasable.	0,60	La evaluación de la materia de español es regular. s/c	0,59	La evaluación de la materia de matemáticas es regular. s/c	0,61	La autoevaluación del alumno en actividades artísticas es muy buena.
0,30	Desde la perspectiva del maestro, Desmotivado. &Necesario platicar con el alumno	0,51	El # alumno \$ grupo # informa que su asistencia en el mes fue Comportamiento malo.	0,50	La evaluación de la materia de español es regular. s/c	0,49	La evaluación de la materia de matemáticas es regular. s/c	0,51	La autoevaluación del alumno en actividades artísticas es muy buena.
0,30	Desde la perspectiva del maestro, Desmotivado. &Necesario platicar con el alumno	0,41	El # alumno \$ grupo # informa que su asistencia en el mes fue Comportamiento malo.	0,40	La evaluación de la materia de español es mala. Dialogar con el alumno	0,39	La evaluación de la materia de matemáticas es mala. Dialogar con el alumno	0,41	La autoevaluación del alumno en actividades artísticas es muy buena.
0,20	Desde la perspectiva del maestro, Con rechazo. &Necesario platicar con las padres	0,31	El # alumno \$ grupo # informa que su asistencia en el mes fue Comportamiento que así lo quiere.	0,30	La evaluación de la materia de español es mala. s/c	0,29	La evaluación de la materia de matemáticas es mala. s/c	0,31	La autoevaluación del alumno en actividades artísticas es muy buena.
0,00	Desde la perspectiva del maestro, Con rechazo. &Necesario platicar con las padres	0,00	El # alumno \$ grupo # informa que su asistencia en el mes fue Comportamiento que así lo quiere.	0,00	La evaluación de la materia de español es pésima. Dialogar con el alumno	0,00	La evaluación de la materia de matemáticas es pésima. Dialogar con el alumno	0,00	La autoevaluación del alumno en actividades artísticas es muy buena.

sCc Subcategoría COMPORTAMIENTO		
1	1.000	Desde la perspectiva del director, el # alumno \$ grupo % presenta un
2	0.950	Desde la perspectiva del director, el # alumno\$grupo % presenta un
3	0.900	Desde la perspectiva del director, el # alumno\$grupo % presenta un
4	0.825	Desde la perspectiva del director, el # alumno\$grupo % presenta un
5	0.813	Desde la perspectiva del director, el # alumno\$grupo % presenta un Comportamiento sin problemas.&s/c y desde la perspectiva del maestro, el # alumno \$ grupo % presenta un Comportamiento regular. &Dialogar con el alumno. Además, desde la perspectiva del propio alumno, se autoevalúa con un comportamiento aceptable.
6	0.763	Desde la perspectiva del director, el # alumno\$grupo % presenta un
7	0.725	Desde la perspectiva del director, el # alumno\$grupo % presenta un
...	...	Desde la perspectiva del director, el # alumno\$grupo % presenta un
23	0.225	Desde la perspectiva del director, el # alumno\$grupo % presenta un
24	0.150	Desde la perspectiva del director, el # alumno\$grupo % presenta un Comportamiento crítico. & Visita de los padres y desde la perspectiva del maestro, el # alumno \$ grupo % presenta unComportamiento muy malo. &Dialogar con los padres. Sin embargo, desde la perspectiva del propio alumno, se autoevalúa con un comportamiento que así lo quiere.
25	0.000	Desde la perspectiva del director, el # alumno\$grupo % presenta un

**Figura 9.11** Tabla que forma parte de la base de datos de conocimiento (arreglo de categorías).



**Figura 9.12** Diagrama de flujo de datos y de actividades básicas del equipo de investigación en torno a la actualización del sistema.



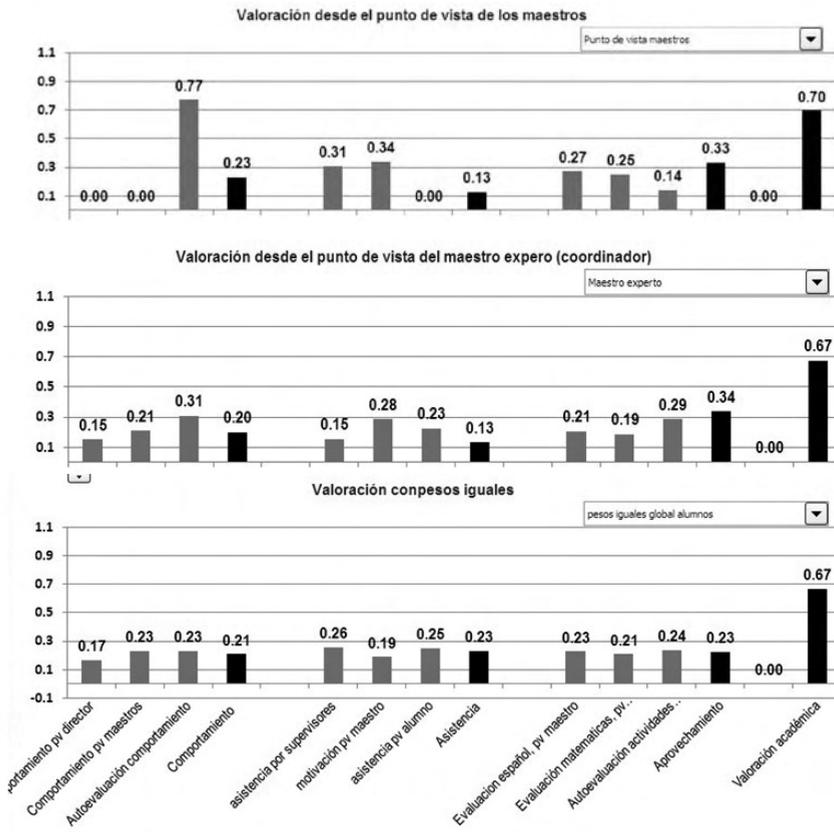
**Figura 9.13** Representación de las valoraciones —pesos de ponderación— en la integración de variables y categorías

de investigación (director, maestros y alumnos representantes), discuten sobre las valoraciones del sistema y su pertinencia con lo que realmente perciben durante el registro de información. Es en estas reuniones donde el sistema empieza a cobrar consistencia entre los criterios implicados en sus códigos iniciales (tablas en la base de datos de conocimiento) y los criterios “reales” que cada uno de los integrantes del equipo percibe. Otro aspecto fundamental en estas reuniones es la invitación permanente, incluso en las reflexiones sobre el sistema, a la participación de otros maestros, alumnos y miembros del consejo administrativo.

33. Las reuniones concluirán el proceso heurístico en el momento en que el sistema empiece a ser aceptado por la comunidad y ésta lo reconozca como un sistema activo y perfectible que puede transformar la manera de comprender la problemática de la escuela y las posibles formas de explicación. Es un proceso arduo, pero tiene la posibilidad de lograr coherencia y consistencia entre el complejo empírico y el complejo cognoscitivo representado por el sistema y el equipo de investigación.

#### 9.4 Representaciones del sistema

34. En las siguientes figuras mostramos una parte del tipo de representaciones que ya hemos descrito en el capítulo octavo, 8#26 en el inciso sobre simulación. Referiremos solamente algunos aspectos de tipo general para todo el grupo y damos más atención a las posibilidades de análisis de alumnos. La figura 9.14 presenta distintos niveles de valoración de un grupo por diferentes actores.
35. Cabe comparar la valoración de pesos iguales con la del maestro coordinador, que en realidad es el que tiene una visión más integrada del problema. Ambos valoran la situación con el mismo grado (0.67) pero distribuyen de manera distinta las temáticas. Los alumnos son los que se evalúan mejor (0.72), y consideran que su aprovechamiento es mejor valorado (0.28) que el del director (0.20). Ambos han asumido una positiva radical al ignorar algunas variables entre ellos. El análisis en el tiempo de cómo progresan estas valoraciones es un material significativo para hacer inferencias epistemológicas en términos de los mecanismos inter y trans-grupales. Por ejemplo, que los alumnos incluyan en su modo de atención la variable que es ge-



**Figura 9.14** Valoración de todo el grupo en los tres períodos de análisis.

nerada por el director, implica el inicio de una relación que establece nuevos vínculos entre ambos dominios distantes, en un principio en el espacio de las reuniones entre los alumnos y el director, mediados por los maestros, y más adelante entre el director y nuevos alumnos invitados, así como invitados del consejo administrativo. Esta labor la lleva a cabo el coordinador del proyecto, que en realidad se debe ir rotando con otros maestros, estableciendo un diálogo con preguntas y reflexiones de manera parecida a la que les funcionó en el primer desayuno con el director.

36. El análisis de la secuencia de transformación de los gráficos de pesos entre variables y categorías permite ver también las formas de abs-

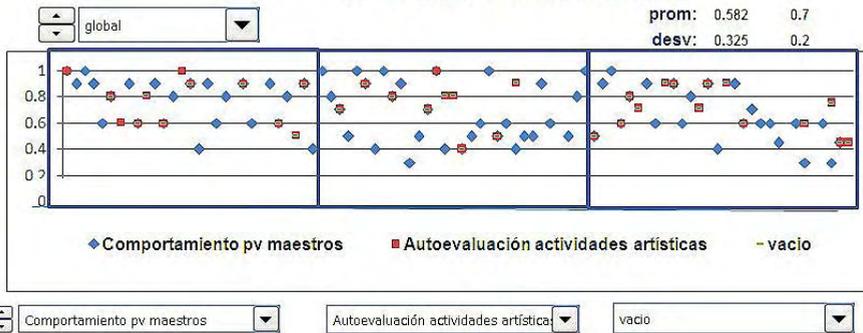
tracción y generalización entre alumnos y maestros, al reflexionar sobre las críticas que se pueden hacer a las variables, que se quedan cortas y limitadas para representar más fielmente lo que piensan los alumnos de su propia motivación en la escuela o su nivel de aprovechamiento o comportamiento. Reconocer que la evaluación que se hace cada alumno de su aprovechamiento difiere o se asemeja a la que tiene el director o alguno de los maestros, necesariamente confirma los criterios que se asumieron.

37. Las representaciones diacrónicas implican que el registro de las variables dependientes está asociado a la dimensión temporal. En este caso, la dimensión tiene períodos de un mes y no se aprecian propiamente trayectorias —para ello estarán las del comportamiento individual de los alumnos. En las siguientes figuras mostramos comportamientos de los alumnos basados en grupos y en tres períodos. No son trayectorias, sino distribuciones en orden alfabético de alumnos. Las gráficas permiten seleccionar hasta tres variables independientes para hacer comparaciones entre los valores. En la gráfica superior de la figura 9.15 mostramos el comportamiento global del grupo desde el punto de vista de los maestros en los tres períodos y el punto de vista de la autoevaluación de los alumnos. En las tres siguientes aparecen las autoevaluaciones de los alumnos separadas por período.
38. En la gráfica de abajo se muestra la representación textual del sistema para dicho período que muestra un clúster sin orden de las autoevaluaciones en el primer período. Los textos de las tres variables se derivan de la base de datos de conocimiento y el texto de la subcategoría incluye, además, un texto generado por un pequeño algoritmo que distingue los 27 casos básicos entre las combinaciones buenas, regulares y malas de las variables. Los textos son perfectibles y su depuración forma parte del proceso de aprendizaje del sistema / equipo de investigación, que además de ir mejorando su redacción, comprende mejor los procesos de construcción semántica del mismo.
39. Se puede apreciar que en las gráficas tercera y cuarta de la figura 9.15, las autoevaluaciones fueron más críticas conforme pasó el tiempo. El número de combinaciones en este tipo de gráficas es muy elevado y difícil de seleccionar, aunque el recurso se convierte en una herramienta que simula dichas combinaciones, y entre ellas podemos apreciar evidencias significativas en todo el grupo en su conjunto, o entre los condicionantes posibles —como se muestran

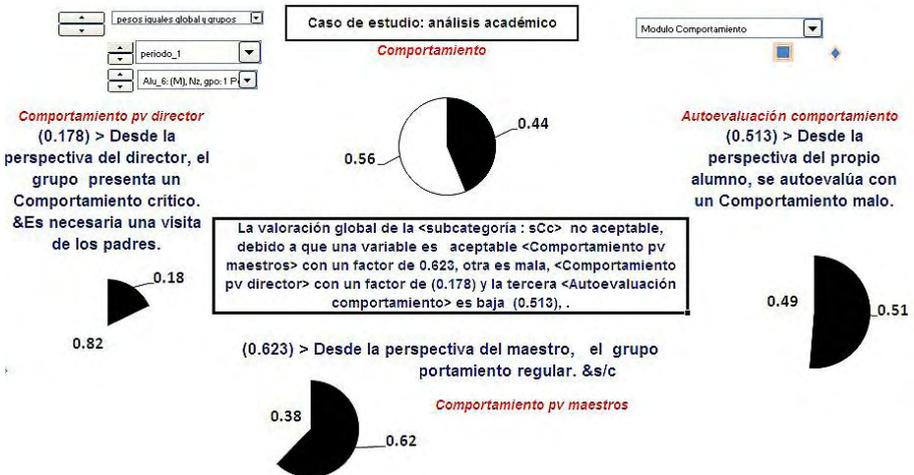
el menú de opciones en la parte izquierda de la quinta gráfica de la figura 9.15. Desde luego se puede apreciar que los niveles que representan las variables dependientes en general son bajos, y conforme pasa el tiempo se podrá apreciar cómo evolucionan dichos niveles. Pero es necesario tomar medidas más puntuales para poder incidir en los alumnos críticos. Para ello está el análisis de registros o grupos de registros vinculados con las unidades de análisis, esto es, con los alumnos. En la figura 9.16 se presentan las evaluaciones del módulo de asistencia y motivación para un alumno.

40. El análisis de la situación de cada alumno usando los objetos que se muestran en las dos representaciones de la figura 9.16, permite reconocer y familiarizarse de una manera más completa y dinámica, con el comportamiento, motivación y aprovechamiento de cada uno de ellos, permitiendo hacer reflexiones distintas a las que se ofrecen en el análisis estadístico clásico. La relevancia de ello cobra un significado distinto cuando pensamos en otras unidades de análisis y las posibilidades de observarlas desde distintos niveles de valoración. Imaginemos que no son alumnos, sino personal de una institución, intérpretes y compositores, investigadores de una Facultad, integrantes de un partido político. En todos los casos los retos son semejantes: retos de distinguir tipos de motivación, de comunicabilidad, de incompatibilidad de códigos, de sesgos hacia técnicas que hacen a un lado las posibilidades de integrar cantidad y calidad, número y significado, etc. De aquí la importancia de poder hacer análisis de unidades de observación en forma independiente.
41. En la figura 9.17, mostramos la valoración del sistema para otro alumno. En ella se conjugan las tres variables del módulo de motivación y asistencia —una de las principales preguntas del director— en la que apreciamos tres trayectorias, dos de ellas señalan que el componente de asistencia mejora, pero la otra indica una desmotivación observada por el maestro. Esas contradicciones requieren del análisis de otras variables que enriquecen la comprensión del alumno y ello conduce a reflexiones que tocan nuevos aspectos de la problemática, aspectos que pueden ser las evidencias de la desmotivación o la necesidad de rectificar la apreciación del alumno por parte del maestro. En la misma figura mostramos los selectores de los pesos de integración o acentos de contexto de la matriz de atención y un selector más, que varía el juego de adjetivos usados en el enunciado sintético derivado del algoritmo que genera el enunciado central.

Caso de estudio: análisis académico



Caso de estudio: análisis académico



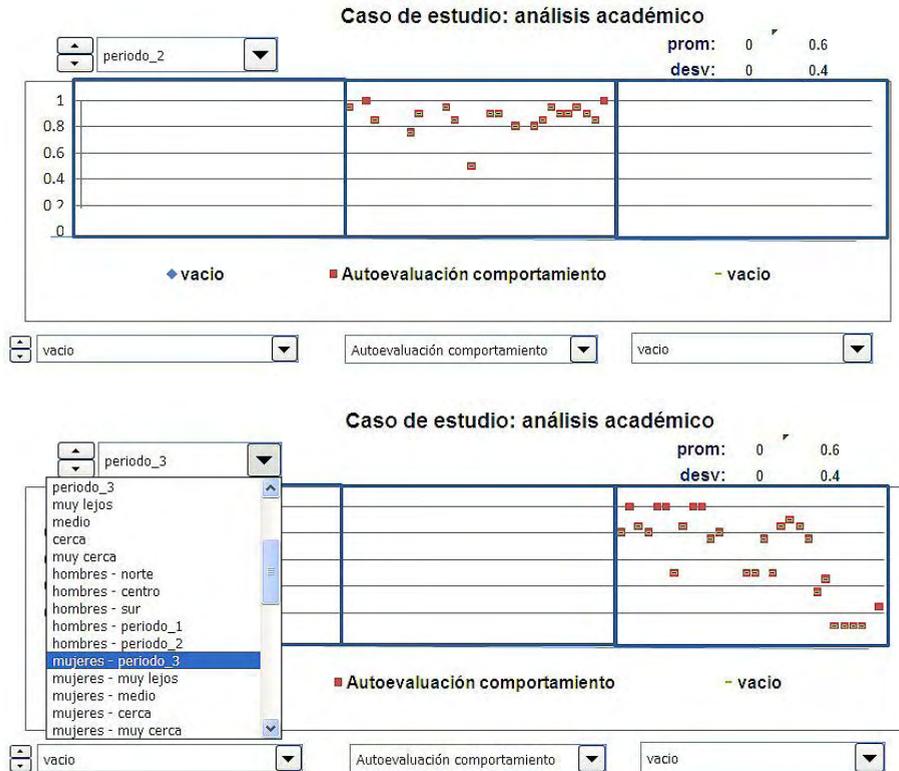


Figura 9.15 Representaciones de grupos de valoraciones en períodos.

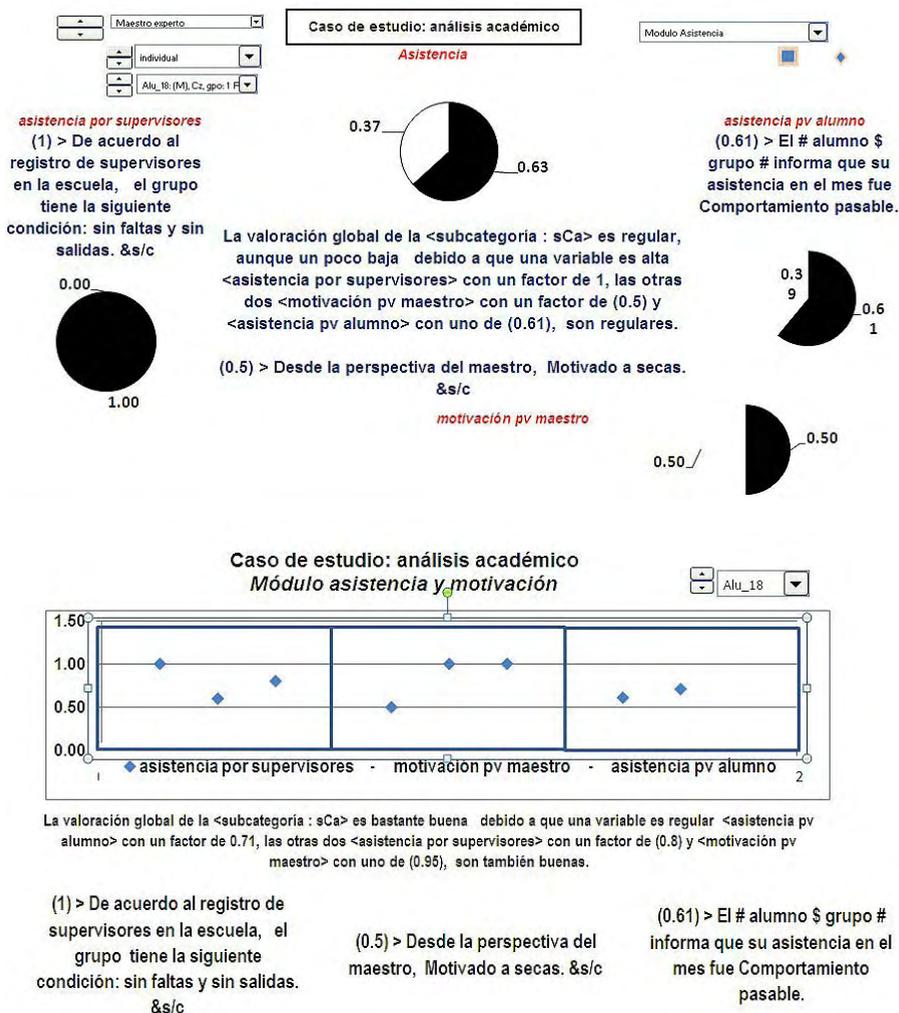
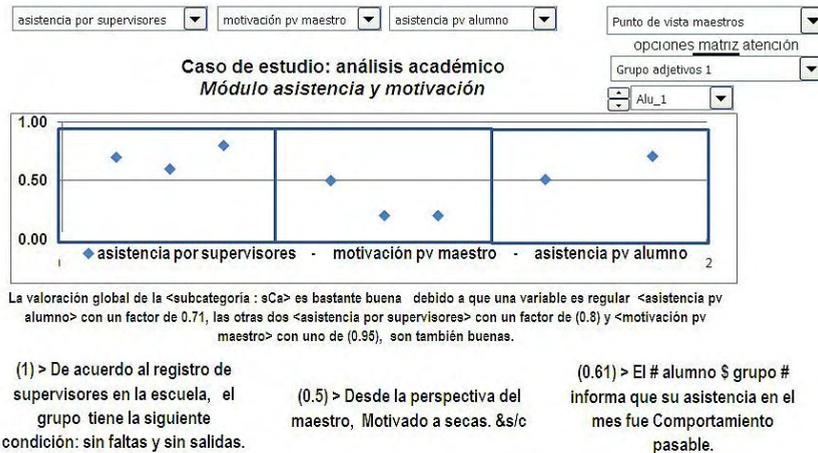


Figura 9.16 Representación textual y de trayectoria en tres períodos.

### 9.5 Nuevas respuestas

42. En este caso de estudio he planteado un conjunto de situaciones representativas de una gama de situaciones comunes a problemas que enfrentan lo complejo. En el capítulo tercero formulé preguntas que deberíamos responder a través del modelo adaptativo descrito en



**Figura 9.17** Consulta a una unidad de observación, desde un número grande de combinaciones entre las variables que la delimitan y los criterios de valoración.

los capítulos 7 y 8. Con los elementos presentados en este caso de estudio, podemos responder a una parte de ellas. Las preguntamos son:

43. **¿Cuáles deben de ser las relaciones entre los investigadores para formular nuevas preguntas a problemas viejos?** En 9#8 y 9#13 sintetizamos de manera coloquial las preguntas que abiertamente hicieron los maestros al director de la escuela, una vez que este sintetizó sin rodeos y directamente el problema y el costo de no resolverlo. Es evidente que en otros problemas el número de reuniones y de reflexiones sobre las preguntas puede ser mucho mayor y requerir demás tiempo, pero la actitud de plantear horizontalmente el problema, de responderlo y de formular nuevas preguntas, es clave para iniciar una buena construcción de los caminos posibles para transformar la situación.
44. **¿Cuál es la forma de intervenir, escuchar, observar y dialogar con los actores vinculados al problema?** en el apartado de Ciberkultur@ del capítulo octavo, sintetizamos el marco de trabajo de las comunidades emergentes de investigación, base para las relaciones en equipos interdisciplinarios.
45. **¿Cómo integrar técnicas de investigación para hacer inferencias más certeras y consistentes con el método científico, de tal manera que**

**se conserve la importancia de reconocer la relevancia de las cantidades y la naturaleza de las cualidades y significados que dan sentido a las relaciones que se investigan?** los elementos centrales del modelo SiAs son las tres funciones esenciales y sus modos de operar mediante las matrices de percepción, atención y respuesta. Estos elementos —fundamentados dentro de una Epistemología genética—, nos permiten hacer una complementariedad más comprensible entre el número y el significado.

46. **¿Cómo redefinir, conciliar y distinguir entre la justificación de un análisis basado en la probabilidad y la estadística, y un análisis que formula, pondera y construye un modelo y su operacionalización a partir de la redefinición de los límites de su marcos epistémico, teórico y metodológico?** No hicimos a un lado a la estadística, tomamos de ella las operaciones esenciales y las vinculamos en un contexto que asume un nuevo marco epistémico en el que no es posible mantener los principios para validar o no hipótesis. La orientación de los esquemas de análisis está dirigida a la respuesta de las preguntas al problema. En la medida en que sean respondidas, el problema tiene posibilidades de transformación, independientemente de que ello valide o no una hipótesis sobre la naturaleza del comportamiento de las unidades de observación.
47. **¿Cómo formular y establecer un modelo de análisis que esté orientado a dar mayor atención a los procesos de transformación entre estados de equilibrio y desequilibrio y entre estados de desequilibrio y re-equilibrio?** Todos los valores derivados de las funciones de integración del sistema, representan una medida del equilibrio o desequilibrio del fenómeno que representan, simulan. El sistema está orientado para registrar paso a paso, y en cada unidad de tiempo considerada, las características de superficie y de profundidad de los observables, derivando de ello su comportamiento en un momento dado —representaciones sincrónicas— o dentro de un período de tiempo —representaciones diacrónicas—. Las respuestas en forma de enunciados, basadas en las representaciones gráficas, ofrecen una mayor comprensión de los procesos de transformación de las unidades de observación.
48. **¿Cómo trasplantar una concepción epistemológica para las formas de equilibración a una concepción sistémica que incluya los niveles de observación de las cibernéticas de primero y segundo orden?** En el capítulo quinto presentamos diversos aspectos de la corresponden-

cia y la complementariedad entre ambos lenguajes, el epistemológico y el sistémico. La puesta en práctica, el trasplante, se puede apreciar ya en la forma como lo propone el modelo SiAs. En éste, la perspectiva de la cibernética de segundo orden, es asumida por la co-evolución sistema/equipo de investigación, en la cual uno ofrece posibilidades de interacción y el otro las resuelve y las representa con los recursos disponibles. El diálogo entre investigadores/sistema, exigirá modificar los umbrales en ambos y una reprogramación o aprendizaje que deberá corroborarse con resultados derivados del complejo empírico en el que están inmersos. El trasplante de una concepción epistemológica sobre el proceso mismo de co-evolución, es una forma de enriquecer el concepto de cibernética de la cibernética, o cibernética de un proceso epistemológico.

## 9.6 Otras aplicaciones del sistema

49. En este apartado presentamos otros problemas que pueden ofrecer diferentes alternativas de aplicación del modelo adaptativo SiAs. Se trata de casos reales que hemos trabajado en el LABComplex durante los últimos años. Todos toman en cuenta la base fundamental de las tres funciones esenciales y sus matrices de modos de operación. Igualmente han sido desarrollados en hoja electrónica y con base en la estructura básica como Sistema Adaptativo.
50. La gama de aplicaciones va desde el análisis de documentos —considerados como objetos complejos—, hasta análisis de prototextos derivados de grupos de discusión, historias de vida y/o de familia, análisis de informaciones de recortes de información documental y/o digital, a partir de la cual hacemos una síntesis de algunos de los aspectos más significativos de cada aplicación. A continuación presento una lista representativa de ello. Incluye una síntesis de aplicaciones y más adelante desarrollo tres de ellas.
  - a) Análisis de prototextos derivados de grupos de discusión, historias de vida y/o de familia
    - Once prototextos sobre historias de familia de una región de México.<sup>2</sup>

<sup>2</sup> (Amozurrutia, J. A., Barragán L. y Flores G., 2008b).

- Discusión sobre mujeres maltratadas por sus parejas en una región Española.<sup>3</sup>
  - Grupo de discusión sobre las temáticas en torno a la situación de transparencia en instituciones dentro de un sector de apoyo social, en una ciudad Española.<sup>4</sup>
  - Grupo de discusión en torno a la construcción de un libro común en un Centro de Investigación de México.<sup>5</sup>
- b) Análisis de documentos , referencias e información digital a partir de la cual se hace el análisis de uno o más temas
- opiniones sobre el riesgo de una epidemia en una ciudad de México.<sup>6</sup>
  - legislaciones culturales de un Estado de México y propuesta de una nueva legislación.<sup>7</sup>
  - Política cultural en universidades de México.<sup>8</sup>
- c) Análisis derivado de la integración de técnicas.
- Expedientes complejos (información sobre la trayectoria de creadores e intérpretes de México).<sup>9</sup>
  - Expectativas de cambio en los estudiantes para un nuevo plan de estudios a nivel profesional de una institución de enseñanza musical en un Estado de México.<sup>10</sup>
  - Conjunto de técnicas de pruebas psicológicas, de entrevistas y de grupos de discusión en una universidad.<sup>11</sup>
51. El análisis de prototextos derivados de grupos de discusión, historias

<sup>3</sup> Ver nota 4.

<sup>4</sup> (Amozurrutia y Marcuello, 2011).

<sup>5</sup> (Amozurrutia, 2011).

<sup>6</sup> Tesis de Licenciatura de Lidia González Malagon “Influenza 2009: respuestas sociales ante el riesgo” de la Facultad de Ciencias Políticas y Sociales de la Universidad Nacional de México, (agosto de 2011).

<sup>7</sup> Tesis de Maestría de Desarrollo y Gestión Cultural de Emma García Figueroa, “Propuesta de modificación a la ley de cultura de estado de Nayarit” Universidad Autónoma de Coahuila, México (septiembre 2011).

<sup>8</sup> Tesis de Maestría de Desarrollo y Gestión Cultural de Elena Román, “Política Cultural en Universidades”(noviembre de 2011)

<sup>9</sup> (Amozurrutia, 2006b).

<sup>10</sup> Tesis de Maestría de Desarrollo y Gestión Cultural de Francisco Javier Cantú Barrera: “Análisis y evaluación del modelo de enseñanza musical de carrera en las instituciones de educación superior en México: hacia una metodología integral del instrumento musical”. Agosto de 2010.

<sup>11</sup> “Complexity of Social Life and Violence against Women: A Sociocybernetical approach”, síntesis de proyecto presentado en la 10<sup>th</sup> Conferencia Internacional de Sociocybernetica, en Cracow, Poland, junio 2011 Trabajo, Amozurrutia José A. y Marcuello Ch.

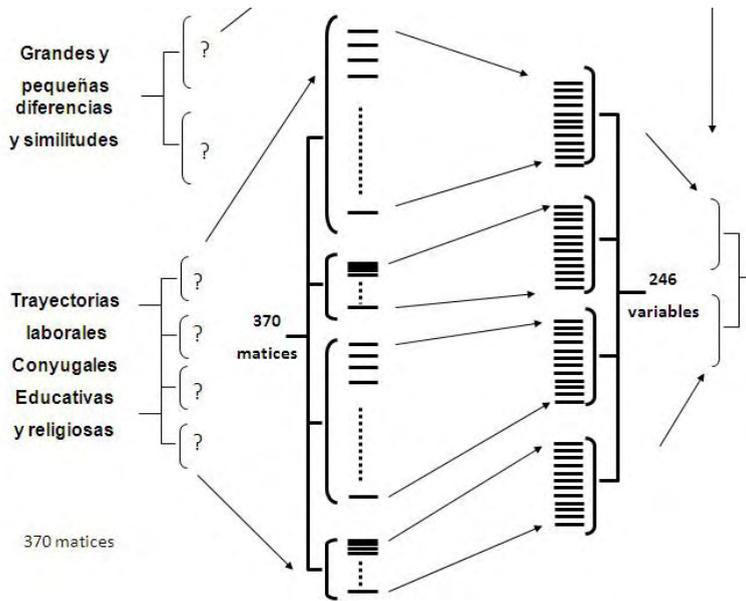
de vida y/o de familia, implica un trabajo detallado y minucioso que comienza con la transcripción del material original. También exige generalmente de un proceso de construcción de abajo hacia arriba de la Teoría Fundamentada, en la que elaboramos el esquema de análisis a partir de la información de la historia.

En el caso de los once prototextos sobre Historias de familia de una región del país, el equipo de trabajo se formó con tres investigadores de las áreas de Historia, Sociología y Sistemas. Cada prototexto —de 25 cuartillas— se fue señalando con base en cuatro aspectos generales: grandes semejanzas, grandes diferencias, pequeñas semejanzas y pequeñas diferencias. De ahí se procedió a identificar los aspectos asociados a cuatro grandes tipos de trayectorias: la de educación, la religiosa, la conyugal y la laboral. El proceso para inferir el esquema categórico de análisis común a las once historias sufrió una serie de transformaciones que constituye el mayor logro de la investigación. En la figura 9.18 a mostramos el esquema de análisis final, en la 9.19 el proceso de análisis y en la 9.20 la estructura del modelo adaptativo.

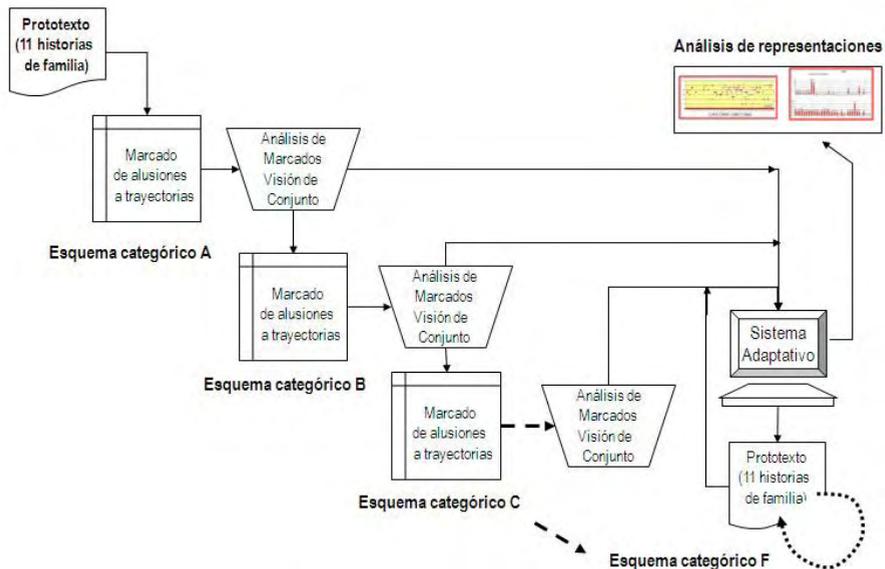
El grupo de discusión sobre mujeres maltratadas por sus parejas y el grupo de discusión sobre las temáticas en torno a la situación de transparencia en instituciones dentro de un sector de apoyo social siguieron un proceso distinto. En el primer caso se partió de un guión de discusión con preguntas muy concretas y se construyó el esquema con esa estructura (figura 9.21). En el segundo caso se partió de lo dicho en una discusión inicial para inferir el esquema categórico (figura 9.22).

En el siguiente ejemplo (figura 9.23), se muestra la estructura del esquema categórico que permitió el análisis de representaciones y prácticas científicas de una discusión de un grupo de investigación en torno a un tema general de trabajo en el equipo. Los cuatro niveles mostrados responden a la jerarquía que se estableció para organizar categorías de la Cibercultur@ con operaciones de la Epistemología genética. Es un esquema que permite analizar los procesos cognoscitivos en discusión de grupos de investigación, concretamente, las comunidades emergentes de investigación. Las 27 tablas de funciones de interfase se derivaron de la lista de los conceptos en la parte media de la figura.

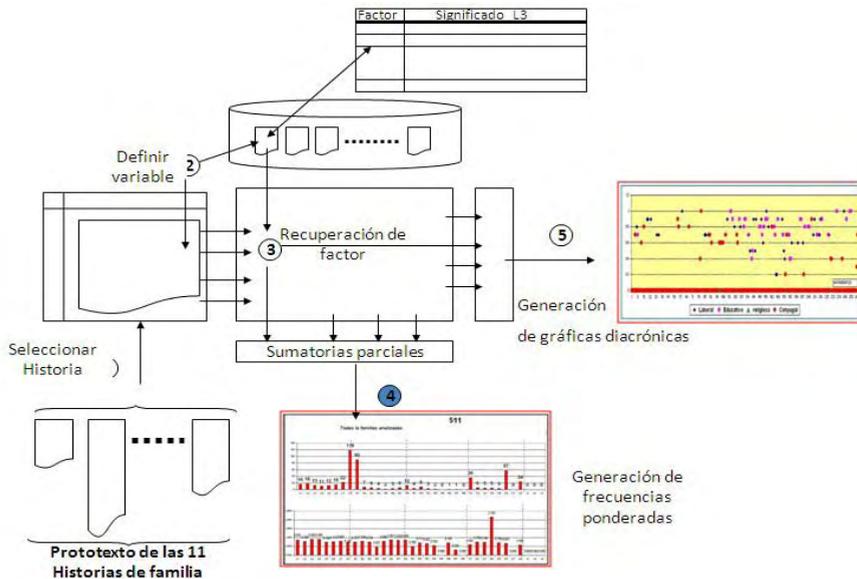
52. El análisis de información documental y/o digital a partir de la cual se hace un análisis de uno o más temas, implica la disponibilidad del texto en forma digital para generar y señalar o etiquetar la información de interés en las unidades de observación, que generalmente



**Figura 9.18** Transformaciones del esquema de análisis para las historias de familia.



**Figura 9.19** Esquema del proceso de análisis para las historias de familia.



**Figura 9.20** Componentes empíricos y sistémicos para el análisis de historias de familia.

son párrafos de una a tres oraciones. En el caso del análisis de las opiniones sobre el riesgo de una epidemia. La pregunta central se formuló en torno al balance que tendrían las representaciones sociales y las prácticas sociales de las respuestas que generó una parte de la población ante la incertidumbre de una posible epidemia de virus en una ciudad. Las unidades de observación se generaron a partir de las respuestas de la población a noticias que se iban generando dentro de una página de un periódico nacional. El esquema de análisis se generó a partir de tres ejes de interés temático: eje confianza/inseguridad respecto a las autoridades, el eje miedo/incredulidad respecto a los efectos del virus, y el eje entusiasmo/rechazo respecto a las medidas propuestas por los autoridades. El esquema de análisis se logró después de cinco transformaciones, en las que fueron variando la definición de variables y categorías como parte de uno u otro eje. Se puede observar que en el esquema de la figura 9.24 hay variables nulas que no se habilitaron.

El análisis de documentos sobre las legislaciones de cultura permite, además de hacer un diagnóstico de sus contenidos a partir de



**Figura 9.21** Esquema de análisis derivado de preguntas pre-establecidas en la discusión de grupo de mujeres maltratadas.

un esquema de análisis derivado de las mismas legislaciones, proponer modificaciones o incluso una nueva legislación que derive de las analizadas. Es el caso del siguiente esquema de análisis, que parte de una concepción de legislación cultural en el marco de las líneas de acción de una Política Cultural previamente establecida.

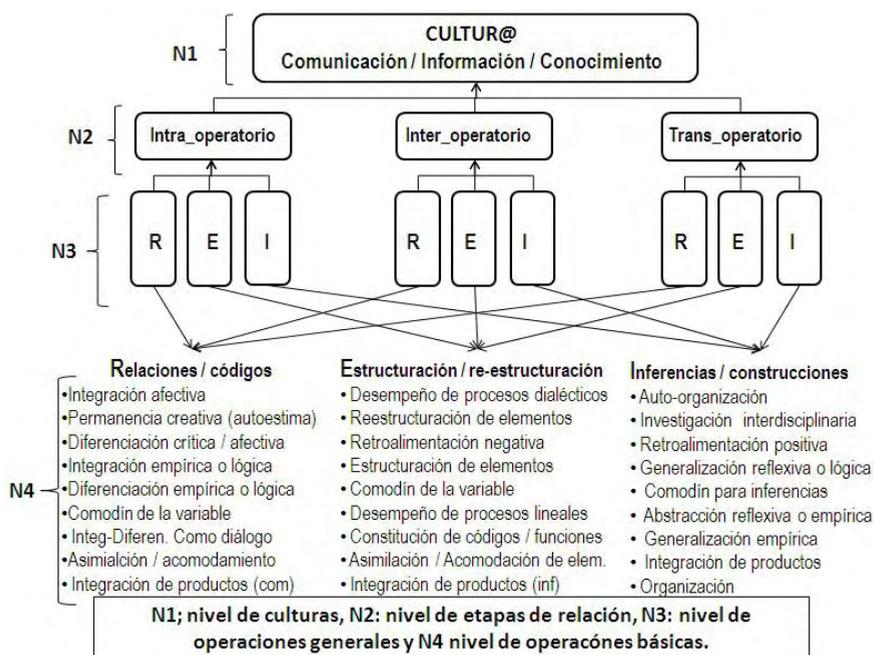
Pero también la información documental puede ser muy heterogénea. Tal es el caso del análisis de una Política cultural de un grupo de universidades en que el problema práctico se plantea en términos de cómo analizar —cuantificar y medir cualidades—, de legislaciones universitarias y el espacio del ámbito cultural, planes de trabajo y perfiles de los directivos responsables de dicha cultura, así como la distribución de recursos. La orientación para el análisis de esta información es muy precisa y específica, ya que viene de un nivel de observación de un Gestor cultural especializado que sabe perfectamente —pero casi nunca se hace— cuáles son los atributos e infor-

	0.5TB	Transparencia como Disposición básica
1	1	Máxima disposición para ofrecer información de la
2	0.9	Máxima disposición para facilitar información de la
3	0.8	Disposición para ofrecer información de la fundación
4	0.7	Disposición para facilitar información de la fundación
5	0.5	Caso no cubierto
6	0.5	Mala disposición para ofrecer información de la
7	0.4	Mala disposición para facilitar información de la
8	0.1	Nula disposición para ofrecer información de la
9	0.1	Nula disposición para facilitar información de la
	OB	Organización básica
1	1	Máxima disposición para hacer comprensible la
2	1	Máxima disposición para organizar la información
3	1	Sin dificultades operativas por exceso de información
4	0.8	Disposición para hacer comprensible la información
5	0.5	Caso no cubierto
6	0.7	Disposición para organizar la información
7	0.5	Con dificultades operativas por exceso de información
8	0.3	Mala disposición para hacer comprensible la información
9	0.3	Mala disposición para organizar la información
	IB	Información básica
1	1	Buena disposición para definir claramente los objetivos de la fundación
2	0.9	Disposición para definir claramente los objetivos de la fundación
3	1	importancia de tener estándares
4	0.6	Reconocimiento dela falra de estándares
5	0.5	Caso no cubierto
6	1	Reconocimiento de que la información sobe transparencia debe ser discreta
7	0.5	Falta de reconocimiento de que la información sobre transparencia debe ser discreta
8	1	Reconocimiento de que la información debe ser imparcial ante las solicitudes de información
9	0.5	Falta de reconocimiento de que la información debe ser imparcial ante las solicitudes de información

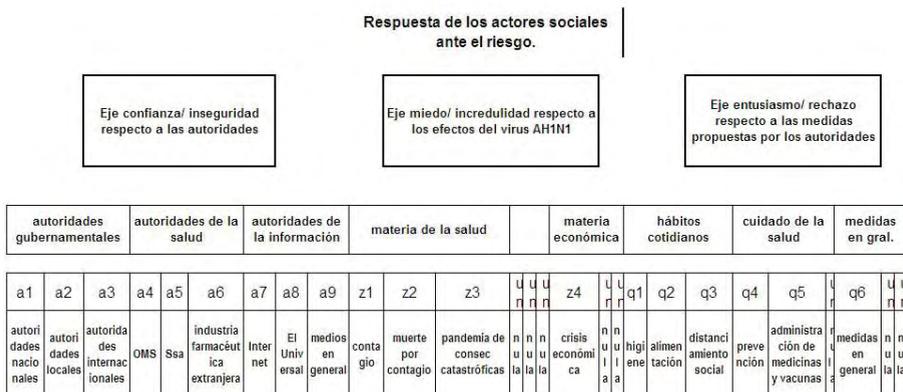
**Figura 9.22** Funciones de interfase derivadas del análisis directo del contenido del prototexto sobre transparencia en instituciones

maciones que realmente inciden en una política cultural y que en este caso tiene, además, los matices de un ámbito universitario. En la figura 9.26 apreciamos cómo se integran estos conceptos y cómo en cada subsistema se integraran nuevos subsistema para abarcar los aspectos fundamentales de dicho análisis.

53. El análisis derivado de la integración de técnicas implica de un nuevo factor de valoración de las técnicas. Es semejante a los factores considerados en las funciones de interfase y de integración. En este caso el reto consiste en dar mayor o menor significado a una técnica, con respecto a otra, que tiene mayor o menor nivel de profundidad



**Figura 9.23** Esquema categórico para el análisis de representaciones y prácticas científicas en grupos de investigación.



**Figura 9.24** Esquema categórico para el análisis de representaciones y prácticas sociales derivadas de la opinión pública sobre el riesgo de un virus.

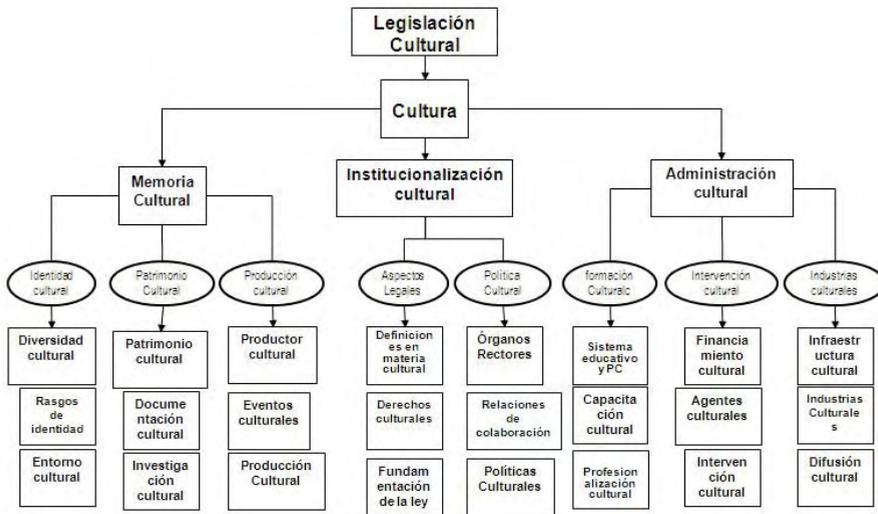


Figura 9.25 Esquema categórico para el análisis de legislaciones culturales.

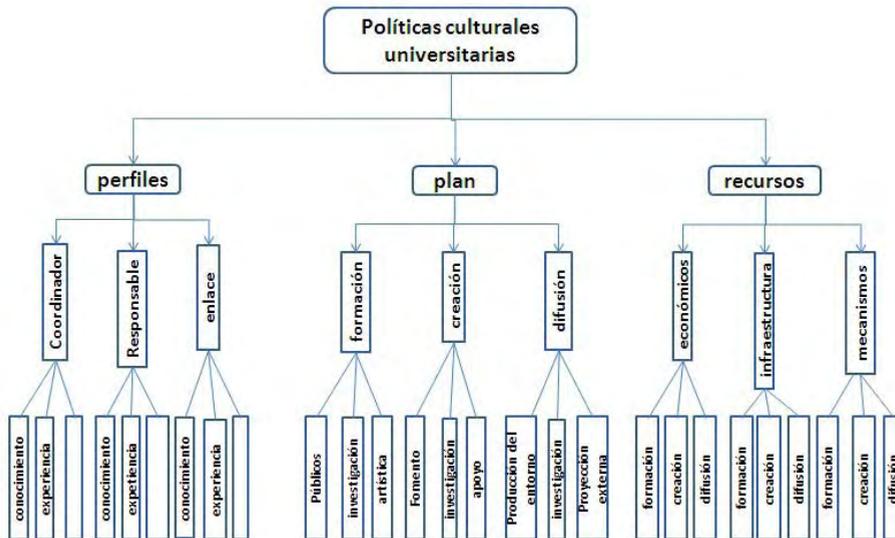
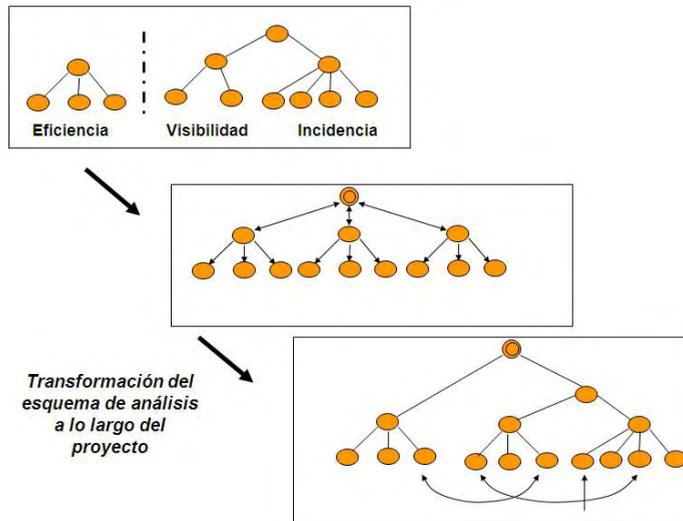


Figura 9.26 Esquema categórico para el análisis de política cultura en legislaciones de los estados de México.

en la información, o de vigencia de sus resultados. La misma técnica, aplicada a un año de diferencia, permite definir dos niveles de significado entre ellas, si a la más reciente le asignamos un valor de uno, la primera debe ser menor. ¿Cuánto menos? si no disponemos de más referencias que la nuestra, entonces la experiencia y responsabilidad de quien emite el juicio, da algún fundamento al valor de 0.7 o de 0.4. Si esa misma pregunta la hacemos a un grupo de investigadores o de expertos, veremos por el consenso nuevos límites, y una tercera valoración los acotará aún más.

De igual manera se puede hacer para valorar la integración de dos o más técnicas, si la primera tiene menos peso, al factor de sus variables, derivado de la función de interfase, lo multiplicamos por un nuevo factor que le disminuye su presencia o nivel de significado al integrarse a variables de otras técnicas. Los criterios de correspondencia pueden ser derivados de un solo criterio, o de dos o más. En el sistema SiAs se considera una tabla que toma en cuenta dos dimensiones: *el tipo de técnica*, cada una matizada en 3 niveles de calidad (“entrevista superficial”, “entrevista media”, “entrevista a profundidad” y un nuevo subnivel de “bien realizada”, “regularmente realizada” o “mal realizada”) y en la otra dimensión, *una escala temporal de vigencia*, por ejemplo: realizada hace dos semanas, hace cuatro semanas, de 6 a 10 semanas, de 6 meses a 12 meses, de uno a dos, tres años. La combinación de estos matices puede generar una distinción de al menos cien matices.

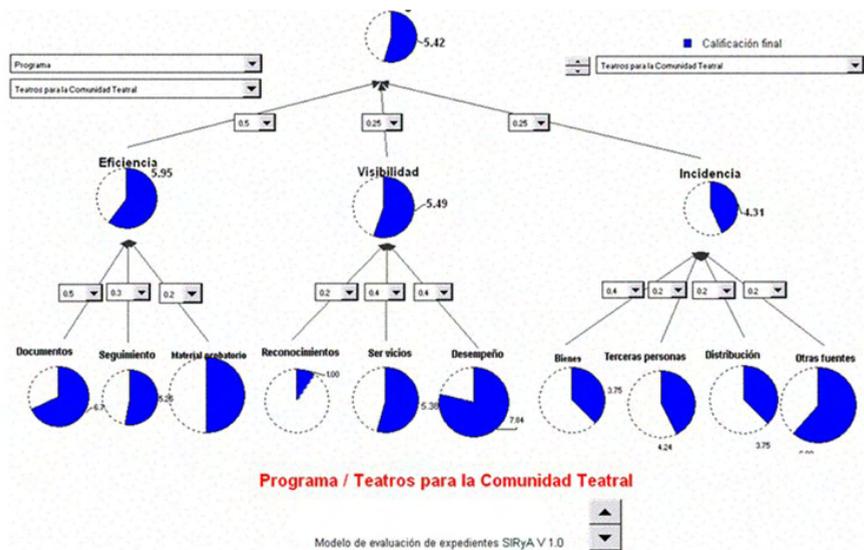
54. El proyecto de expedientes complejos con información sobre la trayectoria de creadores e intérpretes de un país, se llevó a cabo con un equipo de 20 personas, 10 técnicos y 10 investigadores de diferente especialidad (en cultura, en artes, en sociología y en sistemas). El problema se planteó en términos de conocer la eficiencia y el impacto de un programa de apoyo a creadores e intérpretes en todas las disciplinas artísticas. La unidad de observación fue el conjunto de expedientes y se distinguieron dos tipos de informaciones, las vinculadas a la relación administrativa con la institución y los informes sobre las actividades de los apoyados. El primer grupo de variables correspondió a un análisis más cuantitativo, en la medida en que el tipo de propiedades fue más de superficie, de información que debería estar explícita en los documentos: datos generales de la persona, y de los informes hacia la institución. La macrocategoría que las integró fue la de eficiencia institucional. El segundo tipo de datos



**Figura 9.27** Transformación de estructuras de la función de integración y en la relación de la macrocategoría del sistema.

fue mucho más cualitativo e implícito entre los documentos: cumplimiento de objetivos contraídos, nivel de impacto con terceras personas, con otros proyectos, con el público y reconocimientos en general. Las macrocategorías fueron las de visibilidad e incidencia del programa a lo largo del tiempo. La estructura del sistema fue mucho más específica para las necesidades del proyecto. El nivel de adaptabilidad fue grande, dada la complejidad que fue presentándose conforme se fueron conociendo las múltiples formas de expedientes para cada tipo de programa y disciplina. Por ello, la transformación de estructuras mostrada en la figura 9.27, y el esquema categórico y una de las formas de representación de los resultados del sistema mostrados en la figura 9.28.

55. Otra forma de integración de técnicas se presenta al requerir evaluar un conjunto de respuestas cerradas y/o abiertas dentro de grupos de unidades de observación con características diferentes. Es el caso del problema que se plantea ante la necesidad de establecer un plan de estudios de educación musical individualizado de nivel superior. En este caso las características para cada uno de los 8 semestres, son diferentes. Para ello se diseñó una encuesta semi-abierta de tipo general



**Figura 28.** Esquema categórico de expedientes de apoyo sobre la creación e interpretación artística.

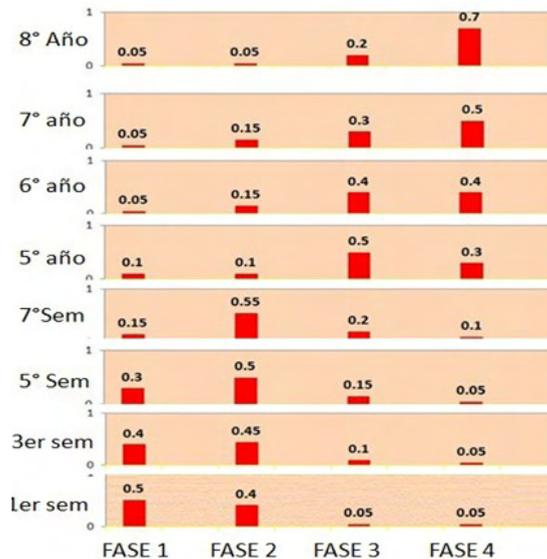
y de ella se obtuvo un material empírico que diferencia ocho casos (uno por cada semestre del plan) para cada una de las cuatro fases de todo el programa de estudios. Esto equivale a llevar a cabo el análisis de 28 distintas situaciones, cada una con sus propios matices y significados.

A partir de la información en los cuestionarios, el sistema dio especial atención a la respuesta lo más idónea posible para cada alumno, ya que se siguió usando para actualizar el estado y desarrollo de cada uno. En la figura 9.29 se muestra la tabla de una función de interfase en la que el campo de comentario se usa de manera significativa. Con ello, el sistema genera un documento individualizado para cada alumno. En la figura 9.30 se muestra el perfil de factores de ponderación entre variables para cada nivel del plan de estudios.

56. El reto mayor en la integración de técnicas de investigación consiste en la conjugación de dos o más técnicas de primero y segundo orden. La estrategia general es la de transformar la información de las técnicas de primer orden, en información con más matices y distintas formas de valoración. Esta transformación debe tomar en cuenta la homologación de categorías con el propósito de contar con un es-

5	L5	v3	Formas de aprendizaje de una pieza recomendación
id	fc	descripción	recomendación
1	1	Utilizas la forma de estructuras en el aprendizaje de una pieza	Felicidades por utilizar la forma de estructuras para el aprendizaje de una pieza ya que éstas son una base muy firme para ubicarte en la partitura
2	0.8	Utilizas la forma por notas, renglones y páginas en el aprendizaje de una pieza	Es bueno aprender una pieza por notas, renglones y páginas; sin embargo es recomendable buscar también las estructuras que las contienen.
3	0.7		
4	0.6	Utilizas la forma por notas y renglones en el aprendizaje de una pieza	Es bueno aprender una pieza por notas y renglones en el aprendizaje de las piezas; sin embargo es recomendable que busques también sus estructuras.
5	0.5	Utilizas otras formas	
6	0.4	Utilizas la forma por número de compases en el aprendizaje de una pieza	Es muy común que aprendas unas piezas por notas; sin embargo es recomendable que busques sus estructuras.
7	0.3	Utilizas la forma por notas en el aprendizaje de una pieza	Es muy común que aprendas una pieza por notas; sin embargo es recomendable que busques también sus estructuras.
8	0.2		
9	0	No tienes una forma definida en el aprendizaje de una pieza	Es necesario que hagas un gran esfuerzo para utilizar formas para el aprendizaje de una pieza, te recomendamos que consideres las estructuras.

**Figura 9.29** Función de interfase de una variable para el análisis de las expectativas en un nuevo plan de estudios musicales.



**Figura 9.30** Perfil de valoraciones de integración de variables para las cuatro fases en el análisis de las expectativas en un nuevo plan de estudios musicales.

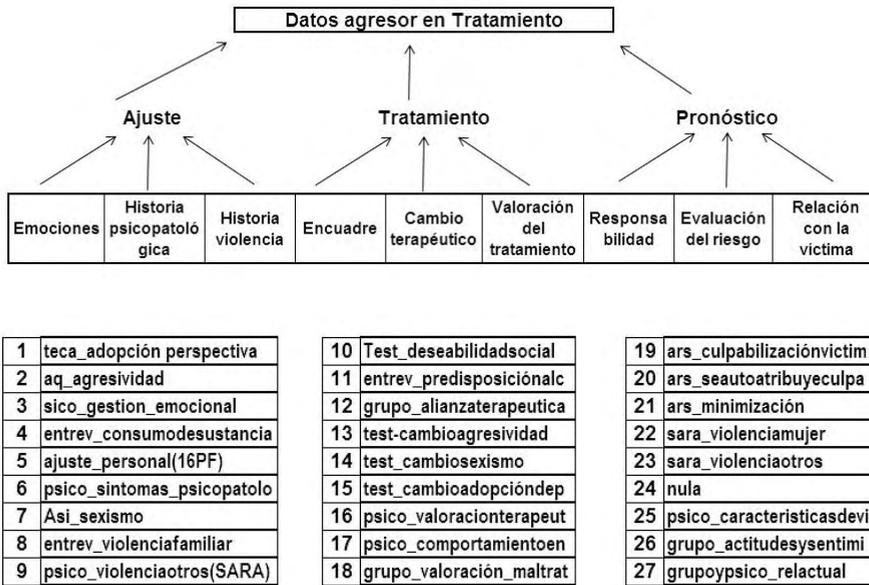
quema categórico general. Este es el reto central de quien diseña estos planes, e implica un nivel de abstracción mayor, para reconocer los elementos comunes entre las técnicas musicales. Su orientación y propósitos deben reconfigurarse en lo posible hacia los objetivos integrados. Es pertinente dejar variables afuera y sólo considerar las que ofrezcan mayor consistencia. La pérdida de sentido de una técnica y su baja incidencia en el contexto integrado, valida su omisión.

Tal es el caso del proyecto que integra técnicas de pruebas psicológicas aplicadas a un grupo de hombres violentos con su pareja, que han sido reportados y están dispuestos a llevar a cabo prácticas y pláticas durante un período para disminuir el plazo de castigo. El proyecto está integrado por 6 investigadores y toma en cuenta un conjunto de entrevistas y diagnósticos derivados de diferentes observadores y participantes del proyecto (sicólogos, médicos, abogados, terapeutas y sociólogos). También se dispone de varias sesiones de grupo con el propósito de enriquecer el componente cualitativo.

En la figura 9.31 está la identificación de las macrocategorías y temas relacionados con las técnicas que se aplicaron y que deberían analizarse por separado. Todas ellas son encuestas con diferentes tipos de variables y códigos.

Organización de Categorías y subcategorías asociadas a técnicas específicas para cada caso					
	<b>Empatía</b>		<b>Tratamiento</b>		<b>Riesgo</b>
1	Agresividad	9	Enquadre de tratamiento	19	Valoración del riesgo
2	IRA	10	deseabilidad social	20	Mujer y uso de la violencia
3	Machismo	11	Minimización y responsabilidad	21	Predisposición violenta
4	Personalidad	12	Resultado del tratamiento/ posibilidad de	22	Visión actual de la víctima
5	Estilo derespuesta	13	Pronóstico	23	Expectativas del futuro
6	Consumo de sustancias	14	Conciencia de cambio		
7	Presencia de psicopatología	15	Visión positiva lucha VG		
8	Historia de violencia	16	Asunción de responsabilidad		
		17	Cambio estructuras de género		
		18	Características de la relación con la víctima		

**Figura 9.31** Relación de categorías asociadas a técnicas aplicadas al caso de maltrato de mujeres.



**Figura 9.32** Variables del esquema de valoración final.

Presentamos el esquema general categórico —figura 9.32 superior— y la tabla con la relación de variables —parte inferior—. Cada variable en realidad es una meta variable que está relacionada con una técnica.

También presentamos una lista de dos tablas en la figura 9.33, para las funciones de interfase relacionadas al mismo proyecto. Se puede observar la reducción que ha tenido cada técnica para ser integrada en un esquema que ofrece nuevas posibilidades de reflexión y un diagnóstico mucho más personalizado, además de las representaciones globales o de grupos de personas. La tercera columna corresponde a las respuestas que originalmente se generaron con el apoyo del sistema EPIR y que más adelante fueron depuradas por el investigador. Esta información es la que usa el sistema en sus representaciones textuales. A partir de la experiencia reflexiva del investigador que la elaboró con el apoyo del sistema EPIR, será posible más adelante reflexionar sobre el proceso epistemológico que llevó a cabo el investigador y transformarlo como un nuevo algoritmo del sistema para generar mejores enunciados.

	<b>Psicosíntomas patológicos</b>	
1.00	No presenta sintomatología y nunca ha informado haber estado en tratamiento psicológico	El tratamiento se enfocará exclusivamente en el componente psicoeducativo
0.90	Presenta sintomatología leve y refiere haber estado en tratamiento psicológico	El tratamiento se enfocará en el componente psicoeducativo y se monitorizará la influencia de la sintomatología leve en la intervención
0.80	Presenta sintomatología leve sin tratamiento	El tratamiento se enfocará en el componente psicoeducativo y se monitorizará la influencia de la sintomatología leve en la intervención
0.70	Presenta sintomatología moderada	Además del componente psicoeducativo, el tratamiento terapéutico atenderá a la sintomatología presentada
0.60	Sintomatología intensa con tratamiento	El tratamiento terapéutico atenderá específicamente a la sintomatología presentada, se recomienda intervención individual concreta ya sea dentro o fuera de la terapia de reeducación de agresores de género.
0.40	Sintomatología intensa sin tratamiento	El tratamiento terapéutico atenderá específicamente a la sintomatología presentada, se recomienda derivación al centro de salud de referencia para valoración tratamiento farmacológico
0.30	Sintomatología intensa sin tratamiento y negación del problema	El tratamiento terapéutico atenderá específicamente a la sintomatología presentada, se recomienda derivación al centro de salud de referencia para valoración tratamiento farmacológico. Previamente será necesario un trabajo de aceptación del problema.
0.15	Sintomatología grave sin tratamiento	El tratamiento terapéutico atenderá específicamente a la sintomatología presentada, se recomienda derivación al centro de salud de referencia para valoración tratamiento farmacológico
0.00	Sintomatología grave sin tratamiento y negación del problema	El tratamiento terapéutico atenderá específicamente a la sintomatología presentada, se recomienda derivación al centro de salud de referencia para valoración tratamiento farmacológico. Previamente será necesario un trabajo de aceptación del problema.

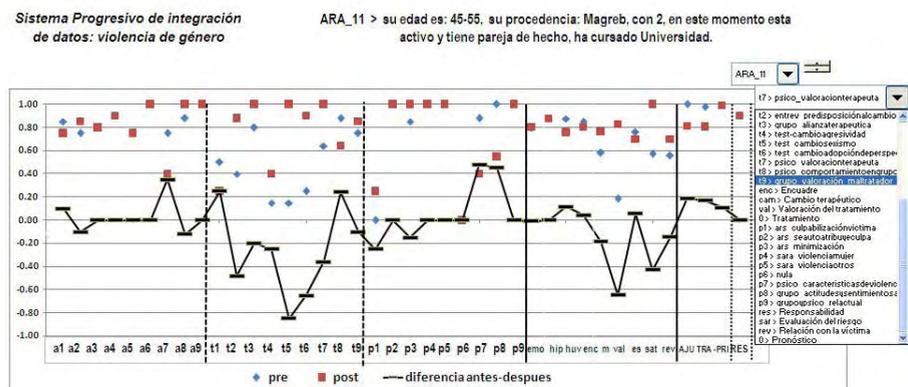
	<b>Alianza terapéutica</b>	
1.00	El sujeto manifiesta haberse encontrado muy motivado, satisfecho y con una buena relación con la terapeuta en el transcurso de la terapia	Valorar su veracidad relacionándolo con su influencia en otras variables. Averiguar qué aspectos han promovido esta reflexión positiva. Reforzar la parte del sujeto que ha facilitado el buen encuadre.
0.90	El sujeto manifiesta haberse encontrado motivado en el transcurso de la terapia	Valorar su veracidad relacionándolo con su influencia en otras variables. Averiguar qué aspectos han promovido esta reflexión positiva. Reforzar la parte del sujeto que ha facilitado el buen encuadre.
0.80	El sujeto manifiesta haber tenido una buena relación con la terapeuta en el transcurso de la terapia	Valorar su veracidad relacionándolo con su influencia en otras variables. Averiguar qué aspectos han promovido esta reflexión positiva. Reforzar la parte del sujeto que ha facilitado el buen encuadre.

**Figura 9.33** Tablas de las funciones de interfase del problema sobre maltrato de mujeres.

0.55	El sujeto realiza algún tipo de manifestación de indiferencia o negativa hacia la terapeuta	Valorar su influencia en otras variables. Averiguar qué aspectos han promovido estas resistencias al tratamiento. Confrontar al sujeto con su parte de responsabilidad en este resultado poco satisfactorio. Preguntar por los aspectos que le hubieran ayudado a extraer un mayor aprovechamiento de la intervención.
0.50		Para caso no considerado
0.40	El sujeto manifiesta haberse sentido poco motivado durante la terapia	Valorar su influencia en otras variables. Averiguar qué aspectos han promovido estas resistencias al tratamiento. Confrontar al sujeto con su parte de responsabilidad en este resultado poco satisfactorio. Preguntar por los aspectos que le hubieran ayudado a extraer una mayor aprovechamiento de la intervención.
0.25	El sujeto reconoce haber tenido algún comportamiento negativo hacia los compañeros o hacia la terapeuta	Valorar su influencia en otras variables. Averiguar qué aspectos han promovido estas resistencias al tratamiento y reforzar la aceptación de sus dificultades. Preguntar por los aspectos que le hubieran ayudado a extraer una mayor aprovechamiento de la intervención.
0.15	El sujeto manifiesta haberse sentido juzgado por los compañeros o por la terapeuta	Valorar su influencia en otras variables. Preguntar por los aspectos que le hubieran ayudado a extraer una mayor aprovechamiento de la intervención. Averiguar hasta qué punto esta sensación se repite en su vida diaria y si esto le supone un problema. Confrontar al sujeto con su parte de responsabilidad en este resultado poco satisfactorio.
0.00	El sujeto rechaza la terapia	Se le invita a abandonar el programa habiendo sido informado de las consecuencias derivadas de su rechazo, y se da parte al juzgado correspondiente.

**Figura 9.33** (continúa)

Finalmente en la figura 9.34 presentamos una de las pantallas que muestra información sincrónica, diacrónica y de texto simultáneamente para cada individuo en el caso de maltrato a mujeres. Las líneas horizontales pequeñas dentro de la línea de perfil (primeras 3 zonas de izquierda a derecha), representan los valores de las variables —de hecho son valores que sintetizan una técnica. Para este individuo, los valores oscilan entre 1 y 3 para el primer grupo de variables, correspondientes a la categoría del nivel de “ajuste” de su personalidad. En la parte superior, las figuras de cuadrados y rombos, representan los valores de dos mediciones de las técnicas, una “pre” para antes de entrar al tratamiento —rombos— y la otra “post” para después de terminarlo —cuadrados. Si la diferencia entre el valor “pre” menos el “post” es positiva, se grafica la diferencia sobre la línea de cero. La distancia entre ellas muestra el nivel de transformación del individuo durante el período de tratamiento. El perfil que se encuentra entre las líneas sólidas (zona cuarta), corresponde a los valores integrados de las variables, son categorías nuevas creadas por el equipo de investigación que agrupó técnicas desde una nueva perspectiva de análisis. Las rayas horizontales entre la línea sólida y



**Figura 9.34** Representación del comportamiento de una unidad de observación compleja con elementos de todo el esquema categórico y dentro de dos períodos de análisis en el diagnóstico de los maltratadores.

la primera punteada —zona 5— representan las tres macrocategorías de la figura 9.34, y la última línea horizontal en la sexta zona, es un estimado de la integración de todas las técnicas. Esta síntesis, que es un elemento importante para la toma de decisiones, no podría haber sido hecha sin el proceso y visión de conjunto que ofrece el sistema, que además, se fue adaptando —su estructura y códigos de valoración— poco a poco a la visión que configuró el mismo equipo de investigación, una visión imprevisible antes de usar el sistema. El cuadro de selección que se muestra es un apoyo al lector para recordar el significado de las variables y categorías. Arriba de este objeto, se encuentra el objeto selector de identificación de personas. Con este recurso el investigador puede ver de una sola mirada y en el tiempo que decida, el perfil de todos los individuos y con ello va conformando una nueva forma de percepción de lo que significa esta representación. En la figura no se aprecian colores, pero es posible cambiar los tonos del fondo o de los marcadores para indicar casos especiales.

Con esta aplicación concluimos este apartado del capítulo y presentamos a continuación una síntesis de los criterios para aplicar el modelo, una síntesis de la descripción de su estructura y partes como sistema de cómputo y una síntesis de la metodología en problemas de análisis social.

## 9.7 Síntesis y criterios prácticos para aplicar el SiAs

57. He dejado al final esta sección, porque el lector ya cuenta con todos los elementos, conceptuales y de aplicación del modelo, para comprender una síntesis que incluye el componente sistémico con más detalle. La descripción que haré del sistema es muy breve y condensada. Requiere de más espacio y detalle para su cabal comprensión, sin embargo el lector que haya seguido las descripciones del componente sistémico, no deberá tener dificultad en comprender cómo está estructurado y concebido el sistema. La versión que describimos es la más simplificada y condensada, pero tiene todos los elementos esenciales para generar los resultados que he descrito en este capítulo.

### *Disposiciones, deseos y necesidades*

58. Inicio esta sección con tres cualidades que debe tener el equipo de investigación que desea aplicar este modelo. Posteriormente hago la descripción sintética de la estructura del sistema y concluyo con la metodología práctica para su uso.

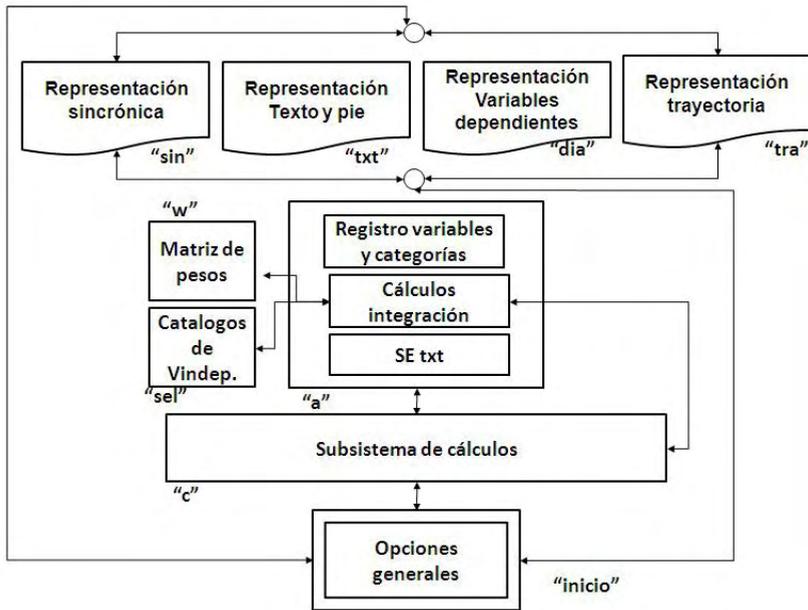
1. **Predisposición a un aprendizaje permanente en colaboración con un equipo de trabajo multidisciplinario.** Tal como hemos visto, el marco de trabajo para llevar a cabo investigaciones con el SiAs, es el de la Cibercultur@ (capítulo 8), que propicia el desarrollo de mayores grados de autodeterminación a través de la motivación y ejercicio de la inteligencia colectiva. Dada la relevancia del pensamiento sistémico, es fundamental que al menos uno de los miembros del equipo de trabajo maneje adecuadamente los recursos de hojas electrónicas y los demás miembros del equipo tengan disposición a usar la computadora como herramienta que potencia su inteligencia y reflexividad en torno al problema. El nivel de descentramiento de sus propias disciplinas hacia una zona de lenguajes comunes y el conjunto de inferencias derivadas de esta actividad llevará al grupo multidisciplinario a una actividad interdisciplinaria.
2. **Comprensión del enfoque metodológico del SiAs.** Esta segunda cualidad del equipo de investigación, le exige orientarse a la solución de problemas sociales prácticos, siempre catalizados y enriquecidos por preguntas inteligentes, desde niveles de obser-

vacación descentrados de la propia disciplina y atentos a los puntos ciegos personales y de los compañeros de trabajo. Esta disposición se potencia a partir de una actitud permanente de escucha a los interlocutores del problema, y mediante una exploración atenta y cautelosa del entorno. Con ello, es posible comprender la necesidad de una constante aproximación, a través de la estrategia heurística, hacia el mejor encuentro entre los elementos y relaciones del complejo empírico y el cognoscitivo, utilizando la perspectiva sistémica siempre aterrizada en la construcción de sistemas que potencien la reflexión sobre el problema.

- 3. Deseo de construir esquemas categóricos —como unidades de análisis—.** Es necesario que el equipo de investigación esté dispuesto a construir estos esquemas a partir de la realidad empírica que se investiga y del cuerpo teórico que le da sentido a las explicaciones requeridas por la toma de decisiones sobre el problema. Ello implica reconocer que los criterios establecidos sobre las formas de equilibrio social, deben recodificarse y replantearse de manera permanente, dado que los niveles de interacción social están en permanente transformación, dentro de una zona de inestabilidad que siempre podrá requerir de mucha más información local y global para aproximar la toma de decisiones orientadas a mejores rumbos posibles.

#### *Descripción de la estructura y actividades de procesamiento del SiAs*

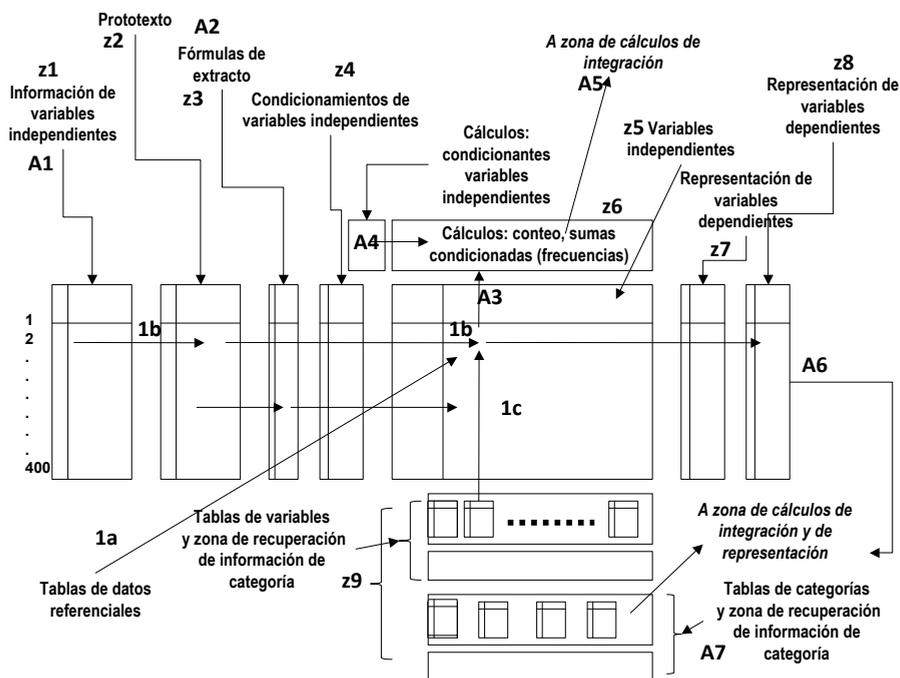
59. Antes de proceder a la secuencia, explicamos brevemente la estructura de la aplicación. En la figura 9.35 presentamos una síntesis de las partes —hojas en el lenguaje de las hojas electrónicas— del sistema. En dicha figura mostramos en la parte inferior la hoja “inicio” con la relación de opciones y partes de la aplicación. En orden ascendente en la gráfica, mostramos la hoja más complicada “c” de organización de las bases de datos y de una primera parte de los cálculos relacionados con las sumas parciales y condicionadas de factores de valoración, que describimos más adelante con detalle. La hoja “a” registra las siglas y nombres de variables y categorías, y lleva a cabo cálculos de integración, así como un pequeño algoritmo para generar enunciados asociados a la valoración de subcategorías y categorías. Requiere de la información de la hoja de pesos “w” y de los catálogos



**Figura 9.35** Módulos del sistema SiAs.

de opciones de las variables independientes “sel”. De esta hoja “a” y de la “c” de cálculos, se pueden generar los cuatro tipos de representaciones: de barras, puntos de trayectorias, pies y textos.

60. La estructura de la hoja “c” contiene esencialmente la organización de la base de datos, la base de conocimientos, y los cálculos de integración. Se presenta en la figura 9.36.
61. La hoja tiene nueve zonas ( $z_1, z_2, \dots, z_9$ ). La primera es para registrar la información de las variables independientes (tiene un espacio para 400 registros) que puede ser ampliada hasta la capacidad de memoria dinámica del equipo que la aplica. La zona 2 es para registrar prototextos, la zona 3 contiene fórmulas para extraer las selecciones que hace el investigador en los párrafos del prototexto. La zona 4 tiene un conjunto de fórmulas asociadas a la selección de los registros sujetos a condiciones en los cálculos (solamente mujeres, y hombres del período 2, etc.). La zona 5 tiene dos tipos de información, los índices de las variables dependientes para cada unidad de observación, esto es, los datos referenciales en técnicas cuantitativas, y las fórmulas que extraen los valores de los índices de las selecciones que



**Figura 9.36** Componentes de la hoja de cálculo de factores y organización de la base de datos y de conocimiento en el sistema SiAs.

hizo el investigador en el prototexto. Las fórmulas transforman la información de los índices de valoración en factores de valoración a partir de las tablas de las funciones de interfase que están en la zona 9. La zona 6 es de cálculos que toman en cuenta las condiciones establecidas por el usuario para contar los valores de los factores de valoración de los observables seleccionados. La zona 7 es un extracto de los valores de las variables independientes para ser graficadas en la hoja “día”, y la zona 8 también es un extracto de los valores seleccionados de las variables dependientes para su representación diacrónica en la hoja “día”. La zona 9, que se encuentra debajo de la zona 5 de variables dependientes, contiene la información de las tablas con las funciones de interfase.

62. El procedimiento de registro de información en esta hoja, así como de la secuencia de cálculos, es semejante, parte de la información de

la zona 1 (parte superior izquierda de la figura 9.36) y está representada por la actividad A1. Esta información es requerida por las tablas z4 y z7. La información del prototexto es procesada por la zona z3 mediante a la actividad A2, que lleva la información al punto b2. Simultáneamente, la actividad A3 conduce la información de la base de datos de conocimiento a la base de datos de observables en el punto “1b”. Este punto, al igual que el punto “1c”, es el punto de contacto entre el observable y la coordinación del sistema, es el encuentro entre el número y el significado, es el inicio de la construcción de las coordinaciones del sistema. A partir de esta transformación del índice de valoración al factor de valoración, se inicia el cálculo por medio de la actividad A3. Cuando son requeridos los condicionantes, opera la actividad A4, y los valores generados por A3 y A4 se transfieren a la hoja “a” (actividad A5). Cuando son requeridos los cálculos para las representaciones diacrónicas, se lleva a cabo la actividad A6 y cuando se requiere información que responde el sistema a partir de las tablas de las categorías, se lleva a cabo la actividad A7.

63. Con el marco epistémico y descripción de los componentes sistémicos, procedemos ahora a explicar la síntesis del marco metodológico:

### *Metodología práctica para el uso del sistema*

- I. Disponer de una versión en blanco del sistema “Sia\_lib\_xyz” con extensión de hoja electrónica. Cambiar las letras “xyz” por las del usuario del sistema. La estructura de la aplicación (subsistema de 9 variables y 4 categorías) que se muestra en esta sección, está referida a dicho sistema.
- II. Ir llenando en la hoja “a” —conforme se delimita el complejo empírico y se define el esquema categórico— la tabla de la figura 9.9 en la que se registran los nombres y siglas de identificación de las variables y categorías.
- III. Generar el espacio de percepción, integración y respuesta del sistema (EPIR), directamente escribiendo sobre las tablas que representan las funciones de interfase y las tablas que integran dicha información en las tablas de las categorías (zona 9 de hoja “c”), o de manera semiautomática, mediante el subsistema EPIR. La estructura se describe en las tablas de la figura 9.5.

- IV. Generar las tablas de las variables independientes (tabla izquierda en la figura 9.8) y registrarlas en la zona 1 de la figura 9.36. Incluir las opciones de estas variables en la hoja “sel”.
- V. Si la aplicación está basada en datos referenciales, introducirlos en la zona z1. Si la aplicación está basada en la selección de enunciados en prototextos, introducir el prototexto en la zona 2. Es muy conveniente ir introduciendo dato por dato y verificar que los cálculos sean correctos a través de su representación en gráficas de barras y/o en gráficas de trayectorias. Ir sintiendo cómo se va generando el significado de una variable y posteriormente el significado de la integración de dos variables para ver el surgimiento de la categoría, constituye una experiencia importante para la comprensión, y futura explicación, del proceso de construcción de significados. Esta experiencia equivale a simular un proceso de razonamiento epistemológico en el que constatamos que a partir de una evidencia empírica, el dato, y a partir de la disposición de un espacio de recepción de dicha evidencia, el campo, es posible que el contacto entre ellos, mediante la acción de introducir el dato en el campo, genera un flujo de información que desemboca en una primera coordinación del sistema, en una primera respuesta simple y directa como lo es el representarlo en la altura de una gráfica o el punto en un espacio.
- VI. Al ir introduciendo los datos, que los apreciamos como observables desde las funciones de interfase, vamos analizando el prototexto, o incorporando más registros referenciales. En el momento en que las representaciones empiecen a tomar un rumbo que no nos parece, debemos reflexionar y entonces corregir y actualizar aquello que no estuvo bien conceptualizado. Es conveniente analizar solamente el comportamiento de variables no integradas y confirmar que la operación del sistema es la correcta.
- VII. El proceso de aprendizaje inicia una nueva fase en el momento de poner en juego la integración de las variables. Para ello, es necesario registrar el juego de pesos iguales para la ponderación de variables y de categorías. Es conveniente probar la operación de los pesos introduciendo en todas las variables un valor máximo deseable de uno y verificar que la metacategoría genere un valor máximo deseable. Igualmente para el valor mínimo deseable en el sistema. En ese momento comprendemos cuáles son los límites

reales del sistema. En lo sucesivo, el análisis de las integraciones determinará si el sistema puede continuar registrando información tal y como está, o debe mejorarse.

- VIII. El proceso de ir prestando atención a la construcción de las representaciones a partir del registro de observables, concluye la puesta en marcha del sistema. Es importante corroborar que los primeros resultados generados por el sistema correspondan a las expectativas posibles y esperadas en ellos. Aunque es probable que no lo sea, que no se cumplan y los rumbos de los resultados que ofrece el sistema sean otros. Entonces será necesario hacer una reflexión mayor en el equipo de trabajo, a partir de la cual se deberán modificar los factores de valoración, los textos valorativos asociados, los factores de ponderación o la estructura de integración categórica, como los aspectos más importantes.
- IX. Imprimir en papel las representaciones que genera el sistema y sus textos generan, es una actividad esencial que permite tomar mayor distancia entre el investigador, su herramienta de trabajo y el problema mismo. Analizar los resultados fuera del contexto de la pantalla de computadora es significativo para una mejor reflexión de las potencialidades del sistema, que, recordemos, siempre es tan perfectible, como la capacidad de la inteligencia distribuida y emergente del equipo de investigación que lo construye y la comunicabilidad de los miembros del equipo respecto a aquel que actualiza la programación del sistema.

## 9.8 Simulador de momentos en el Espacio “EgC”

64. A partir de un mayor conocimiento de cómo es que el SiAs integra los observables y las coordinaciones del objeto dentro de las Coordinaciones del sistema, así como de la forma en que establece sus criterios de valoración, terminaremos este capítulo mostrando con mayor detalle los desafíos que enfrenta el modelo y la manera como se han resuelto. Para ello tenemos que recordar las características del Espacio de gradientes de lo complejo —EgC— que definimos en el capítulo sexto. Ahí establecimos una correspondencia entre el gradiente de homo-heterogeneidades propias de las unidades de observación del sistema SiAs, y los gradientes homo-heteroscedáseos, que refieren al nivel de conectividad entre los elementos del univer-

so de datos que analizamos. Señalamos en la figura 6.6 que la trayectoria que cubren las zonas “m”, “s” y “M” son las más factibles para el análisis sociológico, y que los retos más fuertes consisten en integrar heterogeneidades que presentan a su vez, irregularidades en el número de observables y de variables dependientes (6#28) en las unidades de observación, ya individuales, como grupo o totales. Procederemos a explicar casos de estudio significativos y el instrumento que nos permite generarlos, analizarlos y representarlos.

65. El conjunto de casos —cada uno manifestado en un tiempo “ti” secuencial, en la primera columna de la siguiente tabla 9.37—, representa condiciones y momentos específicos del EgC. Para cada caso se consideran tres valores asociados a tres variables o categorías (a, b y c).

Analizaremos cada caso y veremos sus implicaciones, especialmente las de valoración en la integración de variables —y que podrían ser categorías. En todos los casos se conocen todas las variables. Para simplificar la descripción, los valores corresponden a valoraciones de uno a cien, aunque más adelante se cambian de cero a uno. De esta manera, el primer valor de la variable “a” es 100 —equivalente al valor más deseado de dicha variable— y el segundo al valor de 50. En la figura (9.38) mostramos la pantalla principal del simulador que genera información sobre diferentes puntos en el espacio “EgC”.

66. Los componentes de la figura 9.38 son:
- El Banco de datos de la tabla sombreada en la parte inferior de la figura. (figura 9.38), donde sólo se muestran cinco de ellos.
  - La gráfica que representa las trayectorias de las tres variables (“a”, mediante rombos, “b” mediante cuadrados y “c” mediante triángulos) y la trayectoria de la categoría que las integra (“d” mediante cruces). Las tres variables se consideran heterogéneas, por ejemplo, punto de vista de un comportamiento de tres actores diferentes (como el caso de estudio de este capítulo), o tres variables que pertenecen a la zona “m” del “EgC”.
  - Transferencia de un registro de observables de la tabla sombreada a las celdas superiores en los tres recuadros. En la esquina superior izquierda de dicha tabla, se encuentra el objeto que selecciona el juego de datos.
  - Identificador del caso de estudio seleccionado (actualmente 2), y que permite transferir los valores numéricos de los factores de

	a		b		c
t1	100		100		100
t2	50		50		50
t3	20		50		50
t4	70		50		20
t5	90		10		50
t6	12		15		80
t7	100		100		100
t8	67		45		78
t9	70		40		78
t10	64		47		79
t11	65		47		85
t12	69		46		77
t13	15		90		15
t14	95		10		95
t15	64		42		76

Figura 9.37 Banco de datos con 15 unidades de observación que representan casos de estudio orientados a la integración de tres variables.

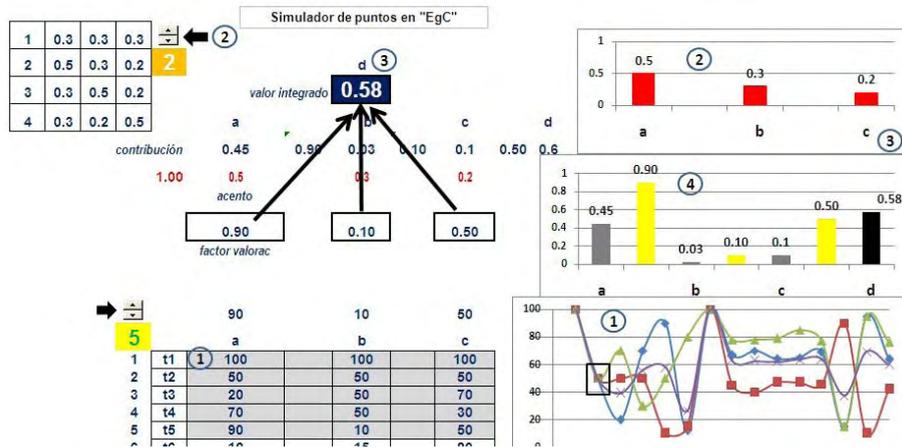


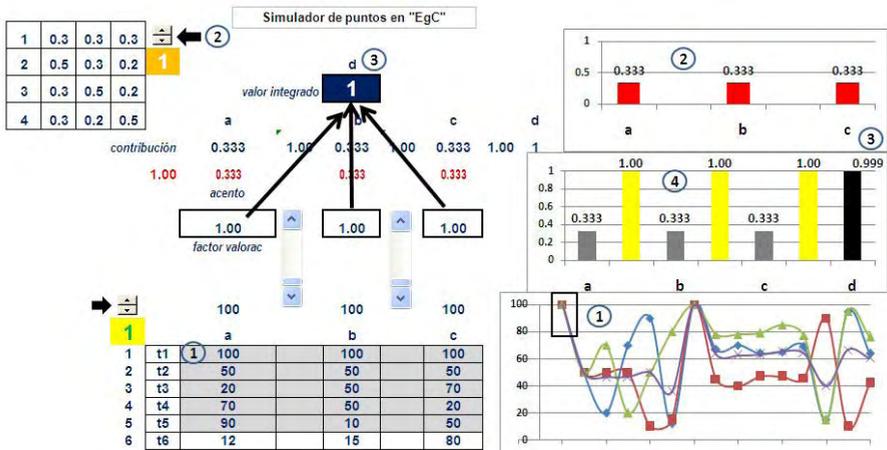
Figura 9.38 Pantalla del Simulador de puntos "EgC".

ponderación, contribuciones o acentos asociados de la tabla en la esquina superior izquierda de la figura a la celda asociada a cada variable. El selector que se encuentra en la esquina superior derecha de esta tabla (en 2), permite seleccionar alguna de las filas de la matriz.

- Celda que contiene la manera de integrar los valores de las variables dependientes a partir de la suma del producto del factor de valoración por el peso de ponderación de cada variable (con valor .58 de la categoría “d”).
  - El valor de la categoría (0.58) se representa en la última barra de la gráfica central. En esta gráfica también se representa la contribución de cada variable y el factor de valoración de cada una.
  - La representación gráfica de los pesos vigentes se muestra en la gráfica de barras superior. En la figura corresponde segundo modo de valoración.
  - En la gráfica inferior se muestran las trayectorias de todos los puntos de la tabla sombreada.
  - La graficación del tercer observable (t3) en la gráfica inferior, muestra los cuatro valores derivados de las variables y de su integración.
67. A continuación presentamos varios casos de los valores de las variables, su integración en una categoría y las representaciones de estos valores, para el caso de pesos de ponderación iguales.

Es importante que el lector vea el juego de valores y representaciones claramente para comprender qué tipo de distinciones es necesario explicitar para comprender los matices de una valoración que es heterogénea y que presenta manifestaciones de ambigüedad. El caso “t1” representa el valor más deseable de las tres variables (100) representado por un punto en la gráfica (1 en 9.39). Los pesos implicados son todos de 0.33 y están representados por 2 (en la misma figura). El resultado de la multiplicación de factores de valoración (todos de 1.0) por los pesos (0.33) da como resultado la última barra (3 en 9.39). Si el lector visualiza estos elementos de manera conjunta en dicha figura, podrá ir siguiendo los siguientes casos y apreciar las implicaciones en los valores numéricos, y en sus representaciones. Los cinco casos solamente están valorando a los observables.

Los casos “t1” y “t2” son para evidenciar las representaciones con valores más deseables (100) y medianamente aceptables (50) de las tres variables. El tamaño de las barras es el mismo. El caso “t3” per-



**Figura 9.39** Valores de variables, categoría y su representación (caso “t1”).

mite ver cómo tres valores diferentes generan un valor integrado (de 0.46). Los casos “t4” y “t5” permiten ver cómo diferentes valores de las variables llevan a un valor integrado igual (de .5). Este último caso es el reto central de las funciones de diferenciación de lo homogéneo del inciso 7.4. El caso “t4” tiene valores “70”, “50” y “20” y “t5” tiene valores “90”, “10” y “50”. En ambos casos, la ponderación es de 50, dado que las distancias entre 70-50 y 50-30 tienen la misma diferencia y si los pesos de ponderación son iguales, arrojan el mismo valor integrado. Pero esta situación se presenta en infinitos casos y el sistema tiene que diferenciarlos mediante un algoritmo que distinga el caso “t4” del “t5” (en figura 9.43) y a su vez, el “t3” del “t4” cuyos valores son semejantes. Este conjunto de casos del tipo “t1” y “t2”, que pueden ser ubicables en la zona “M” o incluso en la zona “A” del espacio “EgC”, contrasta con la dificultad de distinguir los casos “t4” y “t5”, cuyas relaciones numéricas —que tienen significados diferentes— no nos permiten diferenciarlos, y estarían en la zona “m” o incluso “F” de “EgC”.

Podemos apreciar en la gráfica de trayectorias cómo se mantienen constantes los valores de la categoría (distinguida por X) y cómo habría que distinguir las relaciones de interacción entre las variables a, b y c.

68. Ahora pasaremos a ver las implicaciones que tiene incluir un nuevo

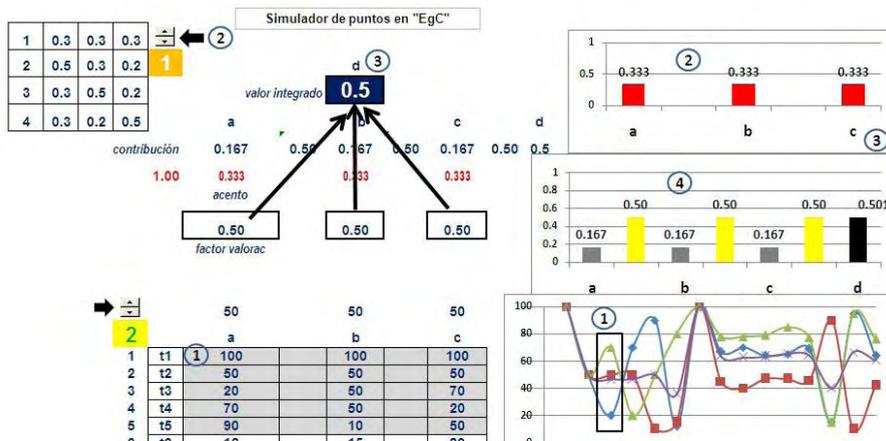


Figura 9.40 Valores de variables, categoría y su representación (caso “t2”).

nivel de valoración — desde un observador que toma en cuenta el contexto en el que se desenvuelven las variables a, b y c. Esta valoración es la que se vincula a los pesos de ponderación, que representan los acentos o el énfasis que es necesario dar a las variables, porque no significan lo mismo para diferentes observadores. Defender el carácter equitativo en los pesos de las variables depende de qué se esté

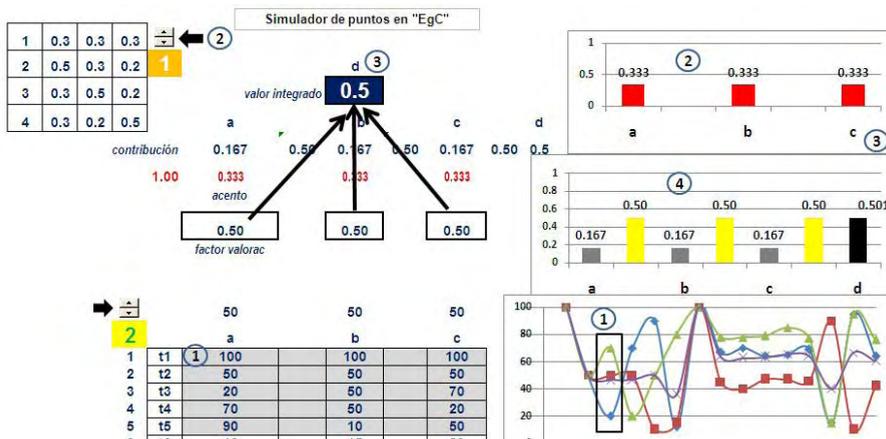
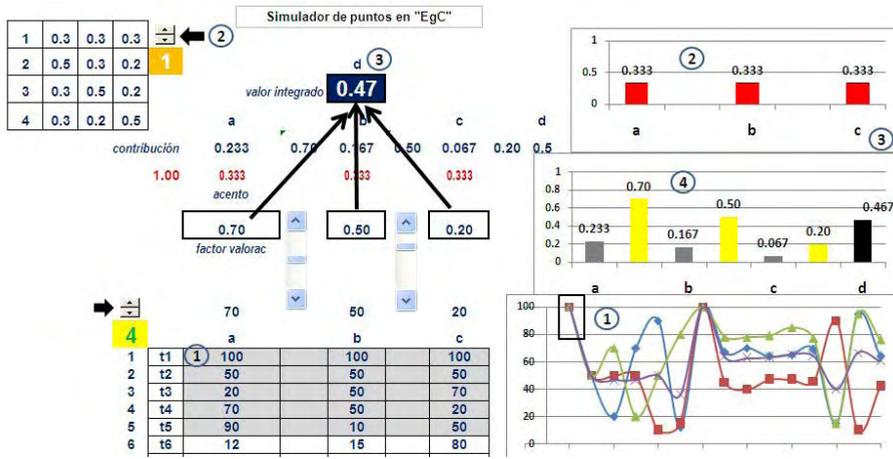
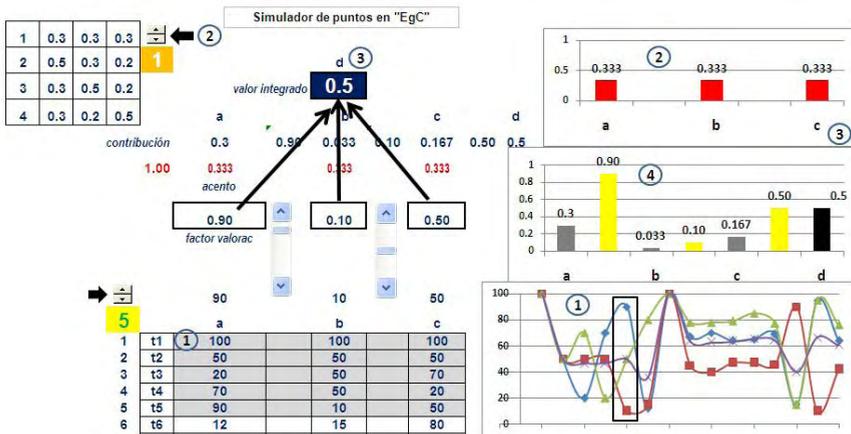


Figura 9.41 Valores de variables, categoría y su representación (caso “t3”).

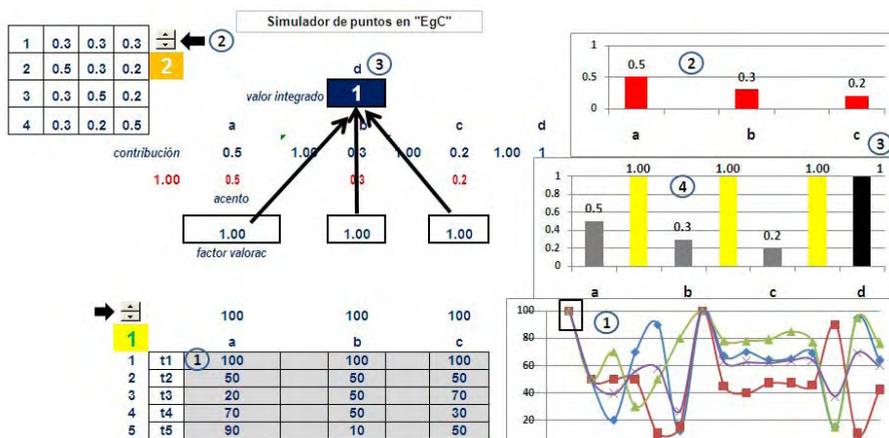


**Figura 9.42** Valores de variables, categoría y su representación (caso "t4").

integrando para reconocer su importancia. El caso que hemos visto en un ejemplo práctico es el de la relevancia que da el director o el alumno a las variables que él conoce y determina, a diferencia del peso que le da a las variables que no determina. Incluso el equipo de maestros no juzga de la misma manera las autoevaluaciones que las



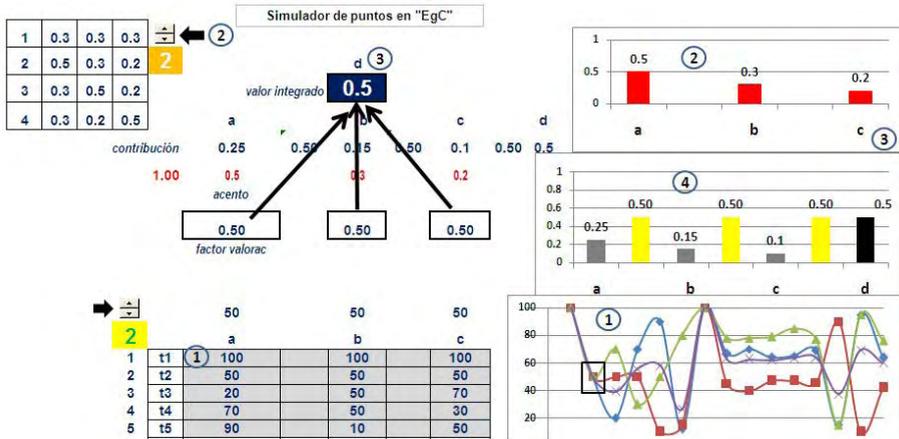
**Figura 9.43** Valores de variables, categoría y su representación (caso "t5").

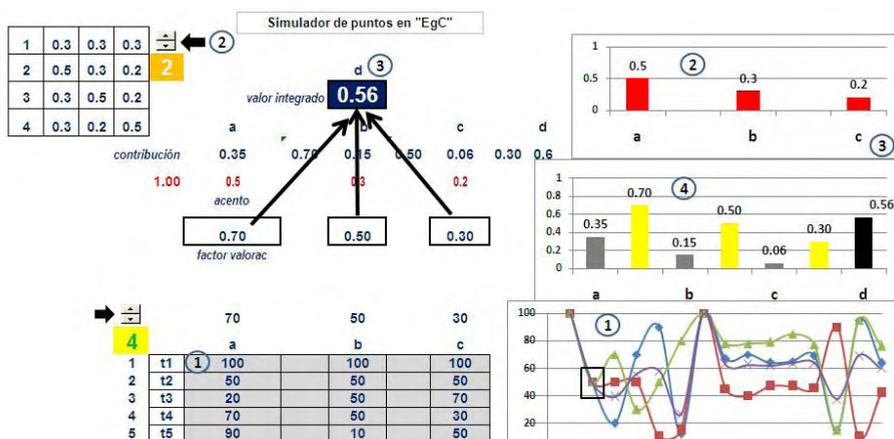


**Figura 9.44** Valores de variables, categoría y su representación para el caso “t1” con factores de ponderación diferentes.

asignaciones dadas por terceros. Esta necesidad y realidad en el significado de las variables, está considerada en los pesos y sus implicaciones son importantes para la valoración final de las categorías. Las figuras siguientes tienen el propósito de ver y “sentir” cómo varían los significados de variables y categorías al ser afectados por estos pesos.

69. En la figura 9.44 a mostramos cómo no se modifica el valor de la categoría (3 en la figura) aunque los pesos de ponderación sean diferentes (2 en la figura). El valor del caso “t1” se ha transferido a los recuadros de las variables. Por otro lado, en la figura 9.45 los valores de los factores de valoración son los mismos (50 o 0.5) y dado que los pesos son diferentes, los valores de contribución a la categoría son distintos (0.25, 0.15 y 0.1, que está en 4 de la figura 9.45).
70. Las no linealidades inician en la figura 9.46. En este caso los pesos de ponderación dan mayor relevancia a la variable “a” seguida de la “b” y de la “c”. Por otro lado, los valores de los factores de valoración —en este mismo caso “t3”— son “20”, “50” y “70” ó “0.2”, “0.5” y “0.7”. El resultado final invierte la relevancia de la variable “a” dada por los pesos a un valor “0.2” —en 4, segunda barra de la figura 9.46— mucho menor que la no relevancia de la variable “c” con un valor de

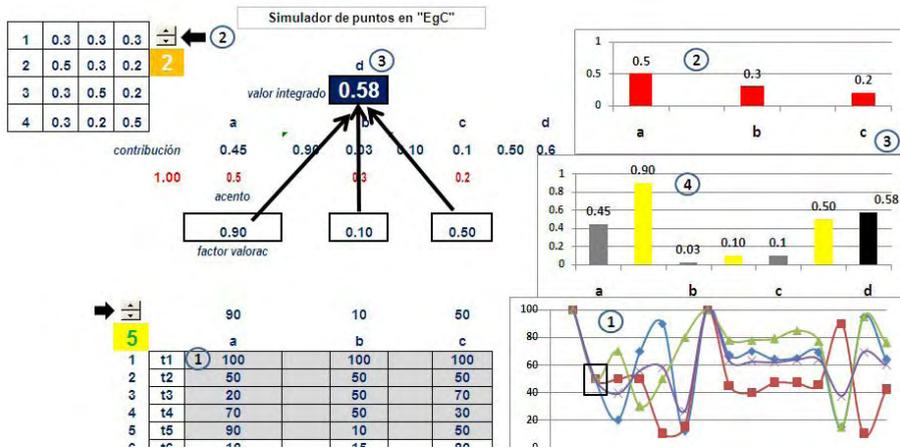




**Figura 9.47** Valores de variables, categoría y su representación para el caso “t4” con factores de ponderación diferentes.

“0.7”. En este caso, y desde el punto de vista epistemológico, es más significativo el nivel de observación de los observables del objeto que las coordinaciones del objeto, desde el punto de vista de las coordinaciones del sujeto. Para el caso de estudio, esto significa que la importancia que dio el director para dar mayor relevancia a su evaluación, es menos significativa que la evaluación que él le da a la auto-valoración de los alumnos. El caso “t4” en la figura 9.47, con el mismo juego de pesos pero con valores diferentes en los factores de valoración de las variables, arroja significados contrarios al caso anterior y de acuerdo a la perspectiva del director. Recordamos una vez más, que no se trata de “jugar con los pesos” para obtener los resultados deseados. Eso sería tan crítico, como eliminar casos faltantes en muestras o alterar el orden de selección sin justificación. La validez de los resultados implica una explicitación de los factores de valoración y de los pesos de ponderación y sus justificaciones, para mostrar los elementos de una argumentación derivada de dichos valores.

71. El caso “t5” en la figura 9.48, ya presenta otros valores, y otra lógica no lineal. Ahora resulta más significativa la variable “c” que la “b” y se confirma la relevancia de la variable “a”. Mediante estos casos podemos apreciar que son posibles las múltiples especificidades en torno a las zona “m y F” en el Espacio EgC, y que la generación de



**Figura 9.48** Valores de variables, categoría y su representación para el caso “t5” con factores de ponderación diferentes.

las valoraciones con los niveles en las funciones de interfase y de integración del modelo SiAs, permite generar situaciones significativamente identificables con las manifestaciones del espacio EgC.

### *Nuevas reflexiones*

72. Con base en lo anterior, la comprensión y explicación derivada de las posibilidades del Espacio de gradientes de lo Complejo —EgC— no debe confundirse con un espacio de graficación de valores numéricos generados aleatoriamente. La distinción entre manifestaciones posibles en ese espacio y trayectorias de puntos generados artificialmente en él, es significativa para la reflexión de lo que representan dichos puntos y trayectorias y sus posibilidades de modelado para ser simulados. Debemos distinguir *tres tipos de generación de informaciones*:

- a) La generación de valores numéricos a partir de un método matemático —como el método de Monte Carlo o las funciones de generación de números aleatorios en paquetes matemáticos— para generar números aleatorios asociados a observables o trayectorias de valores asociados a funciones de probabilidad.

- b) La generación de valores numéricos asociados a conceptos como factores de valoración y pesos de integración normalizados y asociados con adjetivos que determinan significados en las acciones —como lo hemos hecho en la última parte de este capítulo.
- c) La generación de valores numéricos asociados, generados durante el registro de datos que se construyen como observables y derivados de una interacción real con nuestro objeto de estudio.

En el primer caso, se lleva a cabo la construcción de una *inferencia derivada de una generalización matemática* (7 en figura 6.7). Esto equivale a la generación de un comportamiento social mediante un algoritmo matemático que implica una distancia muy grande entre el sujeto que usa el algoritmo y el comportamiento que genera. La vinculación con el objeto de estudio se da a través de las coordinaciones del objeto y esta relación tiene un nivel de materialidad muy bajo. De aquí que dichas distribuciones representen muy lejanamente los comportamientos que construyen. En el segundo caso, la generalización tiene una distancia menor porque los valores generados están contruidos a partir de una *inferencia por generalización completa*, que implica una relación con un nivel de materialidad mayor —menos distante— que en el caso anterior. Aquí, el proceso cognoscitivo va de la generación de un valor numérico que surge de conceptos de valoración y relaciones de implicación con relaciones causales, a la materialidad de las acciones implícitas en las coordinaciones del objeto, esto es, de un observable (6 en figura 6.7). En el tercer caso, que es el que parte de una generación de valores numéricos para ser dispuestos en el EgC o en las funciones de interfase y de integración, surge de relaciones causales entre los observables del sujeto y del objeto, y más adelante establecen relaciones con procesos *de inferencia por generalización extensiva* (5 en figura 6.7).

73. La reflexión anterior nos permite explicar por qué las simulaciones de valores generados mediante funciones de números aleatorios no reproducen los fenómenos en las zonas “s” y “m” del EgC, ya que el proceso de implantación y cultivo arroja en dicho espacio otras disposiciones y, consecuentemente, otras relaciones —entre ellos y con el sujeto cognoscente—, que son muy distintas y que no concuerdan con las relaciones que realmente tienen los objetos cognoscibles en su propio dominio. Esto nos compromete a analizar y procesar valores obtenidos por la experiencia de la interacción sujeto/objeto

que se configuren de manera distinta en la investigación interdisciplinaria y que, en consecuencia, sean modelados dinámicamente, esto es, tomado en cuenta las relaciones dialécticas entre los observables y las coordinaciones entre el sujeto cognoscente y el objeto cognoscible.

El caso de estudio presentado en este capítulo deriva del segundo tipo de generación de observables del objeto de estudio y los ejemplos posteriores derivan de inferencias del tercer tipo: generalizaciones extensivas.



---

## CONCLUSIONES



- i. En la primera parte hemos querido explicitar los retos que enfrenta el análisis de problemas sociales desde el trabajo de un equipo que se aplica en la investigación interdisciplinaria. Este equipo se orienta por la necesidad y deseo de resolver un problema práctico, asociado a interacciones, y la guía para llevar a cabo dicho reto son las preguntas al problema y la construcción de una unidad de análisis que a partir de su historia y de sus condiciones actuales, explique el porqué de dichas condiciones y las posibles rutas en sus expectativas a corto y mediano plazo.
- ii. Para enfrentarlo propusimos una conjugación de componentes cuantitativos y cualitativos, dentro de un escenario de continuidad en los procesos de comprensión y explicación de los fenómenos sociales, sin distinguir entre técnicas centradas en el número o técnicas centradas en la cualidad, sino entre técnicas orientadas al conocimiento de las propiedades externas, explícitas o extensivas de las unidades de observación, y técnicas orientadas a las propiedades internas, implícitas e intrínsecas a las unidades de observación.
- iii. Especial atención le dimos a la necesidad de concentrar nuestro nivel de observación en los procesos de transformación de los observables, debiendo reconocer la permanente actualización de la unidad de análisis que explica dichas transformaciones, derivadas de las irritaciones del entorno y de los deseos de cambio internos del sistema, es decir de la totalidad relativa social que representa.
- iv. Mostramos que la estrategia de construcción de esquemas categóricos orientados a las unidades de análisis siempre es heurística, dada la fuerte interdefinición y la naturaleza heterogénea de los elementos /relaciones y de las estructuras/procesos implicados en dichos problemas.
- v. Para ello configuramos un modelo adaptativo orientado al análisis de problemas prácticos a través de técnicas que permitan conocer los procesos de transformación. El modelo asume una permanente reconfiguración de sus criterios y estructuras y, principalmente, de

- sus códigos de valoración para comprender, interpretar y explicar consistentemente las transformaciones y expectativas del problema.
- vi. Pero este modelo debe convencer de su cimentación cognoscitiva, de la coherencia con su lenguaje y de la consistencia con el problema que comprende/explica. Para ello sintetizamos en el capítulo cuarto la teoría de las Equilibraciones propuesta por Piaget y su enriquecimiento por parte de García para aplicarla a más contextos sociales. A este cuerpo epistémico, acoplamos en el capítulo quinto, un pensamiento sistémico que reproduce las operaciones y procesos epistemológicos, pero además se materializa en un sistema de cómputo que funge como componente del equipo de investigación que lo construye y con el que co-evoluciona. Con ello pudimos formular en el capítulo sexto una propuesta de integración que permite descentrar a equipos de investigación y actores participantes de un proyecto interdisciplinario que enfrente lo complejo de un problema práctico. La investigación interdisciplinaria entendida bajo la convergencia de la Cibercultur@ permite encontrar nuevas vetas para salir del ciclo de reiteraciones —o ciegas recursividades— y el estancamiento al que puede estar asociado el problema. La estrategia se orienta —como asentamos en 4#70 —, a construir las relaciones *intra-inter* y/o *trans*-sistémicas que sean necesarias para encontrar nuevos horizontes en al desenredo del problema, en la re-equilibración que ofrezca un nuevo equilibrio, adaptado, acoplado e integrado con el entorno que haya decidido cohabitar.
- vii. En la tercera parte describimos el módulo adaptativo a partir del cual se construyen diversas modalidades de sistemas adaptativos, en el marco de una metodología que toma como disciplinas centrales el desarrollo de una cultura de información —el desarrollo de un pensamiento sistémico u organización matricial—, el desarrollo de una cultura de comunicación, que coordina acciones de afecto, escucha, flujo de informaciones, traducciones y consistencia de sentidos en significados, y el desarrollo de una cultura de conocimiento, cimentada en una Epistemología genética que diferencia e integra relaciones de relaciones para configurar procesos de inferencia en toda acción derivada de causalidades empíricas y lógico-matemáticas. Concluimos esta parte con un caso de estudio y un conjunto de aplicaciones que muestran diferentes maneras de construir funciones de interfase, de integración heterogénea y de diferenciación homogénea para establecer correspondencias entre las certezas del núme-

ro y de los significados, generar nuevos sentidos y representar los hallazgos encontrados en la configuración del problema, en la consistencia entre las preguntas planteadas y las respuestas propuestas.

Con base en lo anterior hemos propuesto una forma de aprendizaje para simular relaciones de alta interdefinición entre elementos heterogéneos con procesos con emergencias dentro de escalas multidimensionales, es decir, enfrentar nuevas formas de lo complejo. Dos conceptos contribuyen a la propuesta de modelado y simulación, la construcción de un Espacio de percepción, integración y respuesta del sistema —EPIR— y el marco de referencia de un Espacio de gradientes de lo Complejo —EgC— en donde podemos ubicar la naturaleza compleja de nuestros complejos empíricos. Estos espacios implican la concepción de procesos cognoscitivos vinculados a un gradiente de materialidades que tienen su correspondencia con un pensamiento sistémico y matricial operacionalizable en sistemas de cómputo bajo la forma de sistemas adaptativos para el análisis social, SiAs.

A partir de esta síntesis y de reflexiones derivadas a lo largo de los capítulos, considero que el camino por recorrer es largo y todavía es necesario desarrollar varios elementos que permitan fortalecer el modelo y, sobre todo, aplicarlos en más casos, a un nivel de teoría intermedia mertoniano, que contribuya a la configuración de equipos que realicen investigación interdisciplinaria. Los temas y las preguntas o cuestionamientos que prevemos para dar continuidad al desarrollo de este modelo, son los siguientes:

1. Mejorar los procedimientos de ayuda al investigador, para la construcción del espacio de percepción, integración y respuesta —EPIR— del sistema. Este tema nos introduce en el campo de la semiótica y enriquece la propuesta de continuidad entre los dominios psicológicos de lo simbólico y los dominios de la construcción social. De aquí que nos preguntemos ¿Cómo ir mas allá de una *cibersemiótica*, que participe en la construcción de una semiosis en el marco de los discursos de un sistema adaptativo como el SiAs?
2. Mejorar los algoritmos de los sistemas expertos que establecen “diferenciaciones de lo homogéneo” para dotar de mayores grados de auto-determinación al modelo. Actualmente los sistemas que implementan el modelo cubren 27 casos para distinguir comportamientos de categorías a partir de los resultados de tres subcategorías. Este nivel de reflexividad es aún prematura y puede enriquecerse median-

te reflexiones más específicas de las operaciones cognoscitivas en los procesos de abstracción y generalización piagetianos. ¿Pueden ser los algoritmos genéticos o la programación evolutiva, herramientas que se puedan orientar a las abstracciones empíricas y/o generalizaciones completivas piagetianas?

3. Incluir de manera paralela a la construcción del EPIR, procedimientos de las redes neuronales auto-organizadas para recuperar experiencias del sistema y llevar a cabo un nuevo nivel de inferencias que enriquezcan los algoritmos de las diferenciaciones de lo homogéneo. ¿Es posible construir espacios de fase de los problemas a partir del EPIR, que permitan conocer las zonas críticas donde el problema puede caer o salir de sus posibles equilibrios?
4. Los tres componentes mencionados, contribuyen a mejorar las funciones esenciales del modelo y ello permite desarrollar con mayores elementos la matriz de espacios de comportamiento del sistema –ya planteada en el modelo actual, como matriz de conducción– pero que requiere todavía de información que le permita proponer mejores soluciones ante el juego de observables que enfrenta el problema. ¿Es posible dotar al sistema de mayores grados de auto-organización, que operen de manera más independiente respecto a su relación con el equipo de investigación?
5. Inclusión del componente afectivo mediante el diseño de funciones –de comportamientos– que estén relacionadas con las funciones de interfase, con la matriz de atención del sistema y con el tratamiento de las trayectorias posibles en los observables en las representaciones diacrónicas. ¿Es posible modelar las heterogeneidades en los impulsos emocionales asociados a las acciones racionales y volitivas?, y quizá antes preguntarnos, ¿cómo registrar observables que tengan que ver con los comportamientos emocionales?
6. La estructura propuesta y algunas de las aplicaciones mostradas incluyen la integración de dos o más técnicas, sin embargo, este tema requiere de mayor atención sobre todo en el desarrollo de la matriz de factores de integración. Si bien ya está planteada e incorporada al modelo, es necesario tomar en cuenta más elementos para satisfacer todas las necesidades de actualización y cálculo de las técnicas implicadas.
7. Una segunda fase en el desarrollo del modelo adaptativo para SiAs consiste en simplificar lo más posible sus componentes para reintegrarlos dentro de un espacio artificial que permita simular agentes

con los grados de adaptabilidad e inteligencia del modelo reducido. Será necesario construir formas de interacción entre actores sociales que vayan más allá de una generación aleatoria de su ubicación y características de los agentes adaptativos, y de las disposiciones espaciales, que como condiciones de contexto o entorno de los sistemas adaptativos, sigan teniendo la misma función que tienen en el modelo actual, esto es, la de co-evolucionar con el sistema hacia nuevas formas de equilibrio.

El lector podrá imaginar que nuestro proyecto no tiene límites, y las preguntas no se agotan, que tenemos como modelo, no sólo las propuestas ya planteadas dentro de los escenarios de la simulación de fenómenos sociales, sino también aproximarnos a la forma de los comportamientos en la interacción humana entre grupos relativamente pequeños, porque la extrapolación y generalización es otro problema que todavía no nos planteamos a corto plazo. La aproximación en la que estamos —y ello lo tenemos claro: sólo estamos navegando dentro de un mar que tiene acercamientos asintóticos en algunas de sus orillas, aquellas cercanas a nuestra realidad social—, estará basada en la Epistemología genética y en un pensamiento sistémico en evolución, ya que las posibilidades de usar nuevos dispositivos y elementos que enriquezcan nuestro proyecto de investigación —centrado en el LabCOMplex y el CEIICH en la UNAM, abriendo puertas en España, Portugal, Brasil y Centroamérica—, está abierto a toda colaboración nueva, con la atención centrada en las formas de modificar nuestra manera de observar y de construir los mismos comportamientos que forman parte de los que reflexionamos. Haremos el mejor esfuerzo por seguir propiciando una investigación interdisciplinaria que se consolide en la red de Comunidades emergentes de conocimiento en el marco de la Cibercultur@, para propiciar mayores grados de auto-determinación y una mayor claridad hacia la salida de aquel círculo vicioso que planteamos en los capítulos primero y cuarto, y que limita marcos epistémicos e impide formular nuevas alternativas a los problemas actuales, para encontrar nuevas vetas y propuestas, en la actividad que hemos elegido para convivir socialmente.



1. **Figura 1.A** El capítulo 1 dentro del libro.
2. **Figura 1.B** Visión de conjunto del capítulo 1.
3. **Figura 1.1** Puntos de partida para ubicar los retos para una comprensión y explicación de un equipo multidisciplinario ante lo complejo en un problema práctico.
4. **Figura 1.2** Nivel de observación del complejo empírico y del equipo de investigación dentro del marco epistémico en el que se configura el problema práctico.
5. **Figura 1.3** Preguntas esenciales al problema (a), preguntas pertinentes (b), no pertinentes (c), preguntas a una pregunta esencial (d) y pregunta a dos o más preguntas esenciales ( e ). Red de preguntas al problema.
6. **Figura 1.4** Lo complejo como un entramado de preguntas a partir del cual se configura un esquema de análisis.
7. **Figura 1.5** Integración del complejo empírico con el complejo cognoscitivo dentro de una totalidad relativa sistematizable.
8. **Figura 1.6** Visión de conjunto de los componentes, como subsistemas, que integran la perspectiva sistémica de un equipo de investigación interdisciplinaria en torno a un problema práctico.
9. **Figura 2.A** El capítulo 2 dentro del libro.
10. **Figura 2.B** Visión de conjunto del capítulo 2.
11. **Figura 2.1** Síntesis del problema, preguntas, tipo de variables asociadas y resultados esperados para el escenario A del caso de estudio.
12. **Figura 2.2** Síntesis del problema, preguntas, tipo de variables asociadas y resultados esperados para el escenario B.
13. **Figura 2.3** Síntesis de las variables independientes.
14. **Figura 2.4:** Síntesis de las variables dependientes para el escenario A.

15. **Figura 2.5** Síntesis de las variables dependientes para el escenario B.
16. **Figura 2.6** Distribución de sexo y edades para un grupo encuestado.
17. **Figura 2.7** Frecuencia de edades registradas en la encuesta del escenario A.
18. **Figura 2.8** Distribución de la variable que registra la zona donde viven los alumnos y la variable que registra el tiempo que tardan en llegar a la escuela para el grupo Ga.
19. **Figura 2.9** Frecuencia de asistencia a clase y comportamiento en general para los tres grupos.
20. **Figura 2.10** Cruce de frecuencias de las variables de la zona donde viven los alumnos y el tiempo para llegar a la escuela del grupo Ga.
21. **Figura 2.11** Distribución de las calificaciones de matemáticas, del grupo Ga.
22. **Figura 2.12** Distribución de las calificaciones de la materia de español, grupo Ga.
23. **Figura 2.13** Distribución de las calificaciones de la materia de actividades creativas del grupo Ga.
24. **Figura 2.14** Distribución de las asistencias y del aprovechamiento del grupo Ga.
25. **Figura 2.15** Representación de la evaluación relativa del aprovechamiento y de la zona donde viven los alumnos.
26. **Figura 2.16** Representación de la evaluación relativa del comportamiento y del nivel de asistencia de los alumnos.
27. **Figura 2.17** Matriz de extractos de frases u oraciones para cada pregunta y para cada alumno representativo y matriz –abajo- de la lista de oraciones representativas y valorativas para cada pregunta, ambas para el escenario B.
28. **Figura 2.18** Ejemplo de extractos de frases u oraciones para la pregunta sobre las razones por inasistencias de alumnos representativos para el escenario B.
29. **Figura 2.19** Enunciados de Valoración normalizados y frecuencias para la pregunta sobre las inasistencias de los alumnos.
30. **Figura 2.20** Ejemplo de criterios de valoración normalizados para la pregunta sobre aprovechamiento en los tres grupos.
31. **Figura 3.A** El capítulo 3 dentro del libro.
32. **Figura 3.B** Visión de conjunto del capítulo 3.

33. **Figura 3.1** Síntesis de actividades y criterios para los escenarios A y B.
34. **Figura 3.2** Niveles de observación y retos en el escenario C.
35. **Figura 3.3** Marcos de referencia, secuencia de actividades y ciclos para una investigación orientada a problemas.
36. **Figura 3.4** Comparación entre las estrategias metodológicas de los escenarios A y B.
37. **Figura 3.5** Criterios para valorar la asistencia para el “escenario C”.
38. **Figura 3.6** Evaluación de los alumnos entrevistados de acuerdo al criterio integral del escenario C.
39. **Figura 4.A** El capítulo 4 dentro del libro.
40. **Figura 4.B** Visión de conjunto del capítulo 4.
41. **Figura 4.1** Visión de conjunto de los conceptos, operaciones y procesos en la teoría piagetiana.
42. **Figura 4.2** Visión de conjunto de los conceptos, operaciones y procesos en la teoría piagetiana.
43. **Figura 4.3** Modelo lógico de la organización en racimos estructurales neuronales.
44. **Figura 4.4** Esquema que muestra una visión de conjunto de las formas de interacción entre observables y coordinaciones.
45. **Figura 4.5** Ciclo entre observables y coordinaciones.
46. **Figura 4.6** Ámbito de las abstracciones y generalizaciones.
47. **Figura: 4.7** Visión de conjunto de los procesos cognoscitivos esenciales.
48. **Figura 4.8** Componentes de la Teoría de las Equilibraciones
49. **Figura: 4.9** Regulaciones y compensaciones.
50. **Figura: 4.10** Mapa de relaciones e inferencias entre los observables y las coordinaciones del objeto y el sujeto.
51. **Figura 5.A** El capítulo 5 dentro del libro.
52. **Figura 5.B** Visión de conjunto del capítulo 5.
53. **Figura 5.1** Representación de los componentes de una neurona artificial.
54. **Figura 5.2** Representación de los niveles de una RNA.
55. **Figura 5.3** Representación de los subsistemas: clausura operacional, acoplamiento estructural y auto-organización del sistema.
56. **Figura 5.4** Representación de las redes de la clausura operacional, del acoplamiento estructural y de la auto-organización del sistema

57. **Figura 5.5** Diagramas de flujo que indican los componentes básicos de la retroalimentación negativa y positiva.
58. **Figura 5.6** Síntesis de conceptos para un Pensamiento sistémico.
59. **Figura 6.A** El capítulo 6 dentro del libro.
60. **Figura 6.B** Visión de conjunto del capítulo 6.
61. **Figura 6.1** Racimos y flujo de materialidades entre observables y coordinaciones.
62. **Figura 6.2** Correspondencias entre la representación sistémica como organismo auto-organizado y como coordinaciones piagetianas del sujeto con el objeto.
63. **Figura 6.3** Correspondencias entre el modelo lógico y matemático de las redes neuronales artificiales y el modelo lógico de las correspondencias piagetianas.
64. **Figura 6.4** Correspondencia entre el modelo de correspondencias piagetiano y un diagrama de flujo generado por el pensamiento sistémico.
65. **Figura 6.5** Regulaciones y compensaciones.
66. **Figura 6.6** Espacio de gradientes de lo complejo, (EgC).
67. **Figura 6.7** Relaciones e inferencias entre coordinaciones y observables.
68. **Figura 7.A** El capítulo 7 dentro del libro.
69. **Figura 7.B** Visión de conjunto del capítulo 7.
70. **Figura 7.C** Del módulo adaptativo a la Totalidad relativa.
71. **Figura 7.1** Niveles del módulo básico del sistema adaptativo.
72. **Figura 7.2** Modelo físico del módulo adaptativo como objeto tecnológico dentro de la totalidad relativa.
73. **Figura 7.3** Elementos y relaciones del modelo físico del módulo adaptativo y su contexto.
74. **Figura 7.4** Elementos y relaciones del modelo físico del sistema adaptativo.
75. **Figura 7.5** Elementos y relaciones del modelo lógico del módulo adaptativo.
76. **Figura 7.6** Elementos y relaciones del modelo lógico del sistema adaptativo en el marco del proyecto de investigación.
77. **Figura 7.7** Visión de conjunto del modelo lógico del sistema adaptativo.
78. **Figura 7.8** Diagrama de bloques del modelo sistémico del sistema adaptativo.

79. **Figura 7.9** Operaciones básicas del modelo sistémico del módulo adaptativo.
80. **Figura 7.10** Barras selectoras de factores de valoración.
81. **Figura 7.11** Representación de comportamientos en las funciones de interfase.
82. **Figura 7.12** Tabla de factores y enunciados de valoración para una variable del sistema.
83. **Figura 7.13** Flujo de información y cálculos de la variable, su integración con otras variables y a su representación.
84. **Figura 7.14** Modelo de integración / concatenación entre variables y/o categorías.
85. **Figura 7.15** Tabla con la matriz de atención: nueve casos de valoración usados en el caso de estudio de esta sección.
86. **Figura 7.16** Representación de los niveles de habilitación de variables y categorías derivados de los modos de atención.
87. **Figura 7.17** Representación de los niveles de valoración en las funciones de interfase y de integración.
88. **Figura 7.18** Estructuración de subsistemas y sistemas a partir del módulo.
89. **Figura 7.19** Integración de subsistemas y permanencia de funciones de diferenciación e integración implícitas en el diagrama.
90. **Figura 7.20** Integración de sistemas dentro de sistemas más abarcales.
91. **Figura 7.21** Matrices asociadas a las funciones esenciales.
92. **Figura 7.22** Elementos de la base de datos del sistema adaptativo.
93. **Figura 7.23** Tabla de datos para técnicas de primer orden.
94. **Figura 7.24** Tabla de datos para técnicas de segundo orden (prototexto).
95. **Figura 7.25** Tabla de datos para variables independientes.
96. **Figura 7.26** Tablas de opciones para las variables independientes.
97. **Figura 7.27** Proceso de generación de una categoría a partir de tres variables.
98. **Figura 7.28** Visión de conjunto para la organización de matrices de variables y categorías.
99. **Figura 7.29** Proceso de generación de una categoría a partir de tres subcategorías.
100. **Figura 7.30** Espacio de Percepción, Integración y Respuesta (EPIR) del sistema.

101. **Figura: 7.31** Representación de las frecuencias normales y las significativas.
102. **Figura: 7.32** Representación de la contribución de cada variable y categorías en el proceso de integración / ponderación.
103. **Figura: 7.33** Representación de variables independientes.
104. **Figura: 7.34** Representación del comportamiento de alumnos desde la perspectiva de los maestros, durante el primer mes.
105. **Figura: 7.35** Representación de las valoraciones del módulo de asistencia y motivación a lo largo de tres períodos para el alumno Al\_1.
106. **Figura 7.36** Representación de la valoración mediante enunciados derivados de la base de datos de conocimiento. Caso para un alumno.
107. **Figura 8.A** El capítulo 8 dentro del libro.
108. **Figura 8.B** Visión de conjunto del capítulo 8.
109. **Figura 8.1** Vinculación de esquemas de capítulo 1, 2, 3, y 5 con el capítulo 8.
110. **Figura 8.2** Representación de la conjunción y conjugación de las disciplinas esenciales en la Cibercultur@.
111. **Figura 8.3a** Distinción y aproximación en los niveles de observación de tres disciplinas en torno a un problema práctico.
112. **Figura 8.3b** Encuentro –por descentramiento de los observadores- y reflexión sobre puntos ciegos en los niveles de observación de tres disciplinas en torno a un problema práctico.
113. **Figura 8.3c** Transformación de los retos de investigación de tres disciplinas en torno a un problema práctico.
114. **Figura 8.4** Síntesis de componentes de la Teoría Fundamentada.
115. **Figura 8.5** Elementos para una simulación no constructivista.
116. **Figura 8.6** Elementos para una simulación constructivista.
117. **Figura 8.7** Integración de esquemas para una metodología general de sistemas adaptativos para el análisis social.
118. **Figura 8.8a** Red de preguntas y definición de las propiedades de la unidad de observación.
119. **Figura 8.8b** Interdefinición de preguntas, unidades de observación, técnicas, conceptos y teorías.
120. **Figura 8.9** Diagrama de etapas para la construcción de un sistema adaptativo.
121. **Figura 8.10** Registro de datos de una técnica de primer orden.
122. **Figura 8.11** Registro del prototexto en la base de datos.

123. **Figura 8.12** Selección de información en el prototexto y su vínculo con el esquema categórico.
124. **Figura 8.13** Actividades en la etapa 3: Construcción del esquema categórico.
125. **Figura 8.14** Espacio de Percepción, Integración y Respuestas del Sistema (EPIR).
- 126.
127. **Figura 8.15** Diagrama de actividades de las primeras 3 etapas.
128. **Figura 8.16** Metodología para sistemas complejos de acuerdo a García (2006).
129. **Figura 9.A** El capítulo 9 dentro del libro.
130. **Figura 9.B** Visión de conjunto del capítulo 9.
131. **Figura 9.1** Niveles de observación y marco epistémico del escenario D.
132. **Figura 9.2** Problema y red de preguntas del escenario D.
133. **Figura 9.3** Estructura categórica inicial, identificación de variables.
134. **Figura 9.4** Escalas equivalentes a códigos de valoración, absolutos y normalizados.
135. **Figura 9.5** Matices en las tablas iniciales para las funciones de interfase de las variables Va, Vb, Vc, Vg y Vh.
136. **Figura 9.6** Matices en las tablas iniciales para las funciones de interfase para las variables Vf, Ve y Vd y tabla para factor de asistencia.
137. **Figura 9.7** Matices en las tablas iniciales para las funciones de interfase de las variables Vc,f,i.
138. **Figura 9.8** Variables independientes y dependientes para el primer mes (período “a”) del grupo I.
139. **Figura 9.9** Identificación de variables y categorías en el sistema SiAs.
140. **Figura 9.10** Base de datos de conocimiento (parte de las variables).
141. **Figura 9.11** tabla que forma parte de la base de datos de conocimiento (arreglo de categorías).
142. **Figura 9.12** Diagrama de flujo de datos y de actividades básicas del equipo de investigación en torno a la actualización del sistema.
143. **Figura 9.13** Representación de las valoraciones —pesos de ponderación— en la integración de variables y categorías.
144. **Figura 9.14** Valoración de todo el grupo en los tres períodos de análisis.

145. **Figura 9.15** Representaciones de grupos de valoraciones en períodos.
146. **Figura 9.16** Representación textual y de trayectoria en tres períodos.
147. **Figura 9.17** Consulta a una unidad de observación, desde un número grande de combinaciones entre las variables que la delimitan y criterios de valoración.
148. **Figura 9.18** Transformaciones del esquema de análisis para las historias de familia.
149. **Figura 9.19** Esquema del proceso de análisis para las historias de familia.
150. **Figura 9.20** Componentes para el análisis de historias de familia.
151. **Figura 9.21** Esquema de análisis derivado de preguntas pre-establecidas en la discusión de grupo de mujeres maltratadas.
152. **Figura 9.22** Funciones de interfase derivadas del análisis directo del contenido del prototexto sobre transparencia en instituciones.
153. **Figura 9.23** Esquema categórico base para el análisis de representaciones y prácticas científicas en grupos de investigación.
154. **Figura 9.24** Esquema categórico para el análisis de representaciones y prácticas sociales derivadas de la opinión pública sobre el riesgo de un virus.
155. **Figura 9.25** Esquema categórico para el análisis de legislaciones culturales.
156. **Figura 9.26** Esquema categórico para el análisis de política cultural en Universidades.
157. **Figura 9.27** Transformación en estructuras de la función de integración y en la relación de las macrocategorías del sistema.
158. **Figura 9.28** Esquema categórico de expedientes de apoyo sobre la creación e interpretación artística.
159. **Figura 9.29** Función de interfase de una variable para el análisis de las expectativas en un nuevo plan de estudios musicales.
160. **Figura 9.30** Perfil de valoraciones de integración de variables para las cuatro fases en el análisis de las expectativas en un nuevo plan de estudios musicales.
161. **Figura 9.31** Relación de categorías asociadas a técnicas aplicadas
162. **Figura 9.32** Variables del esquema de valoración final.
163. **Figura 9.33** Tablas de las funciones de interfase del problema sobre maltrato de mujeres.
164. **Figura 9.34** Representación del comportamiento de una unidad de

- observación compleja con elementos de todo el esquema categórico y dentro de dos períodos de análisis.
165. **Figura 9.35** Módulos del sistema SiAs.
  166. **Figura 9.36** Componentes de la hoja de cálculos de factores y organización de las base de datos y de conocimiento, en el sistema SiAs.
  167. **Figura 9.37** Banco de datos con 15 unidades de observación que representan casos de estudio de tres variables dependientes.
  168. **Figura 9.38** Pantalla del Simulador de puntos “EgC”.
  169. **Figura 9.39** Valores de variables, categoría y su representación (caso “t1”).
  170. **Figura 9.40** Valores de variables, categoría y su representación (caso “t2”).
  171. **Figura 9.41** Valores de variables, categoría y su representación (caso “t3”).
  172. **Figura 9.42** Valores de variables, categoría y su representación ( caso “t4”).
  173. **Figura 9.43** Valores de variables, categoría y su representación (caso “t5”).
  174. **Figura 9.44** Valores de variables, categoría y su representación para el caso “t1” con factores de ponderación diferentes.
  175. **Figura 9.45** Valores de variables, categoría y su representación para el caso “t2” con factores de ponderación diferentes.
  176. **Figura 9.46** Valores de variables, categoría y su representación para el caso “t3” con factores de ponderación diferentes.
  177. **Figura 9.47** Valores de variables, categoría y su representación para el caso “t4” con factores de ponderación diferentes.
  178. **Figura 9.48** Valores de variables, categoría y su representación para el caso “t5” con factores de ponderación diferentes.



## BIBLIOGRAFÍA



- Abell, P. (1987). *The Syntax of Social Life. The Theory and Method of Comparative Narratives*. Oxford: Clarendon Press.
- (1993), “Some Aspects of Narrative Method” In: pp. 93–134, Peter Abell (ed.), “Narrative Methods” *Special issue of The Journal of Mathematical Sociology*, Vol. 18, Núms. 2 y 3.
- (2004). “Narrative Explanation: An Alternative to Variable-Centered Explanation?” *Annual Review of Sociology*, Vol. 30, pp. 287-310.
- Almaguer-Kalixto, P. (2011a). “Cibercultur@ and action research strategies to deal with complex environmental controversies: a case of waste disposal management” en: 10th International Conference in Sociocybernetics. University of Economics, Cracovia, Polonia; del 19 al 25 de Julio 2011.
- (2010b). “Construyendo puentes entre Comunidades emergentes de Conocimiento: la investigación-acción de las Kasiop@ y la Otra Mina” en: V Coloquio Internacional de Cibercultur@ y Comunidades Emergentes de Conocimiento, durante el 22, 23 y 24 de noviembre de 2010 realizado en Charcas, San Luis Potosí.
- (2010a). “Uso de Sistemas de Información Geográfica en la resolución de conflictos ambientales: el caso de los rellenos sanitarios municipales” en: xvii Conferencia Latinoamericana de Usuarios ESRI 2010. 22 al 24 de septiembre, 2010 instalaciones del Hotel Sheraton Ma. Isabel, México DF.
- (2010b). “Cibercultur@ y conocimiento ambiental local: proyectos en el altiplano potosino de México” en: xvii Conferencia Latinoamericana de Usuarios ESRI 2010. 22 al 24 de septiembre, 2010 instalaciones del Hotel Sheraton Ma Isabel, México DF.
- (2010c). “Cibercultur@ and environmental knowledge: an empirical approach to Sociocybernetics” en: World Sociology Congress of the International Sociology Association, Gotemburgo, Suecia, del 11 al 17 de Julio del 2010.
- Almager P., Amozurrutia J.A., González L., Maass M. Meza M. (2011).

- Sociocibernética, Cibercultur@ y Sociedad*. México. CEIICH-UNAM (En Prensa).
- Altock, C. (1994). "Neurofuzzy Technologies". *Sensor review*, Vol. 14, Núm. 3, University Press, USA.
- Amozurrutia, J. A., (2004). "Cibercultura y Procesos Interculturales: un modelo sistémico para pulsos migratorios" en: Quinta Conferencia Internacional de Sociocibernética. Lisboa, Portugal.
- (2006a). "Lógica borrosa y Redes neuronales artificiales aplicadas a las ciencias sociales". En: *Estudios sobre las Culturas Contemporáneas*. Época II, Vol. 22, Universidad de Colima, México.
- (2006b). "Metodología para el análisis de documentos complejos en el campo de la creación artística: una perspectiva Sociocibernética", Jornadas Anuales de Investigación del Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades - CEIICH - de la Universidad Nacional Autónoma de México.
- (2007 a). "Pensamiento sistémico y organización matricial orientados a la construcción de sistemas sociales: retos y herramientas ante la complejidad", en: Marcuello (Coord.) *Sociocibernética: lineamientos para un paradigma*. España: Editorial Institución Fernando el Católico y Universidad de Zaragoza.
- (2007b), *Modelo adaptativo para el análisis social: una perspectiva desde la Sociocibernética*. Tesis Doctoral de Sociología. Universidad de Zaragoza. Se puede consultar en <http://labcomplex.ceiich.unam.mx/tesis>
- (2008a). "Genetic Epistemology, Mathematics and Systemic Thinking: As essential disciplines for social research interdisciplinary", en: Octava Conferencia Internacional de Sociocibernética, México DF. <http://www.labcomplex.net> . Accessed 1 June 2009.
- (2009). "Cibercultur@ as an Interdisciplinary activity in Local Communities. An Information / Communication / Knowledge system development" en: *Journal of Sociocybernetics*. Vol 1, No. 2 <http://www.unizar.es/sociocybernetics/Journal/JoS7-2-2009.pdf> (última visita, mayo 2011).
- (2010). "Social Representations through time: An Approach to a Better Understanding from Cibercultur@l System Construction", en: 10a Conferencia Internacional de Sociocibernética, en Gotemburgo, Suecia.
- Amozurrutia, J. A., Barragán L. y Flores G. (2008b). "El Análisis social como un reto interdisciplinario: una perspectiva desde la Sociocibernética"

- en: 8th International Conference on Sociocybernetics. México DF. <http://www.labcomplex.net/amoz/>. (última visita, mayo 2011).
- Amozurrutia, J.A., Marcuello Ch. (2011). "Excel spreadsheet as a tool for social narrative analysis". *Quality & Quantity* (Dic. 2010). Springer\_Verlag Publisher.
- Amozurrutia J.A. y Vidales G. C. (2010). "Modeling semiotic processes through a complex system approach" en: *XVII Revista digital Razón y Palabra*, Núm. 72 ,pp1-24, mayo 2010. En <http://www.razonypalabra.org.mx> (última visita, mayo 2011).
- Biggiero, L. (2005) "Sociocybernetic Approaches to Scientific Disciplines". 6th European Congress on Systems Science, Paris, France.
- Blalock H.M. (1984). *Construcción de teorías en las ciencias sociales. De las formulaciones verbales a las matemáticas*. México, Ed. Trillas.
- Brier, S. (2008). *Cybersemiotics. Why information is not enough*. Toronto, Buffalo, London: University of Toronto Press.
- Buckley W. (1993). *La Sociología y la Teoría moderna de los sistemas*. España. Amorrortu editores.
- Bunge, M. (2009). *Epistemología*. México, Siglo veintiuno editores.
- Bailey, K. (2001) *Systems Theory*. Tomado del *Handbook of Sociological Theory*. New York. Editado por Turner J.H. Kluwe Academic / Plenum Publishers.
- Baush, K. (2001). *The Emerging Consensus in Social Systems Theory*. New York. Kluwe Academic / Plenum Publishers.
- Bertalanffy, L. (2000). *Teoría General de los Sistemas*. México. Fondo de Cultura Económica.
- Boudon R. y Lazarsfeld P. (1966). *Metodología de las ciencias sociales* (2 volúmenes). Barcelona, Editorial Lala.
- Bourdieu, P. (1975). *Esquisse d'une théorie de la pratique. Precede de trois etudes d'éthologie Kabyle*. París. Seiul.
- Briggs, J. y Peat, F.D. (1994). *Espejo y reflejo. Del caos al orden*. España, Gedisa.
- Brown G.S. (1968). *Laws of Form*. A Dutton Paperback, New York.
- Buckley W. (1993). *La Sociología y la Teoría moderna de los sistemas*. España. Amorrortu editores.
- (1998). *Society - A Complex Adaptive System, Essays in Social Theory*. Gordon & Breach Science Publishers, New York, London, Tokyo 1998.
- Calventus, J. (2000). "La lógica borrosa como aporte a una nueva epistemología de ciencias sociales: una aprobación conceptual".

- En: *revista Psicológica*, Vol. I, Tomo 2, Chile. Universidad Católica Norte.
- Carley, K.M. (2001). "Computational Approaches to Sociological Theorizing". Tomado del *Handbook of Sociological Theory*. New York. Editado por Turner J.H., Kluwe Academic / Plenum Publishers.
- Castañeda, G. (2009). "Sociomática": El Estudio de los Sistemas Adaptables Complejos en el Entorno Socioeconómico. *Revista del Colegio de México*, El trimestre económico, Vol. LXXVI (1), Núm. 301, pp. 5-64.
- Castellani, B. and J. Castellani. 2003. "Data Mining: Qualitative Analysis with Health Informatics Data." *Qualitative Health Research*, 13(7): 1005-1018.
- Castellani, B., J. Castellani, and S. Spray 2003. "Grounded Neural Networking: Modeling Complex Quantitative Data." *Symbolic Interaction*, 26(4): 577-589.
- Chapra S.C y Canale R.P (1999). *Métodos Numéricos para ingenieros*. McGraw Hill. México.
- Charmaz, K. (2008). *Constructing Grounded Theory. A practical Guide through Qualitative Analysis*. UK. Sage Publications.
- Curtis F.G. (1991). *Análisis Numérico*. Alfaomega. México.
- Checkland P. (2000). "Soft systems methodology: a thirty year retrospective". *Systems Research and Behavioral Science*, Nov 2000; 17, S1; ABI/INFORM Global pg. S11-S58.
- Chorayan O.G. (2000). "Neurocybernetics: contents and problems". *Kybernetes*, Vol. 29, Núm. 5/6 pp. 803-810.
- and G.O. Chorayan (2002). "Fuzzy algorithms of problem solving". *Kybernetes*, Vol. 31, Núm. 9/10 pp. 1300-1305.
- Comte, A. (2000). "Discurso sobre el espíritu positivo". España. Alianza Editorial.
- Conde, F. (1995). "Procesos e instancias de reducción / formalización de la multidimensionalidad de lo real: procesos de institucionalización/reificación social en la praxis de la investigación social". Compilado por Delgado, J. y Gutiérrez, J. en *Métodos y técnicas cualitativas de la investigación en ciencias sociales*. Madrid. Síntesis.
- Dávila, A. (1995). "Las perspectivas metodológicas cualitativa y cuantitativa en las ciencias sociales: debate teórico e implicaciones praxológicas". Compilado por Delgado J. y Gutiérrez J. en: *Métodos y técnicas cualitativas de la investigación en ciencias sociales*. Madrid. Síntesis.

- Delgado, J. y Gutiérrez, J. (1995). *Métodos y técnicas cualitativas de la investigación en ciencias sociales*. Madrid. Síntesis.
- Denzin, N. y Lincoln, Y. (1994). *Introduction. Entering the Field of Quantitative Research*. Handbook of Qualitative Research. USA, UK, India. SAGE Publications.
- Dijkum, C.V. (2004), "The Challenge of the Past for the Future of the Social Sciences". Trabajo presentado en la Quinta Conferencia Internacional de Sociocibernética. Lisboa, Portugal.
- García, R. (2000a) *El conocimiento en construcción. De las formulaciones de Jean Piaget a la teoría de Sistemas Complejos*. España. Gedisa.
- (2004). *Epistemología y teoría del conocimiento*. México, Ediciones del CEIICH de la UNAM.
- (2006) *Sistemas Complejos*. Gedisa, España.
- Galindo, J. (1998). *Técnicas de Investigación en Sociedad, Cultura y Comunicación*. México. Addison Wesley.
- (2006). *Cibercultura, un mundo emergente y una nueva mirada*. México. CONACULTA, Intersecciones.
- (1997). *Sabor a ti. Metodología cualitativa en investigación social*. México. Universidad Veracruzana.
- Geyer, F. (2000). "What is Sociocybernetics?". <http://www.unizar.es/sociocybernetics/chen/felix.html>. (última consulta, mayo 2011).
- (1995) "The Challenge of Sociocybernetics". Publicado en *Kybernetes*. Vol 24. Núm. 6.
- Geyer, F. y van der Zouwen, J. (2006). Sociocybernetics and testability: a bridge too far? En *Kybernetes*, Vol. 35. Núm. 34. pp. 426-432.
- Giménez, G. (2005). *Teoría y Análisis de la Cultura*. México. CONACULTA.
- González, J.A. (1994). *Más (+) cultura(s). Ensayos sobre realidades plurales*. México. Editado por el Consejo Nacional para la Cultura y las Artes.
- (2003) *Cultura(s) y Cibe\_rcultura@.(s). Incursiones no lineales entre Complejidad y Comunicación*. México. Universidad Iberoamericana.
- (2004) "Cibercultura@ como estrategia de comunicación compleja desde la periferia", II Congreso On-Line del Observatorio para la Cibersociedad, [http://www.cibersociedad.net/congresos2004/index\\_es.html](http://www.cibersociedad.net/congresos2004/index_es.html)
- (2006). "Cibercultura@ y migración intercultural. Cinco trazos para un proyecto" en: *Comunicación: Revista Internacional de comunicación Audiovisual, publicidad y estudios culturales*. Vol. 1 No. 4 Universidad de Sevilla, España.

- (2008). “Digitalizados por decreto. Cibercultur@: inclusão forçada na América Latina”. *Matrizes*, Vol. 2, Núm. 1, 2008, pp. 113-138. Brasil, Universidade de São Paulo.
- (2008b). “Pantallas vemos, sociedades no sabemos. Barruntos sobre temporalidades progresivamente apantalladas y Cibercultur@”. Publicado en *Comunicar* 30, xv, 2008, Revista Científica Iberoamericana de Comunicación y Educación, España.
- (2008c). *De la cultura a la cibercultur@*, La Plata, EDULP.
- González, J.A., Amozurrutia J.A. y Maass M. (2007). “Cibercultur@ e iniciación en la investigación”. México. CNCA, CEIICH, IMC.
- González, J.A. (2010). “The concept of development of social groups in the context of digital technology”. Ponencia presentada en la IX International Conference on Sociocibernetics en el XII ISA World Congress of Sociology. Gothemburgo. Suecia.
- González, J.A. y López G.. (2010). “Pensar la sociedad civil desde la perspectiva cibercultur@: Comunidades Emergentes de Conocimiento Local”. Ponencia presentada en el Coloquio “El desarrollo de la sociedad civil en México: Un enfoque multidisciplinario”. Facultad de Ciencias Políticas y Sociales. UNAM. México.
- González, J.A. y Maass, M. (2008) “Cibercultur@ y reconfiguración social: Formación de Comunidades Emergentes de Conocimiento Local”. Ponencia presentada en el IX Congreso Latinoamericano de la Comunicación. Instituto Tecnológico de Monterrey, Campus Edo de México. México.
- González Casanova P. (2004). “Las Nuevas ciencias y las Humanidades”. *De la Academia a la Política*. Barcelona, Anthropos e Instituto de Investigaciones Sociales de la UNAM.
- Glaserfeld, E.V. (1990). *Introducción al constructivismo radical*. En *Una Realidad Inventada*. Compilación de Paul Watzlawick. España. Gedisa.
- (2006). “A Cybernetician before Cybernetics”. Publicado en *Systems Research and Behavioral Science*, 1967, 14(2), 137-139. (<http://srri.nsm.umass.edu/vonGlaserfeld/onlinePapers/html/208.html> (última consulta, mayo 2011)).
- Goldspink, Ch. (2001). Revisión del libro “Sociocibernetics: Complexity, Autopoiesis and Observation of Social Systems” por Geyer F. y van der Zouwen J. Publicada en la revista *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*. <http://jasss.soc.surrey.uk/6/1/reviews/goldpink.html> (última consulta, mayo 2011).
- Guba, E. y Lincoln, Y. (1994). “Competings Paradigm in Qualitative

- Analysis". En *Handbook of Qualitative Research*. Editado por Denzin N. y Lincoln Y., USA, UK, India. SAGE Publications.
- Gutiérrez J., y Delgado J.M. (1995), "Socioanálisis cibernético, Una teoría de la autoorganización social". Compilado por Delgado, J. y Gutiérrez J. en *Métodos y técnicas cualitativas de la investigación en ciencias sociales*. Madrid. Síntesis.
- Haken H. (2006). "Beyond Attractor Neural Networks for Pattern Recognition" en: *Nonlinear Phenomena in Complex Systems*, Vol 9, Núm. 2.
- Hegselmann R., Müller U. & Troitzsch K. (1996). *Modelling and Simulation in the Social Sciences from a Philosophy of Science Point of View*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Holland, J. H. (2004). *El orden oculto. De cómo la adaptación crea complejidad*. México. Fondo de Cultura Económica.
- Ibáñez, J. (1985). *Del algoritmo al sujeto. Perspectivas de Investigación social*. Madrid. Siglo XXI.
- (1994). *El regreso del sujeto. Investigación social de segundo orden*. Madrid. Siglo XXI.
- Hornung, B. (2001) "Towards a Sociology of Process and Information". Trabajo presentado en la Tercera Conferencia Internacional de Sociocibernética. León, México.
- (2003a). "Introduction to the basic theoretical concepts of Niklas Luhmann". Trabajo presentado en International Institute for the Sociology of Law.
- (2003b). "Sociocybernetic Problem-Funtionalist Analysys of Kerkyra". Cuarta Conferencia Internacional de Sociocibernética, Corfu, Grecia.
- (2006), "El paradigma sociocibernetico. Conceptos para la investigación de sistemas sociales complejos". En *Sociocibernética, lineamientos de un paradigma*. Compilado por Marcuello Servós CH. Zaragoza, España. Institución 'Fernando el Católico'.
- Jokisch R. (2002). *Metodología de las distinciones*. México. Ed. Casa Juan Pablos S.A. y la Facultad de Ciencias Políticas y Sociales de la Universidad Nacional Autónoma de México.
- Kymura, M. (1986). *The Neutral Theory of molecular evolution*. UK. Cambridge University Press.
- Lisboa, M. (2006). "Gender inequality ant the theory of social action –the public and the private in the Portuguese case". Ponencia presentada en el XVI Congreso Internacional de Sociología Sesión 6, (RC51), Durban, Sudáfrica.

- Lilienfeld, R. (2000). *Teoría de Sistemas, (Orígenes y aplicaciones en las Ciencias Sociales)*. México. Trillas.
- Lee, R. (1998). *Estudios de la complejidad y las ciencias humanas: presiones, iniciativas y consecuencias del predominio de las dos culturas*. México. CEIICH/UNAM.
- Lee, R., Geyer, F. y Hornung, B. (2000). "A Journal of Sociocybernetics". Vol. 1, Núm. 1 <http://www.unizar.es/sociocybernetics/> (última visita, mayo 2011).
- Levine, I. (1996). *Fisicoquímica*. México. McGraw Hill.
- Luhmann, N. (1995). *Poder*. México. Anthropos y Universidad Iberoamericana.
- (1998). *Sistemas Sociales (lineamientos par una teoría general)*. México, Anthropos, Universidad Iberoamericana e ITESO.
- (2002). *Introducción a la teoría de sistemas*. México. Universidad Iberoamericana.
- (1997). "Problemas con el cierre operativo". En revista *Anthropos*, Núm. 173-174. Barcelona, España.
- Luhmann, N. y De Georgi, R. (1993). *Teoría de la Sociedad*. México. Universidad de Guadalajara, Universidad Iberoamericana e ITESO.
- Lunca, M. (2005). "The Quantum Observer. The Insider, the Outsider, and the Scientifically Equipped Quantum Observer." Sexta Conferencia Internacional de Sociocibernética, Maribor, Slovenia.
- Malsch, Th. and Schulz-Schaeffer, I. (2007). "Socionics: Sociological concepts for Social systems of Artificial (an Human) Agents". En *Journal of artificial Societies and Social Simulation*. Vol 10. Núm. 1 (<http://jasss.soc.surrey.ac.uk/10/1/11.html>) (última consulta, mayo 2011).
- Martín del Brío, B. y Sanz Molina, A. (2002). *Redes Neuronales y Sistemas Difusos*. México. Alfaomega Grupo Editor.
- Marcuello S, Ch. (2006) "La pregunta de Dorine". En *Sociocibernética, lineamientos de un paradigma*. Compilado por Marcuello Servós, Ch. Zaragoza, España. Institución 'Fernando el Católico'.
- Maass, M. M. (2006) *Gestión Cultural, comunicación y desarrollo*. CONACULTA-CEIICH-UNAM-Instituto Mexiquense de Cultura. Colección Intersecciones Núm. 9 (ver en <http://www.labcomplex.net/>) (última consulta, enero 2011).
- Maass, M. y González, J.A. (2008). "La epistemología genética, la interdisciplina y los sistemas complejos para generar Comunidades Emergentes de Conocimiento Local". Ponencia presentada en vi-

- gésimo Encuentro Nacional de la Asociación Mexicana de Investigadores de la Comunicación, Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, México.
- (2009). “El concepto de “nosotrificación” en las Comunidades Emergentes de Conocimiento Local”. Ponencia presentada en vigésimo segundo Encuentro Nacional de la Asociación Mexicana de Investigadores de la Comunicación, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla, México.
- Maturana, H. y Varela, F. (1999). *El Árbol del Conocimiento. Las bases biológicas del conocimiento humano*. Madrid. Debate.
- McCulloch, W.S., and Pitts, W. (1943). “A Logical calculus of the ideas inmanent in nervus activity”. Tomado de *Modern Systems Research for the Behavioral scientist*, editado por Walter Buckley (1968) Chicago, USA. Aldine Publishing Co.
- Meza, Manuel, (2008). “Del Salón de Clase a la Comunidad Emergente de Conocimiento Local”, Universidad de Guadalajara, Tesis para obtener el grado de Maestro en Gestión y Desarrollo Cultural. México.
- Merton R. (2002). *La teoría y estructura sociales*. México. Fondo de Cultura Económica.
- Misheva, V. (2001). *Systems Theory from a Gender Perspective*. Annual Meeting of The Swedish Sociological Association, Working Group on Gender Research. Uppsala.
- Mosterín, J. y Torretti, R. (2002). *Diccionario de lógica y filosofía de la ciencia*. España. Aliansa Editorial.
- Mulej, M., Zanko, Z., Potocan, V., Kajzer, S. and Umpleby, S. (2004). “(The system) of seven basic groups of System Thinking principles and eight basic assumptions of a general theory of systems”. Cuarta Conferencia Internacional de Sociocibernética, Corfu, Grecia.
- Nigel G and Troizsch K. (2006). *Simulación para las Ciencias Sociales*. McGraw Hill. España.
- Ortí, A. (1995). “La confrontación de modelos y niveles epistemológicos en la génesis e historia de la investigación social”. Compilado por Delgado, J. y Gutiérrez J. en: *Métodos y técnicas cualitativas de la investigación en ciencias sociales*. Madrid. Síntesis.
- Padua, J. (1982), *Técnicas de Investigación Aplicadas a las Ciencias Sociales*. México. Fondo de Cultura Económica.
- Pateau, M. (2006), “Niklas Luhmann y la Cibernética”. En *Sociocibernética, lineamientos de un paradigma*. Compilado por Marcuello Servós, Ch. Zaragoza, España. Institución ‘Fernando el Católico’.

- Pajares, M.G y Santos P.M. (2006). *Inteligencia Artificial e Ingeniería del Conocimiento*. México. Alfaomega/RaMa.
- Pareto, W. (1947). *Forma y Equilibrio Sociales*. (Extracto del Tratado de sociología general). Madrid. Alianza Universidad.
- Parsons, T. (1968). *Estructura de la acción social*. Madrid. Guadarrama.
- Parra Luna, (2006). “El enfoque sistémico axiológico en el estudio de lo social. Sus posibilidades operativas”. En *Sociocibernética, lineamientos de un paradigma*. Compilado por Marcuello Servós, CH. Zaragoza, España. Institución ‘Fernando el Católico’.
- Piaget, J.,(1961). *La formación del símbolo en el niño*. México. Fondo de Cultura Económica.
- (1966). *Génesis y estructura en Psicología*. Tomado de Las nociones de estructura y génesis. Argentina. Ediciones Nueva Visión.
- (1976). *La construcción de lo real en el niño*. Argentina; ediciones nueva visión.
- (1977). *Estudios Sociológicos*. España. Ariel y Seix Barral.
- (1981). *Biología y Conocimiento*. México. Siglo XXI.
- (2005). *La equilibración de las estructuras cognitivas. Problema central del desarrollo*. Argentina. Siglo XXI Editores.
- Piaget, J. y García, R. (1982). *Psicogénesis e historia de la ciencia*. México; Siglo XXI editores.
- Piaget J., García, R. (1997) *Hacia una Lógica de significaciones*. Barcelona. Gedisa.
- Piaget J., Inhelder B., García R. y Voneche J. (1981). *Epistemología Genética y Equilibración*. España. Editorial Fundamentos.
- Pintos J.L., (1995). “Sociocibernética: Marco sistémico y esquema conceptual”. Compilado por Delgado, J. y Gutiérrez J., en *Métodos y técnicas cualitativas de la investigación en ciencias sociales*. Madrid. Síntesis.
- Prigogine I., y Nicolis G. (1987). *La estructura de lo complejo*. España; Alianza Editorial.
- Quantrille, E.T. and Liu, Y.A. (1995) “Artificial Intelligence in Chemical Engineering”. Chapter 17. USA. Academic Press.
- Reichenbach, H. (1938). *Experientia and Prediction*, Chicago: The University of Chicago Press.
- Richards, J y Richards, L. (1994). “Using Computers in Qualitative Research”. En *Handbook of Qualitative Research*. Editado por Denzin, N. y Lincoln, Y., USA, UK, India. SAGE Publications.

- Ritzer, G. (2000). *Teoría Sociológica Moderna*. España. Mc Graw Hill.
- Schwartz, H. y Jacobs, J. (1989). *Sociología Cualitativa. Método para la reconstrucción de la realidad*. México. Trillas.
- Scott B., (2003), “Cibernética de segundo orden: una introducción histórica”. En *Sociocibernética, lineamientos de un paradigma*. Compilado por Marcuello Servós Ch. Zaragoza, España. Institución Fernando el Católico´.
- Siagain, Rio. (2003a). *Introducing Study Fuzziness in Complex Research*. Journal of Social Complexity Vol.2. Bandung Fe Institute, Indonesia.
- (2003b). “A Frame of Thinking to Evaluate Anti-Corruption programs. Neuro-Fuzzy Model”. *Journal of Social Complexity* (1)3:34-42. Bandung Fe Institute, Indonesia.
- Simpson, P. (1995). *Foundations of Neural Networks*. New York, IEEE Technology Update Series.
- Situngkir, H. (2003). “Emerging The Emergence Sociology. The Philosophical Framework of Agent-Based Social Studies”. Journal of Social Complexity Vol.2. Bandung Fe Institute, Indonesia.
- Spencer H. (1986). *The Study of Sociology*. New York Appleton and Company. Consultable en <http://www.questia.com/read/96277756?title=The%20Study%20of%20Sociology>
- Stewart, Ian, (2001), *Concepts of Modern Mathematics*. USA. Dover Publications Inc., 1981.
- Strauss, A y Corbin, J. (1994). *Grounded Theory Methodology*. En Handbook of Qualitative Research. Editado por Denzin, N. y Lincoln, Y., USA, SAGE Publications.
- Taha, H.A.,(1995). *Investigación de operaciones*. México. Alfaomega.
- Vega Cantor R. (1997). “Teoría Marxista de la Historia”. *Revista Herramienta* No. 4. Buenos aires, Argentina.
- Von Foerster, H. (1966). *From Stimulus to Symbol: The Economy of Biological Computation*. Compilado por W. Buckley. (170-183), USA.
- (1973). *Construyendo la realidad* (38-56). En *La Realidad Inventada*. Compilado por Watzlawick Paul, España. Gedisa.
- (1984). *Observing Systems*. Intersystems Publications, Estados Unidos.
- (1996). *Las semillas de la cibernética*. Obras escogidas. España. Gedisa.
- Weber, M. (2004). *Economía y Sociedad*. México. Fondo de Cultura Económica.

- Wiener N. (1948). *Cybernetics. Or control and Communication in the animal and the machine*. John Wiley and sons, New York.
- Zadeth, L.A. (1994). "Fyzy Logic, Neural Networks, and Soft Computing". En *Communicatons of the ACM*, Vol. 37 Num. 3, NY.
- Zamorano, H. (2004), "Simulation Models: A Way to bridge the Gap between the concepts and the Real Effects of Globalization". Trabajo presentado en la Quinta Conferencia Internacional de Sociocibernética, Lisboa, Portugal.

*Complejidad y sistemas sociales. Un modelo adaptativo para la investigación interdisciplinaria*, de José A. Amozurrutia, se terminó de imprimir en noviembre de 2011, a 25 años de la creación del Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades, en los talleres de Formación Gráfica, S.A. de C.V., Matamoros 112, Col. Raúl Romero, C.P. 57630, Cd. Nezahualcóyotl, Estado de México. La composición estuvo a cargo de Caligrafía Digital S.C. y se utilizaron tipos ITC New Baskerville y Mathematical Pi Six. El tiro fue de 300 ejemplares más sobrantes para reposición sobre papel Cultural de 90 gramos.

## Otros títulos de la colección

### **El comunismo: otras miradas desde América Latina (2ª edición)**

Elvira Concheiro, Massimo Modonesi y Horacio Crespo (coordinadores)

### **Nanomedicina, entre políticas públicas y necesidades privadas**

Simone Arnaldi, Gian Carlo Delgado, Mariassunta Piccinni y Piera Poletti (editores)

### **Reencuentro con Marx. Partido y praxis revolucionaria**

Elvira Concheiro

### **Identidades: teorías y métodos para su análisis**

Laura Loeza Reyes y Patricia Castañeda Salgado (coordinadoras)

### **La evolución humana. Biología, política, racismo**

Julio Muñoz Rubio (coordinador)

### **La filosofía en México. Problemas teóricos e históricos**

Mauricio Beuchot

### **Marianne Weber. Ensayos selectos**

Maya Aguiluz Ibarguen (editora)

### **La calle de Amberes: *Gay street* de la Ciudad de México**

Rodrigo Laguarda

### **Interdisciplina. Enfoques y prácticas**

Alba Teresa Estrada (coordinadora)

### **El exilio latinoamericano en México**

Carlos Véjar Pérez-Rubio (coordinador)

Los problemas sociales de hoy en día ya no pueden ser observados, reflexionados e intervenidos desde una sola disciplina, pues se corre el riesgo de seguir estableciendo un sesgo valorativo que privilegie un solo ángulo de observación y contribuya a conservar los desequilibrios que buscamos comprender y resolver. Esto implica que es necesario hacer un trabajo interdisciplinario que permita enfrentar lo complejo de nuestra realidad social en la multidimensionalidad de sus problemas; una forma de investigación cimentada en lenguajes comunes, como la epistemología y las matemáticas, y potenciada por un pensamiento sistémico que use recursos computacionales como plataforma generativa de conocimiento.

Este libro nos propone un Modelo Adaptativo para el Análisis Social, basado en la configuración de funciones de valoración para todo el análisis, que junto al cuerpo teórico seleccionado, el equipo de investigación y los actores implicados en el problema, conforma un sistema que busca adaptarse heurísticamente y con rigor a las interrogantes planteadas. Un libro que propone una forma de investigación y una estrategia sistémica para ofrecer nuevas respuestas a los problemas de hoy.

