

**EL MODELADO DE DATOS COMO HERRAMIENTA PARA LA
GESTIÓN DE INFORMACIÓN EN TRABAJO SOCIAL:
CONTEXTO, PERSPECTIVA TRANSDISCIPLINAR Y ESTUDIO DE CASOS**

JESÚS ALBERTO PLATA PINILLA

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS
ESCUELA DE TRABAJO SOCIAL
BUCARAMANGA
2016**

**EL MODELADO DE DATOS COMO HERRAMIENTA PARA LA
GESTIÓN DE INFORMACIÓN EN TRABAJO SOCIAL:
CONTEXTO, PERSPECTIVA TRANSDISCIPLINAR Y ESTUDIO DE CASOS**

JESÚS ALBERTO PLATA PINILLA

**Trabajo de Grado presentado como requisito
para optar al título de Trabajador Social**

Director

**MSc. JUAN MANUEL LATORRE CARVAJAL
Trabajador Social**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS
ESCUELA DE TRABAJO SOCIAL
BUCARAMANGA
2016**

*Como descienden la lluvia y la
nieve de los cielos y no vuelven
allá, sino que empapan la tierra, la
fecundan y la hacen germinar, para
que dé simiente al sembrador y pan
para comer, así será mi palabra, la
que salga de mi boca, que no
regresará a mí vacía, sin que haya
realizado lo que me complace y
haya cumplido aquello a que la
envié. Isaías 55, 10 – 11.*

DEDICATORIA

A las personas que han compartido su vida conmigo, cuyas experiencias, conocimientos, actitudes, afectos, desafectos, complicidad, cercanías, distancias, sueños, decisiones, realizaciones y frustraciones, han sido la masa de mi pan cotidiano, la compleja trama existencial. A ellas mi gratitud, de manera especial:

A mi madre Arcelia, contadora de historias, anciana siempre joven.

A mi padre, Manuel, a su memoria, hombre curioso, artesano, recursivo.

A mi esposa, Patricia, por el amor capaz de creer, de esperar, de soportar.

A mis hijos Laura Marcela, Christian David, Juan Manuel, y mi hijastra Andrea Juliana, por su alegría, cariño y generosidad que alimentan mi entusiasmo cada día.

A Hernando Pinilla Rey, sacerdote con los pobres, cuyo testimonio nos ha impulsado a construir un mundo donde cada ser humano sea tratado con dignidad.

A Hernando Perlaza Bustillos, maestro entregado, solidario, inspirador y guía.

A Sonia Yaneth Suárez, por su comprensión y paciencia solidaria.

A Ludivia Serrato, Carmen Celina Suárez, Iris Jazmín Hernández, Esmith Carreño, Blanca Cecilia Carreño, Sandra López, Fabio Ernesto Jiménez, Libardo Paredes, Eduardo Quesada y Giovanni Villalba, por su amistad, hecha de estímulo, cercanía y solidaridad en los momentos difíciles, de diferentes formas compañeras y compañeros de camino.

A mis hermanos, Álvaro, Reynaldo, Freddy y Héctor, por lo compartido y lo aprendido.

A Doris Lamus Canavate, nodo donde se entrecruzaron vectores que dieron origen a una idea, germen de este trabajo de grado.

AGRADECIMIENTOS

Expreso mi aprecio y agradecimiento al profesor Juan Manuel Latorre Carvajal, trabajador social, director de este trabajo de grado, por la actitud solidaria, la confianza en la persona, el apoyo oportuno, la voz crítica necesaria, y la sugerencia original, que han contribuido a dar forma y precisar el horizonte de este trabajo, especialmente al destacar el tema de la renovación de roles del trabajador social como uno de sus ejes centrales.

A la trabajadora social Ludivia Serrato Martínez por aquellos diálogos que permitieron conectar de manera directa mis inquietudes sobre una perspectiva transdisciplinar con enfoques acerca del profesional reflexivo y el sentido de la práctica en las ciencias sociales contemporáneas.

Al arquitecto Fabio Ernesto Jiménez Morales, con quien he intercambiado puntos de vista sobre la complejidad y las metodologías de análisis decisional, quien llamó la atención sobre la necesidad de hacer explícito el lugar del sujeto y las intencionalidades en los procesos de diseño.

A la profesora Leidy Johana Linares García, trabajadora social, por sus valiosas críticas y sugerencias en torno a los aspectos metodológicos, que contribuyeron a comunicar con mayor claridad el sentido y los resultados de este trabajo.

TABLA DE CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	35
1. ANTECEDENTES Y CONTEXTO.....	39
1.1. ANTECEDENTES ECONÓMICOS GENERALES.....	40
1.1.1. El surgimiento de la patente y los derechos de autor	41
1.1.2. El Taylor-Fordismo.....	47
1.1.3. El fin del fordismo y el inicio de la flexibilización laboral.....	47
1.1.4. Neoliberalismo, globalización y flexibilización	48
1.1.5. El contexto económico latinoamericano y colombiano	50
1.1.6. El marco normativo colombiano	52
1.2. EL DESARROLLO TECNOLÓGICO EN LA ERA DE LA INFORMACIÓN	55
1.2.1. El desarrollo de las TIC y la Red.....	55
1.2.2. Los macrodatos (big data)	57
1.3. IMPACTO DE LA TECNOLOGÍA EN LA SOCIEDAD Y LA CULTURA	59
1.3.1. La sociedad informacional	59
1.3.2. Un nuevo entorno de significación	60
1.3.3. Repercusión de la tecnología en la producción del conocimiento	61
1.3.4. Dromocracia cibercultural	62
1.4. IMPACTO DE LA TECNOLOGÍA EN LAS ORGANIZACIONES.....	64
1.4.1. De la red a la economía digital.....	64

1.4.2. De la economía digital a las organizaciones que aprenden.....	66
1.4.3. La reingeniería de procesos.....	67
1.4.4. Del aprendizaje organizacional a la gestión del conocimiento.....	67
1.5. EL LUGAR DE LA INFORMACIÓN Y LOS DATOS	68
1.5.1. De la gestión del conocimiento a la gestión de información	68
1.5.2. El modelado de datos, herramienta para la gestión de información	68
1.6. CONTEXTO Y ANTECEDENTES PERSONALES	69
2. JUSTIFICACIÓN.....	74
3. OBJETIVOS.....	80
3.1. OBJETIVO GENERAL	80
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	80
4. METODOLOGÍA	81
4.1. ALCANCE METODOLÓGICO	81
4.2. COMPONENTES METODOLÓGICOS	83
4.3. METODOLOGÍA DEL ESTUDIO DE CASOS	86
4.3.1. Conceptualización, tipologías y criterios para selección de casos.....	87
4.3.2. Hacia una propuesta ajustada de análisis: entre la investigación y el aprendizaje	90
4.3.3. El contexto y la delimitación del caso.....	92
5. COMPLEJIDAD, LENGUAJE, MODELOS Y TECNOLOGÍA: APROXIMACIÓN EPISTEMOLÓGICA.....	94
5.1. EL ENFOQUE DE LA COMPLEJIDAD	96
5.1.1. El concepto de complejidad	96

5.1.2. La complejidad de los sistemas	97
5.1.3. El desarrollo del pensamiento complejo.....	99
5.1.4. El “paradigma” de la complejidad.....	99
5.2. REALIDAD MULTIDIMENSIONAL, DINÁMICA, MULTIRREFERENCIAL Y POLISÉMICA.....	103
5.2.1. Multidimensionalidad	103
5.2.2. Dinamicidad	104
5.2.3. Multirreferencialidad.....	105
5.2.4. Polisemia	106
5.3. PERSPECTIVA TRANSDISCIPLINAR.....	108
5.4. EL NUEVO MODO DE PRODUCCIÓN DEL CONOCIMIENTO (NMC).....	112
5.5. EL CONOCIMIENTO TECNOLÓGICO	115
5.5.1. Problematización de la tecnología	115
5.5.2. Intencionalidad tecnológica.....	116
5.5.3. El diseño tecnológico	116
5.6. REALIDAD VIRTUAL (RV).....	121
5.6.1. Origen del concepto.....	121
5.6.2. El modelo desde la realidad virtual y como contexto.....	122
5.7. LA MATERIALIZACIÓN DE LOS MODELOS.....	124
5.7.1. El concepto de modelo desde el enfoque sistémico.....	124
5.7.2. Modelo satisfaciente versus modelo optimizador	125
5.7.3. El modelo y los intereses del sujeto	125
5.7.4. Conceptos básicos para la comprensión de modelos	126
5.7.5. Modelo y meta-modelo.....	128
5.7.6. La teoría semanticista de los modelos	130

5.8. LOS MODELOS INFORMÁTICOS.....	132
5.8.1. Modelamiento y simulación.....	133
5.8.2. Del lenguaje humano al lenguaje de las máquinas.....	135
5.8.3. El rol del modelador.....	138
5.9. PROCESAMIENTO GUIADO POR LOS DATOS.....	140
5.10. LA INTEGRACIÓN DE MÉTODOS EN CIENCIAS SOCIALES.....	142
6. POSTHUMANISMO Y TRANSHUMANISMO: UNA REFLEXIÓN ÉTICA Y FILOSÓFICA NECESARIA.....	144
7. LA RENOVACIÓN DE ROLES DEL TRABAJADOR SOCIAL FRENTE A LOS RETOS DE LA SOCIEDAD INFORMACIONAL.....	150
7.1. RECONOCIMIENTO DE LA COMPLEJIDAD.....	150
7.2. EL NUEVO PROFESIONAL DE LA INFORMACIÓN.....	151
7.3. DESACTUALIZACIÓN EN LAS DISCIPLINAS SOCIALES.....	155
7.4. BARRERAS DE COMUNICACIÓN INTERDISCIPLINAR.....	156
7.5. DESARTICULACIÓN ENTRE METODOLOGÍAS, TÉCNICAS Y TECNOLOGÍA....	157
7.6. ACERCAMIENTO Y PUNTOS DE ARTICULACIÓN CON LA GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO.....	159
7.7. ORIENTARSE HACIA LA TRANSDISCIPLINARIEDAD.....	161
7.8. UN “GIRO” LINGÜÍSTICO.....	162
7.9. LAS RELACIONES DE PODER INTERDISCIPLINAR Y EL LUGAR DE LO SOCIAL	165
8. GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO Y GESTIÓN DE INFORMACIÓN.....	167
8.1. LA CADENA INFORMACIONAL.....	167
8.2. GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO (GC).....	168

8.2.1. Algunos presupuestos para la GC	168
8.2.2. Estructuras del conocimiento	170
8.2.3. Sistematización del conocimiento	171
8.2.4. Definición de GC.....	171
8.3. GESTIÓN DE INFORMACIÓN (GI)	173
8.3.1. El contexto de la información y el significado de dato	177
8.3.2. Procesamiento de datos e información	181
8.4. SISTEMAS DE INFORMACIÓN (SI).....	186
8.4.1. Importancia y definición de SI	186
8.4.2. Dimensiones y componentes de un SI.....	188
8.4.3. Tipos de sistemas de procesamiento de información	190
8.5. DESARROLLO DE HERRAMIENTAS INFORMÁTICAS.....	192
8.5.1. Métodos ágiles de desarrollo de software	194
9. MODELADO DE DATOS	196
9.1. PRECISANDO LOS MODELOS Y EL MODELAMIENTO	196
9.2. TIPOS DE MODELADO DE SISTEMAS	198
9.2.1. Modelos de contexto.....	198
9.2.2. Modelos de Interacción	201
9.2.3. Modelos estructurales	201
9.2.4. Modelos de comportamiento	203
9.3. MODELO DE DATOS	205
9.4. ESTRATEGIA DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS	208
9.4.1. Proceso de abstracción.....	209
9.4.2. Diseño descendente	210

9.4.3. Abstracción procedimental.....	211
9.4.4. Abstracción de datos	212
9.4.5. Ocultación de información.....	213
9.4.6. Iteración y recursividad	213
9.5. BASES DE DATOS (BD)	214
9.5.1. Sistema de BD.....	215
9.5.2. Funciones de un sistema de gestión de BD (SGBD).....	216
9.5.3. Independencia de los datos y control centralizado	218
9.5.4. Estructura de un SGBD.....	219
9.6. PROCESOS DE ABSTRACCIÓN EN MODELAMIENTO DE BD.....	221
9.6.1. Abstracción de clasificación	221
9.6.2. Abstracción de agregación.....	222
9.6.3. Abstracción de generalización	222
9.7. EL MODELO RELACIONAL (MREL)	223
9.7.1. Tipos de atributos	226
9.7.2. Definición del dominio de un atributo	230
9.7.3. Tipos de datos	233
9.7.4. Manejo de valores nulos	233
9.7.5. Asociaciones.....	237
9.8. NORMALIZACIÓN DE DATOS.....	242
9.8.1. Atributos mínimos	242
9.8.2. Dependencia funcional.....	244
9.8.3. Redundancia mínima	245
9.8.4. Clave de una relación	247

9.8.5. Claves artificiales y alternativas	248
9.9. FORMAS NORMALES	255
9.9.1. Primera forma normal (1FN)	255
9.9.2. Segunda forma normal (2FN).....	261
9.9.3. Tercera forma normal (3FN).....	264
9.9.4. Forma normal Boyce-Codd (FNBC).....	267
9.9.5. Cuarta forma normal (4FN)	270
9.10. ÁLGEBRA RELACIONAL	276
9.11. OTRAS HERRAMIENTAS DE MODELADO	278
10. ESTUDIO DE CASOS.....	279
10.1. CASO 1: CARACTERIZACIÓN DE HECHOS VICTIMIZANTES	279
10.1.1. Contexto del caso	279
10.1.2. Análisis de la lógica de intervención.....	280
10.1.3. Identificación de problemas de GI e implementación de MD	281
10.1.4. Análisis de beneficios y limitaciones de la solución	284
10.1.5. Lecciones aprendidas	284
10.2. CASO 2: EVALUACIÓN ACADÉMICA EN EL MARCO DE UN PROGRAMA SOCIAL	285
10.2.1. Contexto del caso	285
10.2.2. Análisis de la lógica de intervención.....	286
10.2.3. Identificación de problemas de GI e implementación de MD	290
10.2.4. Análisis de beneficios y limitaciones de la solución	292
10.2.5. Lecciones aprendidas	292
10.3. CASO 3: GESTIÓN DE RECURSOS EN UNA ORGANIZACIÓN NO GUBERNAMENTAL	293

10.3.1. Contexto del caso	293
10.3.2. Análisis de la lógica de intervención.....	296
10.3.3. Identificación de problemas de GI e implementación de MD	305
10.3.4. Análisis de beneficios y limitaciones de la solución.....	311
10.3.5. Lecciones aprendidas	313
10.4. CASO 4: MONITOREO DE ATENCIÓN PSICOSOCIAL.....	315
10.4.1. Contexto y restricciones del caso.....	315
10.4.2. Análisis de la lógica de intervención.....	318
10.4.3. Identificación de problemas de GI e implementación de MD	321
10.4.4. Análisis de beneficios y limitaciones de la solución.....	337
10.4.5. Lecciones aprendidas	338
11. CONCLUSIONES	340
12. RECOMENDACIONES.....	344
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	346
BIBLIOGRAFÍA.....	374
ANEXOS	375

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Listado de personas (ejemplo de nombre como atributo atómico).....	227
Tabla 2. Listado de personas (ejemplo de nombre como atributo compuesto del mismo dominio).....	227
Tabla 3. Actividad de referencia de participantes en mesa de DDHH (ejemplo de atributo compuesto por varios dominios)	228
Tabla 4. Actividad de referencia y organización de procedencia de participantes en mesa de DDHH (desagregación de un atributo compuesto en múltiples dominios)	229
Tabla 5. Edad e ingresos de un grupo familiar (valores nulos no controlados)....	233
Tabla 6. Edad e ingresos de un grupo familiar (valores nulos controlados).....	235
Tabla 7. Edad e ingresos de un grupo familiar (control inadecuado de valores nulos, al estilo de una hoja de cálculo).....	236
Tabla 8. Tipos de cardinalidad de las asociaciones	240
Tabla 9. Perfil socioeconómico (ejemplo de atributos básicos de una relación) ..	242
Tabla 10. Perfil socioeconómico (ejemplo de atributos mínimos de una relación)	243
Tabla 11. Ampliación del significado de un atributo mediante atributos de contexto	243
Tabla 12. Perfil socioeconómico (ejemplo de dependencia funcional).....	244
Tabla 13. Reporte de visitas (con redundancia de atributos).....	245
Tabla 14. Reporte de visitas (sin redundancia de atributos).....	246
Tabla 15. Listado de casos (ejemplo de clave simple).....	247
Tabla 16. Reporte de visitas (ejemplo de clave compuesta).....	247
Tabla 17. Perfil socioeconómico (ejemplo de clave candidata ambigua)	248
Tabla 18. Registro de participantes (uso de claves alternativas).....	253

Tabla 19. Actividades lúdicas y deportivas inscritas por un grupo de estudiantes (no cumple 1FN por valores múltiples).....	256
Tabla 20. Actividades lúdicas inscritas por estudiante (no cumple 1FN por grupo repetitivo)	256
Tabla 21. Número de horas inscritas por actividad lúdica por estudiante (1FN dudosa por valor convertido en atributo)	257
Tabla 22. Entidad estudiantes (en 1FN)	259
Tabla 23. Entidad actividades lúdicas de los estudiantes (en 1FN).....	260
Tabla 24. Entidad actividades lúdicas (en 1FN).....	260
Tabla 25. Registro de sesiones de atención psicosocial (no cumple 2FN)	262
Tabla 26. Entidad casos (en 2FN)	262
Tabla 27. Entidad profesional de enlace (en 2FN).....	263
Tabla 28. Entidad sesiones (en 2FN).....	263
Tabla 29. Beneficiarios directos de proyectos municipales en el Departamento de Santander periodo 2014 - 2015 (no cumple 3FN).....	264
Tabla 30. Consulta de resumen: cuenta de proyectos por municipio.....	265
Tabla 31. Consulta de resumen: cuenta de proyectos por municipio.....	265
Tabla 32. Consulta de resumen: Listado de municipios con proyectos	266
Tabla 33. Consulta de resumen: Listado de municipios con proyectos	266
Tabla 34. Consulta de resumen: promedio de proyectos por municipio (resultado incorrecto).....	266
Tabla 35. Consulta de resumen: promedio de proyectos por municipio (resultado correcto).....	266
Tabla 36. Entidad Municipios (3FN).....	266
Tabla 37. Beneficiarios directos de proyectos municipales en el Departamento de Santander periodo 2014 – 2015 (3FN)	267
Tabla 38. Asignación de asesoría especializada en procesos de acompañamiento psicojurídico (no cumple FNBC)	268

Tabla 39. Alternativas de descomposición de la relación Asesoría orientadas a FNBC	269
Tabla 40. Entidad asesoría (FNBC)	270
Tabla 41. Entidad especialidad (FNBC)	270
Tabla 42. Seguimiento programa apoyo nutricional a comunidades de bajos ingresos	272
Tabla 43. Seguimiento programa apoyo nutricional a comunidades de bajos ingresos (preservación de valores de atributos independientes entre sí, con violación de 4FN)	273
Tabla 44. Componentes nutricionales aprobados en comunidades (4FN)	274
Tabla 45. Procesos de capacitación aprobados en comunidades (4FN)	274
Tabla 46. Entidad comunidad (4FN)	275
Tabla 47. Consulta de resumen: componentes aprobados por comunidad y fecha (fuente de datos en 4FN)	275
Tabla 48. Formas complejas de violencia representadas mediante valores o sumas binarias	283
Tabla 49. Ejemplo de presupuesto de costes elegibles en un proyecto subvencionado con recursos de cooperación internacional.....	298
Tabla 50. Estructura del formato de reporte original para el monitoreo del subproceso de atención terapéutica	317
Tabla 51. Definición de variables para estimación de cumplimiento de indicador.....	320
Tabla 52. Definición de escenario para estimación de cumplimiento de indicador	320
Tabla 53. Registro incoherente de las fechas de las sesiones	325
Tabla 54. Composición del hogar en la entidad personas	327
Tabla 55. Registro del número de personas asistentes en la entidad sesiones ..	328
Tabla 56. Registro de asistencia a sesiones del subproceso terapéutico	329
Tabla 57. Matriz de registro de problemáticas para selección de casos de atención terapéutica	334

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Desarrollo histórico de los derechos de autor	43
Cuadro 2. Periodización según el tipo de mercancía ficticia dominante.	44
Cuadro 3. El nuevo paradigma de la transformación tecnológica	57
Cuadro 4. Antecedentes y contexto experiencial del autor del proyecto en GI y MD	70
Cuadro 5. Aproximación entre proceso del caso de aprendizaje y diseño del caso de investigación para la definición de un modelo de análisis ajustado	91
Cuadro 6. Relación entre dimensiones espacio temporales	105
Cuadro 7. Diferencias epistemológicas entre ciencia (inter) disciplinar y transdisciplinariedad.	110
Cuadro 8. Características del NMC	114
Cuadro 9. Conceptos básicos para la comprensión de los modelos.....	126
Cuadro 10. Enfoques cualitativo, cuantitativo y simulación computacional	135
Cuadro 11. Definición de los componentes de la cadena informacional.....	168
Cuadro 12. Niveles semióticos de los procesos de información	173
Cuadro 13. Comparación entre categorías de conocimiento declarativo y de conocimiento procedimental	185
Cuadro 14. Actividades fundamentales para la producción de software.....	193
Cuadro 15. Subproceso de recepción de la ruta de atención integral a víctimas en la Unidad de Justicia y Paz.....	199
Cuadro 16. Criterios para un modelo de datos óptimo.....	208
Cuadro 17. Funciones de un SGBD.....	217
Cuadro 18. Ejemplo de descripción de un dato en MD	224
Cuadro 19. Terminologías alternativas para el MREL	226

Cuadro 20. Ejemplo de definición del dominio de un atributo (descripción física por comprensión)	231
Cuadro 21. Ejemplo de definición del dominio de un atributo (descripción física por extensión)	231
Cuadro 22. Ejemplo de definición del dominio de un atributo (valor opcional).....	232
Cuadro 23. Ejemplo de definición de dominios para el control de valores nulos .	234
Cuadro 24. Operaciones básicas y derivadas sobre tablas	276
Cuadro 25. Operadores relacionales	277
Cuadro 26. Contenido de los módulos del Sistema de Programación de Agendas	301
Cuadro 27. Comparación entre estados de la sesión y estados del proceso	332
Cuadro 28. Desagregación del tema de atención por categorías y subcategorías	335

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Evolución conceptual de las patentes.....	42
Figura 2. Tendencias tecnológicas del Big Data.....	58
Figura 3. Articulación entre los dominios temáticos componentes del proyecto. ...	82
Figura 4. Perspectiva interdisciplinar del proyecto.....	83
Figura 5. Estructura epistemológica compleja.....	95
Figura 6. Trama de relaciones de propiedades complejas de la realidad.....	107
Figura 7. Dimensiones fenomenológicas que diferencian la disciplinariedad y la transdisciplinariedad.....	112
Figura 8. Complejidad del diseño como fases y propiedades del proceso-producto.....	119
Figura 9. Esquema general del proceso de modelado científico.....	124
Figura 10. Elementos para una tipología de modelos científicos.....	127
Figura 11. Mapa del concepto de metamodelo y su utilidad en el modelamiento	129
Figura 12. Mapa del concepto de modelo en la teoría semanticista.....	131
Figura 13. Diseño de modelado con abstracción intermedia.....	137
Figura 14. Mapa conceptual de modelado de datos (MD).....	139
Figura 15. Relaciones entre los componentes de la cadena informacional.....	167
Figura 16. Formas de conversión del conocimiento y contenido de cada forma.	172
Figura 17. Dimensiones y atributos de la calidad de la información.....	176
Figura 18. Datos de la entidad proyecto.....	178
Figura 19. Datos de la entidad documento.....	178
Figura 20. Contexto y semántica en la transformación de datos en información.	182

Figura 21. Del dato al conocimiento productivo	184
Figura 22. Ciclo de la gestión de información a partir del modelamiento	185
Figura 23. Metodologías contemporáneas para los SI.....	187
Figura 24. Dimensiones estructurales de los SI.....	188
Figura 25. Componentes de un sistema de información	189
Figura 26. Esquema básico de desarrollo ágil	195
Figura 27. Diagrama de flujo del subproceso de recepción de la ruta de atención integral a víctimas en la Unidad de Justicia y Paz	200
Figura 28. Diagrama de asociaciones entre las clases vivienda, grupo familiar e integrantes del hogar	202
Figura 29. Diagrama de asociación entre las clases vivienda y hogar.....	202
Figura 30. Diagrama de transición de estados de la afiliación de un usuario en una EPS dentro del régimen contributivo.....	204
Figura 31. Estructura básica de una BD de proyectos.....	214
Figura 32. Terminología de bases de datos.....	220
Figura 33. Ejemplo de abstracción de clasificación	221
Figura 34. Ejemplo de abstracción de agregación	222
Figura 35. Ejemplo de abstracción de generalización.....	223
Figura 36. Terminología utilizada en una relación	225
Figura 37. Componentes del dominio de un atributo	230
Figura 38. Componentes de un diagrama relacional	238
Figura 39. Símbolos para definir el tipo de asociación entre entidades	238
Figura 40. Uso de las líneas de enlace en la asociación entre entidades.....	239
Figura 41. Asociación entre entidades mediante un diagrama de Chen (ER)	239
Figura 42. Ejemplos de asociaciones entre entidades.....	241

Figura 43. Cambio de valor de la clave candidata entre dos momentos (cambio del valor del atributo para el mismo individuo).....	250
Figura 44. Cambio de valor de la clave candidata entre dos momentos (cambio del individuo asociado al atributo clave)	251
Figura 45. Enlace manual entre dos formularios mediante clave artificial	252
Figura 46. Uso de claves alternativas y campos de control	254
Figura 47. Abstracción de clasificación de la actividad lúdica.....	257
Figura 48. Diagrama de asociación entre las entidades estudiantes y actividades lúdicas (1FN).....	261
Figura 49. Diagrama de asociación entre las entidades casos, sesiones y profesional enlace (2FN)	263
Figura 50. Diagrama de asociación entre las entidades proyectos y municipios (en 3FN).....	267
Figura 51. Diagrama de asociación entre las entidades especialidad y asesoría (en FNBC).....	270
Figura 52. Dependencias multivaluadas de la relación seguimiento programa nutricional	274
Figura 53. Diagrama de asociación entre las entidades comunidad, nutrición, y capacitación (4FN).....	275
Figura 54. Estructura de registro de hechos de violencia	280
Figura 55. Interrelación jerárquica entre hechos.....	282
Figura 56. Bloques de valores derivados de la interacción entre tres actores	283
Figura 57. Organigrama de la ONG	299
Figura 58. Estructura de asignación de recursos.....	299
Figura 59. Diagrama de asociación entre las entidades agenda, actividad y proyecto	301
Figura 60. Diagrama relacional básico para estructurar la gestión de recursos ..	304
Figura 61. Jerarquía e interdependencia entre acciones	306
Figura 62. Asociaciones entre acciones y recursos	307

Figura 63. Transformación y desagregación de recursos	308
Figura 64. Mapa conceptual básico para análisis de la gestión de recursos	309
Figura 65. Flujo de datos del modelo de gestión interna de recursos propuesto .	312
Figura 66. Diagrama relacional de las entidades básicas para el monitoreo de indicadores del proceso de atención terapéutica	319
Figura 67. Diagrama relacional primera versión BD atención terapéutica	322
Figura 68. Flujo de datos para el monitoreo del subproceso de atención terapéutica en la segunda fase del proyecto	323
Figura 69. Captura de pantalla de la ventana principal de aplicación de derivación de casos	324
Figura 70. Captura de pantalla de la ventana principal de aplicación de seguimiento al proceso terapéutico.....	324
Figura 71. Mensajes de advertencia por fecha incoherente	327
Figura 72. Asociación entre personas y sesiones para establecer asistencia	328
Figura 73. Diagrama relacional segunda versión de la aplicación de BD	331
Figura 74. Diagrama relacional de las entidades del sistema de información de monitoreo del subproceso de atención terapéutica.....	336
Figura 75. Detalle de generador de informes.....	337

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A.	La tecnología: creatividad y poder.....	376
ANEXO B.	The digital revolution	380
ANEXO C.	Informacionalismo y la sociedad red	386
ANEXO D.	Doce temas clave de la economía digital	387
ANEXO E.	La internet de las cosas	391
ANEXO F.	Autores y corrientes que trabajan sobre la noción de complejidad	393
ANEXO G.	El paradigma como modelo	396
ANEXO H.	Perspectiva semanticista de los modelos	397
ANEXO I.	Ejemplo de diferenciación y articulación entre contexto y semántica.....	403
ANEXO J.	Modelos de desarrollo de software	405
ANEXO K.	Ejemplo de modelado dirigido por datos.....	411
ANEXO L.	Ejemplo de modelado dirigido por un evento.....	416
ANEXO M.	Ejemplo de iteración y recursividad	420
ANEXO N.	Usuarios y administradores de bases de datos	430
ANEXO O.	El Lenguaje Unificado de Modelado (UML)	432
ANEXO P.	Mapa conceptual ampliado para análisis de la gestión de recursos	438
ANEXO Q.	Mapa conceptual del proceso terapéutico	439

TABLA DE AUTORIDADES

<p>ADÚRIZ-BRAVO, Agustín... 130, 131, 132</p> <p>AGUIRRE, José María..... 118, 119</p> <p>ALLUEVA, Pedro 185</p> <p>ANDREESSEN, Marc 56</p> <p>ARAMBURU, Nekane..... 160, 168</p> <p>ARDOINO, Jacques..... 105, 106</p> <p>ARIZA AMPUDIA, Verónica..... 118</p> <p>ARIZA, Yefrin..... 130, 131, 132</p> <p>ARNAU, Jaume 141</p> <p>ATEHORTÚA, Federico..... 66, 67, 171</p> <p>BAINBRIDGE, William S..... 147</p> <p>BARNÉS, Héctor G..... 76</p> <p>BAUDRILLARD, Jean 121, 122</p> <p>BBC (prensa)..... 147</p> <p>BEEDLE, Mike 194</p> <p>BEGG, Carolyn E.....205, 207, 208, 216, 217, 223, 226, 242</p> <p>BELLO, Martha Nubia..... 279</p> <p>BERICAT, Eduardo..... 142</p> <p>BERTALANFFY, Ludwig von 97</p> <p>BLANKENBAKER, John 56</p> <p>BOSTROM, Nick..... 148</p> <p>BOUZA, Odalys 152, 153</p> <p>BUGARÍN DÍZ, José Antonio 319</p> <p>CAMPOS, Agustín 133</p> <p>CARO ALMELA, Antonio 100</p> <p>CASTELLS, Manuel...55, 59, 60, 151, 154</p> <p>CELLAN-JONES, Rory 147</p> <p>CEPAL..... 50, 51, 74</p> <p>CHAMPY, James..... 48, 67, 70, 155</p> <p>CLARKE, Arthur C. 158</p> <p>COLOMBIA. Congreso de la República 53</p> <p>COLOMBIA. Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación - COLCIENCIAS..... 53, 71, 75</p> <p>COLOMBIA. Departamento Administrativo Nacional de Estadística – DANE 264</p>	<p>COLOMBIA. Departamento Nacional de Planeación – DNP 53</p> <p>COLOMBIA. Fiscalía General de la Nación 199, 200</p> <p>COLOMBIA. Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior ... 51</p> <p>COLOMBIA. Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones de Colombia 54</p> <p>Comisión Europea 86</p> <p>CONNOLLY, Thomas M.....205, 207, 208, 216, 217, 223, 226, 242</p> <p>CORONA, Pablo Edgardo 106, 107</p> <p>CORREA, Pablo..... 75</p> <p>COTTA-RAMUSINO, L..... 164</p> <p>DATE, C. J.205, 214</p> <p>DAVID, Paul 61</p> <p>DE MIGUEL DÍAZ, Mario..... 87</p> <p>DE MIGUEL, Adoración.....229, 230, 258, 278</p> <p>Declaración Transhumanista 147</p> <p>DECSAI.....68, 69</p> <p>DELGADO, Carlos 165</p> <p>DROGOUL, A..... 136</p> <p>DRUCKER, Peter 64, 65, 66, 151</p> <p>DRUMMOND CÂMARA, Jairo José ... 120</p> <p>EDMAN, Robin 120</p> <p>El Confidencial (prensa) 76</p> <p>El Espectador (prensa)..... 75</p> <p>ELMASRI, Ramez255, 261, 262, 264, 266</p> <p>FANTOVA, Fernando 160, 161</p> <p>FERNÁNDEZ ALARCÓN, Vicenç..... 239</p> <p>FERRER, Marcela 296</p> <p>FLEMING, Candace C..... 207</p> <p>FLEMING, Niel 167</p> <p>FORAY, Dominique..... 61</p> <p>FRANCISCO, Papa 39, 40, 115, 116, 146, 355</p>
--	--

Free Software Foundation	42	LARRAZ, Natalia	185
FREIXA, Monserrat.....	141	LAUDON, Jane P.	180, 186, 187, 188, 189, 190
GARCÍA DOS SANTOS, Laymert.....	62	LAUDON, Kenneth C..	180, 186, 187, 188, 189, 190
GARCÍA, Fidel	46, 47, 49, 65	LLANES ORDÓÑEZ, Juan	90, 91
General Bussiness Machines.....	146	LONDOÑO, Sandra Liliana	63, 64
GEYMONAT, Ludovico	78, 165	LUSTHAUS, Charles	294
GIBBONS, Michael.49, 62, 110, 111, 112, 113, 114, 117, 154, 155, 158, 345		MALDONADO, Carlos Eduardo....	98, 104, 108, 109, 133, 134
GIERE, Ronald N.....	132	MALDONADO, Tomás ..	41, 122, 123, 132
GÓMEZ CRUZ, Nelson Alfonso..	133, 134	Manifiesto Ágil.....	194
GÓMEZ MARÍN, Raúl.....	102	MARAKAS, George M.175, 176, 180, 188, 189	
GÓMEZ VIEITES, Álvaro.....	174, 175	MARGHERIO, Lynn	55
GOÑI, Juan José	173	MARÍN MORALES, Roque.....	143, 319
GRASSMAN, Winfried ..72, 214, 218, 221, 225, 226		MARTÍN-BARBERO, Jesús.....	60, 61
GROSSO, José Luis	67	MASSOT LAFÓN, Inés.....	90, 91
GS1 COLOMBIA.....	175	MATUS, Teresa.....	166
GUARDADO, Manuel	152, 153	MICROSOFT.....	212
GUARDINI, Romano.....	40	MINSKY, Marvel.....	125, 126
GUTIÉRREZ RODRÍGUEZ, Germán ..	100	MIRA MIRA, José.....	143
HABERMAS, Jürgen.....	163	MONTENEGRO, Santiago	54, 55
HAGGETT, Peter	124, 125	MONTIEL, Maryalejandra	56, 57
HAMMER, Michael	48, 67, 70, 155	MOORE, Gordon.....	56
HARDT, Michael	50	MORENO, Juan Carlos	96, 97
HAWKING, Stephen	146, 147, 148	MORIN, Edgar.....	97
HERNÁNDEZ, Jesús	146	MUÑOZ-SECA, Beatriz	71, 169
HERNÁNDEZ, Roberto.....	142	NAVARRETE CARDONA, Steven.....	75
HIMANEN, Pekka	151	NAVARRO, Pablo	63, 64
HOMANS, George Caspar.....	145	NAVATHE, Shamkant B.	255, 261, 262, 264, 266
HOTTOIS, Gilbert	147, 148, 149	NEFFA, Julio César.....	47
HUBER, George P.....	155, 156	NEGRI, Antonio.....	50
IBAÑEZ, Jesús	94, 101, 142	NICOLESCU, Basarab	108, 161, 162
INTEL	56	NONAKA, Ikujiro.....	171, 172
IZQUIERDO, Luis .97, 124, 129, 136, 137, 138		NORMAN, Donald	140, 141
JAUA MILANO, Elías	47, 48	O'BRIEN, James A.	175, 176, 180, 188, 189
JIMÉNEZ, Javier Andrés.....	102	OCDE.....	48
JOYANES AGUILAR, Luis.....	58, 59, 154, 193, 209, 210, 211, 212, 213	Organización de Naciones Unidas.45, 279	
KIMMEL, Paul.....	278	OSORIO, Sergio Néstor	100, 101, 102
KROENKE, David M. ..206, 219, 230, 248, 271		PALMA MÉNDEZ, José Tomás ...	143, 319
LADRÓN DE GUEVARA, Laureano.....	73	PAVEZ, Alejandro 167, 168, 171, 183, 184	
LAMAS. Paulo Félix.....	319	PENTLAND, Alex	58
LANCHEROS, Dora Lucía	279		

PEPPERELL, Robert	145	SILBERSCHATZ, Abraham	215, 219, 223, 227
PÉREZ-ESCODA, Núria	86, 87	SIMONS, Helen	88, 89, 90
PETKOVIĆ, Dušan	226	SINNEXUS	68
PICKERING, Andrew	144, 145	SOMMERVILLE, Ian ..	190, 193, 194, 195, 198, 201, 203
PONTI, Frank	66	SOTOLONGO, Pedro	165
Project Management Institute	187	STAKE, Robert E.	89
RAGIN, C.....	89	SUÁREZ REY, Carlos	174, 175
RAMÍREZ, René	52	SUTHERLAND, Iván	121
RAMOS, María Jesús	245, 268	TAKEHUCHI, Hirotaka	171, 172
REICH, Robert.....	152	TAPSCOTT, Don.....	65
Revista Dinero (prensa).....	75	The Guardian (prensa).....	46
RIORDAN, Rebecca	72, 157, 203, 208, 219, 220, 224, 244, 248, 255, 261, 264, 268, 273, 276	TOFFLER, Alvin	64
RIVEROLA, Joseph	71, 169	TREMBLAY, Jean-Paul	72, 214, 218, 221, 225, 226
ROCO, Mihail C.	147	TREUIL, Jean – Pierre	128
RODRÍGUEZ ZOYA, Leonardo	78, 94, 95, 96, 126, 127, 128, 129, 134, 135	TRIVINHO, Eugênio	62, 63
ROGGERO, Pascal	78, 126, 127, 128, 129, 134, 135	TROVATO, Giuseppe.....	164
ROMERO PÉREZ, Clara	99, 109, 110	TUKEY, John	125, 141
RUMBAUGH, James ...	196, 197, 198, 278	TURING, Alan	145
SÁDABA RODRÍGUEZ, Igor....	41, 42, 43, 44, 46	UNAMUNO, Miguel De.....	39
SAGAN, Carl	144	Universidad Industrial de Santander	76, 77
SALTALAMACCHIA, Homero Rodolfo.	92, 177	VALENCIA, Jorge.....	171
SÁNCHEZ, Ricardo	75, 76	VARAS, Marcela 180, 183, 205, 208, 221, 222, 224	
SANTOS CALDERÓN, Juan Manuel	75	VARGAS GUILLÉN, Germán	99, 115, 128
SANTOS, Theotonio Dos.....	52, 55	VIRILIO, Paul	62
SCHÖN, Donald	159, 160, 345	VON HALLE, Barbara.....	207
SCHUSCHNY, Andrés.....	60, 133, 158	WIKIPEDIA (colaboradores de) ...	156, 173
SCOCOZZA, Mariel	109	YIN, Robert K.	88, 90, 91
SCOTT, George.....	70	YOURDON, Edward	98, 191
SENGE, Peter	169	ZIGLAR, Hilary Hinton	196
SERJE, Margarita	123		
SHIMOMURA, Hakubun	76		

ABREVIATURAS Y SIGLAS

Significado	Abreviatura
Banco Interamericano de Desarrollo	BID
Base(s) de datos	BD
Comisión Económica para América Latina.....	CEPAL
Committee on Economic, Social and Cultural Rights (Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales de la ONU)	CESCR
Comunidad de Estados Latinoamericanos y Caribeños	CELAC
Cuarta forma normal	4FN
Data Definition Language (Lenguaje de definición de datos)	DDL
Data Manipulation Language (Lenguaje de manipulación de datos)...	DML
Departamento Administrativo Nacional de Estadística (Colombia)	DANE
Estudio de casos	EC
Estudio de impacto ambiental	EIA
Foreign key (clave foránea o externa).....	FK
Forma normal de Boyce-Codd	FNBC
General Agreement on Tariffs and Trade (Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio).....	GATT
Gestión de información	GI
Gestión del conocimiento	GC
Grupo Temático de Manejo de Información de OCHA.....	GTMI

Significado	Abreviatura
Instituto Colombiano de Bienestar Familiar	ICBF
Inteligencia artificial	IA
International Business Machines	IBM
Investigación y desarrollo	I&D
Modelado o modelamiento de datos	MD
Modelo relacional	MREL
Monitoreo y evaluación	M&E
Nuevo modo de producción del conocimiento	NMC
Office for the Coordination of Humanitarian Affairs (Oficina para la Coordinación de Asuntos Humanitarios de la ONU)	OCHA
Organización no gubernamental	ONG
Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales de la ONU	PIDESC
Primary key (clave primaria o principal)	PK
Primera forma normal	1FN
Producto Interno Bruto	PIB
Realidad virtual	RV
Segunda forma normal	2FN
Servicio Nacional de Aprendizaje	SENA
Sistema de apoyo a decisiones	SAD

Significado	Abreviatura
Sistema de gestión de bases de datos.....	SGBD
Sistema de gestión de bases de datos relacionales.....	SGBDR
Sistema(s) de información.....	SI
Sociedad del conocimiento	SC
Structured Query Language (lenguaje estructurado de consulta)	SQL
Tecnologías de la información o tecnología informática.....	TI
Tecnologías de la información y la comunicación	TIC
Tercera forma normal.....	3FN
Tipo abstracto de datos	TAD
Trabajo Social (profesión, disciplina social)	TS
Unified Modeling Language (Lenguaje Unificado de Modelado)	UML

RESUMEN

TÍTULO: EL MODELADO DE DATOS COMO HERRAMIENTA PARA LA GESTIÓN DE INFORMACIÓN EN TRABAJO SOCIAL: CONTEXTO, PERSPECTIVA TRANSDISCIPLINAR Y ESTUDIO DE CASOS *

AUTOR: JESÚS ALBERTO PLATA PINILLA**

PALABRAS CLAVE: BASES DE DATOS, COMPLEJIDAD, GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO, GESTIÓN DE INFORMACIÓN, INVESTIGACIÓN SOCIAL, MODELADO DE DATOS, POSTHUMANISMO, PROFESIONAL INFORMATIZADO, SISTEMAS, TRABAJO SOCIAL, TRANSDISCIPLINARIEDAD.

DESCRIPCIÓN:

La emergencia de la complejidad, acentuada por el desarrollo tecnológico en la era de la información, presenta desafíos y oportunidades para compaginar las acciones profesionales con el carácter dinámico, multidimensional, polisémico y multirreferencial de la realidad; al mismo tiempo difumina fronteras disciplinares y genera nuevos campos de trabajo interdisciplinar. Tal es el caso con el advenimiento de la gestión del conocimiento y del nuevo profesional informatizado que plantea a los trabajadores sociales la necesidad de renovar conocimientos y roles, no solo como profesionales del conocimiento y responsables de la gestión de información de sus propias actividades, sino también para tomar una posición proactiva en las dinámicas de poder interdisciplinario derivadas de este contexto.

Como respuesta se propone, desde una perspectiva transdisciplinar, el uso de técnicas y herramientas que posibiliten una integración creativa de la tecnología informática a la actividad profesional del trabajador social y la ampliación de capacidades de análisis y colaboración en contextos interdisciplinares, relativos a la gestión del conocimiento y el desarrollo de sistemas de información. Con este propósito se realiza un estudio descriptivo de algunas técnicas de procesamiento de información, relacionadas con el modelado de datos, aplicadas al diseño de instrumentos de investigación, evaluación y gestión del ciclo de proyectos sociales.

Metodológicamente este trabajo se fundamenta en el análisis de diversas fuentes teóricas, que en conjunto ofrecen una panorámica documentada del tema, procurando ampliar la comprensión – en el ámbito del Trabajo Social – de algunos problemas y requerimientos de la gestión de información, con una sucinta aproximación epistemológica a los temas de complejidad, modelos y lenguajes. Su utilidad se evidencia mediante el estudio de casos sobre la implementación del modelado de datos en el diseño de instrumentos y el desarrollo de sistemas de información en temas sociales.

* Trabajo de grado.

** Facultad de Ciencias Humanas. Escuela de Trabajo Social. Director: MSc. Juan Manuel Latorre Carvajal, Trabajador Social.

ABSTRACT

TITLE: DATA MODELING AS A TOOL FOR MANAGEMENT INFORMATION IN SOCIAL WORK: TRANSDISCIPLINARY PERSPECTIVE AND CASE STUDIES*

AUTHOR: JESÚS ALBERTO PLATA PINILLA**

KEYWORDS: COMPLEXITY, COMPUTERISED PROFESSIONAL, DATABASES, DATA MODELLING, INFORMATION MANAGEMENT, KNOWLEDGE MANAGEMENT, POSTHUMANISM, SOCIAL RESEARCH, SOCIAL WORK, SYSTEMS, TRANSDISCIPLINARITY.

DESCRIPTION:

The emergence of complexity, enhanced by technological development in the age of information, presents challenges and opportunities to articulate professional actions with the dynamic, multidimensional, polysemic and multi-referential character of reality, while also blurs disciplinary boundaries and generates new fields of interdisciplinary work. Such is the case with the advent of knowledge management and the new computerized professional, which pose to social workers the need to renew knowledge and roles, not only as professionals of knowledge, responsables for information management their own activities, but also to take a proactive stance in the dynamic of the interdisciplinary power arising from this context.

Alternatively it is proposed, from a transdisciplinary perspective, the use of techniques and tools that enable creative integration of computer technology to the professional activity of the social worker and expanding the analysis and collaboration capabilities in interdisciplinary contexts, relating to knowledge–management and development of information systems. For this purpose was performed a descriptive study of some information processing techniques related to data modeling applied to the design of research instruments, evaluation and management of social projects cycle.

Methodologically this work is based on the analysis of different theoretical sources which together offer an overview of issue, which seeks to expand the comprehension – in the field of Social Work – from some problems and requirements of information management, with a short epistemological approaching to complexity, models and languages. Its usefulness is evidenced through case studies about the application of data modeling in the design of instruments and the development of information systems on social issues.

* Bachelor Thesis.

** Facultad de Ciencias Humanas. Escuela de Trabajo Social. Director: MSc. Juan Manuel Latorre Carvajal, Trabajador Social.

LA MARCA¹ (A MANERA DE PRÓLOGO)

*"...para que nadie pueda comprar ni
vender, sino el que tenga la marca"
Apocalipsis 13, 17*

No conozco las cosas por su nombre,
tal vez fuera costumbre en el pasado
como también lo fuera usar lo usado
o evocar el bostezo sueño o hambre.

Las palabras comunes me avergüenzan,
no está bien decir "tenis", ¡digo Adidas!
En el mundo industrial La Marca es vida,
más allá de las cosas, su existencia.

Lo visible y lo etéreo tienen dueño,
el derecho de autor todo lo abarca.
Nada se compra o vende sin La Marca
y al patentar se apropia cada sueño.

Ser o no ser depende del consumo
que viene del poder adquisitivo,
La Marca es juez de tono inquisitivo,
la diferencia entre alguien y ninguno.

¡Ah cantidad de marcas incontable!
Qué difícil saber con tanta oferta
cuál de todas aquellas más acierta
a ser, entre las otras, destacable.

Gobierna la elección un "tecno-instinto",
no la fruición del tacto ni olfativa:
solo apreciar por vía televisiva
el distintivo logo variopinto.

Qué lleves en la bolsa, al fin, no importa,
su obsolescencia viene programada;
nuevos modelos, nueva temporada,
por La Marca la vida útil se acorta.

Entonces lo intangible toma cuerpo,
abdica lo tangible a favor de ella:
La Marca es reina, diosa, ¡la más bella!
Las cosas, su valor -parece- ha muerto.

Jesús Alberto Plata Pinilla, 30 septiembre de 2012.

¹ PLATA PINILLA, Jesús Alberto. La Marca. Facebook, publicado 30/03/2015 23:16, actualizado 18/09/2015 06:37 Disponible en: <https://www.facebook.com/notes/jes%C3%BAs-alberto-plata-pinilla/la-marca/10152994313464039?pnref=lhc>

INTRODUCCIÓN

La complejidad de la realidad, entendida desde la red de relaciones de un sistema, las múltiples miradas sobre aquella, la velocidad de los cambios o la optimización de los procesos, en tanto situaciones generadas, posibilitadas, potenciadas o amplificadas de manera significativa por las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), conlleva cambios en el ejercicio profesional, de los cuales no pueden sustraerse las ciencias, disciplinas y profesiones sociales.

Este proyecto trata del abordaje técnico de la gestión de información en Trabajo Social (TS), de cara a algunos de los retos que plantea la complejidad, en relación con su carácter dinámico, multidimensional, polisémico y multirreferencial.

Del contexto tecnológico, económico y social que ha dado origen a internet, a la economía digital y a la sociedad informacional, ha surgido la *gestión del conocimiento* (GC), en la que diversos roles orbitan alrededor de la figura del *nuevo profesional informatizado*. Desde allí se identifican oportunidades de mejoramiento de la gestión de información por el trabajador social y de renovación de sus roles.

Tal dinámica contextual está reconfigurando las fronteras y relaciones de poder entre disciplinas, en función de la explosión–circulación de conocimientos, la identificación de áreas de trabajo común, el reto de la innovación y los niveles de apropiación de las tecnologías informáticas, relacionadas con un *nuevo modo de producción del conocimiento* (NMC). En este punto, este documento se orienta al tema del diseño de instrumentos de gestión de información (GI), con el apoyo de técnicas para el procesamiento informático de datos, competencias y herramientas necesarias del quehacer y posicionamiento profesional en la sociedad actual.

Estas técnicas – desarrolladas y divulgadas principalmente en el ámbito de la informática – se relacionan con un campo temático denominado *modelado de datos* (MD), en el marco de los sistemas de información (SI) y el desarrollo de bases de datos (BD), derivado de las teorías de modelos. Se explora su utilidad en actividades como investigación, gestión del ciclo de proyectos y evaluación en el ámbito social, para favorecer la gestión de procesos, la creación de valor agregado y la innovación.

El MD se refiere, de manera genérica, al trabajo con materializaciones simbólicas del conocimiento, a la producción y operación de bienes intangibles mediante el uso de la tecnología informática (TI). A su vez, es también un tipo de conocimiento simbólico, más exactamente, un conjunto de técnicas para procesar información con ciertas características de complejidad. En este punto es fácil entrever la pertinencia del MD para muchas disciplinas, en este caso para el Trabajo Social (TS).

El MD puede considerarse, potencialmente, un recurso de *mediación lingüística* para el trabajo colaborativo en entornos multi e interdisciplinarios. Un recorrido a través de elementos epistemológicos y metodológicos que entroncan con el enfoque de la complejidad y la transdisciplinariedad señala tal posibilidad, poniendo el acento en los temas de *modelos, lenguajes y tecnología*. A su vez, el análisis de la interacción entre seres humanos y tecnología lleva a una necesaria reflexión acerca del posthumanismo y el transhumanismo.

El soporte empírico de este trabajo está conformado por la propia experiencia del autor en el desarrollo y aplicación de instrumentos y herramientas de gestión de información para diagnósticos socioeconómicos, organización social, análisis del impacto ambiental, educación y formación, acompañamiento psicosocial, investigación social, intervención familiar, dinámicas poblacionales y monitoreo de proyectos.

Su aporte se orienta, principalmente, a i) el reconocimiento del papel del trabajador social como profesional del conocimiento en el contexto de la sociedad informacional; ii) la valoración del MD como parte de un lenguaje conceptual y

metodológico para el trabajo interdisciplinar; iii) la presentación de técnicas relacionadas con el MD en el contexto de las disciplinas sociales; y iv) el análisis de casos prácticos de gestión de información que evidencian la utilidad del MD para el TS.

En este documento se da gran importancia al análisis del contexto, global, interdisciplinar y personal, del cual surge el tema tratado, por varias razones, desde favorecer la comprensión de aspectos económicos, sociales, epistemológicos y tecnológicos en las cuales se inscribe, hasta la exteriorización de las motivaciones éticas, políticas, sociales, académicas y laborales que subyacen a su elección.

Se trata también de un asunto de coherencia con el propio marco conceptual y metodológico, que procura, desde una experiencia particular y comprensiblemente poco visible o de alcance limitado, construir un significado más amplio que contribuya a construir saber práctico y desencadenar procesos de reflexión y aprendizaje. En esta línea, que movilice el interés de los trabajadores sociales hacia el tema y facilite su tránsito a través del mismo. No podría ser de otra manera en el caso de los contenidos tratados aquí para el ámbito del TS.

Finalmente, se intenta balancear la tensión entre activismo y discursividad (o teorización), es decir, construir el sentido de la práctica, que el autor entiende como un proceso que articula la mirada teórica, con el análisis del contexto y la acción (en este trabajo materializada en aplicaciones). En el mismo orden va la amplitud de esos elementos: mayor para la comprensión (perspectiva), intermedia para la delimitación del contexto (enfoque), y menor para la acción (núcleo u objetivo), aunque tal amplitud solo indica prioridad, no primacía. Esta se encuentra en la praxis.

Metodológicamente, además del estudio de casos (EC), este trabajo se fundamenta en el análisis de diversas fuentes teóricas, que permiten obtener una panorámica documentada del tema y avanzar en la comprensión – en el ámbito del TS – de

algunos problemas y necesidades planteadas por la GI a partir del paradigma tecnológico.

De este modo, se evidencia la intencionalidad del autor de apostar por un cambio de perspectiva, en su ámbito disciplinar, en relación con los procesos de información, su pertinencia y relevancia para el TS, en términos de la optimización de procesos e instrumentos de información y del uso creativo de las TI en la actividad profesional, como pasos necesarios para dar el salto hacia iniciativas de innovación social que incorporen tales aspectos.

De manera específica, la aplicación del MD y de técnicas relacionadas se considera útil en áreas como gerencia y gestión del conocimiento, investigación social, gestión del ciclo de proyectos, monitoreo y evaluación, diseño de procesos y rutas de atención, desarrollo de sistemas de GI por equipos interdisciplinarios, gestión documental, análisis decisional, y en general para el diseño de instrumentos de información y BD para diferentes propósitos del desempeño profesional.

1. ANTECEDENTES Y CONTEXTO

Es detestable esa avaricia espiritual que tienen los que sabiendo algo, no procuran la transmisión de esos conocimientos.

Miguel de Unamuno

El marco amplio de este proyecto son las condiciones de producción del saber y del saber-hacer, referido de manera especial a la tecnología, y dentro de esta las TI. Es premisa esencial la afirmación del conocimiento como factor de poder, cuyo valor social se encuentra determinado por la división social del trabajo, asentada en la subordinación del trabajo al capital y en la separación entre trabajo manual y trabajo intelectual.

El punto de partida es, por tanto, una crítica ética y política en torno al poder del conocimiento materializado en la tecnología. Al respecto, es oportuna y necesaria la reflexión del *papa* Francisco en su reciente encíclica *Laudato Si'* (ver ANEXO A):

No podemos ignorar que la energía nuclear, la biotecnología, la informática, el conocimiento de nuestro propio ADN y otras capacidades que hemos adquirido nos dan un tremendo poder. Mejor dicho, dan a quienes tienen el conocimiento, y sobre todo el poder económico para utilizarlo, un dominio impresionante sobre el conjunto de la humanidad y del mundo entero [subrayado propio]. Nunca la humanidad tuvo tanto poder sobre sí misma y nada garantiza que vaya a utilizarlo bien, sobre todo si se considera el modo como lo está haciendo. Basta recordar las bombas atómicas lanzadas en pleno siglo XX, como el gran despliegue tecnológico ostentado por regímenes totalitarios al servicio de la matanza de millones de personas, sin olvidar que hoy la guerra posee un instrumental cada vez más mortífero. ¿En manos de quiénes está y puede llegar a estar tanto poder? Es tremendamente riesgoso que resida en una pequeña parte de la humanidad.²

² FRANCISCO, *papa*. Carta encíclica *Laudato Si'* sobre el cuidado de la casa común [en línea]. Roma: Tipografía Vaticana, 24 de Mayo de 2012. Publicado en internet por Oficina de Prensa de La Santa Sede. Párrafo 104 [recuperado 15/06/2015]. Disponible en: http://w2.vatican.va/content/dam/francesco/pdf/encyclicals/documents/papa-francesco_20150524_enciclica-laudato-si_sp.pdf

Evitar que el conocimiento resida en pocas manos impone el deber ético de aprehenderlo y socializarlo. Pero, además, definir el tipo de conocimiento útil y pertinente para atender necesidades colectivas de la humanidad. En su carta, Francisco interpreta a Romano Guardini³ para advertir de los peligros asociados al poder del conocimiento privatizado:

Se tiende a creer «que todo incremento del poder constituye sin más un progreso, un aumento de seguridad, de utilidad, de bienestar, de energía vital, de plenitud de los valores», como si la realidad, el bien y la verdad brotaran espontáneamente del mismo poder tecnológico y económico. El hecho es que «el hombre moderno no está preparado para utilizar el poder con acierto», porque el inmenso crecimiento tecnológico no estuvo acompañado de un desarrollo del ser humano en responsabilidad, valores, conciencia. [...] «la posibilidad de que el hombre utilice mal el poder crece constantemente» cuando no está «sometido a norma alguna reguladora de la libertad, sino únicamente a los supuestos imperativos de la utilidad y de la seguridad»⁴.

El análisis de antecedentes y contexto a continuación pone en juego diversos elementos que verifican esta preocupación, que, consecuentemente, demarcan una postura crítica frente a la tecnología, no de rechazo per se, considerando lo humana y socialmente valiosa que puede representar aquella, diríase su bondad, sino para su reorientación, en consonancia con los valores disciplinares y profesionales que el TS puede aportar.

1.1. ANTECEDENTES ECONÓMICOS GENERALES

El conocimiento es un producto social que en el modo de producción capitalista está sometido a su privatización y mercantilización. Primero fue a través de la apropiación de los medios de producción (incluido el conocimiento encapsulado en artefactos); luego mediante la explotación de la fuerza de trabajo (conocimientos, habilidades y destrezas del trabajador artesanal); posteriormente mediante la

³ GUARDINI, Romano. El ocaso de la edad moderna. Madrid: Guadarrama, 1958, pp. 111-112. Citado por: FRANCISCO, *papa*. op. cit.

⁴ FRANCISCO, *papa*. op. cit. párrafo 105.

aplicación de la *organización científica del trabajo* y los procesos de automatización del Taylor – Fordismo (encapsulamiento del conocimiento en los procesos de administración y producción); más recientemente bajo la forma de propiedad intelectual corporativa, es decir, la privatización del conocimiento en cuanto tal, como bien intangible, materializado simbólicamente, bajo el dominio del capital.

1.1.1. El surgimiento de la patente y los derechos de autor. Un antecedente histórico significativo para comprender el cambio en la naturaleza económica del conocimiento, al convertirse en mercancía, es la aparición de la patente. Las primeras formas de patente, las cédulas reales y cartas por descubrimiento y conquista de tierras extranjeras⁵, fundan el carácter de apropiación y privación que luego tendrán las patentes de industria y los derechos de autor, concomitantes al capital monopolístico. Este instrumento será responsable, en buena medida, de la expansión de invenciones que antecedió a la revolución industrial y que prosigue hasta nuestros días, otorgando protección jurídica al capital intelectual y a la financiación de las invenciones:

La patente no solo confirma que la invención es una mercancía y, por lo tanto, reconoce en la práctica un mercado de las invenciones, sino también hace legal el papel del inventor y propietario. En la medida en que pone énfasis en la parte del individuo como factor de cambio en la esfera del saber técnico, la patente invalida el principio, celosamente custodiado por las corporaciones medievales, según el cual toda tentativa por parte de sus miembros de obrar individualmente como factor de cambio era mirado como una forma grave de transgresión.⁶

El siguiente paso en la transformación económica del conocimiento estaría dado por la aparición de la cesión de los derechos patrimoniales y comerciales de la invención, “es el momento en que se pasa de la patente como monopolio vinculado

⁵ SÁDABA RODRÍGUEZ, Igor. Sociología de la propiedad intelectual en la era global: De las controversias científico-técnicas a los conflictos sociales. Memoria para optar al grado de doctor. Madrid: Universidad Complutense de Madrid, 2011. E-Prints Complutense (publicador). p. 36 [recuperado el 6/09/2015]. Disponible en: <http://eprints.ucm.es/7707/1/T30002.pdf>

⁶ MALDONADO, Tomás. Lo real y lo virtual. Barcelona: Gedisa, 1994. p. 123.

al inventor solitario o al científico aislado, a la patente como posesión de las grandes corporaciones”⁷. La evolución conceptual de las patentes se aprecia en la Figura 1.

Figura 1. Evolución conceptual de las patentes



FUENTE: adaptación con base en SÁDABA, Igor. Sociología de la propiedad intelectual en la era global, Tomo I. p. 49.

El desarrollo de las patentes a finales del siglo XX se constituye en uno de los ejes centrales del capitalismo cognitivo^(*). Considerando los procesos de producción y distribución social del conocimiento, cada vez más intensificados gracias a las redes informáticas, desde diversos sectores – muchos de aquellos relacionados con la corriente del copyleft^(**) –, se cuestiona el carácter privativo, incluso la originalidad

⁷ SÁDABA, I. op. cit. p. 47

^(*) El capitalismo cognitivo se refiere a la forma del sistema capitalista global en la SC, relacionado con la propiedad intelectual y el conocimiento como principal fuente de valor.

^(**) “Copyleft es el término que se utiliza en el ámbito informático (y se aplica de manera análoga a la creación literaria y artística) para designar el tipo de protección jurídica que confieren determinadas licencias que garantizan el derecho de cualquier usuario a utilizar, modificar y redistribuir un programa o sus derivados, siempre que se mantengan estas mismas condiciones de utilización y difusión”. En: FUNDACIÓN COPYLEFT. Copyleft. Fundación CopyLeft [recuperado el 9/02/2016]. Disponible en: <http://fundacioncopyleft.org/es/9/que-es-copyleft>. “El copyleft es un método general para hacer un programa (u otro tipo de trabajo) libre, exigiendo que todas las versiones modificadas y extendidas del mismo sean también libres”. Es una alternativa al simple dominio público, donde un autor particular podría modificar y hacer privativo determinado conocimiento. En: FREE SOFTWARE FOUNDATION. ¿Qué es el copyleft? [en línea], El sistema operativo GNU, actualizado el 2015/06/05

del conocimiento, que da lugar a las patentes, entendidas así como una apropiación artificial del mismo. Sádaba⁸ identifica cuatro fases en el desarrollo de los derechos de autor, en función del contexto histórico, el tipo de autoría y los derechos asociados (ver Cuadro 1).

Cuadro 1. Desarrollo histórico de los derechos de autor

Fase	Propulsores vs. Detractores	Dimensión central de la Autoría o tipo de apropiación	Tipos de derechos
Fase inglesa (Statute of Anne)	Los primeros librereros, periodistas y editores vs. algunos autores, liberales acérrimos y la monarquía	Penal: Se fija como control legal de lo escrito. Privilegios monárquicos.	Autoría moral asociada al derecho penal inglés. Autor penal
Fase francesa (Decretos de la Asamblea Francesa)	Diderot vs. Condorcet	Laboral: Se fija para remunerar de manera adecuada a los escritores. Privilegios o derechos.	Autoría patrimonial asociada a los privilegios. Paso de los privilegios (rey) a los derechos (ley). Profesional liberal. Autor propietario.
Fase norteamericana (Constitución Americana)	Jefferson vs. Liberales antimonopolio	Propietaria y contractualista (moderna y legalista): Se fija para reconocer derechos naturales. Instrumental y pragmática: se gratifica a los creadores a cambio del beneficio de sus creaciones. Derechos.	Fusión de modelos anteriores ajustados al derecho contractual norteamericano. Autor mercantil.
Fase global (TRIPs)	Organismos internacionales (OMC, WIPO, EPO, etc.) vs. Movimientos sociales	Igual a la norteamericana pero también financiera. Se fija para garantizar los intercambios comerciales mundiales.	Derechos anteriores pero transferibles y mundializados. Gestores y entidades supranacionales. Autoría empresarial y global.

FUENTE: SÁDABA, Igor. Sociología de la propiedad intelectual en la era global. p. 35.

12:06:23 UTC [recuperado el 10/08/2015]. Disponible en: <http://www.gnu.org/copyleft/copyleft.es.html>

⁸ Ibid. pp. 22 – 35.

Sádaba⁹ plantea también la existencia de tres periodos históricos, a partir del análisis de los procesos de acumulación de riqueza y los conflictos subyacentes entre clases, que se producen al imponerle carácter ficticio de mercancía a bienes que deberían considerarse colectivos o inalienables: la tierra, el trabajo y la producción intelectual o inmaterial (ver Cuadro 2).

Cuadro 2. Periodización según el tipo de mercancía ficticia dominante.

FASE	MERCANCÍA FICTICIA FUNDAMENTAL	CONFLICTOS	CONSTRUCCIÓN DE LAS MERCANCÍAS FICTICIAS
Pre-capitalismo feudal	Tierra	Por la propiedad de la tierra	La tierra es mi “regalo” de Dios y la teoría lockeana de la propiedad privada.
Capitalismo industrial	Trabajo asalariado	Sindicales o Laborales	Ethos ascético y movilización social del trabajo vivo. Obligación forzada de vender la fuerza de trabajo para sobrevivir.
Capitalismo global	Trabajo intelectual o inmaterial	Copia, propiedad intelectual y piratería	La propiedad intelectual es un derecho natural (autores e inventores) y es la base de la innovación intelectual.

FUENTE: SÁDABA, Igor. Sociología de la propiedad intelectual en la era global. Tomo I p. 35.

Los conflictos de la última fase se plantean entre el derecho humano al acceso y participación en la cultura y el derecho de autores e inventores sobre sus obras, ambos protegidos por la Declaración de Derechos Humanos y el Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales (PIDESC), de manera específica

⁹ Ibid. pp. 80 – 84.

en los tres primeros incisos del artículo 15 del PIDESC, que reconocen el derecho de toda persona a:

- a) Participar en la vida cultural.
- b) Gozar de los beneficios del progreso científico y de sus aplicaciones;
- c) Beneficiarse de la protección de los intereses morales y materiales que le correspondan por razón de las producciones científicas, literarias o artísticas de que sea autora.¹⁰

El Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales¹¹ (CESCR, por sus siglas en inglés), responsable de la aplicación del PIDESC, indica que no puede confundirse el derecho humano fundamental de acceso y beneficio de la producción cultural con los beneficios comerciales que derivan del régimen de propiedad intelectual. En la búsqueda de equilibrio entre unos y otros prima el interés público y “no debería privilegiarse indebidamente el interés privado de los autores [... dado que] la propiedad intelectual es un producto social y tiene una función social”^{12 (*)}.

¹⁰ ASAMBLEA GENERAL DE LA ONU. Resolución 2200 A (XXI) (16, diciembre, 1966), entrada en vigor el 3 de enero de 1976. Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales. Archivo de las Naciones Unidas.

¹¹ CESCR. Observaciones generales al Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales aprobadas por el Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales de Naciones Unidas. 35º período de sesiones, 2005. Observación No. 17, párrafo 35. Disponible en: http://conf-dts1.unog.ch/1%20SPA/Tradutek/Derechos_hum_Base/CESCR/00_1_obs_grales_Cte%20Dchos%20Ec%20Soc%20Cult.html#GEN17

¹² Ibid.

(*) Un caso que ilustra la naturaleza de este conflicto, fue la declaración de las bibliotecas de Harvard por el aumento en los precios de las publicaciones científicas. En 2012 el Consejo de la Facultad de Biblioteca de la Universidad de Harvard denunció cómo “las grandes editoriales de publicaciones académicas periódicas han hecho el ambiente de comunicación escolar físicamente insostenible y escolarmente restrictivo. Esta situación es exacerbada por los esfuerzos de ciertas editoriales (llamadas “proveedores”) para adquirir, empaquetar e incrementar el precio de ciertas publicaciones” [Citado por: SUÁREZ, Geraldine. Harvard se declara abiertamente en contra de los monopolios intelectuales. Hipertextual [página web], publicado el 24/04/2012 [recuperado el 08/04/2015]. Disponible en: <http://hipertextual.com/2012/04/harvard-se-declara-abiertamente-en-contra-de-los-monopolios-intelectuales>. La nota de prensa original fue publicada en The Guardian ese mismo día bajo el titular “Harvard University says it can't afford journal publishers' prices”. Disponible en: <http://www.theguardian.com/science/2012/apr/24/harvard-university-journal-publishers-prices>]. Suárez agrega que “un puñado de editoriales que utilizan el prestigio que su sistema de revisión por

El carácter del conocimiento como *mercancía ficticia* alberga una contradicción inherente: son bienes costosos de producir y baratos de reproducir, cuya distribución no agota el valor de uso del bien pero sí su valor de cambio. Esta condición conlleva la obsolescencia temporal de su valor, a que el conocimiento tenga fecha de expiración. Siguiendo a Polanyi y otros autores, Sádaba plantea que

Las ideas, mediante copyright y patentes, son arrancadas del marco social en el que se inscriben y valorizan [subrayado propio], para existir como bienes muertos que surcan los perímetros económicos y comerciales al igual que cualquier otro objeto.¹³

Los objetos que caen bajo el manto de la Propiedad Intelectual existen y funcionan como “mercancías ficticias”. Son objetos económicos radicalmente artificiales, que han pasado por una “operación de cirugía retórica” que ha ido desplazando su estatus “cultural” o “científico” hacia su nuevo estatus “mercantil”. Han dejado de ser ocio, entretenimiento o educación para convertirse en activos, valores añadidos y recursos monetarios transferibles. Para ello han sido necesarias, al menos, dos maniobras discursivas: i) una, que equipara los bienes materiales con los inmateriales (económicamente hablando) y, por lo tanto, la propiedad privada clásica como derecho natural con la propiedad intelectual y ii) otra, que iguala innovación colectiva (bien común, bienestar público) con incentivos monetarios individuales (monopolios temporales, remuneración, recompensa), de manera que el requisito para el progreso tecno-científico o cultural pasa por la protección jurídica de las obras.¹⁴

García complementa esta mirada indicando cuáles han sido los instrumentos mediante los cuales se ha producido esa transformación en la fase actual:

La contradicción fundamental del capitalismo, entre el carácter social de la producción y el carácter privado de la apropiación, se expresa ahora también mediante un esfuerzo del sistema por privatizar el conocimiento.

Esto ocurre de dos maneras: i) mediante la imposición universal de la protección de la propiedad intelectual (patentes y otras formas de protección), que es parte de los acuerdos GATT de 1994, que dieron nacimiento a la Organización Mundial del Comercio; y ii) la aparición de un sector que pudiéramos llamar industrial que fabrica y vende conocimientos al sector científico: empresas

pares ofrece, para obstruir el acceso al conocimiento y venderlo solo a quienes puedan pagarlo” han conformado un monopolio contra el cual se suman cada vez más académicos e instituciones.

¹³ SÁDABA, I. op. cit. p.71.

¹⁴ Ibid. p. 76

dedicadas a análisis complejos, servicios científico-técnicos, comercialización de servicios de información científica y tecnológica, organizaciones de investigaciones por contrato, etc., que abarcan hasta los mismos ensayos clínicos. A esto se adiciona más recientemente el surgimiento de los bancos de datos propiedad de las industrias y que crecen y se completan a mayor velocidad que los bancos de datos públicos, como está ocurriendo con los datos del proyecto del genoma humano.

A través de estas dos formas de privatización del conocimiento, éste se transforma en capital (se mezcla dentro del capital) de forma análoga a como el trabajo del obrero fue absorbido dentro del capital por la introducción de las máquinas hace 200 años.¹⁵

1.1.2. El Taylor-Fordismo. A finales del siglo XIX Frederick Taylor introduciría el proceso de racionalización del saber hacer de la fuerza de trabajo [subrayado propio] que daría un salto con la automatización del proceso productivo por Henry Ford¹⁶. Este modelo se caracterizaría por “la organización centralizada y jerárquica; la profundización de la división del trabajo; escasa autonomía de los trabajadores; procesos de trabajo segmentados y repetitivos; escasa calificación y adiestramiento limitado; control de los tiempos y de los movimientos de los trabajadores”¹⁷. En esencia, se despoja a los trabajadores de su conocimiento del proceso de producción, sustituido por la tarea especializada.

1.1.3. El fin del fordismo y el inicio de la flexibilización laboral. A finales de la década del sesenta del siglo XX el fordismo entra en crisis, con el debilitamiento del Estado de Bienestar, en el contexto de los movimientos sociales y culturales que recorrieron el mundo desde el Mayo del 68, que reclamaban mayor participación y

¹⁵ GARCÍA, Fidel. Gestión del conocimiento en tiempos de economía digital [documento en línea]. Ministerio de Hacienda de Costa Rica (publicador), 2001. p. 6 [recuperado el 13/06/2015]. Disponible en: [http://www.hacienda.go.cr/centro/datos/Publicacion/Gestión del conocimiento en tiempos de economía digital..rtf](http://www.hacienda.go.cr/centro/datos/Publicacion/Gestión%20del%20conocimiento%20en%20tiempos%20de%20economía%20digital..rtf)

¹⁶ NEFFA, Julio César. El proceso de trabajo y la economía del tiempo. Buenos Aires: Editorial Humanitas, 1990. Citado por: JAUJA MILANO, Elías. Del fordismo a la flexibilidad laboral: supuestos, crisis y realidades de la regulación social. En: Revista Venezolana de Economía y Ciencias Sociales. Abril – Septiembre, 1997. Vol. 3, Nº 2-3, p. 85.

¹⁷ JAUJA, E. Op. cit. p. 86.

libertades sociales, el rechazo a las guerras y en general a toda forma de organización social establecida rígidamente (burocracias, ejércitos, escuelas, iglesias y las empresas):

El movimiento de los trabajadores se planteó una recuperación del saber hacer, ejercer el control sobre las condiciones de trabajo, rotaciones, reorganizar las empresas, capacidad de designar directores y fijar políticas de empleo, ejecutar inversiones, entre otros elementos. Ante este reto, los patrones entienden que la solución a toda la crisis del modelo no estaba en aumentar la remuneración y la seguridad social, sino que era necesario modificar las condiciones psicológicas y técnicas del trabajo. La acumulación de rigideces en la economía de postguerra es señalada como la causante de la crisis.¹⁸

Así se dará inicio a la flexibilización de las condiciones de trabajo, no concebida como una conquista de los trabajadores sino como respuesta al agotamiento del modelo económico anterior, abriendo paso a la implantación de medidas laborales neo-liberales. La flexibilización es definida en el Informe Dahrendorf¹⁹ de la OCDE como "la capacidad de los individuos en la economía y particularmente en el mercado de trabajo, de renunciar a sus costumbres y de adaptarse a nuevas circunstancias"²⁰.

1.1.4. Neoliberalismo, globalización y flexibilización. En la era Reagan-Thatcher se impone la política neoliberal a nivel global, exigiendo flexibilización en todos los ámbitos: mercados, empresas, relaciones laborales, medio ambiente, política y legislación. Hammer y Champy²¹ plantean puntos concretos acerca de cómo llevarla a cabo en las empresas con el uso de la tecnología, señalando aspectos como la

¹⁸ JAUA, E. op.cit. pp. 94-95.

¹⁹ OCDE. La flexibilité du marché du travail. Rapport d'un groupe d'experts de haut niveau au Secrétaire general. Paris: OCDE, 1986. Citado por: BRONSTEIN, Arturo. La flexibilidad del trabajo: panorama general [documento en línea]. Caracas: Centro de Investigaciones Jurídicas de la Academia de Ciencias Políticas y Sociales, proyecto Ulpiano (publicador), 1990. p. 4 (376) [recuperado el 24/07/2015] Disponible en: http://www.ulpiano.org.ve/revistas/bases/artic/texto/RDUCV/75/rucv_1990_75_371-413.pdf

²⁰ Ibid. p. 6

²¹ HAMMER, Michael; CHAMPY, James. Reingeniería. Bogotá: Editorial Norma, 1994. 226 p.

deslocalización de las actividades, el trabajo en red, los sistemas de apoyo a decisiones o la integración de sistemas cliente-proveedor.

Fidel García plantea así el modo capitalista de la nueva economía del conocimiento:

Ha ocurrido un desplazamiento de la competencia basada en la escala de la producción y la reducción de los costos, hacia una competencia basada en la diferenciación y sustitución de productos. De manera que con los productos novedosos, los precios pueden ser elevados de nuevo y puede mantenerse la tendencia a la concentración de la producción y de la apropiación.

La sustitución de bienes de alta durabilidad por desechables, la introducción de novedades marginales para crear nuevas necesidades de consumo y la reconcepción de productos tradicionales mediante la incorporación de la digitalización y la informática, también es parte de este fenómeno. Esta competencia por diferenciación sitúa al acceso al conocimiento en el centro de las ventajas competitivas.²²

La caída de los márgenes de utilidad de la producción masiva en serie debido al entorno de competencia global, junto a la demanda por productos más particularizados, individualizados o personalizados, genera un alto dinamismo del consumo, que requiere conocimientos especializados y flexibles para atender la fabricación bajo demanda o a escala de producción reducida, con mayor valor agregado. En este punto, es importante distinguir entre economías *de escala* y *de alcance*. En las primeras se obtienen beneficios al producir un mayor número de unidades al menor costo posible. De manera distinta, en las economías de alcance

[...] se obtienen beneficios al configurar repetidamente las mismas tecnologías y habilidades de formas diferentes para satisfacer la demanda del mercado. Las empresas que buscan economías de alcance necesitan tener un acceso continuado a conocimientos de muchos tipos diferentes y, para adquirir ese necesario acceso, se ven atraídas cada vez más hacia su producción.²³

²² GARCÍA, F. op. cit.

²³ GIBBONS, Michael *et al.* La nueva producción del conocimiento: La dinámica de la ciencia y la investigación en las sociedades contemporáneas. Barcelona: Ediciones Pomares-Corredor, 1997. pp. 72-73.

Aquí se comprende la preocupación de la GC, tanto por la retención del talento humano como por los procesos de transformación del conocimiento, de tácito a explícito, y su socialización. En consecuencia, Negri y Hardt²⁴ plantean cómo el trabajador fabril, pieza fácilmente reemplazable del engranaje productivo en la producción de plusvalía está siendo sustituido cada vez más por la fuerza laboral intelectual, inmaterial y comunicativa.

1.1.5. El contexto económico latinoamericano y colombiano. Con la notable excepción de Brasil y, en menor medida, de México, el desarrollo de los países de la región nunca alcanzó niveles de industrialización y de acumulación de capital significativos dentro del anterior modelo económico de economías de escala. Y en todos los casos no participó de cerca de los beneficios de la modernidad a los que accedieron las economías del primer mundo. El aperturismo de la década de 1990 introdujo solo algunas mejoras a nivel macroeconómico, pero no modificó sustancialmente la división internacional del trabajo que, como en el caso colombiano, se ha caracterizado por la producción y exportación de materias primas, que en la actualidad se ha focalizado en las actividades extractivas minero energéticas y en la explotación de la biodiversidad biológica del país, en la mira del capital trasnacional.

La CEPAL²⁵ señala que los cambios en la región no fueron exitosos respecto a las tasas de crecimiento ni en los índices de productividad y cambio tecnológico [subrayado propio]. Si bien, en medio de la recesión de la economía mundial en la última década, países latinoamericanos han reportado indicadores favorables de

²⁴ NEGRI, Antonio; HARDT, Michael. Imperio [en línea]. Trad. Eduardo Sadier de la edición de Harvard University Press, Cambridge, Massachussets, 2000. GEOAMÉRICA, Red de información y documentación de los encuentros de geografía de américa latina – EGALLES (publicador), p. 29 [recuperado el 12/06/2015]. Disponible en: <http://www.geoamerica.org/pub/imperio/Imperio.pdf>

²⁵ CEPAL. América Latina y el Caribe en la transición hacia una sociedad del conocimiento: Una agenda de políticas públicas. En: Reunión regional de tecnología de información para el desarrollo (20 y 21 de junio de 2000: Florianópolis, Brasil). p. 13

crecimiento, problemas como la inequidad en términos de distribución del ingreso (que incluso se ha profundizado en países como México y Colombia) o las debilidades estructurales y de financiación de la educación, y de ineficiencia de las políticas implementadas plantean un panorama preocupante en el actual contexto.

En este marco “se inserta el debate contemporáneo acerca del sendero de transición hacia una sociedad del conocimiento”²⁶ para la región y para el país. En el caso colombiano, a diferencia de algunos países latinoamericanos, la educación parece concebirse como un mercado más del sector servicios y no como el elemento clave, no solo del desarrollo sino de la supervivencia económica a nivel global, situación que da lugar a un desarrollo heterogéneo de la capacidad productiva, del cual es probable no salga favorecido el país en el mediano y largo plazo, de mantenerse así.

El cambio tecnológico exhibe un fuerte sesgo ahorrador de mano de obra y, simultáneamente, reclama la re-calificación de la fuerza de trabajo, a fin de adaptarse a los nuevos requerimientos de la tecnología informatizada [subrayado propio].

Lejos de ocurrir de una manera eficiente y razonablemente bien distribuida a lo largo de la sociedad, el cambio de modelo productivo y organizacional parece estar profundizando el elevado grado de heterogeneidad estructural predominante en los países de la región [subrayado propio].²⁷

Indicador de esta realidad han sido los resultados de las pruebas PISA²⁸ y PIRLS²⁹, en las cuales Colombia se encuentra entre los últimos lugares.

²⁶ Ibid.

²⁷ Ibid. p. 14.

²⁸ Cfr. ICFES. Colombia en PISA 2012: Informe nacional de resultados (Resumen ejecutivo) [informe técnico en línea]. Bogotá: ICFES, 2013 [recuperado el 30/06/2015]. Disponible en: http://www.icfes.gov.co/investigacion/component/docman/doc_download/183-resumen-ejecutivo-de-los-resultados-de-colombia-en-pisa-2012?Itemid=

²⁹ Cfr. ICFES. Colombia en PIRLS 2011: Síntesis de resultados. Bogotá: ICFES, 2012 [recuperado el 30/06/2015]. Disponible en:

Resulta necesaria una comprensión acerca del cambio en las relaciones de dependencia económica y sus implicaciones para el desarrollo de una agenda tecnológica que conduzca a superar la dependencia tecnológica y cognitiva, mantenida y reforzada por los derechos de propiedad intelectual:

La región está viviendo un “segundo neodependentismo”, que implica pasar del “dependentismo manufacturado” al “mentafacturado”, esto es, en el plano tecnológico y cognitivo, que, por ser inmaterial, sería el más sutil e incluso el más perverso de los dependentismos. Por ello, lograr esta segunda independencia solo será posible con una agenda de desarrollo tecnológico y de generación de conocimiento en función de las necesidades y potencialidades propias.³⁰

Theotonio Dos Santos³¹ apuesta por “redefinir el papel de la ciencia y la tecnología de acuerdo con nuestras propias realidades”, en términos de los esfuerzos teóricos, empíricos, capacidades, posibilidades y metas de desarrollo, dado que los centros hegemónicos han sido incapaces de revisar sus teorías y valores frente a la crisis económica, social y ecológica global.

1.1.6. El marco normativo colombiano. Algunos de los pasos que ha dado el Estado colombiano para la puesta al día en relación con el desarrollo tecnológico se reflejan en su normatividad, siendo los antecedentes más importantes relacionados con el objeto de este trabajo los siguientes:

http://www.icfes.gov.co/investigacion/component/docman/doc_download/147-informe-de-resultados-de-colombia-en-pirls-2011?Itemid=

³⁰ RAMIREZ, René, Secretario de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación de Ecuador. Citado por: BURCH, Sally. Soberanía cognitiva y tecnológica, e integración. En: América Latina en Movimiento [en línea], Agencia Latinoamericana de Información – ALAI (publicador), septiembre, 2015, Año 39, No. 507. p. 3 [recuperado el 6/10/2015]. Disponible en: <http://www.alainet.org/sites/default/files/alai507w.pdf>

³¹ SANTOS, Theotonio Dos. Una economía política de la ciencia y la tecnología. En: América Latina en Movimiento, op. cit. p. 6.

- **Ley 29 de 1990**³². Fomento de la investigación científica y el desarrollo tecnológico. Se plantea la necesidad de organizar un sistema nacional de información científica y tecnológica.
- **Decreto 393 de 1991**³³. Define los propósitos y establece las modalidades de asociación entre entidades públicas y privadas para adelantar actividades científicas y tecnológicas, proyectos de investigación y creación de tecnologías.
- **Ley 1286 de 2009**³⁴. Es la norma de mayor alcance conceptual y administrativo para la promoción de la ciencia, la tecnología y la innovación: Transforma a Colciencias en un departamento administrativo, amplía el alcance del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación y crea un fondo nacional de financiamiento para estas actividades.
- **Ley 1341 de 2009**³⁵. Determina el marco general para la formulación de las políticas públicas que regirán el sector de las TIC, a partir del reconocimiento de la SC, siendo pilares de su consolidación: i) el acceso y uso de las TIC, ii) el despliegue y uso eficiente de la infraestructura, iii) el desarrollo de contenidos y aplicaciones, iv) la protección a los usuarios y v) la formación de talento humano

³² COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 29 (27, febrero, 1990). Por la cual se dictan disposiciones para el fomento de la investigación científica y el desarrollo tecnológico y se otorgan facultades extraordinarias. Bogotá D.E., Diario Oficial No. 39.205, 27 de febrero de 1990.

³³ COLOMBIA. DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN. Decreto 393 (8, febrero, 1991). Por el cual se dictan normas sobre asociación para actividades científicas y tecnológicas, proyectos de investigación y creación de tecnologías. Bogotá D.E., Diario Oficial No. 39.672, 12 de febrero de 1991.

³⁴ COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 1286 (23, enero, 2009). Por la cual se modifica la Ley 29 de 1990, se transforma a Colciencias en Departamento Administrativo, se fortalece el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación en Colombia y se dictan otras disposiciones. Bogotá D.C., Diario Oficial 47.241, 23 de enero de 2009.

³⁵ COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 1341 (30, julio, 2009). Por la cual se definen principios y conceptos sobre la sociedad de la información y la organización de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones –TIC–, se crea la Agencia Nacional de Espectro y se dictan otras disposiciones. Bogotá, D. C., Diario Oficial 47.426, 30 de julio de 2009.

en estas tecnologías y su carácter transversal [subrayado propio]. Transforma el Ministerio de Comunicaciones en el Ministerio de las TIC.

- **Resolución 202 de 2010**³⁶. Define conceptos esenciales para la interpretación de las normas sobre TIC, tales como *aplicaciones*, *contenido*, e *interoperabilidad*.

Respecto a la Ley 1286, Montenegro³⁷ considera que es un paso importante para la expansión de la ciencia, la tecnología y la innovación en Colombia, pero critica algunos vacíos conceptuales, al no establecer un contexto global [subrayado propio], el punto de partida para Colombia en dicho contexto, ni una concepción de base acerca de cómo opera el conocimiento [subrayado propio], asuntos de los cuales deriva la formulación de políticas. Señala como principios necesarios la apertura a lo global, el reconocimiento de fallas de mercado y de gobierno, así como de un considerable atraso en la materia. En su opinión, las políticas actuales están centradas en unas minorías, por ejemplo, académicos y algunos empresarios. Pero la importancia de las TIC para el desarrollo nacional es ignorada por otros sectores clave como trabajadores, políticos y empleados públicos.

Frente a la brecha tecnológica del país en relación al mundo, entre sectores urbanos y rurales, y entre regiones^(*), Montenegro advierte que no debe desperdiciarse recursos en “inventar la rueda” sino buscar sistemáticamente tecnologías y saberes

³⁶ COLOMBIA. MINISTERIO DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LAS COMUNICACIONES. Resolución 202 (8, marzo, 2010) Por la cual se expide el glosario de definiciones conforme a lo ordenado por el inciso 2° del artículo 6° de la Ley 1341 de 2009. Bogotá, D. C., 8 de marzo de 2010.

³⁷ MONTENEGRO, Santiago. Comentarios a la ley 1286 de Ciencia, Tecnología e Innovación [presentación en línea]. Colombia Aprende: La red del conocimiento (publicador) [recuperado el 15/08/2015]. Disponible en: http://www.colombiaaprende.edu.co/html/investigadores/1609/articles-191480_archivo15.pdf

(*) Además del planteamiento de Montenegro, en este documento se parte por reconocer la existencia de una brecha tecnológica entre sectores y actores del desarrollo, también entre disciplinas profesionales, con un balance desfavorable para el área social.

en bases de datos y patentes en el mundo, para aplicarlos a la solución de problemas propios o de otra naturaleza. Destaca que “para innovar es menester aceptar que el mundo es dinámico y el futuro impredecible”³⁸.

1.2. EL DESARROLLO TECNOLÓGICO EN LA ERA DE LA INFORMACIÓN

1.2.1. El desarrollo de las TIC y la Red. El desarrollo tecnológico ha dado origen a la SC, global, en red, interconectada, que se evidencia, entre otros factores, por el aceleramiento en la difusión de las TIC^(*) (ver ANEXO B), que Santos describe así:

El proceso de globalización de la economía y la política mundiales, basado en la revolución tecno-científica que se inició en la década de los 40, sometió gradualmente el proceso de producción al desarrollo científico, introduciendo la investigación y el desarrollo en el centro mismo del proceso económico. Hoy, la robótica y la telemática producen una expansión de la información, que está cambiando radicalmente la relación entre la ciencia, la tecnología y el proceso productivo, transformando de manera significativa las escalas de la producción por efectos de la automatización.³⁹

Manuel Castells⁴⁰ identifica tres hitos fundamentales en este desarrollo (ver ANEXO C):

³⁸ Ibid. Diapositiva 13.

^(**) “El ritmo de la de la adopción de Internet eclipsa todas las otras tecnologías que le precedieron. [Estados Unidos] tomó 38 años para llegar a 50 millones de personas que sintonizaran la radio; la televisión tardó 13 años para llegar al mismo número de personas. Dieciséis años después de que saliera al mercado el primer juego de computadora, 50 millones de consumidores estaban usando uno. La internet, una vez se abrió al público en general, cruzó esa línea de población en solo cuatro años”. En: MARGHERIO, Lynn (Director). The Emerging Digital Economy [online]. United States Department of Commerce, Economics and Statistics Administration (ESA), contributing editor: Kent Hughes, July 1998. p. 4 [recuperado el 18/06/2015]. Disponible en: http://www.esa.doc.gov/sites/default/files/emergingdig_0.pdf

³⁹ SANTOS, T. op. cit. p. 5

⁴⁰ CASTELLS, Manuel. Informacionalismo y la sociedad red (epílogo). En: HIMANEN, Pekka. La ética del hacker y el espíritu de la era de la información [en línea]. E-prints in library & information science (publicador), 2002. Fecha de depósito: 11/03/2009. Última modificación: 02/10/2014 12:13. pp. 128-130. [recuperado el 29/07/2015]. Disponible en: <http://eprints.rclis.org/12851/1/pekka.pdf>

- i. La programación interactiva mediante el uso de miniordenadores, que conllevó la eliminación de la intermediación de los técnicos operadores de las computadoras.
- ii. La aparición del Apple I^(*) y
- iii. El desarrollo del navegador Netscape^(**).

A lo anterior se suma el acelerado desarrollo de la capacidad de los procesadores y medios de almacenamiento digital. Según la ley de Moore (por Gordon Moore, cofundador de Intel)⁴¹ los transistores de un chip se duplican cada dos años.^(***)

Montiel⁴² establece que la fusión de los contenidos, las comunicaciones y la computación, junto a la convergencia de sus respectivas tecnologías, ha dado origen a los cibermedios, definiendo un nuevo paradigma de transformación tecnológica bajo seis elementos o dimensiones (ver Cuadro 3).

(*) El Apple I fue el primer ordenador personal que podía ser utilizado por un usuario no especializado, aunque fue precedido por el Altair en el uso del procesador. Sin embargo, el Kenbak-1, implementado totalmente mediante circuitos integrados, es considerado el primer computador personal de la historia, creado por John Blankenbaker en 1970, un año antes de la aparición del primer procesador. Al respecto véase Timeline of Computer History, 1971 [online]. Computer History Museum, 2006. [recuperado el 24/07/2015]. Disponible en: <http://www.computerhistory.org/timeline/?year=1971>

(**) Netscape Navigator fue el primer navegador web comercial, creado por Marc Andreessen, y lanzado en octubre de 1994.

⁴¹ INTEL. 1971-2011: 40 años del microprocesador [folleto en línea]. Intel [recuperado el 15/06/2015]. Disponible en: http://www.intel.la/content/dam/www/public/lar/xl/es/documents/40_aniversario_del_procesador.pdf

(***) En noviembre de 1971, Intel sacó al mercado el primer microprocesador de un solo chip, el 4004, un CPU de 4 bits. En 1972 lanzó su primer microprocesador de 8 bits el 8008, que podía procesar 300 mil operaciones por segundo. Solo 2 años después, con la aparición del primer ordenador personal, el Altair, la velocidad de operaciones se multiplicó 10 veces, con el procesador 8080. Así la capacidad y prestaciones han crecido permanentemente a lo largo de los años, disminuyendo también su costo, hasta llegar a los actuales microprocesadores Core i7 de quinta generación, que permiten entre 4 y 7 gigatransferencias por segundo. En: INTEL, op. cit.

⁴² MONTIEL, Maryalejandra. Los cibermedios como nuevas estructuras de comunicación social. En: Opción: Revista de Ciencias Humanas y Sociales [en línea], 2000, Año 16, No. 33, ISSN 1012-1587. Dialnet (publicador), p. 38. [recuperado el 26/07/2015]. Disponible en: <http://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2475161.pdf>

Cuadro 3. El nuevo paradigma de la transformación tecnológica

Elementos de cambio	Antigua Tecnología	Nueva Tecnología
Señal	Analógica	Digital
Tiempo	Sincrónico	Asincrónico
Procesadores	Semiconductor tradicional	Microprocesador
Capacidad de la red	Banda estrecha	Superautopista de la información. Banda ancha
Medios de información	Datos, texto, voz, imagen separados	Multimedia (integración de texto, voz, sonido, video)
Dirección	Una sola vía	Doble vía (Interactiva)

FUENTE: MONTIEL, Maryalejandra. Los cybermedios como nuevas estructuras de comunicación social. p. 39

En la medida que el desarrollo de la tecnología informática ha venido colocando en manos del público prestaciones más altas de hardware y software^(*), existe la posibilidad de implementar sofisticadas herramientas de resolución de problemas, como bases de datos, simuladores y sistemas de apoyo a decisiones (SAD), sin necesidad de ser ingeniero en la materia.

En muchos casos el rol de analista de datos o la participación en el diseño de soluciones informáticas ocurre implícita o explícitamente por este factor, entre profesionales responsables de la administración de información, incluidos – por supuesto – los trabajadores sociales.

1.2.2. Los macrodatos (big data). Los grandes conjuntos de datos, big data o macrodatos han creado nuevos campos de desempeño científico y profesional, que cuestionan metodologías asentadas en las ciencias económicas y sociales:

^(*) vgr. las interfaces gráficas del tipo WYSIWYG (What You See Is What You Get, lo que usted ve es lo que usted obtiene).

Los problemas del siglo XXI exigen un nuevo modo de pensar. Todavía hoy abundan los economistas y sociólogos que aplican conceptos propios de la Ilustración, como mercados y clases, modelos simplificados que reducen las interacciones sociales a reglas o algoritmos sin atender al comportamiento individual de las personas. Es preciso profundizar más para apreciar los finos engranajes de las relaciones sociales. Los macrodatos (big data) nos facilitan medios para esa tarea.⁴³

Figura 2. Tendencias tecnológicas del Big Data^(*)



FUENTE: Elaboración propia con base en JOYANES, Luis. Big Data, p. 1.

En las diferentes aproximaciones a una definición de Big Data hay varios elementos comunes: el volumen de los datos, la velocidad con que cambian y la multiplicidad

⁴³ PENTLAND, Alex. Una sociedad dirigida por datos. En: Investigación y Ciencia (edición española de Scientific American), Enero de 2014, No. 448, p.48.

^(*) Para ampliar la información sobre la internet de las cosas ver ANEXO E.

de fuentes de donde proceden, a lo que se suma la limitada capacidad de las tecnologías tradicionales para su procesamiento. Joyanes⁴⁴ indica que Big Data “supone una confluencia de tendencias tecnológicas (ver Figura 2) que venían madurando desde la primera década del siglo XXI, y que se han consolidado durante los años 2011 a 2013”, con el intensivo intercambio de información entre empresas, organizaciones y en la sociedad en general.

1.3. IMPACTO DE LA TECNOLOGÍA EN LA SOCIEDAD Y LA CULTURA

1.3.1. La sociedad informacional. La relatividad tiempo-espacio de la física se traslada al mundo económico y social, donde la velocidad de circulación del capital transforma permanentemente espacios y territorios, en procesos de *destrucción y creación* continua, hasta llegar al planteamiento de la obsolescencia programada en la industria.

Aunque el conocimiento y la información han sido decisivos en todos los periodos históricos, la sociedad informacional plantea un cambio cualitativo de estos aspectos, al pasar de instrumentos del modo de producción a constituirse en el eje del modo de producción actual:

[la sociedad informacional] indica el atributo de una forma específica de organización social en la que la generación, el procesamiento y la transmisión de información se convierten en las fuentes fundamentales de la productividad y el poder, debido a las nuevas condiciones tecnológicas que surgen en este período histórico.⁴⁵

Lo que caracteriza a la revolución tecnológica actual no es el carácter central del conocimiento y la información, sino la aplicación de ese conocimiento e información a aparatos de generación de conocimiento y procesamiento de la información – comunicación, en un círculo de retroalimentación acumulativo entre la innovación y sus usos [...] Las nuevas tecnologías de la información no son sólo herramientas que aplicar, sino procesos que desarrollar [...] Por

⁴⁴ JOYANES AGUILAR, Luis. Big Data: Análisis de grandes volúmenes de datos en las organizaciones. México: Alfaomega Grupo Editor, 2013. p. 1.

⁴⁵ CASTELLS, Manuel. La era de la información: economía, sociedad y cultura: Volumen I La Sociedad Red. Madrid: Alianza Editorial, 2000. p. 49

primera vez en la historia, la mente humana es una fuerza productiva directa, no sólo un elemento decisivo del sistema de producción.⁴⁶

[...] en la sociedad del conocimiento, las condiciones de generación de conocimiento y procesamiento de información han sido sustancialmente alteradas por una revolución tecnológica centrada en el procesamiento de información, la generación del conocimiento y las tecnologías de la información.⁴⁷

1.3.2. Un nuevo entorno de significación. Schuschny⁴⁸ considera que las tecnologías generan un nuevo entorno de significación que, no solo desvanece fronteras sociales, culturales o disciplinares, sino que posibilita abordar la complejidad.

Para Jesús Martín-Barbero⁴⁹ la tecnología difumina las fronteras entre la cultura en sentido antropológico y cultura en sentido sociológico. La tecnología no es un hecho puntual en la vida de los ciudadanos sino transversal a todas sus actividades y ámbitos, “desde la tecnología incorporada a las nuevas formas del dinero hasta toda la tecnificación acelerada del comer, del habitar, del trasladarse, pasando por la intermediación tecnológica que atraviesa el propio mundo de la literatura, de la música, de la plástica, tanto en su producción como en su reproducción”⁵⁰. Luego critica al sistema educativo por desconocer esta realidad, recalcando que la tecnología es un lenguaje:

⁴⁶ *ibid.* p. 61

⁴⁷ CASTELLS, Manuel. La dimensión cultural de internet. (Debates culturales, Sesión 1: Cultura y sociedad del conocimiento: Presente y perspectivas de futuro) [en línea]. Barcelona: UNIVERSITAT OBERTA DE CATALUNYA, 10-04-2002 [recuperado el 10/06/2015]. Disponible en: <http://www.uoc.edu/culturaxxi/esp/articulos/castells0502/castells0502.html>

⁴⁸ SCHUSCHNY, Andrés. La red y el futuro de las organizaciones. Buenos Aires: Editorial Kier, 2007. p. 259.

⁴⁹ MARTÍN-BARBERO, Jesús. Las transformaciones del mapa cultural: una visión desde América Latina. *En*: Revista Latina de Comunicación Social [en línea], 2000, No. 26, Laboratorio de Tecnologías de la Información y Nuevos Análisis de Comunicación Social (editor) [recuperado el 14/06/2015]. Disponible en: <http://www.ull.es/publicaciones/latina/aa2000vfe/barbero.html>

⁵⁰ *Ibid.*

La tecnología ya no puede ser pensada en términos de aparatos; la tecnología tiene que ser pensada en términos de lenguaje [subrayado propio], de escrituras, en términos de dispositivos de creación, de producción de conocimiento -el divorcio todavía fuerte entre el mundo del sistema educativo y el mundo de la comunicación mediática es que aquel sigue todavía organizando el mundo escolar, desde la primaria hasta la universidad, en torno a un solo eje que es el libro, y al que opone tajantemente el modelo de comunicación que rige al mundo audiovisual y de la informática.⁵¹

1.3.3. Repercusión de la tecnología en la producción del conocimiento. Las TI han propiciado diferentes efectos sobre la producción de conocimiento, entre los que David y Foray⁵² destacan:

- i. La producción exponencial de información, que simplifica su disponibilidad para conocer el estado de una cuestión, pero complejiza los criterios de valoración de la información pertinente.
- ii. La potenciación de interrelaciones entre los diversos agentes involucrados en un proceso creativo o productivo, por ejemplo entre fabricantes, proveedores y consumidores finales. En este aspecto, las redes, los objetos virtuales y la simulación – accesibles en tiempo real – facilitan el aprendizaje colectivo.
- iii. El impulso a la investigación y la gestión mediante las tecnologías de procesamiento de inmensas BD.
- iv. La descentralización en los procesos de recopilación de datos, cálculo y distribución de resultados a gran escala, por ejemplo mediante las tecnologías para la escalabilidad y procesamiento paralelo de BD y los dispositivos móviles, que permiten operar simultáneamente en diferentes lugares, potenciando el trabajo colaborativo.

⁵¹ ibid.

⁵² DAVID, Paul; FORAY, Dominique. Una introducción a la economía y a la sociedad del saber. En: Revista Internacional de Ciencias Sociales [en línea], UNESCO, marzo de 2002, vol. 54, No. 171. pp. 10 – 11. [recuperado el 10/06/2015]. Disponible en: <http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/SHS/pdf/171-fulltext171spa.pdf>

Gibbons⁵³ resume esta dinámica refiriéndose a los cambios en las reglas del juego, del NMC:

Ya no se puede considerar el conocimiento como discreto y coherente, con su producción definida por reglas claras, y gobernado por rutinas establecidas. En lugar de eso, se ha convertido en una mezcla de teoría y práctica, de abstracción y agregación, de ideas y de datos. Las fronteras entre el mundo intelectual y su ambiente se han hecho difusas, en la medida en que la ciencia híbrida combina elementos cognitivos y no cognitivos en formas novedosas y creativas. En el orden socioeconómico se han producido cambios similares, debido en parte al impacto de la tecnología. Las organizaciones grandes y rígidas se han visto arrolladas por los nuevos medios de comunicación y producción que ahora son más frágiles y menos formales. El impacto de la postindustrialización ha reflejado y reforzado el desplazamiento hacia la confusión en el mundo intelectual.⁵⁴

1.3.4. Dromocracia cibercultural. El aumento en la velocidad de circulación del capital, la explosión de conocimientos, el desbordamiento de la información y la difuminación de fronteras plantean un escenario en el cual la velocidad se instaura como principio superior en la sociedad y la economía, basado en el desarrollo de las TIC. El análisis de esta situación lleva a Eugênio Trivinho⁵⁵ a retomar el concepto de dromocracia de Paul Virilio^(*) para referirse a la sociedad actual como una

⁵³ GIBBONS, M. *et al.* Op. cit.

⁵⁴ *Ibid.* p. 111

⁵⁵ TRIVINHO, Eugênio. Introdução à dromocracia cibercultural: contextualização sociodromológica da violência invisível da técnica e da civilização mediática avançada [on-line]. En: Revista FAMECOS, Porto Alegre, diciembre de 2005, No. 28. [recuperado el 15/08/2015]. Disponible en: <http://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/revistafamecos/article/view/3338/2595>

(*) El prefijo griego *dromos* se refiere al espacio destinado a la práctica de carreras, por tanto, optimizado para la velocidad. Dromocracia significa entonces, literalmente, el gobierno de la velocidad, y se refiere al sistema social, económico y político cuyo espacio es modificado en función de la velocidad y gobernado bajo este principio. Para Virilio, la forma en que se percibe el valor de la riqueza está determinado por la velocidad, como sucede con la competencia económica y la circulación del capital. Al respecto, Laymert García dos Santos interpreta a Virilio al afirmar que “la velocidad [emerge] como valor a partir del advenimiento de la revolución técnica y de su conexión con la revolución política. En este sentido, si la lógica de la riqueza se expresa mediante una economía política, la lógica de la competencia [en el sentido de una carrera o marcha] se haría explícita a través de una concepción teórica capaz de articular velocidad y política” [traducción propia]. En: GARCÍA DOS SANTOS, Laymert. Prefácio de Velocidade e Política. En: VIRILIO, Paul. Velocidade e Política. São Paulo: Estação Liberdade, 1996. pp. 10 – 11.

dromocracia cibercultural, caracterizada, además, por la movilidad sobre el territorio y la “optimización progresiva de principios funcionales y procedimientos operacionales de producción de resultados”⁵⁶ que conducen a la *compresión del tiempo*. Dos elementos que la determinan son la comunicación en tiempo real como una forma de generalización cultural de la dromocratización y la interactividad como protocolo conservador de la existencia.

Para Trivinho tal forma de existencia social es inherentemente violenta, pero esa violencia opera de un modo invisible a través de la sofisticación de la técnica. “*El ciberespacio absorbe e iguala todas las formas culturales disponibles a través del objeto infotecnológico*”⁵⁷; la glocalización es la condición tecnocultural necesaria de la existencia en tiempo real, *aquí y ahora*.

Para Sandra Londoño la violencia de esta forma de organización social se origina en la contradicción entre producción, socialización y asimilación de conocimientos. Al efecto, cita a Navarro⁵⁸ para llamar la atención acerca de la tasa de producción de conocimientos, superior a su difusión, que genera la paradoja de una sociedad que, entre más sabe acerca de sí misma, más se desconoce, por la dificultad para actualizarse al ritmo de la información generada. Situación que se profundiza por la desigualdad en la producción y acceso al conocimiento, que es utilizada como arma

⁵⁶ Ibid. p. 65.

⁵⁷ TRIVINHO, Eugênio. Cibercultura e existência em tempo real: Contribuição para a crítica do modus operandi de reprodução cultural da civilização mediática avançada [on-line]. En: Revista da Associação Nacional dos Programas de Pós-Graduação em Comunicação – COMPÓS, Agosto 2007, vol 9. Documento presentado al Grupo de Trabajo “Comunicación y Cibercultura”, en el XVI Encuentro Nacional de COMPÓS, Universidad Tului do Paraná, Curitiba, junio de 2007. p. 5. [recuperado el 15/08/2015]. Disponible en: <http://compos.org.br/seer/index.php/e-compos/article/view/151/152>

⁵⁸ NAVARRO, Pablo. El fenómeno de la complejidad social humana. España: Curso de Doctorado Interdisciplinar en Sistemas Complejos, Universidad de Oviedo, 1996. Disponible en: <http://www.netcom.es/pnavarro/Publicaciones/ComplejidadSocial.html>. Citado por: LONDOÑO, Sandra Liliana. Muy complejo, hipercomplejo y humano. En: VELILLA, Marco Antonio (comp.). Manual de iniciación pedagógica al pensamiento complejo [en línea]. Bogotá: UNESCO – ICFES – Corporación para el Desarrollo COMPLEXUS, 2002. p. 135 [recuperado el 30/05/2015]. Disponible en: http://www.pensamientocomplejo.org/docs/files/Vilella_Manual_pedagogia_pc.pdf

estratégica. Se trata, de una parte, de obtener el conocimiento y, de otra, impedir que otros lo aprovechen:

La capacidad de producir información corre pareja con la habilidad para generar desinformación [...] El incremento del auto-conocimiento social no tiene como consecuencia el logro de una mayor transparencia en nuestras sociedades, sino todo lo contrario, incrementa la diversidad cognitiva [...] y constituye un factor importante de inestabilidad e imprevisibilidad.⁵⁹

El riesgo de la dinámica de violencia aumenta por este factor, dado que la probabilidad de prever acontecimientos que revistan peligro en esa dirección se convierte en una tarea prácticamente imposible, en un contexto estratégico e histórico, al menos para los actores más interesados en que no sucedan. “El acontecimiento peligroso será una realidad emergente que se sale de los esquemas cognitivos de cuyo desajuste es efecto al tiempo que expresión y no podrá, por tanto, ser previsto a partir de esos esquemas”⁶⁰. Esta puede ser una de las razones por las que intente imponerse la RV como “lo real” en escenarios de poder político.

1.4. IMPACTO DE LA TECNOLOGÍA EN LAS ORGANIZACIONES

1.4.1. De la red a la economía digital. En la transición al nuevo milenio, intelectuales y otras personalidades se dedicaron a señalar las características de la economía en la era digital y de internet, precedidos por los reconocidos trabajos de Alvin Toffler(*) acerca del impacto del desarrollo tecnológico en el cambio social. Al respecto, Peter Drucker expresó:

En esta sociedad, los conocimientos son el recurso primario para los individuos y para la economía en general [...] Pero al mismo tiempo, los conocimientos especializados no producen nada por sí mismos. Solo pueden volverse productivos cuando se integran en una tarea. Esa es la razón por la cual la

⁵⁹ Ibid.

⁶⁰ LONDOÑO, S. op. cit.

(*) Alvin Toffler es autor de los libros *El Shock del Futuro*, *La Tercera Ola* y *La Empresa Flexible*, éxitos editoriales en la divulgación de tendencias tecnológicas y futurismo.

sociedad del conocimiento es una sociedad de organizaciones: el propósito y la función de toda organización, sea o no sea de negocios, es la integración de conocimientos especializados en una tarea común [subrayado propio].⁶¹

Desde otra orilla, Fidel García planteaba que “virtualidad, economía y conocimiento son los vértices del cambio al nuevo siglo. En los próximos años veremos consumarse la transición de una economía de capital a una economía basada en el conocimiento”⁶². Cita a Don Tapscott⁶³, quien identifica doce temas clave de la economía digital (ANEXO D), de cuyas características se destacan las siguientes:

- [i] Una economía basada en conocimiento volatiliza las fronteras.
- [ii] Las ideas de los individuos, la información y la tecnología se convierten en parte de productos.
- [iii] Los activos claves de la organización radican en los trabajadores del conocimiento, creando e incorporando valor a la producción.
- [iv] Nuevos conceptos de trabajo y capacidades creativas se desarrollan a partir de la digitalización de servicios profesionales.
- [v] El desarrollo del hardware y del ancho de banda de las comunicaciones abre el camino para que las nuevas ganancias estén en el sector de los servicios de información, donde se crea valor para los consumidores.
- [vi] La participación de los consumidores en ambientes de comunicación electrónica, los hace partícipes de procesos de diseño y producción.
- [vii] Al aumentar el contenido de información y conocimiento de productos y servicios, las empresas tienden a ser productoras de infotecnología.
- [viii] El tiempo de respuesta es crítico para la supervivencia en el negocio.
- [ix] La tendencia de los que no tengan acceso a la nueva infraestructura del conocimiento es quedarse cada vez más a la saga.⁶⁴

⁶¹ DRUCKER, Peter. Su visión sobre: la administración, la organización basada en la información, la economía y la sociedad. Bogotá: Editorial Norma, 1997. p. 72.

⁶² GARCÍA, F. Op. cit. p. 1.

⁶³ TAPSCOTT, Don. La Economía Digital: las nuevas oportunidades y peligros de un mundo empresarial y personal interconectado en red. Bogotá: McGraw-Hill, 1997. Citado por: GARCÍA, F. op.cit. p. 1

⁶⁴ GARCÍA, F. op.cit. p. 1-4.

En conclusión, la economía digital plantea el reto de adaptación, o acaso transformación, de las actividades organizacionales, laborales, profesionales y disciplinares en función del uso e impacto de las TIC; no solamente volatiliza las fronteras territoriales sino también las fronteras entre disciplinas científicas, creando nuevos campos de desempeño interdisciplinar.

1.4.2. De la economía digital a las organizaciones que aprenden. La integración de los conocimientos, a los que se refiere Drucker, sería el tema del denominado aprendizaje organizacional, a través del pensamiento sistémico, con su correlato pedagógico, el aprendizaje colaborativo y significativo. En el mundo empresarial era la ruta propuesta para hacer frente a la torre de babel que la hiperespecialización había generado en el modelo de organización burocrática.

El principal reto trazado en esta economía es la innovación, como fuente de valor. Federico Atehortúa⁶⁵ distingue este concepto de los de calidad y mejora continua, propios del fordismo, pues “a diferencia de la mejora continua, que parte de lo que ya existe o se hace en la empresa, la innovación implica una necesaria ruptura con el statu quo. De ahí que mientras la mejora continua es incremental y progresiva, la innovación es radical y sustantiva”⁶⁶.

La *innovación radical* se define como aquello que “cambia de una forma absoluta las expectativas que los clientes o consumidores tienen sobre un producto o servicio. [...] Las innovaciones radicales frecuentemente suponen un cambio de paradigma: después de ellas, ya no es posible pensar como se pensaba antes”⁶⁷.

⁶⁵ ATEHORTÚA, Federico. El origen del conocimiento. En: ATEHORTÚA, Federico; VALENCIA, Jorge; BUSTAMANTE, Ramón. Gestión del conocimiento organizacional: Un enfoque práctico. Medellín: Gestión y Conocimiento, 2011. p. 13.

⁶⁶ Ibid.

⁶⁷ PONTI, Frank. Los siete movimientos de la innovación. Bogotá, Grupo Editorial Norma, 2010. p. 30. Citado por: ATEHORTÚA F. Op. cit. p. 14.

La ruptura con el statu quo administrativo de la época anterior estaría liderada por la corriente de la reingeniería de procesos, consolidándose la era del postfordismo.

1.4.3. La reingeniería de procesos. Michael Hammer y James Champy⁶⁸, analizan el papel de la tecnología informática y de comunicaciones en la transformación de las organizaciones y sus procesos, oponiendo una visión tradicional a una visión innovadora en el uso de las tecnologías. En el primer caso se refiere a las organizaciones que emplean la informática para hacer lo mismo que antes de un modo más eficiente.

En el segundo caso, a las organizaciones que cambian radicalmente sus procesos, incluso su idea de negocios, en función de las oportunidades que plantean dichas tecnologías. Sentencian la desaparición paulatina del modelo burocrático de organización hacia organizaciones más horizontales, ratifican que la principal fuente de valor de aquellas es el conocimiento y oficializan el nacimiento de una era de aplicación de la llamada “reingeniería de procesos” en el mundo empresarial.

1.4.4. Del aprendizaje organizacional a la gestión del conocimiento. El proceso de innovación radical implica la gestión del conocimiento, que se estructura mínimamente en torno a una gestión basada en procesos, recursos propios para su implementación, y mecanismos de seguimiento y evaluación⁶⁹:

Las organizaciones comenzaron a ser comprendidas como ámbitos de aprendizaje y no sólo de aplicación del conocimiento, fortaleciéndose la relación entre gerencia, gestión del conocimiento y teorías del aprendizaje. Las empresas y organizaciones se convirtieron así en nuevos escenarios donde se desarrollan procesos educativos.⁷⁰

⁶⁸ HAMMER, M.; CHAMPY, J. op.cit.

⁶⁹ ATEHORTÚA F. Op. cit. p. 15.

⁷⁰ GROSSO, José Luis. Del socioanálisis a la semiopraxis de la gestión social del conocimiento: contranarrativas en la telaraña global. Popayán: Universidad del Cauca, 2012. p. 32. CEAPEDI -

1.5. EL LUGAR DE LA INFORMACIÓN Y LOS DATOS

1.5.1. De la gestión del conocimiento a la gestión de información. En general, en la sistematización del conocimiento se contempla el aprovechamiento de los procesos de gestión de información y el paso del conocimiento tácito a explícito en la organización, constituyéndose el dato en la unidad básica de análisis. Por tanto, las metodologías y herramientas tecnológicas deberán prestar la máxima atención en la producción y procesamiento de información y datos. En este contexto se dará un desarrollo importante de las tecnologías de *inteligencia de negocios*^(*) y *minería de datos*^(**), soportados, en última instancia, en sistemas de información y tipos de representaciones de datos.

1.5.2. El modelado de datos, herramienta para la gestión de información. En informática se distinguen, generalmente, dos tipos de representaciones de datos: *modelos semánticos* y *modelos de datos*. Los primeros, se orientan a “estudiar los datos que se pretenden almacenar en la base de datos antes de elegir el modelo de datos concreto que se va a usar en la base de datos. El modelado semántico permite separar el análisis (¿qué?) del diseño (¿cómo?)”⁷¹. Los modelos de datos son un

Centro de Estudios y Actualización en Pensamiento Político, Decolonialidad e Interculturalidad (publicador). Disponible en: <http://www.ceapedi.com.ar/imagenes/biblioteca/libros/315.pdf>

(*) “[...] Business Intelligence es el conjunto de metodologías, aplicaciones y tecnologías que permiten reunir, depurar y transformar datos de los sistemas transaccionales e información desestructurada (interna y externa a la compañía) en información estructurada, para su explotación directa o para su análisis y conversión en conocimiento, dando así soporte a la toma de decisiones sobre el negocio”. En: SINNEXUS. ¿Qué es Business Intelligence? [en línea]. Sinnexus [recuperado el 14/06/2015]. Disponible en: http://www.sinnexus.com/business_intelligence/index.aspx

(**) “El datamining (minería de datos), es el conjunto de técnicas y tecnologías que permiten explorar grandes bases de datos, de manera automática o semiautomática, con el objetivo de encontrar patrones repetitivos, tendencias o reglas que expliquen el comportamiento de los datos en un determinado contexto”. En: SINNEXUS. Datamining [en línea]. Sinnexus [recuperado el 14/06/2015]. Disponible en: http://www.sinnexus.com/business_intelligence/datamining.aspx

⁷¹ DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN E INTELIGENCIA ARTIFICIAL – DECSAI. Modelado de datos: Fundamentos de diseño de bases de datos [presentación en línea]. DECSAI, Universidad de Granada. Diapositiva 10. [recuperado el 14/06/2015]. Disponible en: <http://elvex.ugr.es/idbis/db/docs/intro/C%20Modelado%20de%20datos.pdf>

“mecanismo formal para representar y manipular información de manera general y sistemática [que incluye]: descripción de datos, operaciones y reglas de integridad”⁷². En general, corresponden al manejo de datos estructurados o semiestructurados. El MD es el proceso para generar modelos de datos.

1.6. CONTEXTO Y ANTECEDENTES PERSONALES

Esta propuesta nace de un interés por los procesos de modelado y del trabajo multi e interdisciplinar en diversos campos del quehacer profesional: organización social, desarrollo socioeconómico, análisis del impacto ambiental, educación, acompañamiento psicosocial, investigación social y dinámicas poblacionales, entre otros. Recoge parte de la experiencia formativa, social, laboral y creativa del autor de este proyecto, relacionada con el desarrollo de instrumentos de investigación y herramientas de gestión de información en el área social; recorrido en el que se identifican varios momentos, desde los cuales se trazan vectores hacia temas relacionados con el MD, que se irían articulando y condensando en la experiencia posterior.

Se evidencia un lento proceso acumulativo en torno al tema que, en un sentido, ha permitido identificar aspectos claves del MD para el TS, y en otro permite constatar la necesidad de formación en esta dirección, precisamente para aumentar o acelerar la curva de aprendizaje. Este proceso, que ha tomado varios años siguiendo el rastro de la propia experiencia, de referentes teóricos y de otros recursos que se han ido encontrando en el camino, en algunas ocasiones fortuitamente, en otras como resultado de búsquedas exhaustivas y en otras impuestas por las demandas inmediatas de la práctica, hubiera implicado menor esfuerzo y tiempo, de haber seguido una ruta más estructurada, como la que podría orientar una formación intencionada en tal sentido.

⁷² ibid. diapositiva 4.

Se describen a continuación los hitos de esta experiencia (ver Cuadro 4) que señalan algunos elementos del proceso de génesis de las reflexiones, intencionalidades, intereses, acciones y aprendizajes individuales alrededor del tema objeto de investigación, a partir de la configuración social definida por los antecedentes y contexto presentados previamente.

Cuadro 4. Antecedentes y contexto experiencial del autor del proyecto en GI y MD

PERIODO	ÁMBITO / ACTIVIDAD	ASPECTOS, APRENDIZAJES O RESULTADOS RELACIONADOS CON LA GI Y EL MD
1983 - 1987	Experiencia como bibliotecario voluntario	Catalogación documental y temática. Taxonomías. Procedimientos y herramientas de búsqueda.
1985 - 1993	Formación en Trabajo Social	Metodología de la investigación, estadística y administración. Consulta sobre los temas de cibernética, ingeniería del software, psicología cognitiva y fundamentos de diseño.
1988	Practica académica de investigación en el Banco Central Hipotecario	Granularidad de los datos ^(*) ,operacionalización de variables; eficiencia en el diseño de formularios de registro, separando lógica y datos.
1991 - 2002	Consultoría ambiental y social	Desarrollo de instrumentos para caracterización sociodemográfica Identificación de problemas relacionados con la semántica de variables y el manejo de variables plurivalentes. Consideración de las estructuras de datos en red y matriciales para mejorar caracterización de familias y hogares.
1997 - 1998	“Caracterización y alternativas de atención a menores abandonados de difícil adopción”, convenio ICBF – UNAB	Análisis del proceso administrativo y de GI, incorporando el enfoque de reingeniería de procesos de Hammer y Champy ⁷³ y los principios de SI de George Scott ⁷⁴ .
1997 - 2001	Formación autodidacta	Introducción a los lenguajes de programación de sistemas: QBasic, Visual Basic, HTML.
1998	Conceptos de Trabajo Social para el ICBF, servicios prestados por CORPOMEGA	Conocimiento del programa Microsoft Access y su utilización para la generación de reportes. Reducción entre 50% y 75% del tiempo en elaboración de informes.

(*) “Granularidad es el grado en que un sistema se descompone en partes más pequeñas, ya sea el propio sistema o de la designación o la observación. Es el grado en que una entidad más grande se subdivide [...] El grado de detalle en que algo puede ser dividido, o el número de componentes discretos que componen cualquier tipo de sistema”. En: GDICT. Granular [en línea]. [Acceso el 13/06/2015]. Disponible en: <http://es.gdict.org/definicion.php?palabra=granular>

⁷³ HAMMER, M.; CHAMPY, J. Op. cit.

⁷⁴ SCOTT, George. Principios de sistemas de información. México: McGraw-Hill de México, 1988. 646 p.

PERIODO	ÁMBITO / ACTIVIDAD	ASPECTOS, APRENDIZAJES O RESULTADOS RELACIONADOS CON LA GI Y EL MD
1998	Seminario de capacitación en métodos estadísticos multivariados, con énfasis en ciencias sociales, programa PRESTA	Conocimiento del software SPAD para análisis multivariable. Conocimiento de las técnicas de análisis factorial y de correspondencias múltiples. Mayor preocupación acerca de la calidad y cantidad de datos necesarios a los procesos de investigación social.
1998 - 2000	Investigación UNAB "Representaciones sociales de paternidad y maternidad en cinco ciudades colombianas", financiada por Colciencias.	Conocimiento de software de análisis cualitativo. Desarrollo de instrumentos y herramientas de interoperabilidad entre un procesador de texto (Microsoft Word), una base de datos (Microsoft Access) y un programa de análisis cualitativo (Ethnograph). Optimización de las estructuras y patrones de búsqueda del diccionario de categorías del proyecto. Esto permitió a la UNAB un manejo más eficiente del recurso tecnológico, que se tradujo en reducción de tiempos de producción, en comparación con las otras 4 universidades participantes, con mayor equipo humano.
1999	Departamento de Trabajo Social de la Universidad Nacional de Colombia	Asesoría en el diseño de BD en Access para el proyecto de investigación Análisis de la Gestión Ambiental en los Municipios de Cundinamarca. Convenio CAR Cundinamarca – UN. Primera implementación de herramienta de BD para uso por terceros, por aproximadamente 40 personas. Implementación de procedimientos semi-automatizados de depuración y consolidación de información.
1999 - 2000	Interacción en los ambientes de las universidades Nacional, Los Andes y Central en Bogotá	Introducción a la GC. Lectura de <i>Gestión del Conocimiento</i> de B. Muñoz-Seca y J. Riverola ⁷⁵ . Asesoría, desde el enfoque de GC, al diagnóstico para el desarrollo de las condiciones de investigación en la Universidad Central; uso del concepto de lógica difusa en el proceso de muestreo.

⁷⁵ MUÑOZ-SECA, Beatriz; RIVEROLA, Joseph. Gestión del conocimiento. Barcelona: Ediciones Folio, 1997. 135 p.

PERIODO	ÁMBITO / ACTIVIDAD	ASPECTOS, APRENDIZAJES O RESULTADOS RELACIONADOS CON LA GI Y EL MD
1999 - 2000	Monitoreo al Proceso de Reconstrucción del Eje Cafetero. CIDER - Universidad de Los Andes	Asesoría en el diseño y montaje de BD, procesamiento de información y análisis estadístico. Uso de formularios electrónicos distribuidos para el registro de una encuesta y sustitución de hoja de cálculo por un programa de gestión de BD como herramienta principal de procesamiento, por dos razones: i) La limitada capacidad de la hoja de cálculo a poco más de 50 mil registros, en tanto el censo poblacional superaba los 500 mil individuos; ii) Los errores en la generación de reportes, por encontrarse la lógica de procesamiento (fórmulas) en el mismo lugar físico de los datos. Estudio de teoría de MD a través de las obras de Riordan ⁷⁶ y de Grassman y Tremblay ⁷⁷ .
2004 - actualidad	Acceso a <i>sourceforge.net</i>	Ampliación de base de conocimientos sobre modelos de software para diferentes usos y prueba de múltiples aplicaciones.
2006 - 2007	Formación en el SENA	i) Nuevas tecnologías de la información y la comunicación aplicadas a la formación, ii) Metodología de la programación de sistemas informáticos, iii) Asesoría para la aprehensión de procesos tecnológicos, iv) Diseño de bases de datos en SQL, v) Administración de bases de datos utilizando Microsoft Access.
2006 - 2008	Colegio Parroquial Santa Lucía	Desarrollo y administración de BD para seguimiento y reporte académico. Estructuración e integración de datos cuantitativos y cualitativos, integración con análisis del sistema de información institucional y mejoramiento de procesos. Trazabilidad de los procesos.
2008 - 2011	Procesos de acompañamiento psicosocial y reparación a víctimas de violencia política	Diseño y ajuste de instrumentos de valoración médica y psicosocial. Diseño e implementación de MD y herramientas de procesamiento de información (BD offline). Integración cualitativa-cuantitativa de instrumentos de registro y segmentación de texto in situ para el análisis cualitativo.

⁷⁶ RIORDAN, Rebecca. Diseño de bases de datos relacionales con Access y SQL Server. Madrid: McGraw-Hill Interamericana de España, 2000. 290 p.

⁷⁷ GRASSMAN, Winfried; TREMBLAY, Jean-Paul. Matemática discreta y lógica: Una perspectiva desde la ciencia de la computación. Madrid: Prentice Hall, 1996. 726 p.

PERIODO	ÁMBITO / ACTIVIDAD	ASPECTOS, APRENDIZAJES O RESULTADOS RELACIONADOS CON LA GI Y EL MD
2009 - 2014	ONG's, proyectos sociales: Asesoría y servicios en monitoreo y evaluación de proyectos	Desarrollo intensivo de instrumentos y BD para M&E, y su aplicación a los procesos de atención psicosocial. Acercamiento al enfoque sistémico y al paradigma de la complejidad. Aplicación de modelos y técnicas de procesamiento de información en software propio. Participación en el GTMI de OCHA durante el periodo febrero de 2013 a mayo de 2014.

El conocimiento de problemas, dificultades y limitaciones para el aprovechamiento de la información, tanto por parte de las organizaciones del sector social y educativo como de proyectos relacionados con la implementación de políticas sociales, han llevado al autor de este proyecto a las fronteras de la disciplina para explorar otros enfoques e implementar soluciones a la medida de los recursos y necesidades existentes.

Puede afirmarse que los recursos tecnológicos regularmente disponibles por la masificación del uso del microcomputador, suelen ser subutilizados en relación con su potencial real. Si bien, en el pasado, en el diseño de instrumentos de captura de información dominaba el principio de economía del procesamiento^(*), actualmente, en muchas actividades económicas y científicas predomina la tendencia a la optimización de los procesos de gestión de información, con la cual se identifica el autor de este trabajo, quien considera necesario y factible un mayor esfuerzo en esa dirección, en la gestión de proyectos y organizaciones sociales.

(*) Generalmente, los recursos en cualquier emprendimiento pueden considerarse limitados, pero existen significativas diferencias en la calidad y costo de los recursos tecnológicos disponibles actualmente con los existentes hace 20 o 30 años atrás, particularmente respecto al procesamiento de información. Refiriéndose a la contrastabilidad empírica de las hipótesis, Laureano Ladrón de Guevara señalaba en 1981 que a "la viabilidad de que una hipótesis sea efectivamente investigable concurren desde su formulación correcta hasta la capacidad de los recursos tecnológicos disponibles para la investigación en esa disciplina particular" [subrayado propio]. En: LADRÓN DE GUEVARA, Laureano. Metodología de la investigación científica: problemas del método en las ciencias sociales. Bogotá: Universidad Santo Tomás, 1981. p. 211.

2. JUSTIFICACIÓN

*Para quien solo conoce el martillo todo
problema es un clavo.*

Adagio popular

En el capítulo previo se han presentado algunos aspectos que, puestos en el contexto profesional del TS, justifican el mejoramiento de capacidades para la GI mediante las herramientas propuestas. Estos son el desempeño de roles relacionados con la GI, el aprovechamiento de las TI y la innovación y mejoramiento de procesos. En términos prácticos apunta al abordaje de la complejidad social, a la necesidad de actualización de las disciplinas sociales ante el paradigma tecnológico y la superación de barreras de comunicación interdisciplinar de cara a este contexto.

Estos aspectos cobran mayor relevancia social de cara al contexto económico y tecnológico latinoamericano y colombiano, en relación con la disminución de la brecha infotecnológica. En esa línea, cabe destacar que la agenda pública para la transición hacia la SC, trazada por la CEPAL en Florianópolis, propuso “profundizar los esfuerzos de innovación y difusión tecnológica”⁷⁸, mediante mayor inversión del gasto nacional en I&D, difusión de tecnología y el fomento a actividades como el desarrollo de software⁷⁹.

En el caso colombiano las actividades de innovación y difusión tecnológica han estado circunscritas principalmente a los sectores comercial, industrial y financiero, con mayor presencia de ciencias básicas, ingenierías y ciencias de la salud y una incidencia mucho menor en los temas de desarrollo e investigación social.

⁷⁸ CEPAL. op. cit. pp. 24 – 25.

⁷⁹ Ibid.

En su primer mandato, el gobierno del Presidente Juan Manuel Santos definió la inversión en ciencia y tecnología como una de las locomotoras del Plan de Desarrollo, a la que se le asignaría el 10% de las regalías. Sin embargo, tal propósito se ha visto afectado por la caída en los precios del petróleo, llegando este rubro apenas al 0,2% del PIB, así como por su inequitativa distribución a nivel territorial. A esto se suma, en el caso de las ciencias sociales, la afectación por los requisitos, criterios y metodología de clasificación establecidos por Colciencias a través de la Convocatoria 693 de 2014 para la certificación de investigadores⁸⁰.

Las políticas oficiales de educación e investigación parecieran seguir los lineamientos del capital, dando mayor énfasis al desarrollo de las ciencias básicas e ingenierías, sin interés en el fortalecimiento del campo de las ciencias humanas y sociales. Al menos esto se refleja en los resultados de la Convocatoria 727 de Colciencias, para la financiación de doctorados en el país:

De los 189 programas de doctorado del país que se presentaron, sólo 40 pasaron la evaluación que realizaron 23 académicos internacionales. Todos los “elegidos preliminares” corresponden a áreas como matemáticas, química, ingenierías, ciencias biomédicas y ciencias biológicas.⁸¹

Al respecto, Correa y Navarrete⁸² se preguntan si “está Colombia apostando por un modelo de desarrollo en el que las ciencias humanas pasen a un segundo plano y las ciencias básicas e ingenierías asuman el liderazgo”. Una importante respuesta viene de Ricardo Sánchez, decano de la Facultad de Ciencias Humanas de la Universidad Nacional de Colombia:

⁸⁰ DINERO. Ciencia en apuros. Publicaciones Semana [en línea], 14 de mayo de 2015 [recuperado el 30/06/2015]. Disponible en: <http://www.dinero.com/edicion-impres/pais/articulo/metodologia-colciencias-para-clasificar-grupos-investigacion/208526>

⁸¹ CORREA, Pablo; NAVARRETE CARDONA, Steven. ¿El fin de las humanidades? *En*: El Espectador [en línea]. Bogotá D.C. 10, octubre, 2015. párr. 4. [recuperado el 10/10/2015]. Disponible en: <http://www.elespectador.com/noticias/educacion/el-fin-de-humanidades-articulo-591959>

⁸² *Ibid.* párr. 7.

Vivimos una hora muy mala de crisis, de autoritarismos contra las ciencias humanas, pero no es algo que decidieron hacerlo actualmente, sino que lo han venido aplicando de hace tiempo y que se conecta con todas las transformaciones reverdecidas en el mundo de la imposición de un pensamiento único, de la predominancia de saberes tecnológicos sobre saberes científicos y críticos, cuya expresión máxima y grotesca es la del ministro de Educación de Japón” (*).⁸³

Frente a estas preocupaciones es importante explorar alternativas que pongan en diálogo las ciencias y disciplinas sociales con las tendencias globales en el desarrollo bio-info-nano tecnológico y de las ciencias cognitivas. En tal sentido, cabe preguntarse si la desarticulación entre unas y otras exige una mirada transdisciplinar. En esa dirección se plantea este proyecto.

En consecuencia, responde también al interés por elevar el posicionamiento, no solo profesional sino de los proyectos sociales, al propender por un uso más intensivo y creativo de la tecnología informática en el área social, de su inclusión en la corriente del desarrollo tecnológico. Al situar la profesión en esta perspectiva, no solo se hablaría de elaborar “análisis de situación sustentados en la lectura crítica y reflexiva de la realidad individual, familiar, grupal y comunitaria”⁸⁴ sino también de las tendencias de los grandes conjuntos de datos y sus consecuencias de cara a la misión y responsabilidad social de organizaciones y proyectos. Dicho de otro modo,

(*) Se refiere Sánchez a la iniciativa de Hakubun Shimomura, Ministro de Educación, Cultura, Deportes, Ciencia y Tecnología de Japón, de “eliminar o reformar las carreras de humanidades para centrarse en las más técnicas”, ofreciendo mayor financiación a las universidades que se acojan a dicha propuesta. En: BARNÉS. Héctor G. El gobierno japonés propone eliminar las carreras de humanidades de la universidad. El Confidencial [en línea]. 22, septiembre, 2015. [recuperado el 10/10/2015]. Disponible en: http://www.elconfidencial.com/alma-corazon-vida/2015-09-22/gobierno-japones-universidades-eliminar-humanidades_1029705/

⁸³ Ibid. párr. 15.

⁸⁴ UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. Perfil Egresado del Programa Académico de Trabajo Social [en línea]. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander [acceso el 10/06/2015]. Disponible en: <https://www.uis.edu.co/webUIS/es/academia/facultades/cienciasHumanas/escuelas/trabajoSocial/programasAcademicos/trabajoSocial/perfilEgresado.jsp>

se trata de evidenciar elementos que permitan articular con más fuerza la tecnología informática al ejercicio práctico del TS.

En consecuencia, el MD se presenta como una herramienta útil y necesaria en el diseño de instrumentos y herramientas de GI empleadas por las ciencias y disciplinas sociales, y su conocimiento como parte de las competencias profesionales deseables del trabajador social, en la medida que posibilita operar con descripciones más complejas de las realidades sociales, e incorporar aspectos sustanciales de la GC a los enfoques para la gestión de organizaciones, programas y proyectos sociales.

Este enfoque, aplicado a la intervención profesional del TS puede contribuir a:

- i. La convergencia del TS hacia las corrientes de GC, posibilitada por mayores capacidades de GI.
- ii. Un mayor empoderamiento profesional en el relacionamiento interdisciplinar, en el contexto de la SC y la economía digital.
- iii. El tránsito desde una postura reactiva a una crítica con opciones de transformación respecto al papel de las TIC en la dinámica económica dominante, en el ejercicio del trabajador social.
- iv. La creación de nuevos objetos de aprendizaje (modelos) que estimulen la indagación, la creatividad y la innovación, a partir de las evidencias de los déficits en las representaciones propias de la realidad.
- v. La calidad y trazabilidad de la información en la gestión social.

Desde el punto de vista académico y metodológico, la posibilidad de construir y operar con modelos informatizados (v. gr. simulación computacional) cualifica el estudio de los objetos de aprendizaje, junto al fortalecimiento de capacidades de razonamiento lógico, abstracción y análisis, que pueden contribuir a superar el déficit de la modelización en las disciplinas sociales. Al respecto, debe señalarse que “el concepto de modelo y la práctica de modelización no forman parte de la

cultura disciplinar de las ciencias sociales o, mejor aún, no conforman el *habitus metodológico* de nuestras disciplinas”⁸⁵. Si bien ha existido cierta desconfianza en estas áreas, frente al sustrato matemático cuantitativista y simplificador de los procesos de modelización dominantes en el pasado, Rodríguez y Roggero⁸⁶ sostienen que la modelización no constituye una forma de reduccionismo sino, por el contrario, “una estrategia para abordar la complejidad social y para el trabajo colectivo interdisciplinario”.

Retomando las palabras de Ludovico Geymonat, quien considera que “el trabajo del científico consiste en una perenne construcción de técnicas y no en la enunciación de verdades absolutas”⁸⁷, este proyecto procura aportar a las técnicas de operacionalización y procesamiento de la información de las disciplinas sociales, tendiendo puentes entre la discursividad y el activismo que, en ocasiones, inundan el espacio profesional.

El valor teórico de este trabajo concierne, en gran medida, al esfuerzo de contextualización, de aspectos económicos, sociales, políticos y organizacionales, relacionados con la emergencia de la sociedad del conocimiento y el capitalismo cognitivo, que entroncan con el tema del desarrollo infotecnológico, de manera que permita a los trabajadores sociales reconocer su relevancia para el ámbito disciplinar-profesional. Un segundo aspecto se ubica en la aproximación epistemológica al paradigma de la complejidad, al nuevo modo de conocimiento potenciado por las TIC y al tema de la modelización, que apunta a una comprensión del paradigma tecnológico y del modelamiento, en mayor sintonía con los enfoques e intereses de las disciplinas sociales. Un tercer aspecto a destacar, como aporte

⁸⁵ RODRÍGUEZ ZOYA, Leonardo; ROGGERO, Pascal. La modelización y simulación computacional como metodología de investigación social. *En*: Polis [en línea], 2014, No. 39, publicado el 23/01/2015. p. 2 [recuperado el 15/08/2015] Disponible en: <http://polis.revues.org/pdf/10568>

⁸⁶ *Ibid.* p. 3

⁸⁷ GEYMONAT, Ludovico. *El pensamiento científico*. Trad. por José Babini, 14a. ed. de la 3ra. edición en italiano de 1958. Buenos Aires: Eudeba, 1994. (Cuadernos de Eudeba N° 37). p. 62

teórico-práctico, se relaciona con la didactización del modelamiento de datos en función de su aplicación a problemas de gestión de información en el área social. Un aspecto más puntual pero esencial a la comprensión de este trabajo es el análisis del concepto de dato, de su contexto y semántica, que determinan el diseño de los modelos de datos.

El *nuevo entorno de significación* introducido por la tecnología plantea retos y oportunidades frente a tales aspectos e invita a una orientación transdisciplinar del ejercicio profesional. El cambio de perspectiva en relación con los procesos de GI, su pertinencia y relevancia para el TS no solo se plantea como un problema técnico para el espacio profesional establecido sino como una posibilidad estratégica para su ampliación; en otro sentido, como parte de la trama de las relaciones de poder interdisciplinar. De allí la importancia de explorar los roles que demanda el nuevo profesional informatizado, frente a lo cual se esboza la necesidad de fortalecer capacidades de comunicación, interlocución, interacción y negociación con otras disciplinas y profesionales en los procesos de modelamiento, fundamentados técnicamente.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Comprender la importancia del modelado de datos en procesos de investigación social y gestión de proyectos sociales, y sus ventajas para el desempeño del trabajador social, desde una perspectiva transdisciplinar, en el contexto de la sociedad del conocimiento.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- i. Reconocer la importancia de las herramientas computacionales y del modelado de datos para la renovación de roles en el ejercicio profesional del trabajador social, en tanto responsable de gestionar procesos de información propios de su desempeño, en contextos multidisciplinares, para el trabajo interdisciplinar y desde una perspectiva transdisciplinar.
- ii. Identificar problemas y oportunidades de mejoramiento relacionados con la gestión de información, en el contexto del desempeño profesional del Trabajo Social y de la gestión del conocimiento.
- iii. Presentar enfoques, técnicas y herramientas relacionadas con el modelado de datos, útiles para el desarrollo de sistemas e instrumentos de información empleados en la investigación social y la gestión de proyectos sociales.
- iv. Evidenciar la utilidad del modelado de datos mediante al análisis de casos prácticos de diseño de instrumentos de gestión de información en investigación y proyectos sociales.

4. METODOLOGÍA

*La especialización es saber cada vez más
de cada vez menos, hasta llegar a saber
absolutamente todo de absolutamente nada.*

Anónimo

4.1. ALCANCE METODOLÓGICO

Este trabajo consiste en un estudio descriptivo acerca de la utilidad del MD como herramienta para el diseño de instrumentos de investigación y gestión de proyectos sociales. Se ubica desde una perspectiva cualitativa, en el sentido que constituye como objeto de estudio diversos enfoques, problemas y procesos interdisciplinarios relacionados con el desarrollo de modelos y su implementación mediante aplicaciones o sistemas de información, orientada a la **comprensión** de la utilidad del MD en el área social. Con este propósito se recurre al análisis de casos.

El alcance de este estudio es teórico, en tanto presenta fundamentaciones conceptuales del modelamiento, del paradigma tecnológico, de los SI y del MD, necesarios para su aprehensión; y práctico, en la medida que ilustra su aplicación mediante ejemplos y casos propios del desempeño del trabajador social.

Este trabajo no tiene una pretensión *investigativa*, en el sentido de buscar explorar, profundizar o validar conocimientos, que impliquen el planteamiento de problemas e hipótesis de investigación. Se trata de un *estudio* que procura comprender un conocimiento ya existente (el MD), a partir de su ubicación o interacción en un contexto de aplicación particular, en este caso del área social, desde el rol del trabajador social, ejercido desde una perspectiva transdisciplinaria. Sin embargo, la preocupación por el rigor y validez de este estudio, en tanto, en un primer momento, trasciende las fronteras disciplinares, para posteriormente proponer su expansión, y que demanda al mismo tiempo flexibilidad, ha exigido cierta amplitud epistemológica y un planteamiento metodológico que sirviera de brújula.

Si bien el contexto de aplicación (a nivel de los casos presentados) es particular, el ejercicio de contextualización articula contextos y niveles de conocimiento de carácter más general, como se ilustra en la Figura 3.

Figura 3. Articulación entre los dominios temáticos componentes del proyecto.

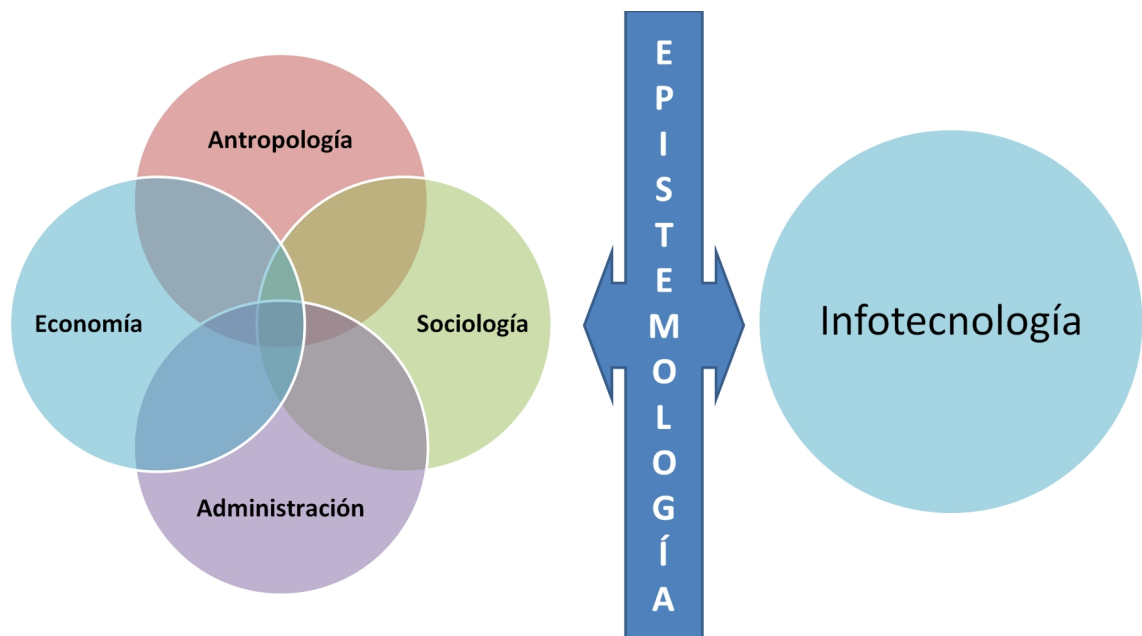


Allí se aprecia la relación entre los distintos dominios temáticos que hacen parte del proyecto, del más general al más específico. Es decir, desde los antecedentes y contexto socioeconómico, hasta las técnicas de modelado y el estudio de casos. En esta figura se quiere mostrar la mayor jerarquía de los círculos externos, a partir de

los cuales se va especificando el contenido interior. Los círculos intermedios se refieren a los contenidos que permiten ir articulando los niveles externos e internos, constituyen una forma de organizar la experiencia de aprendizaje del autor del proyecto y de situarla en el contexto del TS.

En el mismo orden, en la figura 4 se muestra la comprensión disciplinar desde las ciencias auxiliares del TS (sociología, economía, antropología, administración) hacia la infotecnología, mediada por elementos epistemológicos.

Figura 4. Perspectiva interdisciplinaria del proyecto



4.2. COMPONENTES METODOLÓGICOS

A partir de los objetivos específicos propuestos se plantean unas preguntas acerca de los medios y la metodología adecuada para alcanzarlos:

- i. ¿Qué elementos permiten reconocer la importancia de las herramientas computacionales y del MD para la renovación de roles en el ejercicio profesional del trabajador social?

- ii. ¿En qué sentido debe plantearse la renovación de roles del trabajador social en la sociedad informacional?
- iii. ¿Qué enfoques contribuyen en la identificación de problemas y oportunidades de mejoramiento relacionados con la GI, en el contexto del desempeño profesional del Trabajo Social?
- iv. ¿Qué enfoques, técnicas y herramientas relacionadas con el MD, pueden resultar especialmente útiles para el desarrollo de sistemas e instrumentos de información empleados en la investigación social y la gestión de proyectos sociales?
- v. ¿De qué manera se puede evidenciar la utilidad del MD en el área social?

Aunque la generalidad de los contenidos desarrollados en este trabajo responde en diverso grado a todas estas preguntas, dado que se trata de conocimientos interrelacionados, hay una intencionalidad específica en la manera como se han estructurado. De esta forma, la pregunta sobre la importancia de las herramientas computacionales y del MD, se responde a partir de la comprensión de los temas tratados en la fundamentación epistemológica. La articulación de este tema con la renovación de roles del trabajador social pasa por comprender el MD como un lenguaje para el trabajo interdisciplinar y por el análisis de las relaciones de poder interdisciplinar que se desprenden del actual contexto tecnológico. A su vez, la renovación de roles se plantea desde una perspectiva transdisciplinar. La pregunta sobre los enfoques que contribuyen en la identificación de problemas y oportunidades de mejoramiento relacionados con la GI se relaciona con el análisis de los procesos de transformación de datos en información y conocimiento, conectados con el desarrollo de SI y la GC. Al abordaje de los enfoques, técnicas y herramientas relacionadas con el MD que pueden resultar especialmente útiles para el desarrollo de sistemas e instrumentos de información empleados en la investigación social y la gestión de proyectos sociales se dedica un extenso capítulo, desarrollando ejemplos relacionados con el desempeño del trabajador social.

Finalmente, para evidenciar la utilidad del MD en el área social se recurre al estudio de casos.

De esta manera, la metodología se estructura en cinco partes:

- i. **Presentación de la metodología de estudio de casos:** conceptualización de la metodología, exposición de tipologías de casos y de criterios para su selección (en este capítulo).
- ii. **Fundamentación epistemológica y filosófica:** se exponen elementos conceptuales relacionados con el pensamiento complejo, la transdisciplinariedad, el NMC y los modelos, necesarios para comprender el lugar de la tecnología y los procesos de modelización en este trabajo (capítulo 5). Esto da lugar a una reflexión sobre el contexto posthumanista, y el lugar de las ciencias y disciplinas sociales en el mismo (capítulo 6) para plantear la necesidad de renovación de roles al interior del TS.
- iii. **Importancia del MD para el TS:** mediante el análisis de fuentes teóricas y de algunos problemas empíricos del desempeño profesional, se establece la importancia del MD como una herramienta o lenguaje útil y necesario al ejercicio del trabajador social en un contexto multidisciplinar, para el trabajo interdisciplinar, y desde una perspectiva transdisciplinar, análisis orientado a la renovación de roles del trabajador social (capítulo 7).
- iv. **Presentación de enfoques, técnicas y herramientas:** se exponen elementos conceptuales y técnicas relacionadas con el MD, con un énfasis importante en los procesos que las fundamentan, la GC y la GI (capítulo 8). En las técnicas y herramientas se presta especial atención al tema del modelado, la estrategia de resolución de problemas, los procesos de abstracción, el modelo relacional (MREL), y las herramientas de tipo visual (capítulo 9).
- v. **Análisis de casos:** se analizan casos prácticos de MD, identificados a partir de la experiencia del autor del proyecto en el desarrollo de instrumentos y herramientas de gestión de información en el área social (capítulo 10).

4.3. METODOLOGÍA DEL ESTUDIO DE CASOS

La necesidad de contar con criterios metodológicos para la selección de casos y una estructura definida para la presentación y análisis de los mismos, ha llevado a explorar diferentes significados que tiene el estudio de casos, con el propósito de obtener un marco metodológico apropiado al objetivo de evidenciar la utilidad del MD en el área social.

El EC se enfoca en la especificidad y singularidad de la experiencia, de las particularidades de un hecho o suceso, también en lo inusual o excepcional, “consiste en la utilización de uno o más ejemplos reales con el objeto de profundizar en el conocimiento del tema analizado, cuyo objetivo, en situaciones complejas, es responder a las preguntas «¿Cómo?» y «¿Por qué?»”⁸⁸.

El EC se realiza para extraer lecciones aplicables a problemas similares, evidenciar las fortalezas o debilidades de una solución o tener una comprensión detallada de un proceso o parte de aquel, entre otras posibles intencionalidades que incluyen, de manera general, “contextualizar, explorar, ilustrar, demostrar, hacer comprobaciones y tomar decisiones, tanto con fines didácticos como de investigación”⁸⁹.

“El estudio de caso puede incluir el análisis de documentos, de datos estadísticos o datos de ejecución, pero lo que sí implica y destaca especialmente es la observación directa del fenómeno estudiado”⁹⁰. En este trabajo se trata de casos centrados en el

⁸⁸ COMISIÓN EUROPEA. Metodología de evaluación de la ayuda exterior de la Comisión Europea: Volumen 4 herramientas de evaluación. Luxemburgo: Oficina de publicaciones oficiales de las comunidades europeas, 2006. p. 84

⁸⁹ PÉREZ-ESCODA, Núria (Coord.). Metodología del caso en orientación [Documento electrónico]. Barcelona: Universitat de Barcelona (Institut de Ciències de l'Educació), 2014. p. 8 [recuperado el 19/06/2015]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/2445/52210>

⁹⁰ COMISIÓN EUROPEA. Op. cit.

análisis de objetos conceptuales (instrumentos, herramientas de gestión de información) cuyo principal desarrollador ha sido el autor del mismo.

4.3.1. Conceptualización, tipologías y criterios para selección de casos. La selección de los casos depende de los objetivos que se persigan⁹¹, aunque frecuentemente existe una connotación pedagógica, por lo cual se hace la distinción entre el EC y el método de casos:

El planteamiento de un caso lo entendemos como una oportunidad de aprendizaje significativo y trascendente que ayuda [...] a conectar con la realidad, a delimitar la situación en un contexto y momento determinados para facilitar la construcción de saber y saber hacer.⁹²

La distinción dependerá principalmente del propósito con el que se utilicen ambos conceptos. El estudio de casos (case study), también denominado frecuentemente análisis de casos, se centra en el objeto de estudio (el caso) mientras que el método de casos (the case method) utiliza el caso como objeto de enseñanza.⁹³

Sin embargo, tal distinción no es taxativa, pudiéndose aprovechar elementos de uno u otro énfasis. Por ejemplo, del método del caso se retoman las tareas y procesos propuestos para su resolución, aunque el foco de este trabajo es el objeto de estudio y no la enseñanza. Pero la utilidad del análisis del MD como objeto de estudio en el contexto del TS está dada por una intencionalidad pedagógica, como objeto de aprendizaje. En tal sentido, es pertinente la definición dada por De Miguel:

[El estudio de caso] es el análisis intensivo y completo de un hecho, problema o suceso real con la finalidad de conocerlo, interpretarlo, resolverlo, generar hipótesis, contrastar datos, reflexionar, completar conocimientos, diagnosticarlo y, en ocasiones, entrenarse en los posibles procedimientos alternativos de solución.⁹⁴

⁹¹ Ibid.

⁹² PÉREZ-ESCODA, N. op.cit. p. 6.

⁹³ Ibid. p. 8.

⁹⁴ DE MIGUEL DÍAZ, Mario (Dir.). Modalidades de enseñanza centradas en el desarrollo de competencias: Orientaciones para promover el cambio metodológico en el espacio europeo de

Esbozada la existencia de casos de enseñanza y casos de investigación, de estos últimos Yin plantea la siguiente definición:

Un estudio de caso es una investigación empírica de un fenómeno actual dentro de su contexto real, especialmente cuando los límites entre el fenómeno y el contexto no son claramente evidentes [...] que se hace frente a la situación técnicamente distintiva en la que existen más variables identificadas que datos [...] por lo cual se basa en múltiples fuentes de evidencia y su triangulación, aprovechando el desarrollo previo de las proposiciones teóricas que guían la recolección y análisis de datos [traducción propia].⁹⁵

Para Yin⁹⁶, además, las finalidades del EC son exploración, descripción o explicación.

Helen Simons⁹⁷ retoma elementos de las definiciones anteriores pero añade como finalidad principal la comprensión a fondo de su objeto de estudio para generar conocimiento o informar acerca de una práctica:

El estudio de caso es una investigación exhaustiva y desde múltiples perspectivas de la complejidad y unicidad de un determinado proyecto, política, institución, programa o sistema en un contexto “real”. Se basa en la investigación, integra diferentes métodos y se guía por las pruebas. La finalidad primordial es generar una comprensión exhaustiva de un tema determinado, un programa, una política, una institución o un sistema, para generar conocimientos y/o informar el desarrollo de políticas, la práctica profesional y la acción civil o de la comunidad.⁹⁸

educación superior [en línea]. Oviedo (Asturias): Ediciones Universidad de Oviedo, 2006. p. 89 [recuperado el 14/07/2015]. Disponible en: http://www.uvic.es/sites/default/files/Ensenanza_para_competencias.PDF

⁹⁵ YIN, Robert K. Case Study Research. Design and Methods. 4 ed. Thousand Oaks, California: Sage Publications, 2009. p. 18.

⁹⁶ Ibid. pp. 7-8

⁹⁷ SIMONS, Helen. El estudio de caso: Teoría y práctica. Madrid: Ediciones Morata, 2011. p. 42.

⁹⁸ Ibid.

Stake⁹⁹ distingue tres tipos de EC de acuerdo al motivo de selección, i) los *intrínsecos*, en los cuales interesa el caso por sí mismo, por su valor emblemático, sin pretender que sus conclusiones sean aplicables a otros casos y cuyo aprendizaje es inherente al mismo, “su objetivo es llegar a entender el caso”¹⁰⁰; ii) los *instrumentales*, en los que el caso no se considera valioso en sí sino por las características que comparte con un universo de casos, es decir por su representatividad, y el aprendizaje que interesa no es sobre el caso en sí sino sobre el conjunto al cual pertenece; y iii) el *colectivo*, cuando se estudian varios casos para hacer una interpretación colectiva del tema o la pregunta.

Ragin plantea cuatro formas de definir el caso:

- a) El caso puede ser encontrado o construido por la persona investigadora como una forma de organización que emerge de la investigación misma;
- b) El caso puede ser un objeto, definido por fronteras preexistentes tales como una escuela, un aula o un programa;
- c) El caso puede ser derivado de los constructos teóricos, las ideas y los conceptos que emergen del estudio de instancias o acontecimientos similares, y
- d) El caso puede ser una convención, predefinido por acuerdos y consensos sociales que señalan su importancia.¹⁰¹

Simons¹⁰² llama la atención sobre tres tipos de estudios de caso, el *etnográfico*, el *evaluativo* y la diada *dirigido por la teoría / generado por la teoría*. Sobre este aclara:

⁹⁹ STAKE, Robert. E. Investigación con estudio de caso. Madrid: Morata, 1999, pp. 16 – 17.

¹⁰⁰ Ibid. p. 71

¹⁰¹ RAGIN, C. Case of What is a Case? En: Ragin, C. & Becker, H. (Eds.) What is a Case: Exploring the Foundations of Social Enquiry. Cambridge: Cambridge University Press, 1992. pp. 1 – 18. Citado por: Grupo L.A.C.E. Los estudios de caso. Barcelona: Universidad de Barcelona, 2013. p. 8. Depósito digital. <http://hdl.handle.net/2445/33367>. [recuperado el 10/07/2015]. Disponible en: http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/33367/7/reunid_Los%20estudios%20de%20caso_2012.pdf

¹⁰² SIMONS, H. Op. cit. pp. 43 – 44.

“Dirigido por la teoría” puede significar investigar, o incluso ejemplificar, un caso a través de una determinada visión teórica. Si se toma este enfoque, es importante mantenerse dispuesto a suscitar lo que en la práctica pueda ser la teoría del caso. No es lo mismo que comprobar una determinada teoría, ni que servirse de una lente teórica particular para el estudio. Se trata de determinar una teoría específica del programa que sirva de guía en la recogida de datos del caso. Generada por la teoría se refiere a generar la teoría que surge de los propios datos [...] a través de una lente interpretativa que acabe por conducir a una teoría del caso.¹⁰³

4.3.2. Hacia una propuesta ajustada de análisis: entre la investigación y el aprendizaje. En el análisis de cada caso se considera, de manera general, los siguientes aspectos:

- i. Contexto de la intervención.
- ii. Identificación de problemas u oportunidades de mejoramiento en el procesamiento de información.
- iii. Descripción de los requerimientos de diseño de los instrumentos y herramientas.
- iv. Análisis de las técnicas de MD aplicadas en la implementación de una solución.
- v. Análisis de las ventajas y limitaciones de las soluciones implementadas, en términos del proceso de intervención profesional. Lecciones aprendidas.

Puede obtenerse una aproximación entre el caso de aprendizaje y el caso de investigación, al hacer un paralelo entre el proceso sugerido por Llanes y Massot¹⁰⁴ para la resolución de un caso y los componentes de diseño de investigación propuestos por Yin¹⁰⁵, con el propósito de procurar un modelo adecuado al análisis descriptivo de las soluciones tecnológicas implementadas (ver Cuadro 5).

¹⁰³ Ibid.

¹⁰⁴ LLANES ORDÓÑEZ, Juan; MASSOT LAFÓN, Inés. Transitar sin morir en el intento (capítulo 8). En: PÉREZ-ESCODA, N. Op. cit. pp. 98 – 99.

¹⁰⁵ YIN, R. Op. cit. p. 27.

Cuadro 5. Aproximación entre proceso del caso de aprendizaje y diseño del caso de investigación para la definición de un modelo de análisis ajustado

	PROCESO DEL CASO DE APRENDIZAJE (Llanes y Massot)	DISEÑO DEL CASO DE INVESTIGACIÓN (Yin)	MODELO AJUSTADO
FORMULACIÓN			Descripción del contexto del caso.
	1. Determinar y priorizar los aspectos básicos a analizar.	1. Formular las preguntas del estudio. 3. Definir unidades de análisis.	Formulación del problema de acuerdo con la lógica de intervención.
	2. Relacionar el caso con los fundamentos teóricos que nos ayuden a su comprensión y resolución.	2. Establecer temas-foco, proposiciones o supuestos del caso. 4. Diseñar la lógica de vinculación de los datos a las proposiciones. 5. Establecer los criterios para la interpretación de los hallazgos.	Identificación de problemas de gestión de información o de procesos.
ANÁLISIS	3. Desarrollar posibles soluciones y pensar en diferentes alternativas, para poder seleccionar la mejor o las mejores.		Análisis de los requisitos de modelado de datos y de la selección de alternativas.
	4. Aplicar la solución elegida, desarrollando una estrategia que permita llevar a la práctica dicha solución y sus posibles consecuencias.		Análisis de las técnicas y de las soluciones implementadas.
	5. Diseñar un proceso de evaluación de su puesta en práctica para poder valorar el éxito obtenido.		Análisis de beneficios y limitaciones de la solución.
CIERRE	6. Elaborar un breve informe en el que exprese juicios de valor sobre el caso desarrollado, así como sobre la experiencia adquirida.	6. Análisis y conclusiones	Lecciones aprendidas

4.3.3. El contexto y la delimitación del caso. En los sistemas complejos no es posible una delimitación exacta del objeto de estudio, pero es necesario tener en cuenta:

1. Los criterios que permiten distinguir lo propio del sistema y lo que no lo es; es decir, determinar: a) un interior (identidades componentes que se relacionan entre sí y reconocen su pertenencia al sistema, reglas de interacción, b) un exterior formado por otros sistemas.
2. Cuáles y cómo son las identidades componentes (sus rasgos y el modo en que intervienen en las fluencias establecidas con las otras identidades componentes del sistema).
3. Las normas escritas o consuetudinarias que organizan las relaciones.
4. El modo en que se producen las relaciones de complementación, alianza y/o conflicto entre ellas y la relación que éstas establecen con los otros sistemas.
5. Los recursos utilizados en las fluencias entre las identidades del sistema, entre el sistema en su conjunto y otros sistemas o entre algunos de los elementos del sistema y otros sistemas y/o con identidades pertenecientes a otros sistemas.¹⁰⁶

Estas distinciones son fundamentales para definir el contexto y las restricciones del sistema social, organizacional y tecnológico de los casos.

Metodológicamente se puede delimitar como un **estudio colectivo de casos**, en tanto objeto de investigación y aprendizaje, de tipo *descriptivo, instrumental y dirigido por la teoría*, que busca informar sobre una práctica de desarrollo e implementación de soluciones tecnológicas a problemas de gestión de procesos e información en el área social, relacionada con los roles del trabajador social ejercidos desde la perspectiva del nuevo profesional informatizado. Teniendo como sistema y contexto más amplio el trabajo de organizaciones y proyectos sociales, el relacionamiento interdisciplinar a su interior y la gestión del conocimiento, y como

¹⁰⁶ SALTALAMACCHIA, Homero Rodolfo. Estudios de caso y universales [documento en línea]. En: Cuadernos de investigación, 2011, Vol. 2, No. 2. p. 36 [recuperado el 19/06/2015]. Disponible en: https://www.academia.edu/11677313/ESTUDIOS_DE_CASO_Y_UNIVERSALES

objeto particular de estudio el desarrollo de instrumentos y herramientas de gestión de información mediante la aplicación de técnicas de modelado de datos y afines.

Los enfoques teóricos predominantes establecidos como guía teórica de los casos están relacionados con las teorías de la información, del modelamiento, de la gestión del conocimiento y la gestión por procesos.

5. COMPLEJIDAD, LENGUAJE, MODELOS Y TECNOLOGÍA: APROXIMACIÓN EPISTEMOLÓGICA

El modelo hilemórfico es un dispositivo de reproducción de las relaciones sociales de producción, reproduce la separación entre los que deciden o piensan y los que ejecutan, entre gobernantes y gobernados... no hay más producción que la reproducción, la aplicación iterativa de un esquema exacto, la producción en serie.
Jesús Ibañez, del algoritmo al sujeto

Las definiciones clásicas de epistemología se refieren al estudio del conocimiento científico o filosofía de la ciencia, estableciendo diferencia con el estudio de otras formas de conocimiento. Sin embargo, Rodríguez¹⁰⁷ critica la epistemología en cuanto ha profundizado la división entre teoría / praxis, ciencia / política o conocimiento / ética, justificada en la *neutralidad valorativa de la ciencia* y traducida en la dicotomía hecho / valor.

Desde el enfoque de la complejidad no puede establecerse un límite claro entre el conocimiento científico y el conocimiento humano en general, pues todo conocimiento depende de una compleja unidad biopsicológica y sociocultural, no siendo reducible a alguno de sus componentes¹⁰⁸. Al no poderse aislar un punto inicial al partir del cual se fundamenta la actividad cognoscitiva, solo se puede afirmar la continuidad funcional entre el pensamiento no–científico y el pensamiento

¹⁰⁷ RODRÍGUEZ ZOYA, Leonardo. Por una epistemología compleja políticamente orientada. Contribuciones y tensiones entre la filosofía de la ciencia y la sociología del conocimiento científico [en línea]. Buenos Aires: Instituto de Investigaciones Gino Germani, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Buenos Aires. Documentos de Jóvenes Investigadores No. 28. pp. 5 – 6 [recuperado el 24/06/2015]. Disponible en:
<http://bibliotecavirtual.clacso.org.ar/Argentina/iigg-uba/20120228050953/ji28.pdf>

¹⁰⁸ *ibid.* p. 9.

científico, que difiere de la discontinuidad estructural de los contenidos del conocimiento, es decir la forma en que sus contenidos se organizan¹⁰⁹.

Por tanto, la función de la epistemología es “analizar genéticamente el proceso de construcción del conocimiento, lo que equivale a decir, debe historizar todo sistema de ideas”¹¹⁰ desde los niveles individual y sociocultural. La estructura epistemológica compleja que se desprende de esta comprensión puede verse en la Figura 5.

Figura 5. Estructura epistemológica compleja



FUENTE: Con base en RODRÍGUEZ, Leonardo. Por una epistemología compleja políticamente orientada, p. 13.

Para la epistemología compleja el conocimiento es un objeto complejo, como totalidad organizada de elementos heterogéneos (biológicos, sociales, culturales,

¹⁰⁹ Ibid. p. 10.

¹¹⁰ Ibid. p. 11.

psicológicos, lógicos, históricos), inseparables y en interacción, que no pueden estudiarse aisladamente ni por una disciplina particular. La pregunta *cómo conocer el conocimiento* requiere una perspectiva transdisciplinaria¹¹¹. Entonces, desde el carácter complejo – heterogéneo, en interacción e interdefinible – del conocimiento, se considera la epistemología “no una disciplina sino un campo de estudios interdisciplinarios cuyo objeto es el estudio de la complejidad del conocimiento”¹¹².

A esta concepción pretende responder el análisis de antecedentes y contexto realizado en el primer capítulo de este documento, que intenta aproximarse a la génesis de los intereses y conocimientos implicados en este trabajo, en sus dimensiones social e individual.

5.1. EL ENFOQUE DE LA COMPLEJIDAD

5.1.1. El concepto de complejidad. En el lenguaje común, este concepto tiene generalmente la función de adjetivo y no de sustantivo, algo es complejo como sinónimo de complicado o ininteligible. En el lenguaje epistemológico puede comprenderse de manera diferente y más sustantiva, como una “relación de comprensión con un objeto o una construcción mental que nos desborda pero, de la cual, podemos tener una comprensión parcial y transitoria”¹¹³. En su acepción latina original, *complexus*, se refiere lo que está muy bien trenzado o entrelazado, y lo que abarca o rodea completamente algo. Puede entenderse entonces como una totalidad de múltiples elementos entrelazados. Así, lo complejo se refiere a la totalidad como algo distinto e irreductible a (la suma de) las partes. “Lo complejo parece afirmar la unidad de principios constituyentes en medio de la multiplicidad”¹¹⁴,

¹¹¹ Ibid. p. 14.

¹¹² Ibid. p. 15.

¹¹³ MORENO, Juan Carlos. Fuentes, autores y corrientes que trabajan la complejidad. En: VELILLA, M. op. cit. p. 12

¹¹⁴ Ibid.

la unidad de la diversidad. “La complejidad es un modo de pensamiento que vincula tanto el orden, lo universal y lo regular, como el desorden, lo particular y el devenir”¹¹⁵.

5.1.2. La complejidad de los sistemas. Bertalanffy ha definido un sistema como “un conjunto de elementos interrelacionados entre sí y con el medio circundante”¹¹⁶. Entre los distintos tipos de sistemas, a las ciencias sociales interesa principalmente el estudio de los sistemas complejos adaptativos, característicos de los grupos humanos, que mediante procesos evolutivos en el tiempo desarrollan capacidades de respuesta a los cambios en el entorno mediante el mecanismo del aprendizaje¹¹⁷.

Para Morin¹¹⁸, el sistema está a la base de la organización “es el concepto complejo más simple”. La unidad no es la del concepto matemático, asentado en el principio lógico clásico de identidad, de aquello solo igual a sí mismo, sino la unidad del sistema, “de nociones complementarias, concurrentes y antagonistas las unas respecto a las otras. El sistema es el ser complejo, que es más, menos, distinto de sí mismo. Está a la vez abierto y cerrado. No hay organización sin anti-organización. No hay funcionamiento sin disfunción [...]”¹¹⁹.

La mirada de Morin lleva a descubrir la incertidumbre que deriva de la consideración del dinamismo de la realidad, de la mutabilidad y la indeterminación como principios constitutivos de esta, que emergen a partir de la relación con un sujeto en un

¹¹⁵ Ibid. p. 13.

¹¹⁶ BERTALANFFY, Ludwig von. Teoría general de los sistemas. México: Fondo de Cultura Económica, 1976. p. 263.

¹¹⁷ IZQUIERDO, Luis *et al.* Modelado de sistemas complejos mediante simulación basada en agentes y mediante dinámica de sistemas. En: Empiria, Revista de Metodología en Ciencias Sociales [en línea], julio – diciembre, 2008, No. 16, p. 91 [recuperado el 14/08/2015]. Disponible en: http://luis.izqui.org/papers/Izquierdo_Galan_Santos_Olmo_2008.pdf

¹¹⁸ MORIN, Edgar. El método I: La naturaleza de la naturaleza. Trad. Ana Sánchez. 6 ed. Madrid: Ediciones Cátedra, 2001. p. 177.

¹¹⁹ Ibid. p. 175.

escenario decisional. En este punto, **la clave para el abordaje de la complejidad son los procesos de información**, relacionados con la capacidad de auto-organización de un sistema.

Carlos Maldonado¹²⁰ plantea que las ciencias de la complejidad estudian fenómenos de complejidad creciente que implica comprensiones filosóficas sobre el movimiento, el tiempo y la capacidad de adaptación o aprendizaje de un sistema, que comportan una filosofía social, cultural, histórica o política:

La complejidad de un sistema radica en el futuro o futuros posibles que tiene o puede tener y es, genéricamente, este futuro el que complejiza a los fenómenos en un momento determinado. Es el futuro o futuros lo que, por lo demás, permite comprender capacidades de los sistemas complejos tales como el aprendizaje y la adaptación.¹²¹

Yourdon menciona algunos principios generales acerca de los sistemas, que son de especial importancia al tratar con el desarrollo de sistemas de información automatizados:

1. Entre más especializado sea el sistema, menos capaz es de adaptarse a circunstancias diferentes.
2. Cuanto mayor sea el sistema mayor es el número de sus recursos que deben dedicarse a su mantenimiento.
3. Los sistemas siempre forman parte de sistemas mayores y siempre pueden dividirse en sistemas menores.
4. Los sistemas crecen.¹²²

¹²⁰ MALDONADO, Carlos Eduardo. ¿Qué es un sistema complejo? En: Revista Colombiana de Filosofía de la Ciencia [en línea], Julio – diciembre de 2014, Vol. 14, No. 29, pp. 71-93 [recuperado el 10/08/2015]. Disponible en:

http://www.uelbosque.edu.co/sites/default/files/publicaciones/revistas/revista_colombiana_filosofia_ciencia/volumen14_numero29-2014/04-articulo4-RCFC_VolXIV-No29.pdf

¹²¹ Ibid. p. 78.

¹²² YOURDON, Edward. Análisis estructurado moderno. México: Prentice-Hall Hispanoamericana, 1993. pp. 37 – 40.

5.1.3. El desarrollo del pensamiento complejo. En el desarrollo de las teorías de la complejidad (ver ANEXO F) influyeron la teoría general de los sistemas, la cibernética y las teorías de la información y la comunicación, confluyendo en su conformación, entre otras áreas del conocimiento, la ciencia cuántica, la teoría de modelos, la lingüística y la informática. Pero ha sido esta última que ha posibilitado la explosión de la complejidad en la vida cotidiana, constituyendo un nuevo nivel de la realidad, la realidad virtual, junto a los cibermedios.

La complejidad de la realidad, entendida desde la red de relaciones de un sistema, las múltiples miradas sobre aquella, la velocidad de los cambios o la optimización de los procesos, ha venido a ser potenciada y amplificadas de modo significativo por las TIC. La complejidad de la realidad emerge dinámica, multidimensional, multirreferencial y polisémicamente.

Según Romero¹²³, el pensamiento complejo ha emergido movido por unos *valores epistémicos*, entre los que destaca los relacionados con las funciones y sentido del conocimiento, orientado al hacer, innovar y repensar lo conocido.

5.1.4. El “paradigma” de la complejidad. De acuerdo con Vargas¹²⁴, “un paradigma es una estructura de aproximación a los hechos” que define la enunciación de un problema, la construcción del conocimiento y los objetos de investigación. En sentido particular, es “una estructura de representación de la composición disciplinar (de una ciencia determinada)”, producto del acuerdo de la comunidad científica en un momento o periodo histórico¹²⁵.

¹²³ ROMERO PÉREZ, Clara. Paradigma de la complejidad, modelos científicos y conocimiento educativo. *En*: *Ágora Digital* [en línea], Universidad de Huelva, 2003, No. 6. p. 2 [recuperado el 17/07/2015]. Disponible en: http://www.uhu.es/agora/version01/digital/numeros/06/06-articulos/monografico/pdf_6/clara_romero.pdf

¹²⁴ VARGAS GUILLÉN, Germán. *Tratado de epistemología*. Bogotá: San Pablo, 2006. p. 273.

¹²⁵ *Ibid.* p. 277.

Características esenciales de un paradigma son la intencionalidad, sistematicidad y formalización en la producción de conocimiento. Desde el pensamiento complejo, los paradigmas son construcciones sociales de interpretación de la realidad y de orientación de la acción, “prácticas motivadas por la solución a los problemas y las necesidades específicas directas e indirectas de una comunidad humana”¹²⁶, cuyo contenido depende del contexto de uso. El paradigma tiene funciones teóricas, metodológicas, históricas y políticas¹²⁷. Germán Gutiérrez lo define como

[...] la estructura relativamente institucionalizada de creencias, categorías, normas y valores fundamentales a partir de los cuales un grupo humano produce y reproduce conocimiento, orienta su acción social específica e induce acciones de mayor alcance social y grupal. Remite a un determinado sistema práctico-cognitivo, cuyo núcleo analítico-conceptual es un marco teórico-categorial. Y refiere también de manera directa e indirecta, a determinadas estructuras de sentido cultural.¹²⁸

Caro¹²⁹ concibe el paradigma de la complejidad como un proceso en construcción, emergente, que identifica a partir de los siguientes elementos:

- i. Implicación (subjetiva) del investigador.
- ii. Mayor relevancia metodológica de la síntesis, para no perder el sentido de la totalidad en el ejercicio analítico, en el cual se corre el riesgo de fragmentar y dispersar el conocimiento de la realidad.
- iii. Provisionalidad e incertidumbre del conocimiento científico.

¹²⁶ OSORIO, Sergio Néstor. Aproximaciones a un nuevo paradigma en el pensamiento científico. En: VELILLA, M. op. cit. p. 12

¹²⁷ Ibid.

¹²⁸ GUTIÉRREZ RODRÍGUEZ, Germán. Notas sobre las llamadas crisis de los paradigmas. En: Globalización, caos y sujeto en América Latina. El impacto de las estrategias neoliberales y las alternativas. Costa Rica: Ediciones DEI, 2001. pp. 166-167. Citado por: OSORIO, S. op. cit.

¹²⁹ CARO ALMELA, Antonio. El paradigma de la complejidad como salida de la crisis de la posmodernidad. En: Discurso, Federación Andaluza de Semiótica, 2002, No. 16-17. pp. 7 – 9 [recuperado el 10/06/2015]. Disponible en: <http://dialnet.unirioja.es/download/articulo/977277.pdf>

- iv. Articulación entre ciencia y vida, que permite al investigador definir la pertinencia y relevancia de temas y problemas a partir del contacto con el mundo social, político, cultural, etc.
- v. Primacía de la situación fenoménica vivida y necesariamente compleja. Si bien simplificar es necesario, el conocimiento del fenómeno debe preservarse en su originalidad, orientarse al aporte de su organización singular y evitar el reduccionismo de las operaciones de descomposición en elementos simples.
- vi. Nueva relación entre ciencias “duras” y “blandas”. A la base de las demás ciencias no se encuentra la física, pues todo conocimiento es, en primer lugar, un fenómeno humano. De tal manera que no cabe hablar de un ascenso a través de las ciencias de la materia y la naturaleza para llegar a las ciencias sociales. A partir de la autoconciencia, se trata de ir de lo más complejo a lo más simple, de lo vivo a lo inerte, de los fenómenos de mayor a los de menor capacidad autoorganizativa.

En síntesis, el paradigma de la complejidad emerge como actitud de apertura contra la simplificación y reduccionismo de la ciencia clásica. Esta “tiene como pretensión el disipar la complejidad aparente, para revelar tras ella, la simplicidad de lo real, tenida ésta como lo verdaderamente real”¹³⁰, sustentada en los principios de objetividad, transparencia y universalidad, que, de acuerdo con Ibañez¹³¹, convierten la investigación social en un dispositivo de control para el mantenimiento del statu quo. Por esta vía,

unidimensionalizan lo multidimensional, desarticulan el fenómeno de su entorno que le da sustento y sentido. El paradigma de simplificación, escinde la realidad en dos universos que se excluyen mutuamente y da origen “científico” a un maniqueísmo cognoscitivo que entroniza a uno de los universos como el

¹³⁰ OSORIO, S. op. cit. p. 51.

¹³¹ IBAÑEZ, Jesús. Del algoritmo al sujeto. Madrid: Siglo XXI, 1985. pp. 37-41

verdaderamente real y objetivo y anatemiza al otro como mera ilusión, apariencia o subjetividad.¹³²

Frente a este escenario, desde el pensamiento complejo, Gómez y Jiménez¹³³ refieren seis principios integradores:

- i. **El principio dialógico o de dialogización:** poner en relación ideas antagónicas.
- ii. **El principio de recursión:** retroalimentar o hacer retroactivo el proceso, no solo como forma de autoregulación sino, principalmente, como forma de comprender la autoorganización de un sistema.
- iii. **El principio hologramático:** en una organización, el todo está inscrito en cada una de sus partes.
- iv. **El principio de emergencia:** las propiedades nuevas que emergen en las realidades organizadas afectan al conjunto y, por tanto, exigen una nueva comprensión de la totalidad, no solo de los elementos emergentes considerados aisladamente.
- v. **El principio de auto-eco-organización:** La descripción y explicación de un fenómeno debe considerar siempre la doble implicación entre este y el medio externo. Es decir, lo interno y externo se definen el uno a partir del otro, depende del foco o perspectiva del observador. Por tanto, no tiene sentido definir un fenómeno como resultado exclusivo de factores externos, ni considerar un problema como simple manifestación del entorno, en tanto tal entorno ha sido definido a partir del problema que le sirve de referente. Por tanto, se debe considerar la existencia de dos lógicas, una interna y otra externa.
- vi. **El principio de borrosidad:** Las ideas y conceptos, en tanto provisionales y plurivalentes, pueden ser ambiguos, inciertos o indecidibles. Este principio

¹³² OSORIO, S. op. cit. p. 52

¹³³ GÓMEZ MARÍN, Raúl; JIMÉNEZ, Javier Andrés. De los principios del pensamiento complejo. En: VELILLA, M. op. cit. pp. 116 – 119.

permite tomar distancia de la predominancia de las lógicas binarias. En términos operacionales implica considerar la existencia de un continuum de valores y significados entre dos conceptos opuestos.

5.2. REALIDAD MULTIDIMENSIONAL, DINÁMICA, MULTIRREFERENCIAL Y POLISÉMICA

A partir de los anteriores elementos se pueden definir cuatro propiedades clave de la realidad, consideradas en el desarrollo de los instrumentos y herramientas de investigación y gestión social objeto de análisis de este trabajo: multidimensionalidad, dinamicidad, multirreferencialidad y polisemia.

5.2.1. Multidimensionalidad. Un objeto, fenómeno o problema está conformado por diferentes dimensiones o elementos que lo componen o por diferentes propiedades que lo definen. El ser humano es a la vez biológico, psíquico, social, afectivo, racional; la sociedad articula dimensiones culturales, económicas, políticas, etc.

La multidimensionalidad hace referencia al entrecruzamiento de tales aspectos que definen singularidades o especificidades. La pluralidad y los conjuntos emergen al simplificar o abstraer características de los fenómenos singulares y relacionarlos mediante aquellos que resultan comunes.

Así, por ejemplo, puede observarse el nivel de ingreso, la identidad étnica, el género y el nivel de escolaridad de un conjunto de individuos, pero la sola consideración de múltiples variables no constituye por sí una perspectiva multidimensional. Es necesario establecer las implicaciones de unas respecto a otras, que crean nuevas propiedades unitarias (por ejemplo ingreso-género o etnia-género-escolaridad) y permiten redefinir las relaciones estudiadas entre los individuos a partir de aquellas variables re-compuestas. Es decir, al considerar una nueva propiedad se redefine la totalidad, el ser multidimensional no es solo la agregación de características, consideradas aisladamente, sino la interrelación entre aquellas.

5.2.2. Dinamicidad. Hace referencia al cambio y al movimiento; un objeto, fenómeno o problema puede ser ubicado en distintas coordenadas espacio-temporales. Implica la consideración de estas dos variables, el tiempo y el espacio, en sus diferentes manifestaciones. Por ejemplo, las coordenadas terrestres, el escenario, el lugar o el territorio como categorías espaciales, o la fecha y hora, el periodo, el ciclo evolutivo, o el momento en una serie como categorías temporales. “El tiempo mismo es la complejidad, es el tiempo el que complejiza los fenómenos, las dinámicas y las estructuras, y el tiempo significa claramente la flecha de la irreversibilidad. En otras palabras, el pasado es cualitativamente diferente del futuro”¹³⁴.

La condición de *no cambio* del espacio o el tiempo lleva a considerar un objeto o problema de manera sincrónica (al mismo tiempo) o sintópica (en el mismo lugar). Ahora bien, en estos casos no desaparecen o se congelan el tiempo y el espacio, sino que se definen a partir de la relación entre los problemas u objetos para los cuales se establece su sincronidad o sintopidad. Es decir, tiempo y espacio son internos, inherentes y relativos a dichos objetos o problemas, en tanto se referencien entre sí; los conceptos de simultaneidad y concurrencia implican una comparación.

La observación de un objeto (único, valga la redundancia) sin referencias espaciotemporales da lugar al concepto de dato, como unidad mínima de información. La condición de *cambio* del espacio o el tiempo lleva a considerar un objeto o problema de manera diacrónica (en diferentes momentos) o diatópica (en diferentes lugares). Aquí entran en juego las posibles combinaciones entre espacio y tiempo (ver Cuadro 6).

La dinámica del cambio conlleva considerar también la secuenciación o prolongación del espacio-tiempo, o si en estos se identifican interrupciones. Así, la alteración del tiempo (por ejemplo la aceleración en el desencadenamiento de un

¹³⁴ MALDONADO, C. op. cit. p. 77.

evento) o cambios significativos de ritmo en diferentes momentos del tiempo cronológico o de un tiempo externo de referencia, plantean la existencia de discontinuidades (lo opuesto es la continuidad). De igual forma sucede con el espacio, para el cual se definen contigüidades y discontigüidades.

Cuadro 6. Relación entre dimensiones espacio temporales

<div style="text-align: center;">Tiempo Espacio</div>	Sincrónico (simultaneidad)	Diacrónico (continuidad / discontinuidad)
Sintópico (conurrencia)	Aquí y ahora	Aquí, en diferentes momentos
Diatópico (contigüidad / discontigüidad)	Ahora, en diferentes lugares	En diferentes lugares y momentos

5.2.3. Multirreferencialidad. La información y el conocimiento se generan desde diversos sujetos, fuentes, y puntos de vista, por lo cual “es necesario comprender el análisis multirreferencial como una lectura plural, bajo diferentes ángulos, de los objetos que quiere aprehender, en función de sistemas de referencia supuestamente distintos, no reductibles los unos a los otros”¹³⁵.

La multirreferencialidad implica considerar la relación objeto – sujeto, y a este en su condición individual y colectiva, y espacio-temporal. El objeto, fenómeno o problema puede ser observado por un mismo sujeto desde diferentes ámbitos, en diferentes momentos, en el ejercicio de diferentes roles, o por múltiples sujetos. La

¹³⁵ ARDOINO, Jacques. El análisis multirreferencial. Revista de Educación Superior [en línea], Publicaciones ANUIES, julio – septiembre, 1993, Vol. 22, No. 87. p. 1 [recuperado el 5/09/2015] Tomado de: ARDOINO, J. et al (trad. Patricia Ducoing). Sciences de l’éducation, sciences majeures. Actes de journées d’étude tenues a l’occasion des 21 ans des sciences de l’éducation. Issy-les-Moulineaux, EAP, Collection Recherches et Sciences de l’éducation, 1991, pp. 173-181. Disponible en: http://publicaciones.anuies.mx/pdfs/revista/Revista87_S1A1ES.pdf

multirreferencialidad es fuente de contradicciones, y su afirmación la aceptación de estas. Más aún, “si se acepta que la investigación es una estrategia de conocimiento, es necesario saber que ese objetivo es siempre susceptible, consciente o inconscientemente, de provocar contraestrategias apropiadas”¹³⁶.

Es importante señalar que la existencia de diferentes perspectivas puede implicar diferentes lenguajes desde los cuales se definen aquellas. Por consiguiente, del abordaje multirreferencial se desprenden el polisémico y transdisciplinar.

Ardoino¹³⁷ identifica tres formas del análisis multirreferencial:

- **Comprehensivo**, centrado en los aspectos relacionales de la inter-subjetividad.
- **Interpretativo**, que trata del procesamiento de datos a través de la comunicación.
- **Explicativo**, de carácter interdisciplinario y orientado a la producción de saber.

5.2.4. Polisemia. Finalmente, las propiedades anteriores, en la perspectiva del sujeto, dan lugar a la emergencia de múltiples y diferentes significaciones del objeto, fenómeno o problema. El momento, lugar, perspectiva, sujeto e interrelaciones condicionan el significado del fenómeno. Por ejemplo, si a dos individuos que desarrollan, cada uno, más de una actividad laboral, se les pide seleccionar la que consideran más importante, posiblemente no haya equivalencia valorativa y significativa en la elección, si la misma se fundamenta en diferentes criterios individuales. En un caso la preferencia puede estar determinada por la estabilidad laboral, y en otro por el ingreso obtenido.

Como puede inferirse del ejemplo anterior, lo polisémico deviene multidimensional, dinámico y multirreferencial. Corona señala que “la polisemia es un concepto

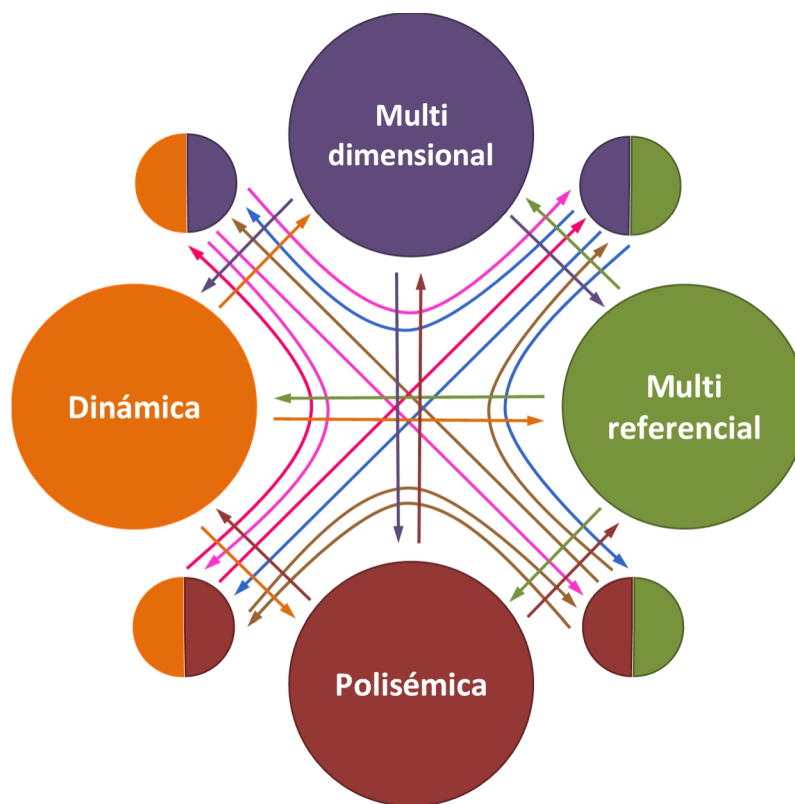
¹³⁶ Ibid. p. 3.

¹³⁷ Ibid. p. 5.

sincrónico” pero los diferentes significados emergen a través del tiempo, “los cambios de sentido (diakronía) tienen una proyección sincrónica”¹³⁸.

La articulación de estas cuatro propiedades entre sí (multidimensionalidad, dinamicidad, multirreferencialidad y polisemia) producirá a su vez dimensiones, espacios, momentos e interpretaciones diferentes a las de su consideración aislada. Es un *bucle generativo* (volver sobre sí) que modifica al propio sujeto, en términos de los conocimientos, aprendizajes e identidades implicadas. Esta trama (ver Figura 6) es el tipo de complejidad que puede requerir el uso de la tecnología informática para su modelización y procesamiento en investigación o gestión social.

Figura 6. Trama de relaciones de propiedades complejas de la realidad



¹³⁸ CORONA, Pablo Edgardo. Paul Ricoeur: Lenguaje, texto y realidad. Buenos Aires, Biblos, 2005. pp. 54 - 55.

Al considerar las relaciones entre dimensiones y dinamismo, puede suceder que unas dimensiones funcionen en una escala de tiempo – espacio diferente a la de otras, diferencias planteadas entre lo micro y lo macroscópico. Carlos Maldonado se refiere a esta característica de los sistemas complejos como *densidad temporal*:

[...] los fenómenos y sistemas complejos no se caracterizan por tener un solo tiempo sino, mejor aún, una densidad temporal. Más exactamente, a mayor densidad temporal mayor complejidad; alguien más podría decir no sin acierto, “profundidad temporal”. Esta idea quiere significar que los fenómenos y sistemas complejos poseen varios tiempos o temporalidades y que es esto lo que define su complejidad.¹³⁹

Lo anterior lleva a considerar que lo real contempla múltiples realidades. Ahora, la cantidad de parámetros de un sistema sujetos a variación, con independencia unos de otros, denominados *grados de libertad*, puede determinar la complejidad del sistema¹⁴⁰.

5.3. PERSPECTIVA TRANSDISCIPLINAR

La transdisciplinariedad se plantea la unidad de conocimiento en la comprensión del mundo, como respuesta al proceso de babelización que deviene de la hiperespecialización de las disciplinas. Identifica objetos, problemas, prácticas que son comunes entre las disciplinas, que emergen a través de ellas o se sitúan más allá de toda disciplina¹⁴¹. El enfoque transdisciplinar responde a la emergencia de la complejidad – el reconocimiento de que la realidad no es lineal sino que tiene distintos niveles – y del rescate o reaparición del sujeto, luego que entrara en crisis el cientificismo objetivista. Por tanto, responde también al reconocimiento de las realidades como construcciones lingüísticas.

¹³⁹ MALDONADO, C. op. cit. p. 79.

¹⁴⁰ Ibid. pp. 82 – 83.

¹⁴¹ NICOLESCU, Basarab. La transdisciplinariedad: manifiesto. México: Multiversidad Mundo Real Edgar Morin, 1994. p. 37.

Transdisciplinar es, al decir de Carlos Maldonado, “*indisciplinar* el conocimiento, las instituciones, el Estado y la sociedad, que significa dejar de pensar en términos de disciplinas, ámbitos, campos o áreas, todos los cuales son rezagos de corte eminentemente feudal”¹⁴². Este análisis pone en el centro el debate sobre las fronteras disciplinares, que remite a dos aspectos, i) cómo se determinan las fronteras y ii) cómo se responde a la situación de conflicto interdisciplinar en tales fronteras:

Creo que existe al menos una doble determinación de las fronteras. Por un lado, las que se definen naturalmente por la esencia del objeto de estudio y la metodología empleada, en definitiva impuesta por el propio desarrollo evolutivo de la disciplina, y denomino de carácter esencial o natural. Por otro lado, aquellas fronteras que son creadas específicamente como consecuencia del encuentro entre el sujeto y el objeto de estudio, a las que se puede denominar como virtuales, en tanto tienen existencia aparente y no real.¹⁴³ [...] La interdisciplina como es un hacer entre, en medio o más allá de las fronteras, intenta dar respuesta a la situación de conflicto, a la vez que ella misma es fuente generadora de conflicto en un doble aspecto. Por una parte, porque cada disciplina pone a disposición de las otras sus propios marcos conceptuales, generando incertidumbre [subrayado propio], y por la otra, porque necesita para la praxis la conformación de equipos interdisciplinarios, situación muy compleja, porque es en el equipo propiamente dicho, en donde verdaderamente se administra la problemática del poder entre las disciplinas [subrayado propio]. El encuentro entre disciplinas [...] es disparador de ese proceso genético que las transforma, del que devienen nuevas estructuras con un mayor nivel de complejidad e integración, y con nuevas leyes inmanentes.¹⁴⁴

De acuerdo con Romero, “las principales diferencias entre ciencia (inter) disciplinar y ciencia transdisciplinar vendrían dadas por la finalidades epistémicas y la escala y racionalidad aplicadas”¹⁴⁵ (ver Cuadro 7).

¹⁴² MALDONADO, C. op. cit. p. 89.

¹⁴³ SCOCOZZA, Mariel. Interdisciplina: un encuentro más allá de las fronteras [documento en línea]. Montevideo: Versión preliminar 1997 – Revisión 2002. p. 7 [recuperado el 14/06/2015]. Disponible en: <http://www.dem.fmed.edu.uy/Unidad%20Psicopedagogica/Documentos/Interdisciplina%20-%20Un%20Encuentro%20Mas%20Alla%20de%20las%20Fronteras.pdf>

¹⁴⁴ ibid. p. 9.

¹⁴⁵ ROMERO, C. op. cit. p. 3

Cuadro 7. Diferencias epistemológicas entre ciencia (inter) disciplinar y transdisciplinariedad

	(Inter) disciplinariedad	Transdisciplinariedad
Finalidad	Explicar su propio objeto de conocimiento sin trascenderlo.	Comprender y explicar la dinámica evolutiva de los fenómenos como consecuencia de la complejidad.
Objeto / Problemas	<i>Complejidad simplificada.</i>	<i>Complejidad autoorganizada</i>
Características	Análisis de las partes y el todo separadamente. Predictibilidad (probabilidad estadística)	Interrelaciones entre el todo y las partes, como unidad. Atención a lo indeterminado, lo impredecible o caótico.
Escala y racionalidad aplicadas	Simplificación (reduccionismo), repetición (experimentación) y refutación de hipótesis. Regularidad estadística, estandarización.	Principios de no reducción y de inclusión (lógica del tercero incluido). Análisis sistémico de la <i>complejidad dinámica</i> . Singularidades que emergen de interacciones complejas.

FUENTE: con base en ROMERO, Clara. Paradigma de la complejidad, modelos científicos y conocimiento educativo, pp. 3 – 4.

Romero¹⁴⁶ indica que entre los campos de conocimiento transdisciplinar se encuentran las nuevas ciencias de la gestión, relacionadas directamente con el objeto de este trabajo.

Gibbons *et al.*¹⁴⁷ destacan cuatro características de la transdisciplinariedad:

i. Aplicabilidad. El conocimiento se genera y se mantiene en el contexto de aplicación, “no se desarrolla primero para ser aplicado más tarde por parte de un grupo diferente de practicantes”¹⁴⁸. Así tiende a reducir la división social del trabajo.

ii. Irreductibilidad disciplinar. Las soluciones desarrolladas, en un contexto particular de aplicación, son una contribución al conocimiento, no necesariamente

¹⁴⁶ Ibid. p. 4

¹⁴⁷ GIBBONS, M. *et al.* Op. cit. pp. 36 – 37.

¹⁴⁸ Ibid.

de tipo disciplinar. En el contexto teórico logrado no se identifican fácilmente las partes disciplinares que aportaron en su elaboración, “el conocimiento transdisciplinar desarrolla sus propias estructuras teóricas singulares, métodos de investigación y modos de práctica, aunque no se hallen localizados en el mapa disciplinar prevaleciente”¹⁴⁹; no existe una exigencia de convalidación disciplinar de los hallazgos realizados por esta vía. De hecho, “no será fácil referirlo a instituciones disciplinares concretas, o registrarlo como contribuciones disciplinares”¹⁵⁰.

iii. Colaboración. Generalmente, los resultados no se comunican a través de los canales institucionales, sino directamente a aquellos que han participado en el proceso de su producción, a través de los canales de colaboración. La difusión a terceros se realiza cuando los participantes originales ponen en juego los conocimientos o aprendizajes en contextos de problematización diferentes, no tanto a través de revistas profesionales o conferencias. “Aunque los contextos del problema son transitorios y quienes los solucionan son muy móviles, las redes de comunicación tienden a persistir y el conocimiento contenido en ellas está disponible para entrar a formar parte de otras configuraciones”¹⁵¹.

iv. Transitoriedad. El dinamismo transdisciplinar se refleja en la capacidad de ir dando solución, en la marcha, a los problemas que el propio conocimiento aplicado plantea; se reduce la distancia entre los tiempos empleados en el diseño y su ejecución. “Una solución concreta puede convertirse en el lugar cognitivo desde el que efectuar avances posteriores, [... gracias a] una interacción cada vez más estrecha de la producción de conocimiento con una sucesión de contextos de problemas a los que puede aplicarse”¹⁵².

¹⁴⁹ Ibid.

¹⁵⁰ Ibid.

¹⁵¹ Ibid.

¹⁵² Ibid.

En síntesis, de acuerdo con Gibbons *et al.*¹⁵³ la transdisciplinariedad, en comparación con la disciplinariedad, plantea mayor diversidad y se diferencia de esta en cuatro dimensiones fenomenológicas relacionadas con la manera en que se produce el conocimiento: la definición de la agenda intelectual, la manera en que se despliegan los recursos, la organización de la investigación, y la forma en que se comunican y evalúan los resultados (ver Figura 7).

Figura 7. Dimensiones fenomenológicas que diferencian la disciplinariedad y la transdisciplinariedad



FUENTE: Con base en GIBBONS, M. *et al.* La nueva producción del conocimiento. p. 42.

5.4. EL NUEVO MODO DE PRODUCCIÓN DEL CONOCIMIENTO (NMC)

La emergencia de la SC ha traído aparejado un NMC que reta los cimientos de la ciencia establecida, de corte académico. Uno de los aspectos más significativos de este cambio está dado por la difuminación de fronteras entre ciencia y tecnología, por la participación cada vez más decisiva de la segunda en la producción científica; baste mencionar la inteligencia artificial y los entornos virtuales de simulación.

¹⁵³ Ibid. p. 42.

Para explicar este cambio, Gibbons *et al.* señalan que el modo dominante de producción científica se asienta en “un proceso de especialización en el ámbito cognitivo, de profesionalización en el ámbito social, y de institucionalización en el ámbito político”¹⁵⁴, que establece las pautas y procedimientos de legitimación del conocimiento.

Sin embargo, el crecimiento en el número de profesionales, que no pueden ser absorbidos por los canales tradicionales de producción científica, junto al desarrollo de la infraestructura para la interacción proveída por las TIC,

han preparado el escenario para que se produzca una explosión en el número de interconexiones y de las posibles configuraciones de conocimiento y habilidad. El resultado puede describirse como un sistema socialmente distribuido de producción de conocimiento. En este sistema, la comunicación se efectúa cada vez más a través de las fronteras institucionales existentes.¹⁵⁵

El encuentro entre la creciente oferta de productores de conocimiento y la cada vez mayor demanda de conocimiento especializado en las diferentes actividades económicas o de otro tipo están creando las condiciones para el surgimiento de un NMC¹⁵⁶. Las características de este NMC pueden establecerse en comparación con el modo tradicional de producción del conocimiento (ver Cuadro 8).

Al analizar estas características puede entreverse que las ciencias sociales y, en particular, disciplinas como el TS, han aportado y recorrido parte significativa del camino de este NMC. Si se preguntara por los principales vacíos de este recorrido en la profesión, posiblemente se señalaría la falta de profundización transdisciplinar, la poca diversificación y utilización de canales de comunicación y, muy especialmente, el desaprovechamiento cognitivo de las TI.

¹⁵⁴ Ibid. p. 23.

¹⁵⁵ Ibid.

¹⁵⁶ Ibid. p. 27

Cuadro 8. Características del NMC

Característica	MODO TRADICIONAL	NMC
Origen y desarrollo	A partir de un contexto no disciplinar.	A partir de un contexto fuertemente (multi) disciplinar.
Interés	Producción científica académica. Búsqueda de principios fundamentales.	Aplicación de conocimientos. Búsqueda de resultados contextualizados.
Actores y Contexto	<ul style="list-style-type: none"> • Comunidad científica o disciplinar. • Instituciones académicas. • Laboratorios y centros de investigación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Diversos actores y grupos-interés. • Mercados. Redes sociales. • Instituciones gubernamentales. • Causas políticas y sociales.
Ámbito disciplinario	Disciplinar, multidisciplinar e interdisciplinar. Clara distinción entre investigación básica y aplicada.	Transdisciplinar. Fronteras difuminadas entre investigación básica y aplicada.
Posición epistémica	Distinción entre lo que es fundamental y lo que es aplicado, relegado a un segundo plano. Teoría y práctica están desarticuladas. Centrada en objetos de estudio.	Lo fundamental se define a partir de las posibilidades de aplicación. Articulación necesaria entre teoría y práctica. Centrada en problemas.
Composición social	Homogénea.	Heterogénea.
Organización	Jerárquica y estable. Planificación.	Heterárquica y transitoria. Flexibilidad.
Temporalidad	Procesos de mediano y largo plazo.	El tiempo de respuesta es crítico.
Toma de decisiones	Autoridad académica o institucional. Consenso entre pares. Relaciones de poder disciplinar e interdisciplinar.	Consenso entre todas las partes involucradas. Diálogo y actitud transdisciplinar. Negociación.
Comunicación	Canales formales. Interacción más restringida durante el proceso de producción.	Canales formales e informales. Interacción más amplia durante el proceso de producción.
Actividad	Todavía es frecuente el trabajo individual y la concentración de responsabilidades.	Responsabilidad distribuida y concurrente.
Fuerza productiva	Creatividad y trabajo individuales.	Creatividad colectiva, trabajo colaborativo.
Control de calidad	Validación por pares. Intereses intelectuales.	Reflexividad y responsabilidad social. Mayor sensibilidad por las implicaciones de su trabajo para terceros. Intereses intelectuales, sociales, económicos, políticos, etc.
Medición de la competencia	Reconocimiento académico.	Eficiencia técnica y beneficios generados.
Relación / Valoración de las TI	Relación instrumental, es un artefacto para lograr mayor eficiencia. Son extensiones senso-perceptivas y operativas.	Relación de interacción cognitiva, es un objeto de estudio y una herramienta para el aprendizaje. Prioriza la eficacia.

FUENTE: elaboración propia con base en GIBBONS, M. et al. La nueva producción del conocimiento. 121 p.

5.5. EL CONOCIMIENTO TECNOLÓGICO

5.5.1. Problematización de la tecnología. Desde la perspectiva tecnológica, el mundo ha sido concebido “como cosa sobre la que se actúa y los conocimientos son ordenados en función de la actuación o el desempeño sobre el mismo”¹⁵⁷. Por esta razón, Vargas caracteriza la tecnología como “disciplina con la cual el hombre procura el dominio sobre distintas esferas de la naturaleza, homologando la naturaleza con la realidad”¹⁵⁸.

Sin embargo, en las concepciones habituales de la tecnología se impone una idea de dominio del sujeto sobre el mundo, de una relación utilitarista de explotación de la naturaleza por parte del ser humano, de escisión entre el objeto y el sujeto y de pérdida de una perspectiva holística. El *papa* Francisco reflexiona acerca de este problema para señalar que se trata de un asunto más profundo:

El problema fundamental es el modo como la humanidad ha asumido la tecnología y su desarrollo junto con un paradigma homogéneo y unidimensional. En él se destaca un concepto del sujeto que progresivamente, en el proceso lógico-racional, abarca y así posee el objeto que se halla afuera. Ese sujeto se despliega en el establecimiento del método científico con su experimentación, que ya es explícitamente técnica de posesión, dominio y transformación. Es como si el sujeto se hallara frente a lo informe totalmente disponible para su manipulación.¹⁵⁹ [...] La especialización propia de la tecnología implica una gran dificultad para mirar el conjunto. La fragmentación de los saberes cumple su función a la hora de lograr aplicaciones concretas, pero suele llevar a perder el sentido de la totalidad, de las relaciones que existen entre las cosas, del horizonte amplio, que se vuelve irrelevante.¹⁶⁰

El sentido de la tecnología que se adopta en este trabajo se mantiene en sintonía con esta preocupación y, precisamente, al intentar aprehender sobre su aplicación se parte de la convicción de que no se trata de instrumentos neutros, por lo cual

¹⁵⁷ VARGAS, G. op.cit. p. 14

¹⁵⁸ Ibid.

¹⁵⁹ FRANCISCO, *papa*. op. cit. párrafo 106.

¹⁶⁰ Ibid. párrafo 110.

resulta insuficiente (y hasta inconveniente) simplemente plegarse a las ofertas tecnológicas del mercado:

Hay que reconocer que **los objetos producto de la técnica no son neutros** [resaltado propio], porque crean un entramado que termina condicionando los estilos de vida y orientan las posibilidades sociales en la línea de los intereses de determinados grupos de poder. Ciertas elecciones, que parecen puramente instrumentales, en realidad son elecciones acerca de la vida social que se quiere desarrollar.¹⁶¹

5.5.2. Intencionalidad tecnológica. Con estos elementos se construye una definición del conocimiento tecnológico como forma de ver las cosas en función de su potencial instrumental o transformador de la realidad, desde intereses pre-establecidos que orientan la reflexión teórica. La tecnología se materializa en métodos, técnicas, artefactos y aplicaciones que mejoran la capacidad de acción y re-configuran las prácticas.

5.5.3. El diseño tecnológico. El concepto de diseño se refiere a la representación de algo, pero su significado funcional depende del tiempo en que se produce el diseño en relación con lo representado. Si el diseño es anterior al objeto representado, sus funciones son de modelado, prospección y creación, indica cómo será algo. Si el diseño es posterior al objeto que representa, sus funciones son recreativa y retrospectiva, indica cómo es o cómo fue algo. Sin embargo, tales funciones están definidas a partir de intencionalidades, que no limitan las finalidades o significados de un diseño al tiempo, espacio y sentido dados por un diseñador particular. El concepto de diseño connota una apreciación estética de la cosa.

Además de significar la acción de diseñar (especificación verbal), el diseño consiste en la materialización simbólica o física de una idea, objeto o proceso (especificación sustantiva). Por extensión, se refiere a las características de tal representación, valoradas como deseables o no por un sujeto (especificación adjetiva). De acuerdo

¹⁶¹ Ibid. párrafo 106.

con lo anterior, el diseño es una representación de algo, materializado simbólicamente o físicamente, con una intencionalidad aplicativa que depende del momento de referencia (pasado, presente o futuro) de la realidad representada, que denota finalidades y connota significados diferenciados entre contextos y sujetos, que permiten valorar el diseño a partir de sus características.

Gibbons *et al.*¹⁶² señalan que en el NMC **la tecnología se orienta a la innovación a través del diseño** [resaltado propio], basado a su vez en el conocimiento de estructuras ordenadas y específicas, en el cual juega un papel fundamental los modelos computacionales, que posibilitan adaptar y aplicar, a una amplia gama de campos y procesos, los conocimientos obtenidos en un campo particular:

Un ejemplo de esta tendencia es el empleo de medios técnicos cada vez más sofisticados para explorar el mundo, es decir, para reunir datos que utilizar para comprobar una amplia variedad de estructuras intelectuales. Esta expansión de los medios tecnológicos ha permitido realizar un análisis mucho más sofisticado y difundir muchas de estas técnicas de una disciplina a otra [subrayado propio].¹⁶³

El concepto de diseño relacionado con el NMC aglutina conocimientos de variadas disciplinas, y se puede referir simultáneamente a los principios que orientan una solución, a su valor agregado, a su estructura y a la solución en su conjunto. Cuando, además, genera información de sus cambios de estado en relación a un contexto o ambiente externo, o intercambia información de manera autónoma con otros objetos independientes, se habla del *diseño tecnológico inteligente* o de *objetos inteligentes* (ver ANEXO E). De acuerdo con Gibbons *et al.*¹⁶⁴, uno de sus resultados es la *integración del producto y el proceso*¹⁶⁵. Por ejemplo, una aplicación para monitoreo de proyectos puede ser, esencialmente, solo un repositorio de datos

¹⁶² GIBBONS, M. *et al.* op. cit. pp. 32 – 33.

¹⁶³ Ibid. p. 64.

¹⁶⁴ Ibid. p. 65.

¹⁶⁵ cfr. GIBBONS, M. *et al.* op. cit pp. 64 – 65.

(producto) de los resultados de un proceso; pero, alternativamente, puede modelar el proceso mismo a través del cual se obtienen los datos, con lo cual se convierte en un asistente virtual que permite aumentar o acelerar la curva de aprendizaje del proceso en cuestión.

Hoy día se asume que cualquier concepción de diseño relaciona ciencia, tecnología y arte¹⁶⁶. El diseño introduce orden en el proceso de creación, a través de la mirada estética del objeto y del contexto en el cual interactúa con el sujeto, y se mueve en las fronteras entre lo funcional y los patrones culturales y de aprendizaje establecidos. Al conjuntar estas esferas las transforma.

Las relaciones entre complejidad y proceso de diseño pueden comprenderse mejor a través de las fases propuestas por Aguirre¹⁶⁷ para el aprendizaje de la complejidad en el diseño; consideradas desde una perspectiva más amplia^(*) se trata de **propiedades** o **variables** de los procesos de diseño en general, integrados al *proceso-producto* mencionado anteriormente: complejidad de los conocimientos implicados, complejidad del contexto, complejidad del proceso, complejidad del producto y complejidad cognitiva (ver Figura 8).

¹⁶⁶ ARIZA AMPUDIA, Verónica. La enseñanza del diseño: evolución en tres etapas. En: Segundo Encuentro Latinoamericano de Diseño “Diseño en Palermo” (31 de julio al 3 de agosto de 2007, Buenos Aires). Actas de diseño [en línea]. Buenos Aires: Facultad de Diseño y Comunicación de la Universidad de Palermo, Foro de Escuelas de Diseño, julio 2007, No. 3. pp. 53 – 54 [recuperado el 29/10/2014]. Disponible en:

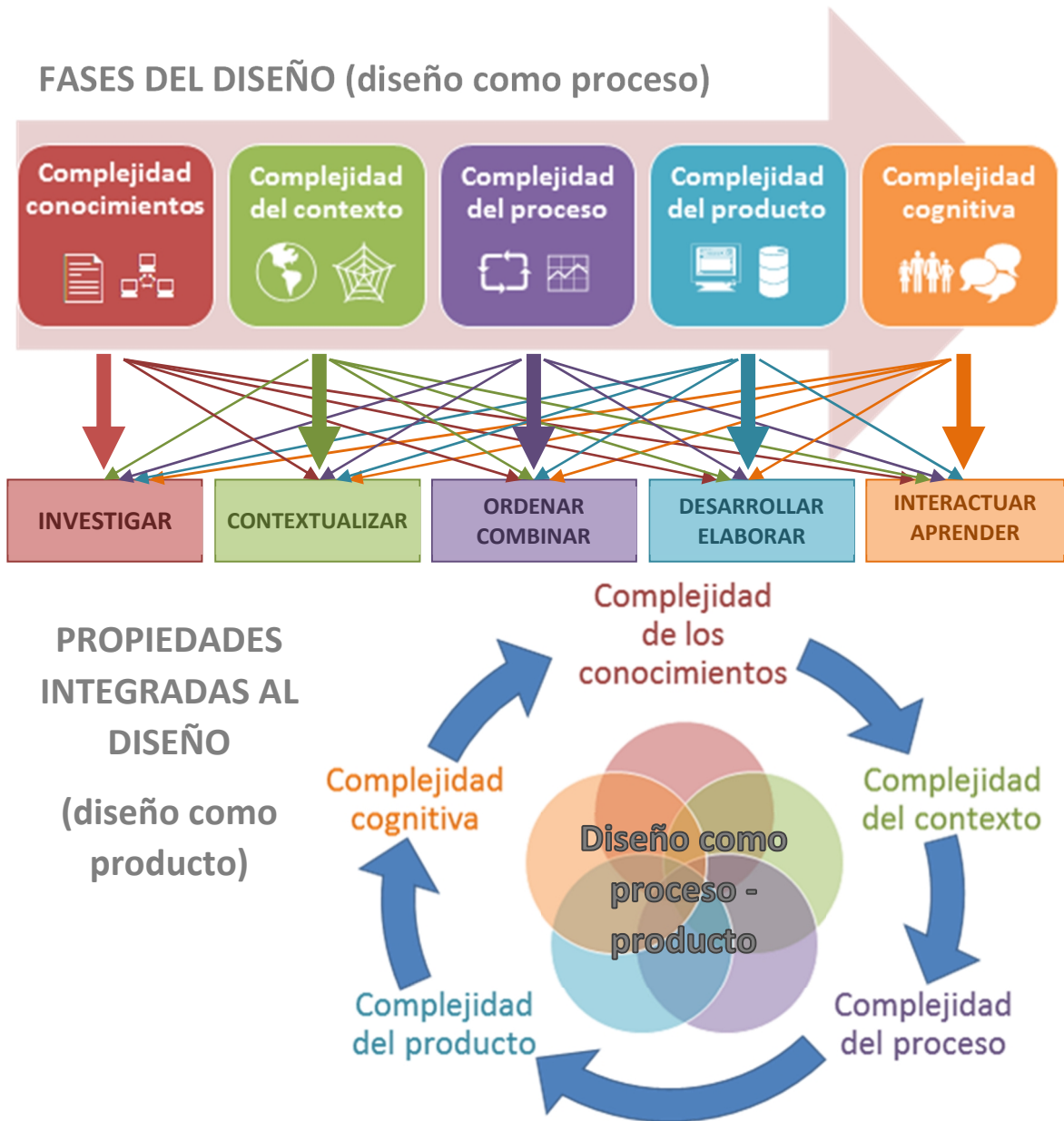
http://fido.palermo.edu/servicios_dyc/publicacionesdc/archivos/11_libro.pdf

¹⁶⁷ AGUIRRE, José María. Aprender y enseñar la complejidad en diseño. En: 9 Encuentro Latinoamericano de Diseño “Diseño en Palermo” y 5 Congreso Latinoamericano de Enseñanza del Diseño (julio de 2014, Buenos Aires). Actas de diseño [en línea]. Buenos Aires: Facultad de Diseño y Comunicación de la Universidad de Palermo, Foro de Escuelas de Diseño, julio 2014, No. 17. pp. 35 – 38 [recuperado el 18/07/2015]. Disponible en:

http://fido.palermo.edu/servicios_dyc/publicacionesdc/archivos/485_libro.pdf

(*) Aguirre refiere estas fases únicamente al proceso curricular de enseñanza – aprendizaje del diseño.

Figura 8. Complejidad del diseño como fases y propiedades del proceso-producto



FUENTE: Elaboración propia con base en AGUIRRE, José. Aprender y enseñar la complejidad en diseño. pp. 35-38

En la Figura 8 se aprecia cómo cada fase se centra en un plano de complejidad específico, por ejemplo *investigar* corresponde a la complejidad de los conocimientos (conector principal), pero la investigación debe tener en cuenta las otras complejidades (conectores secundarios). Es un proceso que va de la

comprensión de los problemas (complejidad de los conocimientos) a la comprensión de los sujetos (complejidad cognitiva). Pero al mismo tiempo va de la complejidad cognitiva de los sujetos del conocimiento (multirreferencialidad) a la complejidad de los conocimientos que se tejen entre aquellos (multidimensionalidad, polisemia). Con esto se destaca que el conocimiento no está desprovisto de intencionalidades.

En consecuencia, el proceso-producto final será valorado desde diferentes perspectivas – según las propiedades integradas al diseño – desde las cuales se definen sus posibilidades de aplicación por diferentes sujetos, en diferentes contextos o frente a distintos problemas.

Al situarse en la perspectiva de las complejidades del diseño se busca, principalmente, hacer entendible la tecnología. Por tanto, el diseño tiene una función de lenguaje y artefacto mediador, “el uso de herramientas visuales y de representaciones que actúan como artefactos mediadores es una capacidad central del diseño”¹⁶⁸. Por ejemplo, el concepto de interfaz de usuario del software hace referencia a esta característica del diseño. Edman amplía esta comprensión:

Una de las funciones del diseño es incorporar en las nuevas tecnologías conceptos que puedan ser fácilmente comprendidos y apreciados por el usuario [... teniendo en cuenta] la interacción (interfaces) y los matices entre el usuario y el producto [subrayado propio]; el producto se refiere a un objeto, un servicio o un proceso. La capacidad es reconocida, en un sentido holístico, como un puente entre la tecnología, el mercado y el usuario y, por lo tanto, es una dimensión central en procesos creativos interfuncionales, incluyendo la investigación y el desarrollo.¹⁶⁹

El diseño no es solo estética sino una herramienta para la innovación y parte importante del valor agregado de un producto, proceso o servicio.

¹⁶⁸ EDMAN, Robin. Integrating design thinking across the higher education curriculum. En: MACDONALD, Stuart (Ed.) Design Issues in Europe Today [online], International Council of Societies of Industrial Design – Icsid (publicador). p. 44 [recuperado el 22/06/2015]. Disponible en: www.icsid.org/smallbox4/file.php?sb4a8ac794dc734

¹⁶⁹ Ibid.

5.6. REALIDAD VIRTUAL (RV)

5.6.1. Origen del concepto. En la conformación del concepto de RV confluyeron dos vertientes. Una, procedente del mundo de la tecnología informática, atribuye a Ivan Sutherland su origen, durante el desarrollo de los gráficos por computador. En un *paper* de 1965, Sutherland¹⁷⁰ invita a pensar el monitor no como una simple pantalla sino como una ventana a un *mundo virtual*, y plantea el desafío de hacer que ese mundo virtual parezca real, de lograr la inmersión total en aquel.

La otra vertiente corresponde a la sociología y la filosofía política, de la mano de Jean Baudrillard. Para ampliar el contexto de su análisis vale la pena referirse a la experiencia de la guerra en Vietnam para los EEUU: Las guerras no se ganan principalmente en el campo de batalla sino en la medida que se logra determinar una percepción favorable de la opinión pública a la propia causa. A mediados de la década de 1970, Baudrillard¹⁷¹ había vislumbrado este fenómeno y acuñado un término para referirse al mismo – hiperrealidad – al analizar las prácticas terroristas contemporáneas, en el marco de las luchas políticas contra el colonialismo francés. Quería indicar Baudrillard que en una democracia la credibilidad acerca del poder de un actor político se medía en función del impacto que lograba generar en la opinión pública y no de variables como el poderío militar o económico “reales”.

De esta manera, el concepto de RV tiene dos connotaciones diferentes. Una, la experiencia – principalmente individual – de inmersión sensorial en una realidad artificial mediante dispositivos tecnológicos sofisticados, y otra referida al papel de los medios de comunicación en la configuración de la percepción y la experiencia colectiva. En la guerra de Irak se concretaría el encuentro del concepto sociológico de RV con el de la tecnología informática, en la manera como los EEUU operaron

¹⁷⁰ SUTHERLAND, Ivan E. The Ultimate Display. Proceedings of IFIP Congress, pp. 506-508, 1965. [recuperado el 11/10/2015]. Disponible en: <http://www.eng.utah.edu/~cs6360/Readings/UltimateDisplay.pdf>

¹⁷¹ BAUDRILLARD, Jean. Cultura y simulacro. Barcelona: Editorial Kairós, 1978. 99 p.

algunas de sus tecnologías militares y como presentaron-controlaron su difusión por los medios de comunicación.

El campo de la RV se ha ido unificando y ampliando debido a la integración y fusión de las tecnologías de información con las de comunicación y con el surgimiento de la *internet de las cosas*. El mundo ya se encuentra inmerso en realidades virtuales.

5.6.2. El modelo desde la realidad virtual y como contexto. La emergencia de la RV plantea un nuevo significado al concepto de modelo:

Hoy en día, la abstracción ya no es la del mapa, la del doble, la del espejo o la del concepto. La simulación no corresponde a un territorio, a una referencia, a una sustancia, sino que es la generación por los modelos de algo real sin origen ni realidad: lo hiperreal. El territorio ya no precede al mapa ni le sobrevive. En adelante será el mapa el que preceda al territorio —PRECESIÓN DE LOS SIMULACROS— y el que lo engendre, y si fuera preciso retomar la fábula, hoy serían los girones del territorio los que se pudrirían lentamente sobre la superficie del mapa.¹⁷²

En consecuencia, los modelos no son solo abstracciones de la realidad sino propuestas y herramientas para su construcción.

La comprensión de la RV remite, en primer lugar, a su dimensión visual, por ser la más desarrollada. Al abordar las implicaciones epistemológicas de la iconicidad, Tomás Maldonado¹⁷³ cuestiona dos posturas opuestas. De una parte, quienes sostienen que las imágenes icónicas visuales son intrínsecamente falsas respecto a la realidad que representan, y que gracias a un dispositivo convencional externo de interpretación, establecido con anterioridad y de manera arbitraria, es posible una analogía de la imagen con la realidad. En el otro extremo están quienes afirman que las construcciones icónicas referencian directa y completamente la realidad.

¹⁷² BAUDRILLARD, J. op. cit. p. 5.

¹⁷³ MALDONADO, T. op. Cit. pp. 67 – 76.

Para Maldonado¹⁷⁴, aunque no haya continuidad absoluta entre la realidad virtual y la realidad real, la interacción con la primera ayuda al aprendizaje sobre la segunda, pues se trata de representaciones aceptables, una de la otra, existe una correspondencia estructural entre aquellas. En términos epistemológicos, se trata de modelos, en este caso modelos informáticos¹⁷⁵. Sin embargo, queda por resolver esta contraposición entre el contexto de significación y la comunicación de los dispositivos visuales.

Margarita Serje¹⁷⁶ plantea una comprensión de los contextos de significación como un mecanismo interactivo de representación y referenciación, como espejos que se ponen uno enfrente de otro, “el contexto, en la medida en que define el conjunto de circunstancias en las cuales un hecho o un evento están inmersos, y que determina su sentido, es a la vez una lectura y una representación de la realidad: es una manera de interpretarla, de hacerla legible e inteligible” [subrayado propio]¹⁷⁷.

Desde esta perspectiva los hechos y el contexto son inseparables, el contexto se define a partir de los hechos a los que pretende dar sentido, y los hechos toman un significado u otro dependiendo del contexto que se construya para interpretarlos:

[...] no se trata ya de situar [los hechos] en ‘su contexto social’, sino precisamente de hacer evidente el que las imágenes, los argumentos, los problemas que se definen en el proceso de estos acontecimientos, así como el vocabulario por el cual estos se formulan y los modos posibles en que se considera que deben ser abordados, solamente son posibles en la medida en que hacen parte de una forma particular de entender su contexto.¹⁷⁸

¹⁷⁴ Ibid. p. 76.

¹⁷⁵ Ibid. p. 77.

¹⁷⁶ SERJE, Margarita. El revés de la nación: territorios salvajes, fronteras y tierras de nadie. Bogotá: Universidad de los Andes, CESO, 2011. p. 34.

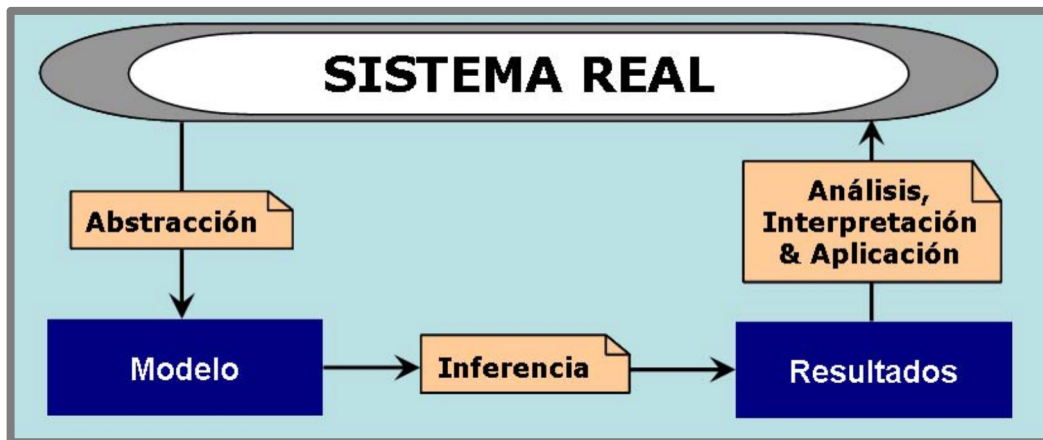
¹⁷⁷ SERJE, Margarita. El revés de la nación: territorios salvajes, fronteras y tierras de nadie. Bogotá: Universidad de los Andes, CESO, 2011. p. 49.

¹⁷⁸ Ibid.

5.7. LA MATERIALIZACIÓN DE LOS MODELOS

A partir del NMC, en este trabajo se entiende que los modelos informáticos derivan de los modelos científicos y al mismo tiempo contribuyen a su construcción en un proceso interactivo. Se trata de una relación que va más allá de la simple analogía, por lo cual resulta útil y necesario comprender el marco más amplio de la modelización, a partir de la conceptualización de los modelos científicos. Los modelos se construyen a partir de la observación y abstracción de los sistemas reales, para desarrollar procesos de inferencia sobre determinados aspectos del sistema que faciliten su comprensión¹⁷⁹ (ver Figura 9).

Figura 9. Esquema general del proceso de modelado científico



FUENTE: IZQUIERDO, Luis et al. Modelado de sistemas complejos... p. 86.

5.7.1. El concepto de modelo desde el enfoque sistémico. Para Peter Haggett¹⁸⁰ los modelos son una representación idealizada de los sistemas. “La complejidad de la realidad hace necesarios los modelos” dirá Haggett, resaltando su valor pedagógico e investigativo. Al hacer una descripción de los tipos de modelos

¹⁷⁹ IZQUIERDO, L. *et al.* op.cit. pp. 86 – 87.

¹⁸⁰ HAGGETT, Peter. *Análisis locacional en geografía humana*. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 1976. pp. 26 – 39.

propuestos por Ackoff (icónicos, analógicos y simbólicos) y por Chorley (modelo de modelos), éstos autores destacan que el proceso de “modelización” es un proceso de abstracción y generalización con pérdida de información y no exento de interferencias (ruido). La construcción de modelos es consubstancial a los procesos de aprendizaje y, por tanto, inevitable; además, es económica en cuanto al procesamiento de información y estimula la investigación al evidenciar déficits en nuestras representaciones de la realidad; “los modelos permiten modificar lo ya ocurrido e incitan la nueva indagación”¹⁸¹, concluye Haggett.

5.7.2. Modelo satisfaciente versus modelo optimizador. Simon¹⁸², advierte sobre dos posibles modelos de comportamiento humano, el optimizador y el satisfaciente. El primero, ordenado a optimizar recursos y necesidades, requiere procesos de información y decisión que demandan la más alta capacidad de los individuos y del grupo, que en la práctica lo hacen inoperable. Como respuesta Simon propone el modelo satisfaciente, de acuerdo con el cual, de un conjunto de posibles formas de actuar ordenadas jerárquicamente según ciertas preferencias, se elige una actuación que satisfaga un conjunto de necesidades. Sin embargo, la tecnología informática ha posibilitado avanzar hacia el planteamiento de modelos más optimizadores, por ejemplo, mediante las técnicas estadísticas de minería de datos, introducidas por John Tukey¹⁸³ a finales de la década de 1970.

5.7.3. El modelo y los intereses del sujeto. Un modelo se plantea en relación a los intereses prácticos de un sujeto en torno a un objeto, en tanto le permite plantearse preguntas y respuestas sobre el objeto, “aprender algo del objeto en y a través del modelo construido”¹⁸⁴. Minsky incluye al sujeto-observador en su clásica

¹⁸¹ *ibid.*

¹⁸² Citado por: HAGGETT, P. *op. cit.*

¹⁸³ TUKEY, John Wilder. *Exploratory Data Analysis*. Reading, Massachussets: Pearson Education, 1977. 688 p.

¹⁸⁴ RODRÍGUEZ, L.; ROGGERO, P. *op. cit.* p. 3

definición de modelo: “Para un observador B, un objeto A* es un modelo de un objeto A en la medida en que B puede utilizar A* para responder las preguntas que le interesan sobre A”¹⁸⁵. En concordancia con lo anterior, un modelo se optimiza y se satisface en función de determinados intereses.

5.7.4. Conceptos básicos para la comprensión de modelos. Rodríguez y Roggero¹⁸⁶ retoman la definición de Minsky y precisan varios conceptos para la comprensión de los modelos (ver Cuadro 9).

Cuadro 9. Conceptos básicos para la comprensión de los modelos

Concepto	Definición
Modelizador	Sujeto de conocimiento que construye el modelo.
Sistema de referencia	Objeto de la modelización, puede ser empírico, conceptual, imaginario, artificial o formal. También se refiere a un sistema real.
Modelo mental	Representación cognitiva de un objeto hecha internamente por el sujeto.
Esquematación	Formulación discursiva de un modelo mental.
Lenguaje de modelización	Forma en que se expresa y soporta en el que se construye el modelo. Delimita el tipo de conceptos empleados y las técnicas de modelización.
Lenguaje natural	Lenguaje empleado por los seres humanos en la vida cotidiana, no limitado a determinado tipo de objetos, problemas o campos del conocimiento.
Lenguaje artificial	Lenguaje construido por el ser humano para describir con mayor rigor (menor flexibilidad en la interpretación que el lenguaje natural), objetos o problemas de un campo del conocimiento.
Modelo informal	Modelo esquematizado en lenguaje natural o modelo discursivo.
Modelo formal	Modelo expresado mediante un lenguaje artificial.
Metamodelo	Lenguaje y conjunto de elementos (conceptos, propiedades, relaciones) que permiten construir modelos a partir de la teoría.

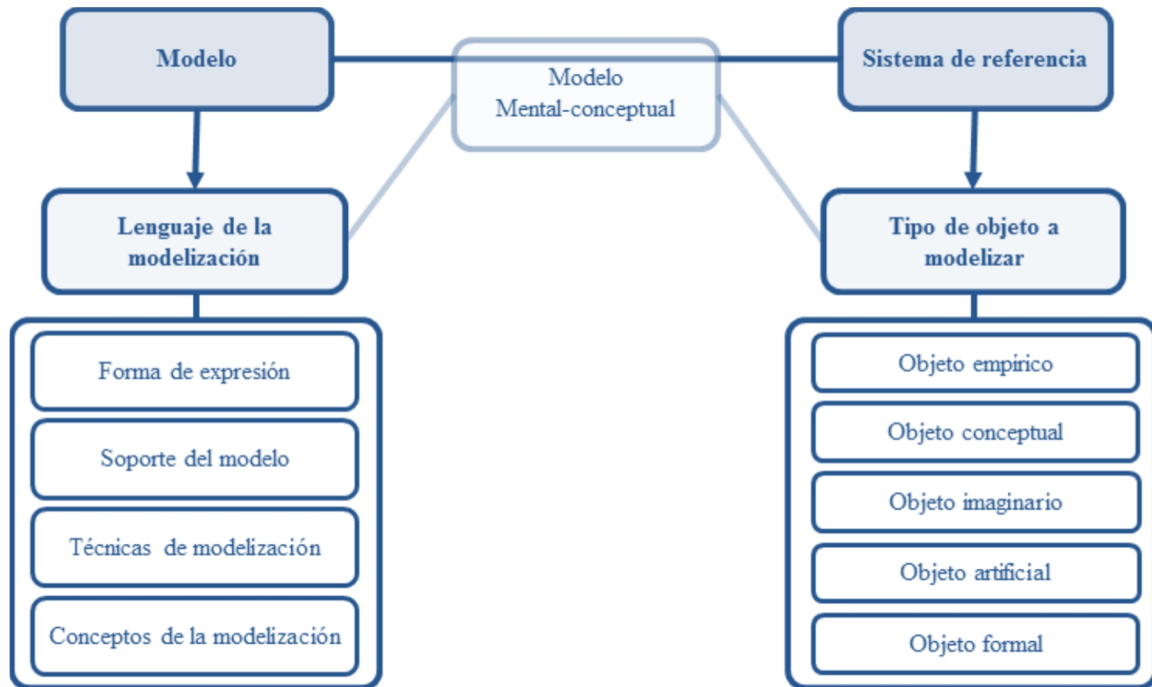
FUENTE: con base en RODRÍGUEZ, Leonardo y ROGGERO, Pascal. La modelización y simulación computacional como metodología de investigación social, pp. 4 – 5.

¹⁸⁵ MINSKY, Marvin. Matter, minds and model [paper online]. Cambridge: Massachusetts Institute of Technology, March, 1965. p.1 [recuperado el 14/08/2015]. Disponible en: <http://dspace.mit.edu/bitstream/handle/1721.1/61119/AIM-077.pdf?sequence=2>

¹⁸⁶ Ibid. pp. 4 – 6.

A partir de la distinción conceptual que Rodríguez y Roggero¹⁸⁷ hacen entre modelo y sistema de referencia se identifican algunos elementos clave para una tipología de modelos científicos que se concretan, de una parte, en el lenguaje de modelización empleado, y de otra, en el tipo de objeto a modelizar (ver Figura 10).

Figura 10. Elementos para una tipología de modelos científicos



FUENTE: RODRÍGUEZ, Leonardo y ROGGERO, Pascal. La modelización y simulación computacional como metodología de investigación social, p. 4

Generalmente, se distinguen tres tipos de modelos formales:

- i. **Matemático:** modelo de tipo lógico - deductivo y axiomático, en el cual se utilizan fórmulas para definir conjuntos, expresar relaciones, proposiciones, etc., para cuyos problemas existe una solución analítica.

¹⁸⁷ Ibid.

- ii. **Estadístico:** modelo para el análisis de la relación entre variables, estimación de probabilidad y análisis cuantitativo de factores que inciden en una variable.
- iii. **Computacional:** modelo de un sistema basado en un modelo matemático, traducido a un lenguaje de programación ejecutado por una computadora, que puede hacer uso de otros modelos matemáticos y estadísticos.

5.7.5. Modelo y meta-modelo. Vargas muestra que los paradigmas científicos pueden entenderse como modelos, en las versiones de *ejemplo didáctico*, *reglas de procedimiento* y *algoritmo*, aunque en tal caso se pierde la comprensión holista de paradigma (ver ANEXO G). Para evitar la confusión entre los conceptos de teoría y paradigma con el de modelo, se recurre al concepto de meta-modelo, de manera que se mantenga la relación general – particular entre teoría y modelo, una teoría tiene un dominio más general que los modelos, y un modelo “es una instanciación de esa teoría para un sistema particular”¹⁸⁸. De esta forma,

Un meta-modelo es una abstracción formal que define los "conceptos de modelización, sus propiedades y las relaciones existentes entre esos conceptos" de modo relativamente independiente al recorte de la realidad que forma parte del objeto de estudio [...] un meta-modelo constituye un modelo de modelos, es decir, un conjunto de elementos (conceptos, propiedades, relaciones) que permiten construir modelos. En términos más técnicos, [citando a Treuil *et al.*¹⁸⁹] un meta-modelo define la sintaxis del modelo.¹⁹⁰

Por analogía, si el modelo es un lenguaje-objeto, el metamodelo es un metalenguaje¹⁹¹ útil para mediar entre la teoría y la construcción de modelos (ver Figura 11).

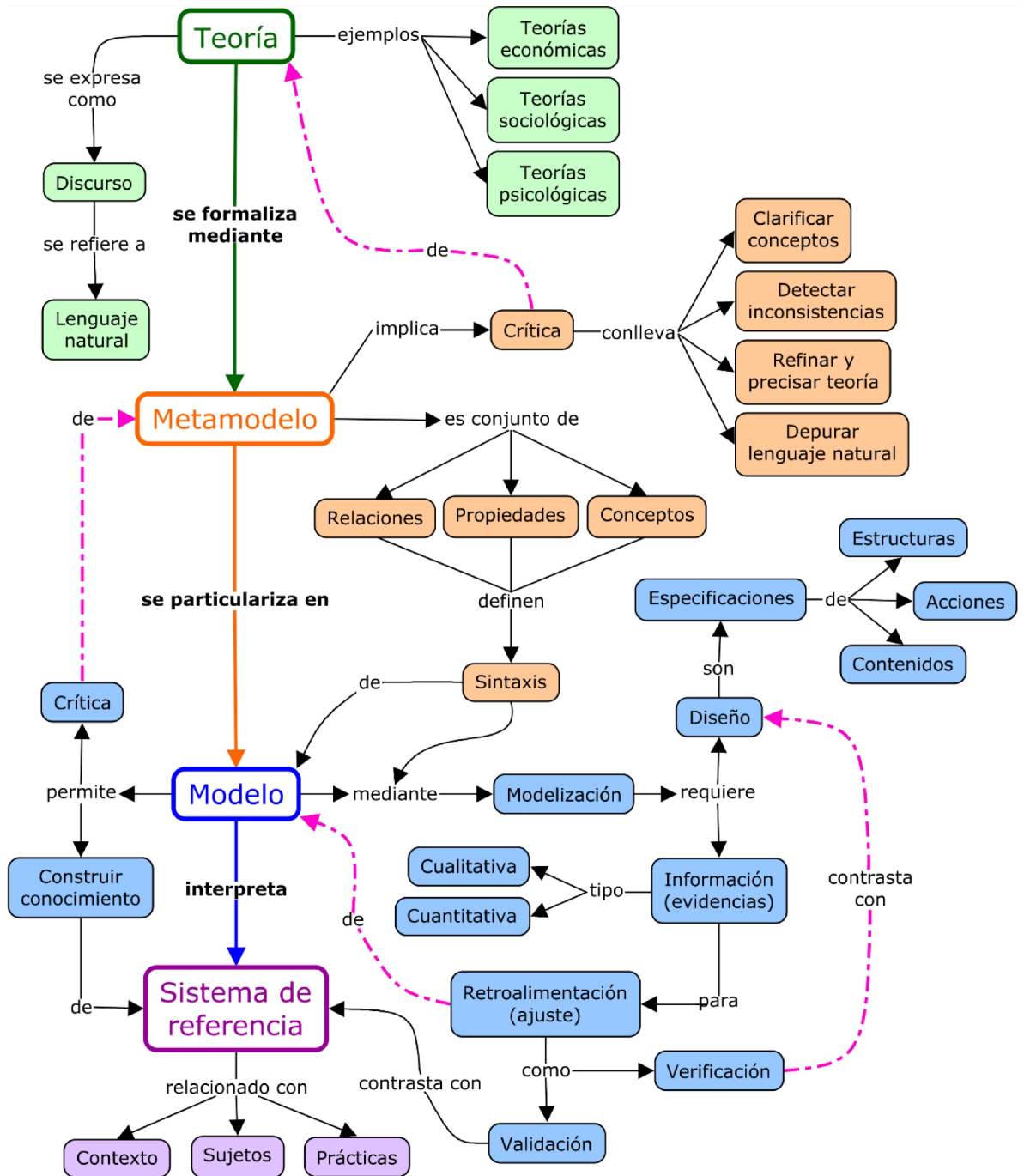
¹⁸⁸ TREUIL, Jean – Pierre *et al.* Modélisation et simulation à base d'agents: Exemples commentés, outils informatiques et questions théoriques. París: Dunod, 2008. Citado por: RODRÍGUEZ, L.; ROGGERO, P. op. cit. p. 9.

¹⁸⁹ TREUIL, J-P. *et al.* op. cit.

¹⁹⁰ RODRÍGUEZ, L.; ROGGERO, P. op. cit.

¹⁹¹ Ibid. p. 15.

Figura 11. Mapa del concepto de metamodelo y su utilidad en el modelamiento



FUENTE: adaptación y ampliación con base en RODRÍGUEZ, Leonardo y ROGGERO, Pascal, La modelización y simulación computacional como metodología de investigación social, pp. 9 – 10, e IZQUIERDO, Luis et al, Modelado de sistemas complejos..., pp. 88 – 89.

5.7.6. La teoría semanticista de los modelos. Ardúriz-Bravo y Ariza establecen que “la noción de modelo es esencialmente semántica”¹⁹², es una representación teórica externalizada, de carácter complejo, polisémico y multívoco, una mediación entre teoría y empiria que establece una analogía teórica respecto a la realidad, que sirve como herramienta eficiente para analizar la naturaleza, estructura y dinámica del conocimiento, en comparación con el uso exclusivo del recurso de los lenguajes natural y axiomático¹⁹³ (ver ANEXO H).

En la anterior definición se encuentran los cuatro rasgos esenciales, identificados por los autores en mención, de los modelos semanticistas o representaciones modelo – teóricas:

1. Son modelos-a partir-de teoría y empiria;
2. Son modelos-para unas determinadas finalidades y valores;
3. Son analogías teóricas respecto de la realidad; y
4. Median entre teoría y empiria.¹⁹⁴

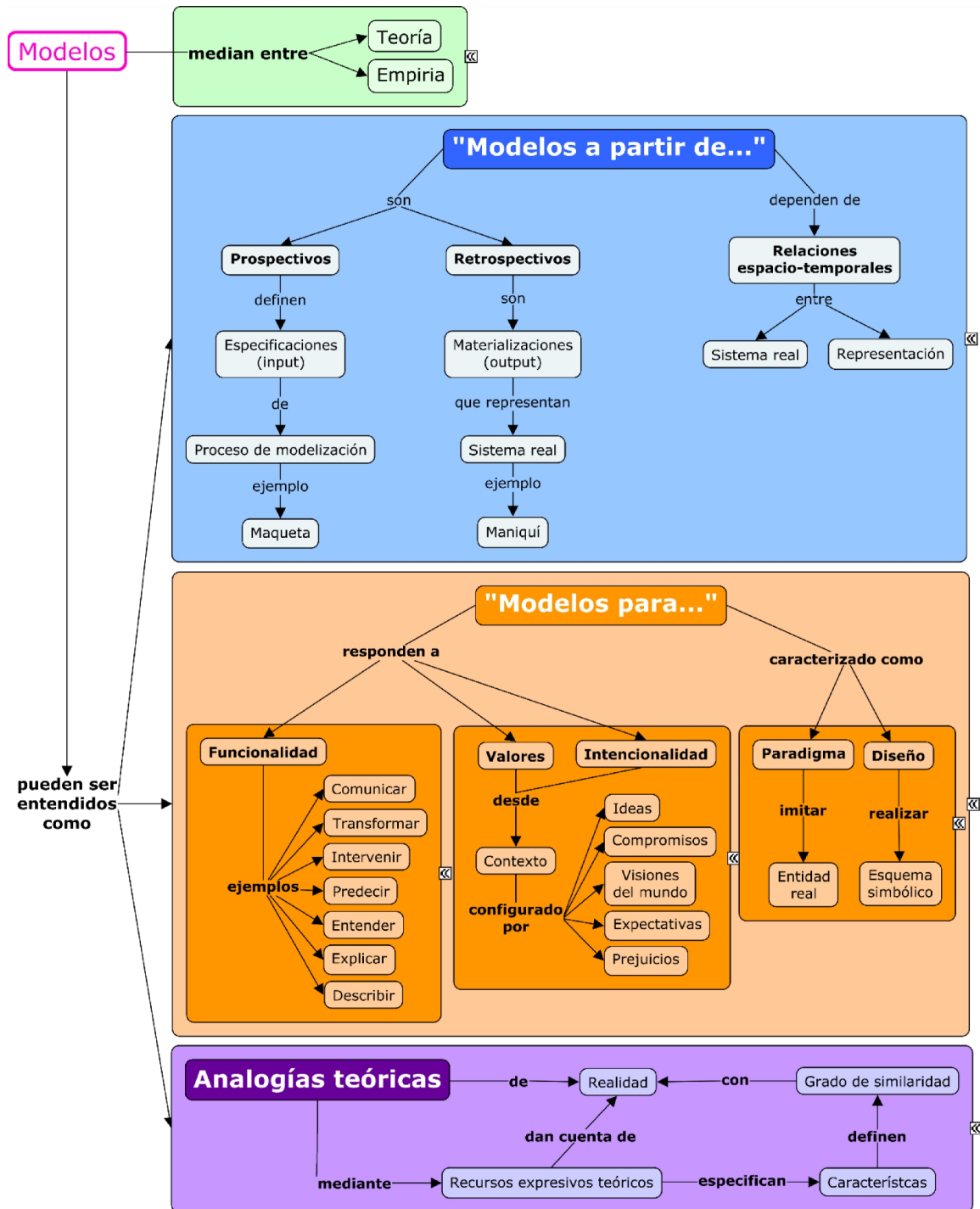
A partir de estas características se evidencia la variabilidad de este concepto, en relación con su origen, la temporalidad existente entre la representación y lo representado (lo que se define a priori y a posteriori), la finalidad, intencionalidad y valores subyacentes del modelo, y el tipo de analogía que establece con el mundo real (ver Figura 12).

¹⁹² ADÚRIZ-BRAVO, Agustín; ARIZA, Yefrin. Qué son los modelos científicos. En: III Congreso Internacional y VIII Nacional de Investigación en Educación, Pedagogía y Formación Docente (22-24, agosto, 2012, Bogotá). Memorias [en línea]. ASCOFADE, Universidad de Antioquia, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Universidad Del Valle, Universidad Pedagógica Nacional, Universidad Pedagógica Nacional de México. ISBN: 978-958-8650-30-2. p. 1138 [recuperado el 19/06/2015]. Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/112649827/Memorias-III-Cong-Inv-Ed-y-Pedag-2012>

¹⁹³ Ibid. pp. 1138 – 1143.

¹⁹⁴ Ibid. p. 1140

Figura 12. Mapa del concepto de modelo en la teoría semantista



FUENTE: Con base en ADÚRIZ-BRAVO, Agustín; ARIZA, Yefrin. Qué son los modelos científicos. pp. 1141 – 1142.

Este dinamismo permite que un modelo determinado, resultado de un proceso de modelización, sirva a su vez como ejemplar para la construcción de nuevos modelos, considerando que la *similitud* entre diversos modelos y fenómenos permite que los modelos sean intercambiables o portables¹⁹⁵.

Ardúriz-Bravo y Ariza reconocen que esta definición de modelo, heredada de Giere¹⁹⁶,

pretende capturar la manera en que esta entidad es entendida en los campos de la ciencia y la tecnología, donde es usual concebirla como una representación “teórica” de la realidad que se elabora para facilitar el estudio de su comportamiento. Se reconoce entonces que los modelos no son icónicos respecto de la realidad, es decir, no se limitan a reflejarla o imitarla.¹⁹⁷

Esta comprensión de los modelos como representaciones teóricas e interactivas entronca con el carácter cognitivo de la tecnología expuesto en el NMC y se constituye en foco de interés de los ejercicios de modelado presentados en este trabajo.

5.8. LOS MODELOS INFORMÁTICOS

Tomás Maldonado¹⁹⁸ señala que los modelos computarizados introducen una novedad a los procesos de modelación al converger tres técnicas que existían separadamente: *la réplica o imitación, la simulación y la formulación matemática*, por lo cual conforman un nuevo escenario para la investigación científica y la gestión. Los procesos de prueba de este tipo de actividades a través de la modelización reducen costos, riesgos y tiempos, acelerando exponencialmente la

¹⁹⁵ Ibid. p. 1141.

¹⁹⁶ GIERE, Ronald N., *La explicación de la ciencia: Un acercamiento cognoscitivo*. México: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, 1992. Citado por: ADÚRIZ-BRAVO, A.; ARIZA, Y. op. cit. p. 1143.

¹⁹⁷ ADÚRIZ-BRAVO, A.; ARIZA, Y. op. cit.

¹⁹⁸ MALDONADO, T. op. cit. p. 78.

curva de aprendizaje, destacando, por tanto, el valor cognoscitivo de los modelos informáticos. Las propiedades estéticas y de facilidad de uso incorporadas en el modelamiento informático, a su vez, introducen elementos lúdicos en el quehacer, transformando el sentido de la labor. Schuschny plantea así la función de la TI en el modelamiento:

Las tecnologías de la información van eliminando, paulatinamente, las fronteras entre lo real y lo simbólico y dan lugar a un proceso de ampliación de la percepción [subrayado propio], gracias a la producción de espacios individuales y colectivos cada vez más desterritorializados [...] Las TIC nos permiten engendrar espacios propios sin que existan precedentes o referentes reales, dando lugar a nuevos sistemas simbólicos que suplantán lo real por los signos de lo real [...] Hoy en día es posible ejercitar muchos aspectos de diversas profesiones a través de entornos simulados [...] Asimismo, en el ámbito de la investigación científica, donde, frente a la costosa experimentación empírica, y la rigidez simplificadora de los modelos matemáticos, las simulaciones computacionales han mostrado tener un enorme potencial [...dando lugar al] estudio de los *sistemas complejos adaptativos*.¹⁹⁹

De esta forma, las representaciones visuales pasan a un primer lugar. Por ejemplo, se emplean no solo para presentar informes de resultados de investigación o gestión – ya no son únicamente elementos de apoyo al texto escrito – sino que se constituyen en un lenguaje empleado desde el proceso mismo de diseño:

[...] los modelos visuales permiten presentar significados, aspectos destacables y la estructura interna de un contenido. Deben ser susceptibles de ser manejados visual y cognitivamente (nivel de claridad y abstracción apropiados). La visualización es una construcción mental que supera la simple percepción y está más relacionada con el conocimiento.²⁰⁰

5.8.1. Modelamiento y simulación. Maldonado y Gómez²⁰¹ diferencian entre modelamiento y simulación en función de la finalidad del modelo. Si se trata de

¹⁹⁹ SCHUSCHNY, A. op. cit. p. 258-259.

²⁰⁰ CAMPOS, Agustín. Mapas conceptuales, mapas mentales y otras formas de representación del conocimiento. Bogotá: Cooperativa Editorial Magisterio, 2005. p. 16

²⁰¹ MALDONADO, Carlos Eduardo; GÓMEZ CRUZ, Nelson Alfonso. Modelamiento y simulación de sistemas complejos. En: Documentos de investigación [en línea], Facultad de Investigación, Universidad del Rosario, febrero de 2010, No. 66, p. 9. [recuperado el 30/07/2015]. Disponible en:

explorar o *comprender* el comportamiento de un fenómeno o proceso mediante el despliegue de un programa informático, haciendo uso de datos reales o de datos generados por computadora mediante un modelo o procedimiento matemático o estadístico, corresponde a la simulación. Es decir, es un tipo de investigación virtual, *in silico*, que se diferencia de la experimentación o investigación *in vivo* o *in vitro*. Si la finalidad es obtener un producto definido previamente por un proceso, que responde a una intencionalidad práctica o de *aplicación* en el mundo real, se trata de modelamiento. Maldonado y Gómez identifican tres finalidades del modelamiento y la simulación:

- a. Comprender (y explicar) procesos fundamentales;
- b. Buscar que un fenómeno o sistema se comporte como se desea/desearía;
- c. Ver emergencias, dinámicas, procesos, elementos y demás que no logran verse (= comprender) habitualmente; es decir, justamente, por fuera de la simulación y el modelamiento.²⁰²

Rodríguez y Roggero²⁰³ consideran que la simulación es una estrategia válida de investigación para el análisis de procesos sociales, considerando que la artificialidad no impide reconocer simbólicamente la realidad:

En la noción de artificialidad o de sistema artificial, reside la idea clave que introduce la simulación como estrategia de investigación: la posibilidad de crear de modo deliberado un proceso artificial para representar un proceso real. La simulación es la emulación del comportamiento en el tiempo de un sistema real por un sistema artificial.²⁰⁴ [...] En estas coordenadas podemos precisar que un modelo de simulación computacional es un tipo de modelo dinámico que permite analizar la evolución temporal del sistema modelizado.²⁰⁵

http://www.urosario.edu.co/urosario_files/ea/ea054664-0843-4424-a8a4-0eaeecd99c4c.pdf

²⁰² Ibid.

²⁰³ RODRÍGUEZ, L.; ROGGERO, P. op. cit. p. 6

²⁰⁴ Ibid.

²⁰⁵ Ibid. p. 7.

Para definir el lugar de la simulación computarizada en la investigación social, estos autores²⁰⁶ parten de la tradicional distinción entre enfoques cualitativos y cuantitativos en las ciencias sociales, precisando que los primeros están centrados en el análisis de casos y los segundos en el análisis de variables. La simulación es un enfoque centrado en el análisis de procesos (ver Cuadro 10).

Cuadro 10. Enfoques cualitativo, cuantitativo y simulación computacional

	Enfoque Cualitativo	Enfoque Cuantitativo	Simulación
Interés	Centrado en casos	Centrado en variables	Centrado en procesos
Objetivo	Comprensión e interpretación de un fenómeno en un contexto delimitado.	Comprobar correlación entre características individuales o colectivas.	Estudiar sistemática y simultáneamente la dinámica temporal de los procesos sociales y los comportamientos colectivos complejos.
Escala	Predominantemente microsocioal.	Generalmente macrosocioal.	Articulación micro – macro.
Lógica aplicada	Inductiva	Deductiva	Interactiva entre inducción de los datos y deducción algorítmica. Ejemplos: Lógica difusa, lógica temporal.
Modelos	Informales, Estáticos (semi-estructurados) o dinámicos ^(*)	Semiformales o formales, Estáticos (estructurados)	Formales Dinámicos

FUENTE: adaptación con base en RODRÍGUEZ, Leonardo y ROGGERO, Pascal. La modelización y simulación computacional como metodología de investigación social, p. 7.

5.8.2. Del lenguaje humano al lenguaje de las máquinas. El modelado computacional implica agregar un paso o capa adicional al proceso de modelado, que permita el intercambio de información entre los seres humanos y las máquinas. Esta definición es correspondiente con el concepto de interfaz.

²⁰⁶ Ibid.

(*) De acuerdo con Rodríguez y Roggero “los modelos estáticos o estructurales privilegian el análisis de la organización del sistema; mientras que los modelos dinámicos o comportamentales privilegian la dinámica del sistema”. En: RODRÍGUEZ, L.; ROGGERO, P. op. cit. p. 7

Como se ha visto previamente, el modelamiento contempla un proceso de abstracción del sistema real a un modelo informal (en muchos casos tácito o implícito), y de allí a un modelo formal. En algunos casos el modelo formal puede ser directamente el de la programación informática, pero en otros puede ser una formalización matemática o lógica, o un modelo semiformal como el que puede proveer un mapa conceptual. Por tanto, en estos casos la formalización se haría en dos pasos, uno matemático, lógico o visual y otro informático. Este paso al lenguaje informático es la codificación, incorporada al proceso de diseño del modelo.

Drogoul *et al.*²⁰⁷ identifican tres roles en este proceso, del experto temático, del modelador informático y del ordenador, (ver Figura 13). El modelado formal en función del lenguaje computacional constituye una capa intermedia entre el modelo no formal u otros modelos formales y la operación de la computadora.

Para Izquierdo *et al.* “una simulación computacional constituye un teorema de suficiencia^(*) perfectamente válido”²⁰⁸ dado que los resultados se obtienen por deducción lógica, mediante la aplicación de reglas algorítmicas a un conjunto de condiciones o parámetros iniciales. De este modo,

Un modelo computacional es un modelo formal (que puede expresarse en lenguaje matemático como un conjunto de ecuaciones), y la simulación computacional es una herramienta que nos permite estudiarlo más allá de los límites actuales de las matemáticas. El resultado final es un modelo potencialmente más realista, y que todavía conserva el rigor formal de los modelos matemáticos más tradicionales.²⁰⁹

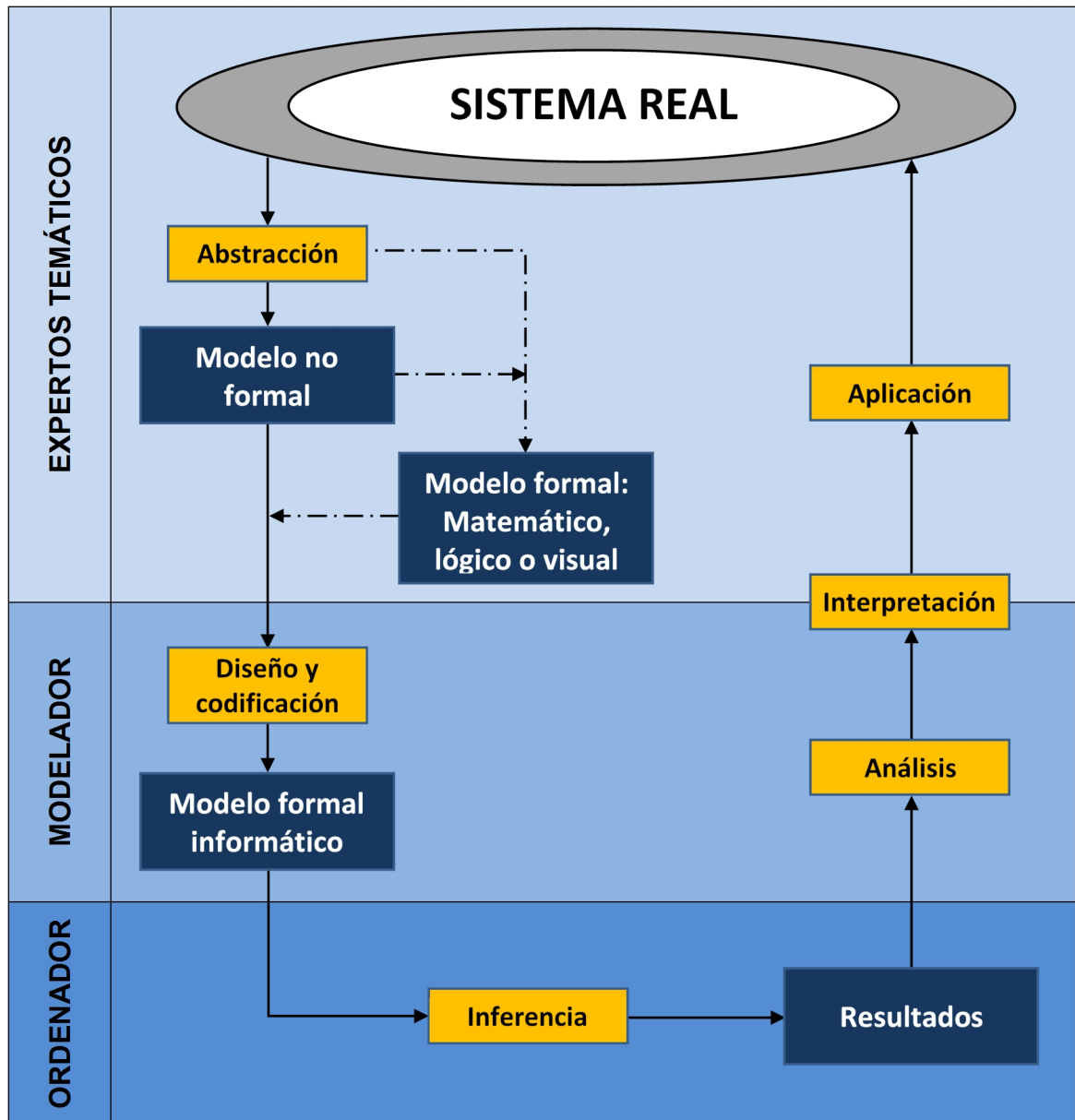
²⁰⁷ DROGOUL, A. *et al.* Multi-Agent Based Simulation: Where are the Agents? En: SICHMAN, J. S.; BOUSQUET, F.; DAVIDSSON, P. (eds.). Lecture Notes in Computer Science. 2003. Citado por: IZQUIERDO L. *et al.* op cit. p. 94. Disponible en: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.84.1177&rep=rep1&type=pdf>

(*) Es decir, que los presupuestos del modelo son verdaderos, que se sigue un procedimiento lógico para demostrarlo y que toda proposición verdadera es deducible del sistema y no de factores externos o aleatorios.

²⁰⁸ IZQUIERDO, L. *et al.* op. cit. p. 92.

²⁰⁹ Ibid.

Figura 13. Diseño de modelado con abstracción intermedia



FUENTE: adaptado de IZQUIERDO, Luis. Modelado de sistemas complejos... p. 93.

Los roles mencionados anteriormente (experto y modelador) y las funciones asociadas (abstracción, diseño, análisis, interpretación y aplicación) pueden ser desempeñadas por la misma persona o por diferentes personas. Incluso, varias personas pueden desempeñar funciones diferentes dentro de un mismo rol, como el caso entre el experto que plantea el modelo informal o el experto que aplica sus

resultados, o el modelador que implementa un programa informático y el analista de datos. También cabe considerar diferentes bucles de retroalimentación entre las etapas del modelado.

5.8.3. El rol del modelador. Resulta interesante la descripción que Izquierdo *et al.* hacen del rol del modelador, que supone la capacidad de éste para representar adecuadamente las abstracciones del experto y mantener una interlocución válida con aquel:

El modelador deberá tratar de diseñar e implementar un modelo o conjunto de modelos formales tales que (a) cada uno de ellos sea una particularización válida de las especificaciones del experto y (b) todos ellos en conjunto constituyan una expresión representativa de la abstracción del experto [subrayado propio]. Para ello, el modelador, a menudo en constante comunicación con el experto, deberá acordar y realizar varias suposiciones de naturaleza muy diversa [subrayado propio]. Algunas suposiciones vendrán impuestas por la necesidad de producir un modelo completamente especificado, y darán lugar a particularizaciones concretas de ideas generales expresadas por el experto. Otras suposiciones serán necesarias para poder ejecutar el modelo con la tecnología disponible (p. ej. representar un espacio tridimensional como un conjunto de celdas bidimensionales). Finalmente, es posible que haya suposiciones implícitamente codificadas en el modelo formal y que ni siquiera el propio modelador sea plenamente consciente de que las está imponiendo [subrayado propio].²¹⁰

Sin embargo, pareciera que la capacidad de interpretación lingüística existiera principal o exclusivamente del lado del modelador, lo que tendría sentido si se tratara de un proceso absolutamente lineal-unidireccional, del experto al modelador. Pero ya se ha evidenciado que se trata de un proceso de permanente retroalimentación que exige capacidad de interlocución de dos o más partes en términos de los dominios conceptuales de las contrapartes.

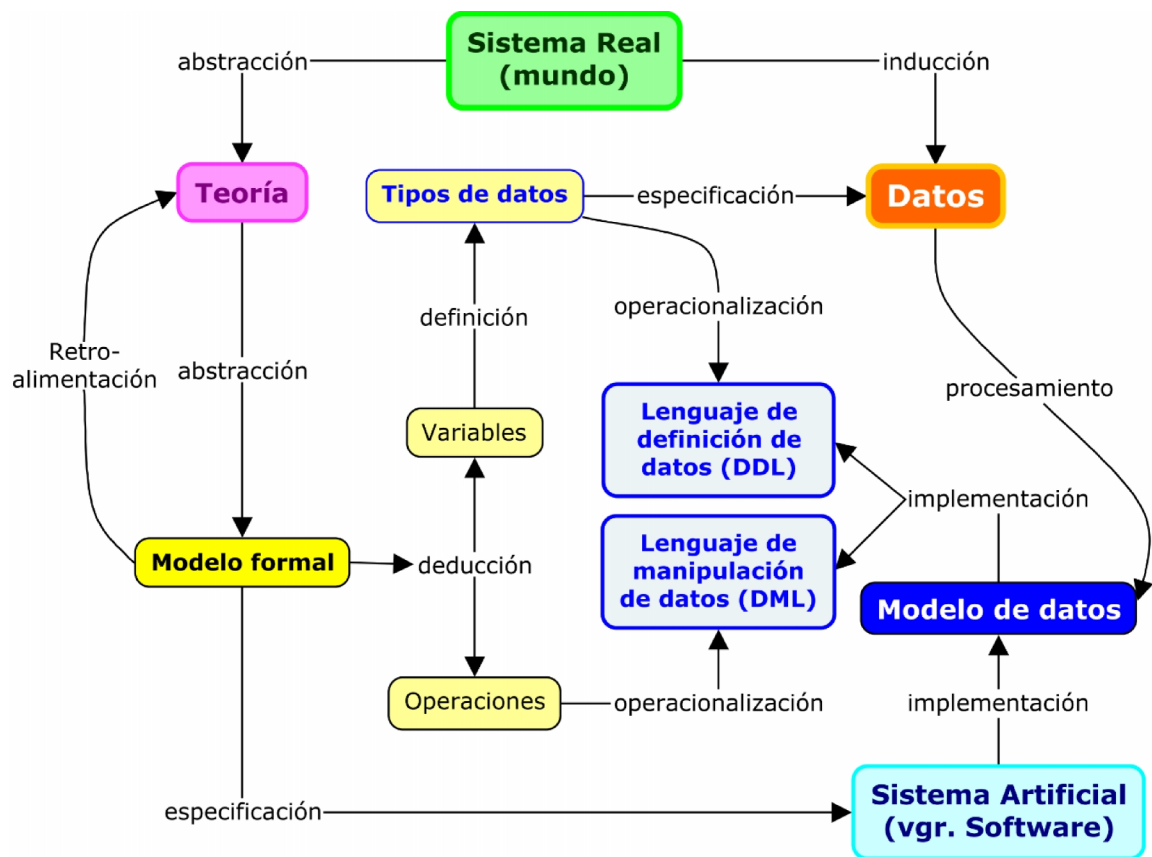
De lo contrario, efectivamente, el modelador terminará imponiendo decisiones acerca del modelo, basado en suposiciones (en ocasiones apelando al sentido común) que no corresponden a la intención del experto. Este riesgo es mayor

²¹⁰ Ibid. p. 95.

cuando los roles en cuestión son desempeñados por profesionales situados en campos disciplinares temáticamente distantes, por ejemplo, las ciencias sociales y la ingeniería de sistemas.

Ahora bien, es probable que el desfase de un modelo informático en relación con el modelo informal del experto no esté tanto al nivel más general de su definición o abstracción sino en los detalles de implementación, donde se juegan los conocimientos especializados de uno u otro campo. En buena medida, estos detalles se relacionan con el modelo de datos, en tanto en los datos se articula la dinámica del modelo: se definen deductivamente del marco teórico como variables, se obtienen inductivamente del sistema real y se procesan por el sistema informático con base en las reglas algorítmicas del modelo (ver Figura 14). Como reza el adagio popular, *el diablo está en los detalles*.

Figura 14. Mapa conceptual de modelado de datos (MD)



En la figura anterior, la teoría (T) es una abstracción del mundo o sistema real (S). El modelo formal (M) es una abstracción de T. Entre T y M pueden darse procesos de retroalimentación, derivados del análisis o crítica. De M se deduce el planteamiento de variables (V) y de operaciones (O) a realizar sobre V. De las características de V se definen tipos de datos (TD). M se especifica mediante un lenguaje y herramientas de programación o software que generan un sistema artificial o informático (SI). En SI se implementa el modelo de datos (MD), que a través de DDL y DML permite al SI definir datos y operar con ellos. Los datos (D) son una inducción de S especificada por TD, que son capturados y procesados mediante MD. La operacionalización mediante DML genera resultados, que siguen el flujo presentado en la Figura 13, es decir el análisis e interpretación de datos, que generan conocimiento acerca del sistema de referencia (posibilitando volver sobre la teoría) y permiten criticar el meta-modelo, como fue presentado en la Figura 11.

En el capítulo 9 se profundizará el proceso y técnicas de MD. Por ahora, el planteamiento acerca de una adecuada representación, procesamiento y transformación de los datos lleva a considerar los temas del procesamiento guiado por los datos y la integración de métodos en ciencias sociales.

5.9. PROCESAMIENTO GUIADO POR LOS DATOS

A finales de la década de 1970, el psicólogo Donald Norman planteó un modelo interactivo de procesamiento humano de la información, que “parte del supuesto de un doble mecanismo para la comprensión de la realidad. Un primer mecanismo, dirigido por los datos, y un segundo mecanismo, dirigido conceptualmente. El mecanismo dirigido por los datos o ‘de abajo arriba’ (bottom-up) actúa directamente tras el ingreso, en el sistema, de las señales físicas. Al mismo tiempo, las señales o datos suelen ir acompañados por una gran cantidad de ruido, dado que muchas veces no son nítidamente perceptibles, por cuya razón, gran parte de la información debe de proceder del contexto. Este tipo de análisis es conocido como análisis

dirigido conceptualmente o ‘de arriba abajo’ (top-down)”²¹¹. Los aportes de Norman han sido significativos en las investigaciones sobre inteligencia artificial.

Por la misma época y de manera independiente, John Tukey²¹² exponía los principios fundamentales del análisis exploratorio de datos o EDA, por sus siglas en inglés, según el cual “los datos son los que en última instancia guían la selección de modelos adecuados, minimizando la asunción de presupuestos previos”, correspondiendo al analista descubrir los patrones subyacentes a los datos, sin recurrir a postulados predefinidos y altamente restrictivos²¹³. “Contrariamente a los análisis más tradicionales que empiezan con la propuesta de un modelo o estructura para la descripción de los datos, el EDA permite extraer dichas estructuras mediante procedimientos de carácter inductivo”²¹⁴.

Estos aportes contribuirían a borrar los últimos rastros del determinismo científico y posicionar los enfoques inductivos, que posibilitarán posteriormente avanzar en la integración metodológica cuantitativa – cualitativa y el acercamiento entre las posturas subjetivista y objetivista en las ciencias sociales.

Además, ayudan a clarificar el flujo deductivo (top-down) que va de la teoría al modelo de datos y el flujo inductivo (bottom-up) que va del sistema real a los datos y de allí al modelo de datos. Desde el nivel técnico de esta propuesta, se plantea el MD como una práctica que permite ejercicios más ricos y rigurosos de procesamiento guiado por los datos.

²¹¹ ARNAU, Jaume. Psicología experimental cognitiva: modelos básicos de procesamiento de la información [en línea]. En: Anuario de Psicología - Universidad de Barcelona. 1986, vol. 2 no. 35. p. 12. [acceso el 11-06-2015]. Disponible en: www.raco.cat/index.php/AnuarioPsicologia/article/download/64555/88552

²¹² TUKEY, J. op. cit.

²¹³ FREIXA, Monserrat *et al.* Análisis exploratorio de datos: nuevas técnicas estadísticas. Barcelona: PPU, 1992. p. 19.

²¹⁴ *ibid.* p. 21.

5.10. LA INTEGRACIÓN DE MÉTODOS EN CIENCIAS SOCIALES

Sin pretender entrar en la discusión metodológica cuantitativo-cualitativo, no se quiere desconocer los problemas que su integración plantea, como bien han señalado autores como Jesús Ibañez o Guba y Lincoln. Una de las críticas que suscita el análisis de variables de tipo cuantitativo radica en que no es un proceso adecuado en escenarios con alta incidencia de procesos interpretativos, aludiendo a los modelos estabilizados que subyacen a su uso, aplicables a escenarios igualmente estables. Al respecto, este trabajo expone cómo la informática contribuye al desarrollo de modelos de datos más sensibles a la complejidad social.

Bericat señala la existencia de tres subtipos de estrategias de integración: complementación, combinación y triangulación²¹⁵. Más recientemente, autores como Hernández *et al.*²¹⁶ se refieren a los métodos mixtos de investigación, resaltando, entre otras ventajas, unas relacionadas con el objeto de este trabajo:

- i. Lograr una perspectiva más amplia y profunda del fenómeno.
- ii. Producir datos más ricos y variados.
- iii. Permitir una mejor 'exploración y explotación' de los datos.
- iv. Optimizar significados (facilitando mayor perspectiva de los datos).²¹⁷

Teddlie y Tashakkori señalan la importancia de la transformación de datos en los estudios mixtos, referente a la cualificación de datos cuantitativos y la cuantificación de datos cualitativos²¹⁸. Cabe señalar el papel de la informática en la transformación de datos en ambas direcciones y en la investigación centrada en procesos.

²¹⁵ BERICAT, Eduardo. La integración de los métodos cuantitativo y cualitativo en la investigación social: significado y medida. Barcelona: Editorial Ariel, 1998. p. 37

²¹⁶ HERNÁNDEZ, R. *et al.* op. cit.

²¹⁷ Ibid. p. 549-550.

²¹⁸ *ibid.* p. 560.

Hay un aspecto a resaltar aquí: la introducción de la computación convencional y de la *inteligencia artificial (IA)*^(*), especialmente esta última, han generado un escenario donde la separación cualitativo – cuantitativo se va reduciendo, en la medida que los sistemas artificiales cuentan con capacidades de auto-organización que los aproximan a la capacidad de aprendizaje y, principalmente, en la medida que se da una mayor integración entre las *tecnologías inteligentes* y el quehacer humano.

Sin embargo, según Mira²¹⁹, uno de los principales retos de la TI actual está en el desarrollo de sistemas de cálculo intencional y semántico – por oposición a los sintácticos o lógicos predominantes – para describir los procesos cognitivos, más allá del álgebra, el cálculo, la lógica, la teoría de los autómatas y la estadística, asunto que aún no es claro sea del todo posible.

El análisis de las dimensiones infotecnológicas y cognitivas puede ofrecer pistas para la renovación de roles del TS, en relación con la apropiación de las TI, una mayor articulación de la profesión con el NMC y la ampliación de la perspectiva social hacia los problemas que el desarrollo científico-tecnológico plantea. La integración de lo humano y lo no humano remite a una reflexión sobre el posthumanismo y los futuros posibles de un mundo transhumanista, que se aborda en el capítulo a continuación.

(*) “El propósito de la IA es desarrollar: (1) Modelos conceptuales, (2) procedimientos de reescritura formal de esos modelos y (3) estrategias de programación y máquinas físicas para reproducir de la forma más eficiente y completa posible las tareas cognitivas y científico-técnicas más genuinas de los sistemas biológicos a los que hemos etiquetado de inteligentes. [...] El conjunto de tareas y métodos propios de la IA son todas aquellas y aquellos para los que en la actualidad solo disponemos de descripciones poco claras, incompletas, imprecisas y con alto grado de dudas y errores potenciales, debidos a su complejidad [...] la IA solo puede pretender cubrir la dimensión formal del pensamiento, la parte computable de la percepción, la acción y el razonamiento humanos.” En: MIRA MIRA, José. Aspectos conceptuales de la inteligencia artificial y la ingeniería del conocimiento. En: PALMA MÉNDEZ, José Tomás; MARÍN MORALES, Roque. Inteligencia Artificial: Métodos, técnicas y aplicaciones. Madrid: McGraw-Hill, 2008. pp. 3, 23.

²¹⁹ MIRA, J. op. cit. pp. 25 -26.

6. POSTHUMANISMO Y TRANSHUMANISMO: UNA REFLEXIÓN ÉTICA Y FILOSÓFICA NECESARIA

Vivimos en una sociedad profundamente dependiente de la ciencia y la tecnología y en la que nadie sabe nada de estos temas. Ello constituye una fórmula segura para el desastre.
Carl Sagan

El punto de partida de esta reflexión es el análisis de Pickering²²⁰ en torno al problema de intentar “hacer coincidir los cerebros humanos con los chips electrónicos”²²¹ que ha propiciado buena parte del desarrollo tecnológico contemporáneo. Por ejemplo, este autor señala que las interfaces visuales surgieron como respuesta al fracaso de las primeras máquinas para el reconocimiento de patrones, “tarea mental en la que destacan los seres humanos, característica definitoria de lo humano”²²². Al considerar esta relación entre los humanos y las máquinas, Pickering²²³ advierte de la enorme dificultad que tienen muchos sociólogos (en EEUU) para reconocer la conformación científico-tecnológica actual. Sin embargo, recuerda que “los economistas políticos, desde Adam Smith hasta Carlos Marx tenían un interés amplio y explícito en el acoplamiento de las personas y las máquinas en el ámbito fabril”²²⁴. Desde entonces, considera que el pensamiento posthumanista^(*) ha sido objeto de

²²⁰ PICKERING, Andrew. Practice and posthumanism: Social theory and a history of agency (chapter 11). In: SCHATZKI, Theodore R. *et al.* (eds.). The Practice Turn in Contemporary Theory. New York, London: Routledge, 2001. p. 178.

²²¹ Ibid. p. 178

²²² Ibid.

²²³ Ibid. p. 180.

²²⁴ Ibid. p. 179.

(*) El posthumanismo se refiere a tendencias intelectuales que abogan por la superación del antropocentrismo heredado del Renacimiento. También es otra forma de referirse al

depuraciones humanistas y antihumanistas. Así, se llega a la “humanización” de la fábrica, “impregnada de una atmósfera actitudinal y comunicativa”²²⁵ que, por ejemplo, alentaron los desarrollos conceptuales y metodológicos en torno al mejoramiento del clima organizacional²²⁶.

Otro escenario de análisis son los conflictos bélicos y el desarrollo de la tecnología militar, que en buena parte constituye la base y define las tendencias de las tecnologías de punta conocidas en los últimos 100 años, a partir de la primera guerra mundial, y, con mayor énfasis, de la segunda guerra mundial.

Puede entreverse que a la base del post y el transhumanismo(*) está la deshumanización introducida por la explotación laboral en los procesos y tecnologías de producción, y por los conflictos y tecnologías bélicas (de destrucción). Entonces, detrás de cada salto tecnológico hay un punto de no retorno en el cual el ser humano siente que ha sido despojado de su humanidad, de no reconocerse en el nuevo contexto, y a partir del cual reconstruye su identidad (o anhela el regreso a una época dorada). Así, el tipo de tecnología que puede representar la posibilidad de auténticas aspiraciones humanas a una vida mejor ha estado relacionada, en el contexto anotado, por tecnologías orientadas a la eficiencia de prácticas que producen o garantizan la muerte.

Solo como referencia al tema de las TI, basta señalar el aporte al desarrollo de la computación realizado por Alan Turing, cuya hipotética máquina automática para

transhumanismo. “La condición posthumana se refiere al final de un ‘universo centrado en lo humano’. En otras palabras, es el fin del humanismo, de la creencia que hace mucho tiempo sostiene la infalibilidad del poder humano, la creencia arrogante de nuestra superioridad y singularidad”. En: PEPPERELL, Robert. *The Posthuman Condition: consciousness beyond the brain*. Portland, Oregon: Intellect Books, 2003. p. 171.

²²⁵ Ibid.

²²⁶ v. gr. HOMANS, George Caspar. *El grupo humano*. Buenos Aires: Eudeba, 1971. 499 p.

(*) El transhumanismo es un movimiento internacional orientado a la transformación de la condición humana mediante su mejoramiento tecnológico y genético.

simular lógica, publicada en 1936, tuvo que llevarse a la práctica para descifrar el código secreto de comunicaciones de los nazis. Este puede ser considerado el lado heroico de la historia. Del otro lado podría citarse el papel de IBM^(*) en la automatización de la Alemania Nazi, proveyendo máquinas para el censo de la población judía y para la administración de la maquinaria burocrática y militar de los procesos de exterminio:

En pleno esplendor del Tercer Reich, Alemania era el segundo cliente de IBM, después de EEUU. La tarjeta perforada de IBM, precursora de las computadoras, desempeñó un papel importante en áreas que iban desde la puntualidad de los trenes alemanes hasta el programa de rearme de Hitler, pasando por la confección de censos, elemento clave para la política racista nazi [...] La tecnología de IBM brindó a los nazis una poderosa herramienta de control social. Pocas semanas después del ascenso de Hitler al poder, en 1933, el director de la subsidiaria alemana de IBM, Willy Heidinger, proclamó que las máquinas ayudarían al Führer a mantener la «pureza» y la «salud» de la política alemana. [...] Cuando estalló la Segunda Guerra Mundial, IBM ya entregaba a Alemania más de mil millones de tarjetas perforadas por año.²²⁷

En este punto se retoma la preocupación con que inicia este documento, referida al poder de la tecnología, “nunca la humanidad tuvo tanto poder sobre sí misma y nada garantiza que vaya a utilizarlo bien”²²⁸. Stephen Hawking considera que la IA puede representar un peligro para la supervivencia de la humanidad, “los humanos,

(*) “International Business Machines Corp. (IBM) es una empresa multinacional estadounidense de tecnología y consultoría con sede en Armonk, Nueva York, fundada en 1911. IBM fabrica y comercializa hardware y software para computadoras, y ofrece servicios de infraestructura, alojamiento de Internet, y consultoría en una amplia gama de áreas relacionadas con la informática, desde computadoras centrales hasta nanotecnología”. En: GENERAL BUSSINESS MACHINES. Historia de IBM [en línea]. GBM, 2014. [recuperado el 09/02/2016]. Disponible en: <http://www.gbm.net/sobre-gbm/historia-de-ibm.html>

²²⁷ HERNÁNDEZ, Jesús. Cien historias secretas de la Segunda Guerra Mundial [publicación electrónica (formato EPUB) en disco]. Barcelona: Roca Editorial, 2008, p. 223

²²⁸ FRANCISCO, *papa*. op. cit. párrafo 104.

limitados por la evolución biológica, no podrían competir y serían reemplazados [por los autómatas]²²⁹. La propia *Declaración Transhumanista* recoge tal preocupación:

Reconocemos que la humanidad se enfrenta a graves riesgos, especialmente por el mal uso de las nuevas tecnologías. Hay posibles escenarios realistas que llevan a la pérdida de la mayor parte de, o incluso todo, cuanto consideramos valioso. Algunos de esos escenarios son drásticos, otros son sutiles. Aunque todo progreso es cambio, no todo cambio es progreso.²³⁰

Tal preocupación no es infundada. Un informe de 2002²³¹ (CT-NBIC, por su sigla en inglés) analizaba la convergencia de las tecnologías nano-bio-info-cogno, y proponía la unidad teórica de ciencias y técnicas (materialismo tecnocientífico) con el fin de mejorar las capacidades humanas²³². Hottois critica el enfoque del CT-NBIC:

[...] no diferencia entre lo natural y lo artificial; entre hombre, máquina y animal... El acercamiento es ese de un ingeniero universal. Si todo es material y producto de una mezcla natural más o menos lograda, ¿por qué no intentar mejorar técnicamente dichos resultados y generar nuevas construcciones? [...] el informe plantea la existencia de riesgos físicos, éticos y sociales, pero no se detiene ante ellos [...] el postulado tecnocrático es que lo esencial de los problemas psicológicos, sociales, éticos serán manejables y solucionables tecnocientíficamente.²³³

²²⁹ CELLAN-JONES, Rory (Technology correspondent). BBC News: Stephen Hawking warns artificial intelligence could end mankind (interview). [Internet news]. BBC News Services. 2, December, 2014. [recuperado el 2/09/2015]. Disponible en: <http://www.bbc.com/news/technology-30290540>

²³⁰ Transhumanist Declaration [online]. HUMANITY+ [actualizada en marzo de 2009], [recuperado 02/11/2015]. Disponible en: <http://humanityplus.org/philosophy/transhumanist-declaration/>

²³¹ ROCO, Mihail C.; BAINBRIDGE, William S. (eds.). *Converging technologies for improving human performance. Nanotechnology, biotechnology, information, technology and cognitive science.* Dordrecht (The Netherlands): Kluwer Academic Publishers, 2003. 468 p. Citado por: HOTTOIS, Gilbert. Humanismo, Transhumanismo, Posthumanismo. En: *Revista Colombiana de Bioética [en línea]*, Universidad El Bosque, Vol. 8, No. 2, julio - diciembre de 2013 [recuperado 10/09/2015]. Disponible en: http://www.bioeticaunbosque.edu.co/publicaciones/Revista/rev82/arti11_Gilberthottoistraduccion.pdf

²³² HOTTOIS, G. op. cit. p. 168.

²³³ *Ibid.* pp. 168 – 169.

Con independencia de las intencionalidades del CT-NBIC, evidencia el interés y los desarrollos existentes para implementar autómatas como los referidos por Hawking. Hottois²³⁴ analiza las críticas, ajustes y contrapropuestas que se han realizado a partir de aquel documento, desde el rechazo total a cualquier posibilidad de mejoramiento artificial de los seres humanos, pasando por su limitación al uso terapéutico en el tratamiento de enfermedades, hasta la integración de las ciencias sociales, humanas y humanidades en su desarrollo, de manera que no sea un mejoramiento *del* hombre sino *para* el hombre, de una sociedad del conocimiento respetuosa de ciertos valores.

En síntesis, la discusión se plantea en términos de si existe una ruptura o una continuidad de la humanidad consigo misma, si la actual especie humana podrá seguir considerándose como tal en el futuro, o, por el contrario, si al coexistir seres humanos y transhumanos se estaría evidenciando tal separación; entran en juego consideraciones biopolíticas. Bostrom²³⁵, por ejemplo, argumenta sobre la necesidad de controlar la evolución humana, el transhumanismo, mediante un gobierno global que favorezca el crecimiento de la diversidad no conflictiva, es decir, que esta nueva evolución no termine imponiendo la ley del más fuerte. El análisis de Hottois es pesimista respecto a quienes ven en el paradigma evolucionista la clave del transhumanismo, lo considera peligroso

[...] en tanto puede interpretarse y aplicarse de manera simplista, brutal, ciega, insensible y conducir al mundo posthumano a la inhumanidad bárbara. Esa tentación y ese riesgo no son completamente descartables, pues el transhumanismo posee una dimensión experimental y exploratoria indisoluble a él y que se fundamentan en la libertad y el empirismo²³⁶.

²³⁴ Ibid. pp. 169 – 176.

²³⁵ BOSTROM, Nick (Filósofo, uno de los fundadores del movimiento transhumanista, profesor de la Universidad de Oxford). Citado por: HOTTOIS, G. op. cit. p. 183.

²³⁶ Ibid. p. 191.

Por estas razones, Hottois considera que “debe integrar al menos ciertos valores que conllevan las tradiciones religiosas, filosóficas y humanistas laicas”²³⁷. Cree que los riesgos que comporta el transhumanismo no deben conducir a asumir una posición conservadora o reaccionaria frente a las posibilidades reales de mejora, “el transhumanismo bien comprendido es el humanismo progresista capaz de integrar las revoluciones tecnocientíficas teórica y prácticamente. Le da un sentido de esperanza a la postmodernidad errática o nostálgica del pasado postmoderno”²³⁸.

Los análisis posthumanistas y las promesas transhumanistas aparecen en algunos casos como reacción al sometimiento y la alienación por las fuerzas naturales y sociales, en otros como la evolución esperada y posibilitada luego de un largo periodo histórico de sacrificios y dolor. Otros planteamientos parecieran estar menos interesados en el drama humano y ubican su reflexión simplemente desde las posibilidades intrínsecas de la tecnología.

Al poner estas reflexiones en la perspectiva de las ciencias y disciplinas sociales y humanas la pregunta obligada es acerca del futuro de las mismas, de su lugar, compromiso y prácticas en un mundo posthumanista y transhumanista, y de los roles que tendrían quienes se dedican a aquellas. Algo parece innegable, las bio-nano-info-cogno ciencias y tecnologías parecen llevar ventaja en la definición de nuevas configuraciones sociales, de manera generalmente unidireccional.

Este escenario reta a las disciplinas sociales, en este caso al TS, a desarrollar nuevas competencias y renovar roles que le permitan participar, dialogar e incidir en los espacios actuales y futuros donde lo social está siendo y será definido en relación con los desarrollos tecnológicos.

²³⁷ Ibid. p. 192

²³⁸ Ibid.

7. LA RENOVACIÓN DE ROLES DEL TRABAJADOR SOCIAL FRENTE A LOS RETOS DE LA SOCIEDAD INFORMACIONAL

*Al fin y al cabo somos lo que hacemos
para cambiar lo que somos.*

Eduardo Galeano

La renovación de roles del trabajador social se plantea desde diversos ángulos convergentes: la sociedad del conocimiento, el reconocimiento de la complejidad, las relaciones de colaboración y poder interdisciplinar, y la emergencia del nuevo profesional informatizado. En este capítulo se tratan estos aspectos, señalando algunos problemas y oportunidades subyacentes.

7.1. RECONOCIMIENTO DE LA COMPLEJIDAD

Desde el paradigma de la complejidad se plantea la necesidad de elaborar instrumentos de investigación y gestión social que den cuenta de representaciones de la realidad que incorporen en mayor medida su carácter dinámico, multidimensional, polisémico y multirreferencial. Intentar superar los modelos binarios de interpretación de lo social implica ampliar capacidades para lidiar con representaciones más complejas. Sin duda, la TI constituye una oportunidad de primer orden, prácticamente ineludible, en esa tarea.

Pero, además, lo polisémico y lo multirreferencial no aluden únicamente a características de lo real como objeto sino a la realidad como construcción intersubjetiva. Esta construcción está cada vez más determinada por los cibermedios que, en el tema que atañe a este trabajo, definen unas relaciones de poder interdisciplinar a partir del acceso, dominio y definición de la tecnología.

Por tanto, la incidencia en la realidad pasa por un re-posicionamiento en las relaciones interdisciplinarias, que demanda una comprensión y utilización más

profundas de la tecnología por parte de los agentes sociales. En el desempeño profesional esto se traduce en la generación de valor y la producción de sentido a través de las TIC.

7.2. EL NUEVO PROFESIONAL DE LA INFORMACIÓN

Este contexto determina la conformación de una nueva manera de ser profesional y de nuevos campos de desempeño profesional, que se reconocen en definiciones como “nuevo profesional de la información” (Himanen), “trabajadores autoprogramables” (Castells), “trabajadores simbólico-analíticos” (Reich) o “trabajadores del conocimiento” (Drucker), que tienen aproximaciones con la siguiente descripción de Himanen:

En la trayectoria laboral típica de la sociedad tardoindustrial (aunque sin duda nunca se llevó a cabo exactamente de este modo), una persona era preparada para realizar un oficio en el cual trabajaría durante el resto de su vida productiva, de nueve a cinco. En la economía de la información, ya no sucede así; más bien, el nuevo profesional de la información es, para emplear las palabras de Castells, "autoprogramable" y tiene "la capacidad de reciclarse y adaptarse a nuevas tareas, nuevos procesos y nuevas fuentes de información a medida que la tecnología, la demanda y la dirección **aceleran su ritmo de cambio** [resaltado propio]".

En la era de la información, apenas hay parcela del saber y del conocimiento que no quede rápidamente obsoleta, de modo que, para poder enfrentarse con los nuevos desafíos de sus cambiantes proyectos, los trabajadores autoprogramables necesitan reprogramar su ámbito de competencia de forma constante.²³⁹

Específicamente, los enfoques de gestión del conocimiento y reingeniería de procesos plantean un uso más intensivo de la información por las organizaciones, constituyéndose el conocimiento en el principal activo de aquellas para generar valor agregado.

²³⁹ HIMANEN, P. op. cit. p.83

Para Robert Reich²⁴⁰, el *analista simbólico* conforma un perfil profesional que integra roles investigadores y decisores, dejando de lado, en cierto modo, la distinción tradicional entre aquellos, en el ámbito de organizaciones con fronteras disciplinares flexibles y transdisciplinares, colocándose más del lado de la acción que de la sola reflexión teórica.

Lo anterior ha conllevado que cada vez más se demande a los profesionales de ciencias y disciplinas sociales competencias para el modelado, gestión de BD y análisis de datos soportados en sistemas informáticos, no solo para la investigación de tipo cuantitativo, sino también cualitativo y como parte del ciclo de gestión de proyectos sociales.

El aprovechamiento de la información depende en buena medida de su **nivel de estructuración** en términos de lo que puede hacerse a través de un sistema informatizado: desde facilitar su búsqueda y recuperación, compartirla, automatizar los procesos de reporte y generar indicadores para la toma de decisiones de manera inmediata, hasta convertirla en fuente de innovación permanente. A esto se ha venido a sumar su reutilización, de manera que los datos sirvan a diferentes propósitos, mediante procesos de formateo y análisis diferenciados.

En esta línea, Bouza y Guardado²⁴¹ mencionan las siguientes características del *profesional informatizado*:

²⁴⁰ REICH, Robert. El trabajo de las naciones. Hacia el capitalismo del siglo XXI. Buenos Aires: Javier Vergara Editor, 1993. Citado por: PERLA ARONSON, Paulina. De la crítica a la reconstrucción: Alternativas de las trayectorias sociológicas. En: Revista Pilquen [en línea], Año XIII, 2011, No. 14. p. 5 [acceso el 14/06/2015]. Disponible en: http://www.revistapilquen.com.ar/CienciasSociales/Sociales14/14_Aronson_Colaboracion.pdf

²⁴¹ BOUZA, Odalys; GUARDADO, Manuel. La informatización: una disciplina necesaria en la educación superior cubana. En: Pedagogía Universitaria [en línea], abril de 2004, No. 2. ISSN 1609-4808. [acceso el 13/06/2015] Disponible en: <http://cvi.mes.edu.cu/peduniv/index.php/peduniv/article/view/145/145>

- [i] Dominio de los procesos algorítmicos de manipulación de la información, desde las estructuras simples a las más complejas; de las técnicas de almacenamiento y recuperación, y de los sistemas de bases de datos.
- [ii] Aplicación de las técnicas profesionales, simulando procesos productivos, ejecutando técnicas experimentales y de control y sistemas informativos de apoyo a la docencia.
- [iii] Uso de la computación como herramienta para la comunicación que permita la actualización científica y profesional mediante el intercambio informacional a través de los servicios de la internet. Se desarrollan actividades profesionales mediante las TI o gracias a ellas.
- [iv] Contribución al desarrollo de las organizaciones informacionales que posean su base en la compartimentación de su activo información, donde haya pleno acceso a todo el conocimiento que se posee de procedencia externa y a todo el que se genere dentro de la organización.
- [v] Garantía de la calidad y autenticidad de la información que se maneja en la organización. La calidad es resultado de la aplicación de técnicas de análisis y administración de la información.
- [vi] Garantía de una productividad científica que permita la presencia informacional en las redes de intercambio de información electrónica o a través del aporte de conocimientos en calidad de productos que puedan ser transables en el mercado.
- [vii] Dominio de las TI en todos sus aspectos y magnitudes que le permitan comportarse como el individuo que puede manipular información operando con los medios electrónicos, que domina la filosofía de trabajo en los sistemas gerenciales de información, que puede resolver problemas profesionales aplicando herramientas computacionales, que posee mentalidad de cambio que le permite adaptarse a cada nueva situación.²⁴²

Al extenderse el uso especializado de los sistemas informáticos hacia un conjunto cada vez más amplio y diverso de problemas, se demanda una participación más competente, multi, inter y transdisciplinar, de los equipos involucrados en el desarrollo de una solución, por ejemplo en la definición de los requerimientos o posibilidades de mejora relacionados con los procesos de información bajo su propia responsabilidad. En este contexto “*las nuevas tecnologías de la información*

²⁴² Ibid.

*no son sólo herramientas que aplicar, sino procesos que desarrollar*²⁴³; este es el sentido con el que se asumen tales tecnologías en este trabajo.

De otra parte, “a medida que la información resulta más barata de obtener, aquellas personas que sean capaces de analizarla destacarán por el valor añadido que darán a las organizaciones”²⁴⁴. Los analistas y científicos de datos son profesionales con un perfil multidisciplinar y transdisciplinar.

Para Joyanes²⁴⁵ trabajar con datos implica no solo saber manejar su volumen, sino aprovecharlos oportunamente, combinar múltiples fuentes y conjuntos de datos, visualizarlos desde varias perspectivas, automatizar sus procesos, medir su rendimiento, es decir tener en cuenta su variedad, velocidad y valor. Lo cual implica no solo capacidades analíticas, estadísticas e informáticas, sino también capacidades de comunicación entre las áreas misional y tecnológica, y de creación de significados a partir de los datos [subrayado propio], relacionarlos con el contexto o con historias. Esta última característica, contextualización y narrativa de los datos, aproxima este perfil a las ciencias y disciplinas sociales.

Finalmente, el proceso de generación, adquisición y difusión de información precisa y actual para la innovación está cada vez más determinado por las TI. De acuerdo con Gibbons *et al.*²⁴⁶, participar de los flujos de información va más allá de la capacidad del hardware adquirido: “la competencia en la innovación está siendo

²⁴³ CASTELLS, M. La era de la información: economía, sociedad y cultura. Madrid: Alianza Editorial, 2000. p. 55

²⁴⁴ JOYANES, L. op.cit. p. 90.

²⁴⁵ Ibid. pp. 96 – 97.

²⁴⁶ GIBBONS, M. *et al.* Op. cit. p. 89.

redefinida en términos de la capacidad para solucionar problemas mediante la selección de datos y habilidades relevantes y de su organización apropiada²⁴⁷.

Así, intervenciones profesionales en lo social pueden requerir esfuerzos de innovación que en la SC están mediados por el papel de las tecnologías, mínimamente para el aprovechamiento oportuno de la información, sometida también a la caducidad, a la obsolescencia acelerada por el ritmo tecnológico.

7.3. DESACTUALIZACIÓN EN LAS DISCIPLINAS SOCIALES

Pareciera existir un rezago respecto a las posibilidades de la TI para la GI en las disciplinas sociales. Sin pretender conclusiones definitivas, y sin que sea materia de este trabajo demostrarlo, podría decirse que disciplinas como el TS todavía se mueven en lo que Hammer y Champy denominaron el uso convencional o eficientista de la tecnología²⁴⁸, en contraste con su papel capacitador y para la innovación de procesos^(*).

En esta línea, al analizar los factores claves para el proceso de interpretación de la información, Huber identifica los siguientes aspectos:

- [i] El nivel de sobrecarga informativa. La interpretación de la información es menos eficaz si la cantidad de información a ser interpretada excede la capacidad del individuo o unidad para procesar ésta adecuadamente.

²⁴⁷ Ibid.

²⁴⁸ HAMMER, M. y CHAMPY, J. Op. cit. Capítulo 5: El papel capacitador de la informática.

(*) Un ejemplo común, que ilustra esta afirmación, ha sido el predominio en el uso de listas y *sábanas de datos* para la organización de información, aunque ya no se hagan en papel sino mediante una hoja de cálculo. Tal manejo es adecuado para matrices de dos dimensiones, pero solo permiten representaciones planas de los datos. El desconocimiento de las estructuras de datos y de lenguajes para su manipulación impide, por tanto, organizar información multidimensional; y si no es posible operar con ella, se encuentra una barrera para incorporar lo multidimensional en el diseño y posterior análisis. En sentido contrario, las tecnologías de bases de datos posibilitan diseñar estructuras de datos normalizadas, interrelacionadas a través de múltiples tablas, y mantener los datos separados, de las operaciones o lógica aplicada a aquellos.

- [ii] La capacidad de desaprendizaje de los individuos o unidades que reciben la misma. Una alta capacidad de desaprendizaje abre la vía para la adopción de nuevos esquemas mentales que orienten la interpretación de la información.²⁴⁹

En relación con los trabajadores sociales, la sobrecarga puede relacionarse en varios casos con déficits en el desarrollo de competencias y habilidades profesionales para emplear modelos, herramientas tecnológicas y técnicas de análisis adecuadas para el procesamiento de información en el actual contexto. Esto se puede relacionar con una baja capacidad de desaprendizaje, en la medida que el desempeño profesional solo opere con los recursos de conocimiento convencionales del propio dominio disciplinar.

7.4. BARRERAS DE COMUNICACIÓN INTERDISCIPLINAR

En las actividades que demandan la participación de profesionales de ingeniería de sistemas y de ciencias sociales para el desarrollo o implementación de soluciones de GI, con frecuencia se constata la existencia de un abismo de comunicación entre las disciplinas, tanto por parte de los profesionales del área social para establecer requerimientos técnicamente comprensibles, como por parte de los ingenieros informáticos para dimensionarlos, menos aún si se plantea desde la complejidad social. Por tanto, en tal escenario el resultado es determinado por la *ley del mínimo*^(*). Se requiere, por tanto, avanzar en la superación de este aspecto.

²⁴⁹ HUBER, George P. Organizational Learning: The Contributing Processes and the Literatures. Organization Science, 1991, vol. 2, No. 1. pp. 88-115 [acceso el 11/06/2015]. Disponible en: http://mgmt.iisc.ernet.in/~piyer/Knowledge_Management/Organizational%20Learning%20Contributing%20Processes%202%201%20Organization%20Science%201991.pdf

(*) “La Ley del Mínimo de Liebig, a menudo llamada simplemente Ley de Liebig o Ley del Mínimo, es un principio desarrollado en la ciencia agrícola por Carl Sprengel y más tarde popularizado por Justus von Liebig. Afirma que el crecimiento no es controlado por el monto total de los recursos disponibles, sino por el recurso más escaso”. En: COLABORADORES DE WIKIPEDIA. Ley del Mínimo de Liebig [en línea], Wikipedia, La enciclopedia libre, actualizado el 4-05/2015 18:39 UTC. [acceso el 10/06/2015]. Disponible en: http://es.wikipedia.org/wiki/Ley_del_Mínimo_de_Liebig

7.5. DESARTICULACIÓN ENTRE METODOLOGÍAS, TÉCNICAS Y TECNOLOGÍA

Un indicio del anterior problema puede hallarse al realizar una sucinta revisión de la literatura habitualmente empleada en la enseñanza de la investigación social y compararla con la que trata los temas de MD en ingeniería de sistemas. Al analizar el tema de la operacionalización de variables en la investigación social, no se encuentran menciones a modelos / modelado de datos, y solo en pocos casos a modelos de procesamiento de información. Cuando se hace tal ejercicio, al observar el planteamiento de la operacionalización de la variable al ítem^(*) (la cadena variable, dimensión, indicadores e ítems o reactivos) no se encuentra correspondencia con aspectos del MD, por ejemplo las *entidades*, *atributos* y *dominios* de datos del modelo relacional (MREL)^(**).

Hay una inquietud en esta cuestión y es ¿cómo puede aprovecharse la tecnología en el procesamiento de información, modelada según los criterios de la investigación social, sin atender los requerimientos de MD de las herramientas tecnológicas con las cuáles puede o debe ser procesada? Emergen, al menos, dos respuestas probables a este asunto: i) Considerar que existe un recurso tecnológico que proveerá la solución adecuada^(***), aunque se desconozcan las características

(*) vgr. véase el tema respectivo en: HERNÁNDEZ, Roberto *et al.* Metodología de la investigación. México: McGraw – Hill / Interamericana Editores, 2010. p. 211 y ss.

(**) “El modelo relacional se basa en un conjunto de principios matemáticos que surgen fundamentalmente de la teoría de conjuntos y la lógica de predicados, aplicados originalmente, en el campo de modelado de datos, a finales de los años sesenta por el Dr. E.F. Codd. Define la forma en que se pueden representar los datos (estructura), protegerlos (integridad) y realizar operaciones sobre ellos (manipulación de datos)”. En: RIORDAN, R. Op. cit. p. 8. (Ver El modelo relacional, en el numeral 9.7 de este documento).

(***) El autor de este trabajo ha verificado en varias ocasiones cierto tipo de optimismo poco fundamentado por parte de directivos de proyectos e investigadores sociales frente a las posibilidades de procesamiento que proveen programas como ATLAS-Ti para la investigación cualitativa. Otro caso frecuentemente observado es el de encuestas en las que luego no se puede filtrar o cruzar información entre diferentes tipos de instrumentos, debido a la inexistencia de campos que sirvan de enlace adecuado entre aquellos (claves foráneas en el lenguaje relacional de BD). Aquí el problema también podría ser procesar un problema relativamente sencillo con una herramienta pensada para situaciones de mayor complejidad.

de dicho recurso – podría denominarse un escenario optimista –; ii) Emplear una tecnología de generación anterior^(*), que podría encuadrarse en un escenario pesimista, es decir, considerar en cualquier caso que el uso de tecnología más sofisticada solo complejizará la solución. El primer caso puede relacionarse con la consideración de un pensamiento mágico referido a la tecnología, que a la postre puede conllevar una alta dependencia de soluciones sofisticadas o de participación de especialistas, ambas, situaciones de alto costo. El segundo caso conlleva un elemento de ineficiencia, que puede mutar en ineficacia por la pérdida de oportunidad o por las limitaciones del procesamiento en términos de su complejidad.

Por supuesto, esta inquietud parte de la consideración de una articulación necesaria entre tecnología y ciencia, incluso su eventual traslapamiento, como lo plantean Gibbons *et al.*²⁵⁰ y otros autores.

Arthur C. Clarke, el autor de *2001 una Odisea del Espacio*, planteó en su tercera ley sobre la ciencia que “cualquier tecnología lo suficientemente avanzada es indistinguible de la magia”²⁵¹. Una postura crítica en relación con el uso de la tecnología implica reconocer los modelos o presupuestos subyacentes a su diseño –reconocimiento de que estos no son neutrales–, y contar con herramientas conceptuales para su deconstrucción y aprovechamiento.

(*) Un ejemplo, para ilustrar casos extremos, sería el de emplear una calculadora científica convencional en lugar de un software de análisis estadístico para el procesamiento de datos de un instrumento cuantitativo. Efectivamente, hay una curva y costo de aprendizaje en la solución más avanzada que puede no compensar el cambio de tecnología para un ejercicio particular. Postura que de alguna manera se refuerza con la idea de la propia obsolescencia de las soluciones frente a ofertas mejoradas de nuevos proveedores o por la evolución de versiones. Sin embargo, lo que está en juego no es únicamente las características de procesamiento (el valor agregado o diferencial que puede haber entre soluciones que emplean una misma tecnología) sino la lógica misma de procesamiento, que cambia cuando se introducen innovaciones tecnológicas radicales. En esta dinámica, no estar al tanto de tales cambios implica ampliar la brecha tecnológica respecto a quienes se mantienen actualizados.

²⁵⁰ GIBBONS, M. *et al.* op. cit.

²⁵¹ Citado por: SCHUSCHNY, A. op. cit. p. 258.

7.6. ACERCAMIENTO Y PUNTOS DE ARTICULACIÓN CON LA GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO

Previamente se ha establecido la necesaria articulación entre GI y GC^(*) y la estrecha relación entre estos procesos y las TI. Siguiendo el estilo del hacer transdisciplinar y del NMC, pueden identificarse proximidades entre la GC y el TS, para facilitar la articulación de lo tecnológico al quehacer de la profesión. Sin duda, en la investigación y en la gestión de proyectos se avanza en tal dirección, pues se trata de actividades comunes a muchas disciplinas.

Un tipo de práctica menos común en el ámbito de otras profesiones y ampliamente reconocida al interior del TS es la sistematización de experiencias. Las afinidades entre la GC y la sistematización de experiencias, en tanto ambas son prácticas situadas y procesos de reflexión desde la acción, pueden ser una vía para transitar las articulaciones tecnoinformáticas de la primera hacia la segunda, y las comprensiones político-sociales del TS hacia la GC.

Los aportes teóricos de Donald Schön apuntan a tender puentes entre los dos procesos, identificando un *lugar epistemológico* común en un *sistema de ciencia y tecnología de lo social*²⁵². Al respecto, afirma que “cuando las teorías y las técnicas basadas en la investigación son inaplicables, el profesional no puede reivindicar legítimamente el ser un experto, sino solamente el estar especialmente bien preparado para la reflexión desde la acción”²⁵³. Fantova indica que “ese es el lugar

(*) Ver numeral 1.4.4 y siguientes.

²⁵² FANTOVA, Fernando. La sistematización como herramienta de gestión [documento en línea]. Bilbao: 2003, ALBOAN (publicador). p. 10 [acceso 14-06/2015]. Disponible en: <http://www.alboan.org/archivos/330.pdf>

²⁵³ SCHÖN, Donald. El profesional reflexivo: Cómo piensan los profesionales cuando actúan. Barcelona: Paidós, 1998. p. 301

epistemológico de la práctica situada y de la reflexión desde la acción en un sistema de ciencia y tecnología de lo social”²⁵⁴.

Aramburu plantea que “en la Organización Inteligente no se procede solamente al perfeccionamiento de los ‘modelos mentales’^(*) imperantes, sino que además se acomete el cuestionamiento y modificación de los mismos”²⁵⁵; es una línea concomitante con el sentido crítico de la sistematización.

Fantova especifica tal posibilidad de articulación, identificando el lugar y relaciones entre la sistematización de experiencias y la gestión del conocimiento:

Ciertamente el terreno de la gestión del aprendizaje o de la gestión del conocimiento parece especialmente abonado para la práctica y la incorporación de las aportaciones de la sistematización [...] especialmente atenta a lo relacional y lo participativo, a lo humano y lo popular, a lo informal y lo cultural, frente a versiones más frías, virtuales, informatizadas o economicistas del asunto [...]

En sentido contrario quizá la sistematización podría contagiarse del mayor uso de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación que se observa en las propuestas al uso en materia de gestión del conocimiento [...]. Esta no proporciona simplemente unas herramientas para gestionar el conocimiento y, por otra parte, mantener intacto el resto de procesos de gestión que veníamos realizando sino que nos puede permitir **reinventar nuestras organizaciones y redes ayudándoles a aprovechar las oportunidades y enfrentar los retos que tienen ante sí** [resaltado propio].²⁵⁶

Desde la reinención de los espacios de práctica social y profesional, impactados por las TIC, se plantea la renovación de roles del trabajador social, que es también

²⁵⁴ FANTOVA, Fernando. op. cit.

(*) “Los modelos mentales son asunciones o esquemas de pensamiento que modelan los actos de los miembros de una organización, denominadas por Argyris y Schön *teorías en uso*”. En: ARAMBURU, Nekane. El estudio del aprendizaje organizativo en la década de los años noventa [documento en línea]. p. 2 [acceso el 11/06/2015]. Disponible en: http://personales.upv.es/rmengod/itio/word/articulo_nekane.doc.

²⁵⁵ ARAMBURU, N. op. cit.

²⁵⁶ FANTOVA, F. op. cit.

un llamado a renovar metodologías, en tanto las TI potencian capacidades para abordar la complejidad y la GC apunta a la sostenibilidad basada en el aprendizaje:

Tanto desde la sistematización como desde la gestión debemos posiblemente reflexionar más sobre los cambios que están produciéndose en una sociedad en la que, por ejemplo, obtener, producir, almacenar, conservar, manipular, utilizar, procesar, transformar, compartir y transmitir información resulta infinitamente más fácil y menos costoso que hace muy poco tiempo [...] Posiblemente tanto la sistematización como la gestión están llamadas también a reinventarse en ese contexto intentando siempre producir y reproducir en las personas, organizaciones y redes la **capacidad de comprender entornos complejos, la capacidad de estructurarse de forma sostenible y la capacidad de autorregularse. Y la capacidad de aprender a aprender** [resaltado propio].²⁵⁷

7.7. ORIENTARSE HACIA LA TRANSDISCIPLINARIEDAD

Las barreras de comunicación interdisciplinar develan la incompreensión hacia el otro, excluido de la perspectiva propia; y, sin embargo, en los ámbitos laborales y académicos se espera, o se pretende, establecer una interlocución válida entre profesiones con fines inmediatos, medios y contextos de desempeño disímiles; posiblemente también con motivaciones muy diferentes entre los profesionales de uno u otro campo. Condicionamiento que se hace extensible a otros ámbitos y temáticas implícitas en la interacción, lo social, político, cultural, religioso, etc., frente a los cuales se considera “profesional” o deseable en el relacionamiento su abstracción, que debe entenderse como negación, invisibilización u ocultamiento.

La actitud transdisciplinar plantea la superación de esta situación. Al respecto Nicolescu afirma:

El lenguaje transdisciplinario se fundamenta en *la inclusión del tercero, que se encuentra siempre entre el ‘por qué’ y el ‘cómo’, entre el ‘Quién’ y el ‘Qué’*; es una inclusión tanto teórica como experimental [...] [que] asegura la calidad *presencial* de aquél o de aquella, que permite la relación auténtica con el Otro, en el respeto de lo más profundo del Otro [...] la comunicación es, en primera instancia, la correspondencia de los justos lugares en mí mismo y en el Otro, y

²⁵⁷ Ibid.

el rigor constituye también la búsqueda del justo lugar en mí mismo y en el Otro en el momento de la comunicación [...] ²⁵⁸

Superar el abismo de comunicación insta la búsqueda de rigor transdisciplinar en el relacionamiento:

[...] El rigor de la transdisciplinariedad tiene la misma naturaleza que el rigor científico, pero los lenguajes son diferentes. Se podría incluso afirmar que el rigor de la transdisciplinariedad es una profundización del rigor científico, en la medida en que tiene en cuenta no sólo las cosas sino también los seres y su relación con otros seres y con las cosas. Tener en cuenta todos los datos presentes en una situación dada caracteriza dicho rigor [subrayado propio]. ²⁵⁹

Tener presente al otro, todos los datos de la situación, se traduce necesariamente en una actitud de apertura que, “comporta la aceptación de lo desconocido, de lo inesperado y de lo imprevisible... que, en un momento dado de la Historia, se transforman en conocido, esperado y previsible” ²⁶⁰.

En este trabajo, la actitud transdisciplinar da sentido a la búsqueda de marcos y recursos para el entendimiento en las fronteras interdisciplinares, para asumirla como una tarea propia del quehacer profesional y no como externalidades impuestas por el contexto tecnológico y el mercado laboral.

7.8. UN “GIRO” LINGÜÍSTICO

Aquí es pertinente plantear el problema del trabajo interdisciplinar desde una perspectiva habermasiana:

Dado que el paso del pensamiento al lenguaje implica coordinar la acción con otros, existen dos posibilidades: i) La instrumentalización o condicionamiento del comportamiento del otro en función del éxito propio o acción estratégica, o ii) Mediante acciones comunicativas.

²⁵⁸ NICOLESCU, B. Op. cit. p. 87.

²⁵⁹ ibid. p. 88.

²⁶⁰ ibid.

Desde el punto de vista de la comunicación, las acciones estratégicas se identifican con actos perlocucionarios, que solo puede perseguirlos el hablante cuando logra ocultar a su interlocutor que está actuando estratégicamente, y por tanto el oyente no puede tomar una postura en relación con los fines no declarados del hablante, ni tampoco basado en razones frente a los imperativos de aquel.

En oposición a las acciones estratégicas puede hablarse de acciones comunicativas cuando los planes de acción no se coordinan a través del cálculo egocéntrico de resultados sino mediante actos de entendimiento, es decir mediante la obtención de acuerdos entre sujetos lingüística e interactivamente competentes [subrayado propio]; interacción en la que los participantes armonizan entre sí sus planes individuales de acción y en los que los actos de habla son susceptibles de crítica.²⁶¹

Pero, ¿qué puede implicar ser *lingüística e interactivamente competentes* en un contexto de trabajo interdisciplinario para el desarrollo de procesos y herramientas de información? En situaciones similares, en diversos campos, se ha recurrido al uso de *lenguajes intermedios*^(*), *auxiliares o artificiales*; en este caso, con el propósito que pueda ser interpretado fácilmente en términos de los dominios conceptuales propios de cada disciplina. Tal lenguaje está relacionado con los procesos de modelado en sentido amplio e incluye, entre otros posibles dominios teóricos, la lógica, la matemática discreta, la semiología y la semántica.

Si se asume que los profesionales de disciplinas situadas en dominios temáticos muy distintos pueden constituir en cierto modo, los unos respecto a los otros,

²⁶¹ HABERMAS, Jürgen. Teoría de la Acción Comunicativa, I: Racionalidad de la acción y racionalidad social. Madrid: Grupo Santillana de Ediciones, 1999. Citado por: PLATA, Jesús. El lugar y las miradas desde los cuales se “lee” el contexto: reflexión en torno a dos metáforas teológicas. Conferencia en: DIPLOMADO EN HERRAMIENTAS DE ACOMPAÑAMIENTO PSICOSOCIAL A VÍCTIMAS DE LA VIOLENCIA POLÍTICA. 20, mayo, 2011: Medellín. p. 7.

(*) Se utiliza aquí el concepto de *lenguaje intermedio* por analogía a su uso en ciencias de la computación, es decir, un código independiente del tipo de procesador que permite representar procedimientos y estructuras de datos, que sirven como entrada para su procesamiento entre lenguajes de distinto nivel de abstracción y características.

comunidades lingüísticas diferenciadas, cabría aquí una analogía con la mediación lingüística^(*), del contexto de los estudios interpretativos y de lenguas:

Al entrar en contacto individuos o comunidades lingüísticas que llevan consigo rasgos culturales e idiosincrásicos específicos y peculiares pueden surgir malentendidos, equivocaciones y, en última instancia, conflictos que encuentran su fundamento en los contrastes no solo lingüísticos sino también y sobre todo de índole pragmática.²⁶²

Tal sería el caso, por ejemplo, de los conflictos que pueden desprenderse de la comprensión diferente de problemas sociopolíticos, considerando el análisis técnico-profesional de un trabajador social y el sentido común de algún profesional de ingeniería. Si bien la mediación lingüística se refiere al rol de una tercera persona, interesa en esta analogía evidenciar la necesidad de tal mediación, que en este caso se lleva a cabo por una de las partes, empleando un lenguaje que contribuye a una interpretación más precisa por la otra.

Lo contrario puede conllevar un tipo de acción estratégica donde los sujetos no visibilizan, ocultan o niegan su incompetencia para comprender el discurso del otro, reduciéndolo en función de las propias categorías e intereses. Reduccionismo que puede conducir a que las materializaciones del conocimiento (instrumentos, herramientas) sean diseñadas con una lógica y empleadas con otra diferente.

(*) “Por mediación lingüística se entiende un diálogo entre dos interlocutores de lenguas distintas, que se hace posible gracias a la presencia de un mediador/intérprete: es, de hecho, un “triálogo”. Para que esta proceso sea eficaz, el mediador / intérprete debe poseer y ser capaz de implementar habilidades lingüísticas y culturales tales que favorezcan y promuevan la comunicación entre los hablantes, que va más allá de la simple transferencia de palabras de un código lingüístico a otro” [traducción libre del italiano]. En: COTTA-RAMUSINO, L. “La mediazione linguistica orale tra didattica e professione”. En: RUSSO, Mariachiara; MACK, Gabriele (Eds.), Interpretazione di Trattativa. La mediazione linguistico-culturale nel contesto formativo e professionale. Milán: Hoepli, 2005, p. 56. Citado por: TROVATO, Giuseppe. La mediación lingüística y cultural: algunas observaciones acerca de su complejidad conceptual y su colocación en el contexto universitario italiano [en línea]. En: Tejuelo, 2015, Vol. 21, No. 1, p. 69 [recuperado el 18/07/2015]. Disponible en: <http://m.redined.mecd.gob.es/xmlui/bitstream/handle/11162/108884/Tejuelo%2021-4.pdf>

²⁶² TROVATO, G. Op. cit. p. 67.

En consecuencia, el MD, en tanto parte de la matemática discreta aplicada a la informática, es tratado en este trabajo como el aprendizaje básico de un lenguaje formalizado más amplio necesario para el trabajo interdisciplinar –en el marco del diálogo de saberes en la SC – al cual debe abrirse un espacio entre los profesionales de las ciencias y disciplinas sociales.

Esta cuestión de la **necesidad de lenguajes apropiados a la comprensión del dato**, como objeto de estudio, responde a una vieja cuestión de la metodología de la ciencia. Geymonat planteó en su momento, que “el instrumento con que los metodólogos más modernos libraron la lucha [contra el pensamiento metafísico y los conceptos absolutos] consistió, sobre todo, en el análisis preciso y muy riguroso del lenguaje empleado para expresar los diversos problemas”²⁶³.

7.9. LAS RELACIONES DE PODER INTERDISCIPLINAR Y EL LUGAR DE LO SOCIAL

Si las tecnologías de la información constituyen un elemento fundamental de la dinámica del poder en la SC, se trata de procurar un mayor equilibrio en el relacionamiento con los expertos en el tema. Al respecto, Sotolongo y Delgado nos recuerdan que

Michel Foucault ha argumentado extensamente acerca del poder-disciplinario, ese usufructo de las desiguales-circunstancias en favor-de-algunos (los especialistas de una u otra disciplina) y en desfavor- de-otros (los no pertenecientes a las mismas), que ha caracterizado, y sigue caracterizando, al ejercicio de los saberes disciplinarios... Tales conformaciones (prácticas) de saber-poder-disciplinario han sido –y lo son aún– uno de los principales obstáculos para el diálogo multi, inter y transdisciplinario.²⁶⁴

²⁶³ GEYMONAT, L. Op. cit. p. 59

²⁶⁴ SOTOLONGO, Pedro; DELGADO, Carlos. La revolución contemporánea del saber y la complejidad social: Hacia unas ciencias sociales de nuevo tipo. Buenos Aires: Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales - CLACSO, 2006. p. 69[acceso 12-06/2015]. Disponible en: <http://www.paginaspersonales.unam.mx/files/266/sotolongo.pdf>

En tal sentido, al existir relaciones de exclusión o subordinación en torno al conocimiento, no es posible el diálogo de saberes y, en general, un trabajo colaborativo auténtico. Por tanto, se trata de procurar mayor posicionamiento y reconocimiento social como *trabajadores del conocimiento*.

Es una forma de encuadrar el lugar de lo social que supere la concepción metafísica de esta idea en el Trabajo Social, de cara al escenario de la sociedad informacional:

En el propio ideario profesional se resalta la postura de la posición del quehacer del trabajador social como un lugar privilegiado por el hecho de compartir una cercanía con las personas, una cierta visión desde dentro de los problemas. Más aún, en diversos períodos políticos y distintas perspectivas conceptuales se ha valorado casi irreductiblemente la idea que un buen asistente social es el que *está ahí, en su lugar*, en el terreno mismo; como diría una sentencia del sentido común en *el lugar de los hechos*. Sin embargo, esa situación de proximidad contingente no basta por sí misma para asegurar un buen desempeño profesional. Incluso, en cierto sentido, si esa asignación conforma un sentido privilegiado y totalizante puede ser uno de los mayores obstáculos internos para una buena comprensión e intervención en lo social.²⁶⁵

Del mismo modo, apuntar a la superación de concepciones binarias de lo social, en este caso por oposición a la tecnología, *mundo de los objetos*, en contraste con el *mundo de los sujetos* propio de lo social. Al respecto, Teresa Matus agrega:

[las concepciones binarias de lo social] se vuelve un serio obstáculo epistemológico para lograr entender y más aún intervenir en las contradicciones de las nuevas configuraciones de lo social donde se requiere de una atención especial a los matices, a los sesgos, a las negociaciones, las parcerías, las formas de cálculo dentro de lo social, en fin, del reemplazo de esa lógica binaria que Horkheimer denominó como teoría tradicional por perspectivas polisemióticas, polifónicas, críticas [subrayado propio].²⁶⁶

²⁶⁵ MATUS, Teresa. Modernidad, globalización y exclusión social: desafíos de una intervención social de fin de siglo [en línea]. En: Congreso latinoamericano de Trabajo Social. 1998: Santiago de Chile. p. 28 [recuperado el 11/06/2015]. Disponible en: http://aprendeenlinea.udea.edu.co/lms/moodle/file.php/177/Documentos_Sugeridos_II/Modernidad_Globalizaci_n_y_Exclusi_n_Social_-_Teresa_Matus.doc

²⁶⁶ ibid. p. 29.

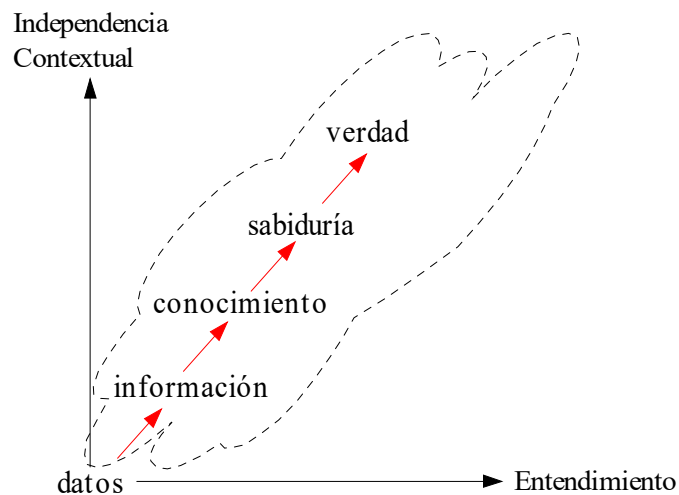
8. GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO Y GESTIÓN DE INFORMACIÓN

Quando se descubrió que la información era un negocio, la verdad dejó de ser importante.
Ryszard Kapuściński

8.1. LA CADENA INFORMACIONAL

Datos, información y conocimiento no son conceptos equivalentes, el paso de unos a otros implica diferencias cualitativas que exigen algún tipo de procesamiento. Niel Fleming²⁶⁷ plantea una cadena informacional que va de los datos a la verdad, en la cual la aproximación a la verdad está dada por mayores niveles de independencia contextual y entendimiento (ver Figura 15 y Cuadro 11).

Figura 15. Relaciones entre los componentes de la cadena informacional



FUENTE: PAVEZ, Alejandro. Modelo de implantación de gestión del conocimiento y tecnologías de información para la generación de ventajas competitivas. p. 13.

²⁶⁷ Citado por: PAVEZ, Alejandro. Modelo de implantación de gestión del conocimiento y tecnologías de información para la generación de ventajas competitivas. Memoria para optar al título de Ingeniero Civil Informático. Valparaíso: Universidad Técnica Federico Santa María, 2000. p. 13

Cuadro 11. Definición de los componentes de la cadena informacional

Dato	Es un punto en el espacio y en el tiempo el cual no cuenta con referencias espaciales y temporales.
Información	Una colección de datos no es información. Las piezas de datos representan información de acuerdo a la medida de asociación existente entre ellos, lo cual permite generar discernimiento en torno a ellas. Representa el cuál, el quién, el cuándo y el dónde.
Conocimiento	Una colección de información no es conocimiento. Mientras que la información entrega las asociaciones necesarias para entender los datos, el conocimiento provee el fundamento de cómo cambian (en el caso que lo hagan). Esto claramente puede ser visto como patrones de comportamiento contextualizados, es decir una relación de relaciones. Representa el cómo.
Sabiduría	La sabiduría abarca los principios fundacionales responsables de los patrones que representan el conocimiento. Representa el porqué.
Verdad	La totalidad de los factores de sabiduría y sus relaciones. Representa el ser.

FUENTE: PAVEZ, Alejandro. Modelo de implantación de gestión del conocimiento y tecnologías de información para la generación de ventajas competitivas. p. 13.

8.2. GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO (GC)

8.2.1. Algunos presupuestos para la GC. Al ser el conocimiento fuente de valor en los procesos de innovación, la producción y conservación del mismo deja de ser un rol exclusivo de la academia, se fortalecen la I&D en las organizaciones y emerge un nuevo campo de la administración: la gerencia y gestión del conocimiento.

La GC plantea cambios en los paradigmas organizacionales al considerar que “la principal fuente de ventaja competitiva de una organización es el stock de conocimiento que posee”²⁶⁸.

En tal sentido, de acuerdo con Aramburu²⁶⁹, las organizaciones pueden desarrollar la capacidad de aprender, como principal fuente de valor de aquellas, la

²⁶⁸ MUÑOZ, B. y RIVEROLA, J. op. cit p. 16.

²⁶⁹ ARAMBURU N. Op. cit. p. 2-3.

denominada por Peter Senge²⁷⁰ *quinta disciplina*, referida al pensamiento sistémico, que permite la integración del aprendizaje en equipo, la visión compartida, los modelos mentales y el dominio personal para la construcción de organizaciones inteligentes.

El principal factor que permite operar la transformación en los procesos es el conocimiento, más aun considerando que el estado inicial de cosas se da como *conocimiento de ese estado*; así pues, la visión de procesos supone la existencia de un agente conocedor, decisor y ejecutor (en principio, un agente humano).

Hay aquí dos ideas implícitas:

- i. No existe correspondencia directa entre realidad, conocimiento y acción, en tanto la realidad es indeterminada. Este problema no se resuelve delimitando el campo de intervención de la realidad a una parte de aquella, pues se trataría de un subconjunto igualmente indeterminado y menos predecible que asumir la realidad holísticamente. En consecuencia, las intervenciones (finalidades, métodos, instrumentos, herramientas) se conciben *desde un modelo de realidad*, formal o informal, explícito o implícito.
- ii. El conocimiento existe a través de ciertas estructuras que lo contienen; es decir, se encuentra codificado en estas estructuras. Los tipos de estructuras del conocimiento identificados por Muñoz-Seca y Riverola²⁷¹ son: las representaciones simbólicas, las cajas negras y los procesos.

²⁷⁰ SENGE, Peter. La quinta disciplina: el arte y la práctica de la organización abierta al aprendizaje. Buenos Aires: Granica, 2005. 496 p.

²⁷¹ MUÑOZ-SECA, B.; RIVEROLA, J. op. cit. p. 23.

8.2.2. Estructuras del conocimiento. Las *representaciones simbólicas* son fundamentalmente las estructuras que codifican el conocimiento mediante lenguajes intermedios, que pueden ser accedidas por cualquiera que conozca el lenguaje. Ejemplos: La música, las matemáticas o cualquier material de contenido literario.

Las *cajas negras* son conocimiento codificado en forma de artefactos, productos o herramientas en los cuales prima su valor de uso. Es una herramienta para resolver problemas o soluciones encapsuladas. Ejemplos: Un instrumento musical, un taladro, un detergente. Puede no tenerse idea acerca de cómo está construido un taladro internamente, pero se sabe cómo usarlo. Obtener el conocimiento codificado en las cajas negras requiere la aplicación de procedimientos de ingeniería inversa^(*). En el caso del instrumento musical algunas herramientas y conocimientos de acústica; en el del taladro un destornillador y conocimientos de electricidad y mecánica; y en el caso del detergente equipo de laboratorio y conocimientos de química. En todos los casos los instrumentos de medición propios de cada ciencia.

En términos generales, un *proceso* es una serie de actividades interrelacionadas orientadas hacia algún propósito. En un proceso siempre existe un “input” (Entrada) o estado inicial de cosas que es transformado sucesivamente para obtener un “output” (Salida) o resultado. Se dice que es un conjunto de actividades y no de acciones ni sucesos, para señalar el carácter intencional y predeterminado de las operaciones. De esta forma, podría definirse mejor un proceso como *el conjunto de actividades interrelacionadas que permite, mediante una secuencia de operaciones previamente establecida, transformar cierto estado de la realidad en un resultado*

(*) La ingeniería inversa se utiliza para conocer aspectos no evidentes del diseño o elaboración de un producto, tales como los materiales de que está hecho, mecanismos de funcionamiento o el proceso de fabricación, mediante su desarmado o descomposición, de manera que permita elaborar modelos o copias del objeto estudiado.

esperado. El conocimiento de un proceso está contenido en su descripción, necesaria para su ejecución.

8.2.3. Sistematización del conocimiento. A las formas tradicionales de producción del conocimiento en las organizaciones (investigación científica y tecnológica, investigación del entorno, investigación histórica, gestión de proyectos, mejora continua, y diseño de metodologías organizacionales)²⁷², la GC incorpora con interés particular la sistematización del conocimiento.

Valencia propone entender esta sistematización como “la capacidad empresarial de organizar los diversos productos del conocimiento, estructurarlos y disponerlos para su consulta y acceso por los miembros de la organización y otras partes interesadas, mediante la aplicación de metodologías y herramientas tecnológicas”²⁷³.

8.2.4. Definición de GC. Con lo expuesto hasta el momento, puede enmarcarse una definición de GC:

La gestión del conocimiento se entiende como el proceso sistemático de detectar, seleccionar, organizar, filtrar, presentar y usar la información por parte de los participantes de la organización, con el objeto de explotar cooperativamente los recursos de conocimiento basados en el capital intelectual propio de las organizaciones, orientados a potenciar las competencias organizacionales y la generación de valor.²⁷⁴

Nonaka y Takeuchi²⁷⁵ plantean un ciclo de GC que identifica la interacción entre conocimiento tácito y explícito en la transformación del conocimiento mediante la

²⁷² ATEHORTÚA, Federico. Producir conocimiento. En: ATEHORTÚA, F. *et al.* Op. cit. p. 79-96.

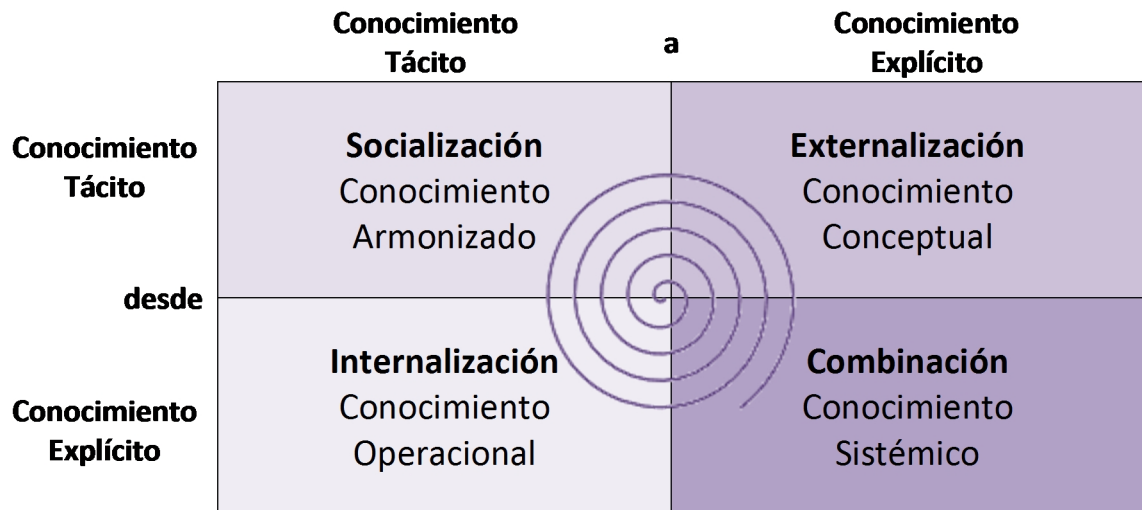
²⁷³ VALENCIA, Jorge. Sistematizar el conocimiento. En: ATEHORTÚA, F. *et al.* Op. cit. p. 117.

²⁷⁴ PAVEZ, Alejandro. Modelo de implantación de gestión del conocimiento y tecnologías de información para la generación de ventajas competitivas. Memoria para optar al título de Ingeniero Civil Informático. Valparaíso: Universidad Técnica Federico Santa María, 2000. p. 21

²⁷⁵ NONAKA, Ikujiro; TAKEHUCHI, Hirotaka, La organización creadora de conocimiento: Cómo las compañías japonesas crean la dinámica de la innovación. México: Oxford University Press, 1999. pp. 66 – 81.

internalización, socialización, externalización y combinación (ver Figura 16). El conocimiento tácito es el que se encuentra únicamente en la mente de las personas, mientras el conocimiento explícito se encuentra, además, documentado, o existe en otras materializaciones de conocimiento.

Figura 16. Formas de conversión del conocimiento y contenido de cada forma



FUENTE: adaptado de NONAKA, Ikujiro; TAKEHUCHI, Hirotaka, La organización creadora de conocimiento. pp. 79 - 80.

Esta espiral del conocimiento parte de la creación de un campo de interacción entre los individuos, quienes mediante el diálogo comparten experiencias y modelos mentales y buscan a través de la reflexión colectiva significados que permitan su armonización²⁷⁶. Los conceptos emergentes, combinados y puestos en el contexto de la organización generan conocimiento sistémico, fuente de innovación y mejoramiento, que, interiorizado por el individuo, se transforma en conocimiento operacional²⁷⁷.

²⁷⁶ Ibid. p. 78

²⁷⁷ Ibid.

J.J. Goñi²⁷⁸ distingue la *gestión del conocimiento* de la *gestión por el conocimiento*. En la primera, se trata de la consideración del conocimiento como “otro recurso más a desarrollar y controlar”²⁷⁹, mientras que la segunda es “la diferenciación, basada en el conocimiento y en un desarrollo progresivo de este sobre ciertas competencias genéricas o técnicas”²⁸⁰, relacionada con el aprendizaje organizacional. En las organizaciones dedicadas a la producción de intangibles, tal distinción es difusa.

8.3. GESTIÓN DE INFORMACIÓN (GI)

En los procesos de información intervienen tres componentes, el humano, el tecnológico y el organizacional, a partir de los cuales se definen tres niveles de semiótica. Los datos, procesados por un individuo o por una máquina, corresponden al nivel de sintaxis. La interpretación de los datos en un contexto determinado genera información, que corresponde al nivel semántico. Finalmente, cuando la información es valorada en función de su utilidad o aplicación concreta se transforma en conocimiento, que corresponde al nivel pragmático²⁸¹ (ver Cuadro 12).

Cuadro 12. Niveles semióticos de los procesos de información

Nivel de complejidad	Actividad	Nivel semiótico
Datos	Procesamiento de datos	Nivel de Sintaxis
Información	Interpretación	Nivel Semántico
Conocimiento	Valoración y aplicación	Nivel Pragmático

FUENTE: con base en COLABORADORES DE WIKIPEDIA. Sistema de información.

²⁷⁸ GOÑI, Juan José. Talento, tecnología y tiempo: Los pilares de un progreso consciente para elegir un futuro [libro electrónico]. Ediciones Díaz de Santos, 2008. p. 118.

²⁷⁹ Ibid. p. 119.

²⁸⁰ Ibid. p. 118.

²⁸¹ COLABORADORES DE WIKIPEDIA. Sistema de información [en línea], Wikipedia, La enciclopedia libre, actualizado el 21 de octubre del 2015, 14:20 UTC. [acceso el 21-10-2015]. Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_informaci%C3%B3n

La GI puede entenderse como el conjunto de procesos que permiten obtener y aprovechar la información, hacer un uso adecuado de aquella y de los recursos empleados en tales procesos. Lo anterior presupone que:

- La información se puede obtener mediante diferentes tipos de procesos, o donde intervienen diferentes tipos de procesos: cognitivos (percepción, análisis, interpretación), transaccionales (comunicación, compra) y tecnológicos (TIC).
- La información es un bien valioso. Un uso inadecuado de la información podría afectar su valor.
- La referencia al uso adecuado de la información indica que es fuente potencial de conflictos. Por tanto, es indispensable definir su contexto de aplicación y puede ser necesario, en ciertos casos, controlar su producción, accesibilidad o distribución.
- La GI tiene un carácter intencional y práctico. Implica definir las características de aquello que se quiere obtener, en función de objetivos determinados.
- Gestionar la información genera costos.

Por tanto, la GI se plantea en términos de calidad y costo de la misma.

Gómez y Suárez²⁸² establecen las características deseables de la información en relación a su utilidad para la toma de decisiones:

- [i] **Exactitud:** la información ha de ser precisa y libre de errores.
- [ii] **Compleitud:** la información debe contener todos aquellos hechos que pudieran ser importantes para la persona que la va a utilizar.
- [iii] **Economicidad:** el coste en que se debe incurrir para obtener la información debería ser menor que el beneficio proporcionado por ésta a la organización.

²⁸² GÓMEZ VIEITES, Álvaro; SUÁREZ REY, Carlos. Sistemas de información: Herramientas prácticas para la gestión. México: Alfaomega, 2010. p. 35.

- [iv] **Confianza:** para dar crédito a la información obtenida, se ha de garantizar tanto la calidad de los datos utilizados, como la de las fuentes de información.
- [v] **Relevancia:** la información ha de ser útil para la toma de decisiones. En este sentido, conviene evitar todos aquellos hechos que sean superfluos o que no aporten ningún valor.
- [vi] **Nivel de detalle:** la información debería presentar el nivel de detalle indicado a la decisión que se destina. Se debe proporcionar con la presentación y el formato adecuados, para que resulte sencilla y fácil de manejar.
- [vii] **Oportunidad** se debe entregar la información a la persona que corresponde y en el momento en que esta la necesita para poder tomar una decisión.
- [viii] **Verificabilidad:** la información ha de poder ser contrastada y comprobada en todo momento.²⁸³

O'Brien y Marakas²⁸⁴ organizan estas y otras características en tres dimensiones, tiempo, contenido y forma, como se muestra en la Figura 17.

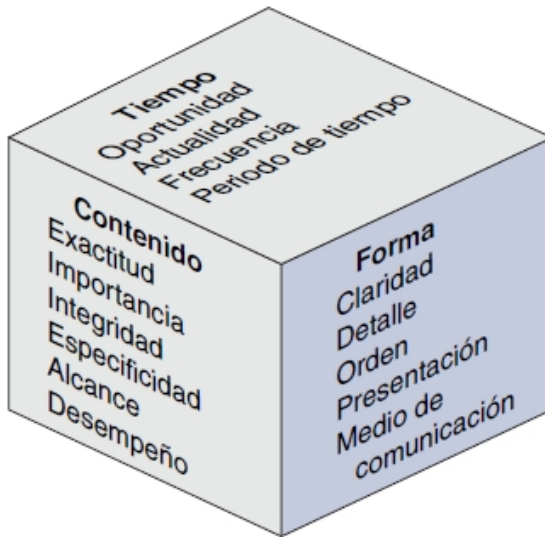
Además de las anteriores características, es importante considerar otras dos, relacionadas con la GI: la **seguridad de la información**, referida a su integridad, confidencialidad y disposición final. Y la **trazabilidad**, entendida como “la capacidad de rastrear la historia, aplicación o localización de una entidad (actividad, proceso, producto, organización, persona) por medio de información almacenada en registros”²⁸⁵. La trazabilidad, en cualquiera de sus sentidos, depende de la GI, y la propia información puede ser objeto de trazabilidad, al establecer el rastro o huella de la información en los procesos donde interviene, e identificar los procesos implicados en la transformación de la información.

²⁸³ Ibid. pp. 35-36

²⁸⁴ O'BRIEN, James A.; MARAKAS, George M. Sistemas de información gerencial. México: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA, 2006. p. 323.

²⁸⁵ GS1 COLOMBIA. Trazabilidad [en línea]. En: GS1 COLOMBIA [sitio web], Bogotá, 2015 [recuperado el 15/10/2015]. Disponible en: <http://www.gs1co.org/comunidad/proyectoseiniciativas/trazabilidad.aspx>

Figura 17. Dimensiones y atributos de la calidad de la información



Dimensión de tiempo	
Oportunidad	La información se debe proporcionar cuando sea necesaria.
Actualidad	La información debe estar actualizada cuando se proporcione.
Frecuencia	La información se debe proporcionar con la frecuencia necesaria.
Periodo de tiempo	Se puede proporcionar información referente a periodos de tiempo pasados, presentes y futuros.
Dimensión de contenido	
Exactitud	La información no debe presentar errores.
Importancia	La información debe relacionarse con las necesidades de información de un receptor específico para una situación específica.
Integridad	Se debe proporcionar toda la información necesaria.
Especificidad	Se debe proporcionar sólo la información necesaria.
Alcance	La información puede tener un alcance amplio o reducido o un enfoque interno o externo.
Desempeño	La información puede revelar el desempeño al medir las actividades realizadas, el progreso logrado o los recursos acumulados.
Dimensión de forma	
Claridad	La información se debe proporcionar de tal forma que sea fácil de entender.
Detalle	La información se debe proporcionar de modo detallado o resumido.
Orden	La información se puede ordenar en una secuencia predeterminada.
Presentación	La información se puede presentar en una forma narrativa, numérica, gráfica o de otro tipo.
Medio de comunicación	La información se puede proporcionar mediante documentos impresos en papel, presentaciones de video u otras vías.

FUENTE: O'BRIEN, James; MARAKAS, George. Sistemas de información gerencial. p. 323

La especificación de varias de las anteriores características plantea dificultades de tipo semántico, especialmente cuando se trata de obtener información para el análisis de problemas no triviales: ¿qué tan completa, exacta, relevante, económica o detallada debe ser la información en un caso particular? ¿Cómo se define eso? Responder a estas preguntas es parte de los objetivos de un SI.

8.3.1. El contexto de la información y el significado de dato. Dato, del latín datum, expresa lo que es dado, algo que se hace evidente u observable, independientemente de su significado. Sin embargo, el dato es algo construido, implica una decisión previa del observador acerca de lo que quiere observar, que va más allá de la percepción:

[...] si llegáramos a concluir que la organización de nuestra sensibilidad es tal que conforma íntimamente el producto del conocimiento, su estudio es de importancia fundamental en todo razonamiento epistemológico; y ya no podríamos continuar hablando de “recolección de datos” sino de su “construcción”. Si, por el contrario, esa estructura es anodina, su análisis es una pura competencia biológica o psicológica, que no tiene ninguna importancia para una adecuada teorización sobre el proceso cognitivo, y por lo tanto, al menos desde esta perspectiva, la referencia a la “recolección de los datos” es totalmente legítima: los datos existen y el investigador los toma.²⁸⁶ [...] el dato siempre es una cierta conformación imaginaria de lo real.²⁸⁷

Previamente se ha planteado la necesidad de un contexto para la interpretación de los datos y de la información. Un paquete de información como una totalidad encapsulada o como una caja negra es equivalente a un dato. Los elementos de un conjunto son datos de ese conjunto mientras se definan por la cualidad más abstracta que les es común. Por ejemplo, considérese el conjunto de documentos

²⁸⁶ SALTALAMACCHIA, Homero Rodolfo. Del proyecto al análisis: aportes a una investigación cualitativa socialmente útil [en línea]. Buenos Aires: el autor, 2005. p. 208 [recuperado el 15/06/2015]. Disponible en:

https://www.academia.edu/1984379/Del_proyecto_al_an%C3%A1lisis_Aportes_a_una_investigaci%C3%B3n_cualitativa_socialmente_%C3%BAtil_Tomo_1_SUJETOS_OBJETOS_Y_COMPLEJIDAD

²⁸⁷ Ibid. p. 215.

de un proyecto. El proyecto es la entidad principal que contiene unos objetos denominados documentos. Y cada documento posee unos atributos que lo diferencian de otros.

En relación con el proyecto, cada documento es un dato. Al contar la totalidad de documentos se obtiene información de un atributo del proyecto, precisamente la cantidad de documentos que posee, se genera información acerca del tamaño del conjunto (ver Figura 18).

Figura 18. Datos de la entidad proyecto

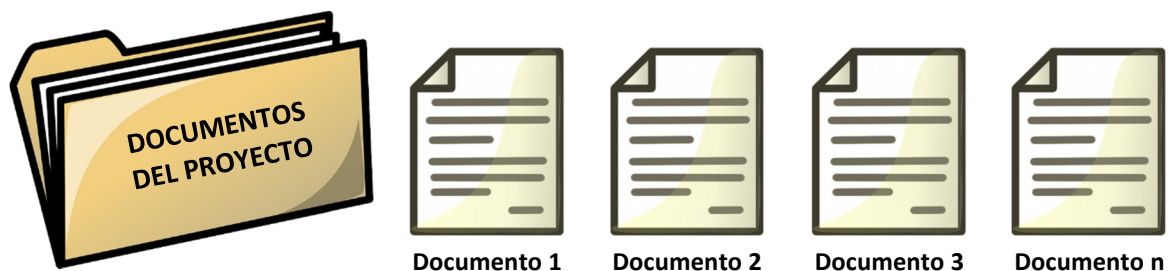
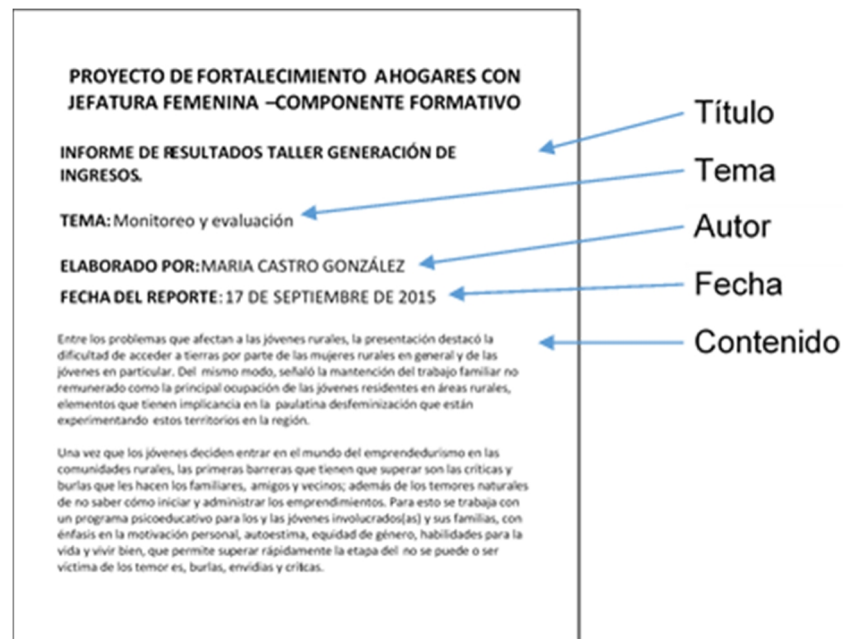


Figura 19. Datos de la entidad documento



Ahora, al identificar las características de cada documento (fecha, tema, contenido, extensión, autor, etc.), los datos se refieren a sus propiedades. Entonces, el contexto del *dato-documento* es el proyecto al cual pertenece, y el contexto de los datos-propiedades-del-documento es el objeto-documento al que se refieren los valores de tales propiedades (ver Figura 19).

El anterior ejemplo permite comprender, en primer lugar, que la delimitación acerca de qué es un dato y qué es información es relativa al contexto o conjunto a partir del cual se define: lo que en un contexto es un dato, en otro diferente es información. En segundo lugar, depende del nivel de complejidad del objeto sobre el cual se está informando, en función de las relaciones que establece con un conjunto, a partir de las propiedades del objeto y las que definen al conjunto. Así, a un objeto definido exclusivamente por una propiedad le corresponderá un solo tipo de dato referido a tal propiedad.

En el ejemplo dado, la propiedad “*es un documento*”, muestra una correspondencia unívoca entre el objeto y el dato, el dato es la información. Por el contrario, al considerar diferentes propiedades del objeto-documento (extensión, tema, autor, etc.), de una parte, se evidencia la desagregación del objeto a través de sus propiedades, cuyos valores conforman datos, y de otra, la información solo se genera en tanto tales valores se relacionan con los atributos respectivos, y estos con el objeto al cual hacen referencia. En este sentido, *el dato emerge como consecuencia de la descomposición o simplificación del objeto*.

Finalmente, la distinción entre dato e información es relativa al significado que tiene para un sujeto particular, es decir, en función de los intereses y capacidades de quien lo interpreta.

De esta forma, ***un dato es la representación de una característica de un objeto, fenómeno o evento cuya significación viene dada por el propio objeto, fenómeno o evento, por un contexto más amplio, o por el sujeto***. De manera elemental, el contexto puede entenderse como una delimitación espacio-temporal,

y en sentido más amplio como un universo de discurso. El contexto puede existir como parte del diseño de un proyecto, de un instrumento de investigación o gestión, o del SI; como información complementaria obtenida entre la captura de datos y su procesamiento; o hacer parte de la base de conocimiento del procesador, sea humano o artificial.

Varas se refiere al dato como “un registro discreto (no continuo) de hechos acerca de un fenómeno”²⁸⁸. Según O’Brien y Marakas, los datos son “**medidas objetivas de los atributos de las entidades (como personas, lugares, cosas y eventos)**”²⁸⁹ [resaltado propio]. Laudon y Laudon²⁹⁰ ofrecen una distinción práctica entre datos e información:

Por información nos referimos a los datos que se han modelado en una forma significativa y útil para los seres humanos. Por el contrario, los datos son flujos de elementos en bruto que representan los eventos que ocurren en las organizaciones o en el entorno físico antes de ordenarlos e interpretarlos en una forma que las personas puedan comprender y usar. ²⁹¹

De las definiciones del concepto de dato se infiere que es una medida y una representación simbólica. De manera más amplia se puede decir que el dato dimensiona una entidad, objeto o evento a través de una representación simbólica determinada, por lo cual es posible obtener diferentes tipos de datos de un mismo hecho o punto de referencia, en función del lenguaje o tipo de representación elegida, por ejemplo verbal, matemática, pictórica, etc.

²⁸⁸ VARAS, Marcela. Modelado de datos: Conceptos fundamentales [documento en línea]. Departamento de Ingeniería Informática y Ciencias de la Computación – Universidad de Concepción, 1999. p. 16 [acceso 13-06-2015]. Disponible en: http://asignaturas.inf.udec.cl/moddatos/public_html/apuntes/parte1-99.pdf

²⁸⁹ O’BRIEN, J.; MARAKAS, G. op. cit. p. 29.

²⁹⁰ LAUDON, Kenneth C.; LAUDON, Jane P. Sistemas de información gerencial. México: PEARSON EDUCACIÓN, 2012, 12^a. Ed. p. 15.

²⁹¹ Ibid.

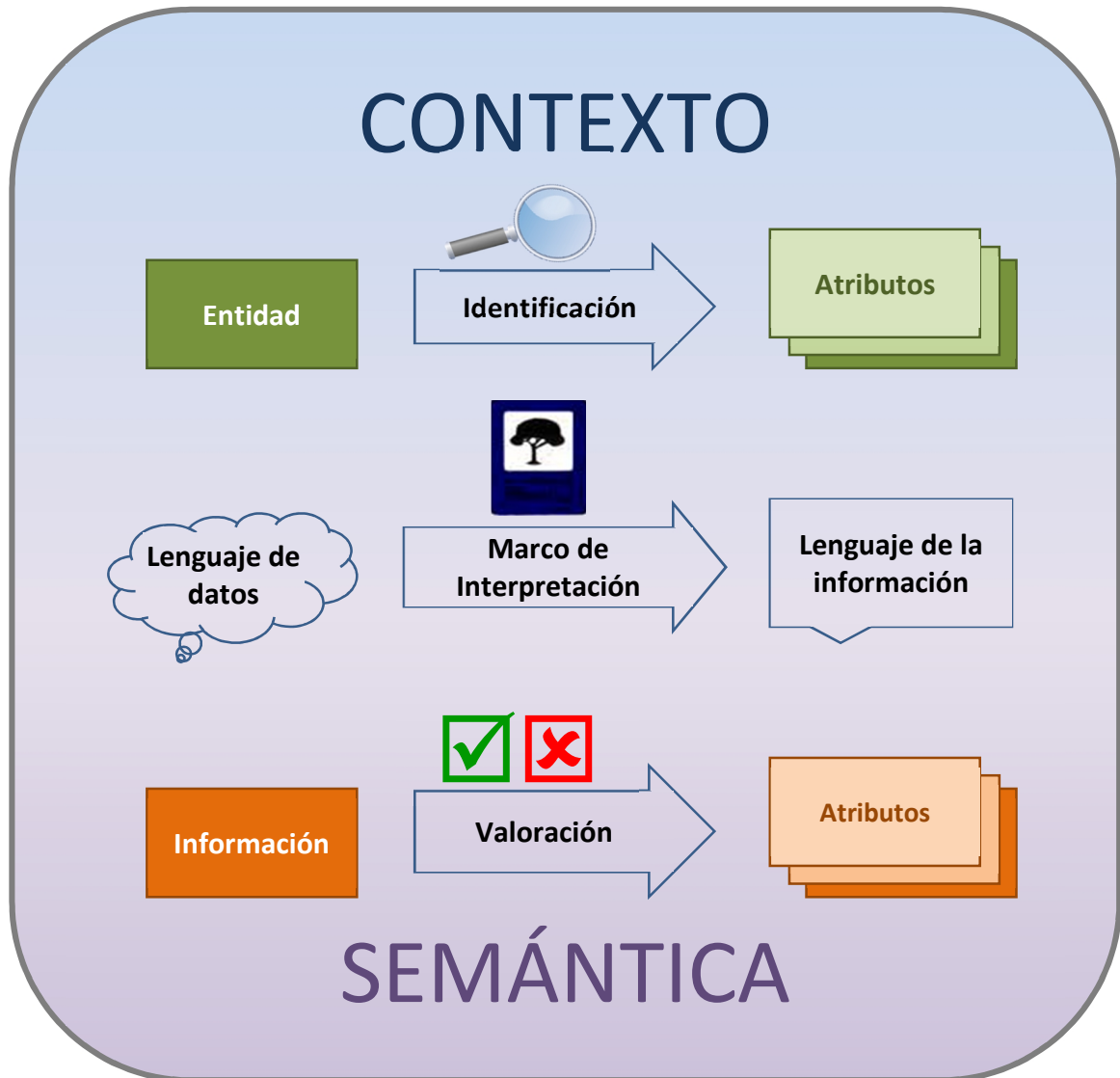
Se concluye entonces que los datos son **registros** de entidades, objetos o eventos, que se identifican a través de sus atributos. Un atributo es una característica que permite comparar diferentes entidades, eventos u objetos entre sí en un momento determinado, u observar los cambios de aquellos a través del tiempo. De este análisis se infiere la estructura de los datos en **unidad de análisis, variable y valor**.

8.3.2. Procesamiento de datos e información. La transformación de los datos en información (ver Figura 20) requiere al menos 4 condiciones:

- i. Reconocer el **contexto** en el que se produce /producirá la información.
- ii. Identificar la actividad, ruta o **proceso** mediante la cual se establecen los atributos de una entidad, objeto o evento.
- iii. Especificar el **lenguaje o tipo de representación** de los datos y la información, y el marco de interpretación de uno por el otro, si aquellos son diferentes.
- iv. Delimitar el campo de interpretación y el alcance del procesamiento mediante la definición de los **atributos** que debe tener la información producida y de los **criterios** para su valoración^(*).

^(*) Los atributos se refieren aquí a las características esperadas de un proceso, producto o servicio, en tanto los criterios consisten en reglas que permiten verificar la existencia y calidad del atributo en un evento particular.

Figura 20. Contexto y semántica en la transformación de datos en información



Generalmente, en los procesos de gestión o de investigación, estas condiciones están incorporadas en los protocolos, metodologías, manuales y herramientas respectivas. En varios casos, aspectos como el contexto suelen estar implícitos; en otros, no existe un marco compartido de interpretación, etc. En la mayoría de los casos esto no representa una dificultad significativa mientras el procesamiento depende exclusivamente de personas, pues existe la posibilidad de retroalimentación entre aquellas.

El problema surge cuando parte significativa del procesamiento de información debe realizarse automáticamente, por ejemplo en procesos de mayor complejidad, en función del tiempo de respuesta, el volumen de información o las operaciones de transformación de los datos.

El contexto y la semántica, en algunos casos, están separados de los datos o son implícitos a estos; en otros casos, por el contrario, se presentan de manera explícita junto a los datos. Los programas de computador que hacen uso de los datos para sus propias operaciones, realizan la interpretación de acuerdo con ciertas reglas o algoritmos que conforman su semántica.

Varas señala que “el uso del computador para procesar datos ha traído consigo una mayor separación entre los datos y su interpretación”²⁹², por dos razones fundamentales, una, que los computadores no manejan adecuadamente el lenguaje natural, y otra, que el almacenamiento del significado de los datos generalmente ocupa mayor espacio que los propios datos, lo cual resultaba muy costoso en relación con la tecnología disponible en las primeras generaciones de computadores.

Finalmente, es posible también codificar junto a los datos su semántica, como por ejemplo sucede cuando en un instrumento de investigación se plantea una pregunta de respuesta cerrada y se complementa con una pregunta abierta para que el sujeto indagado exprese sus razones o comentarios acerca de su elección^(*).

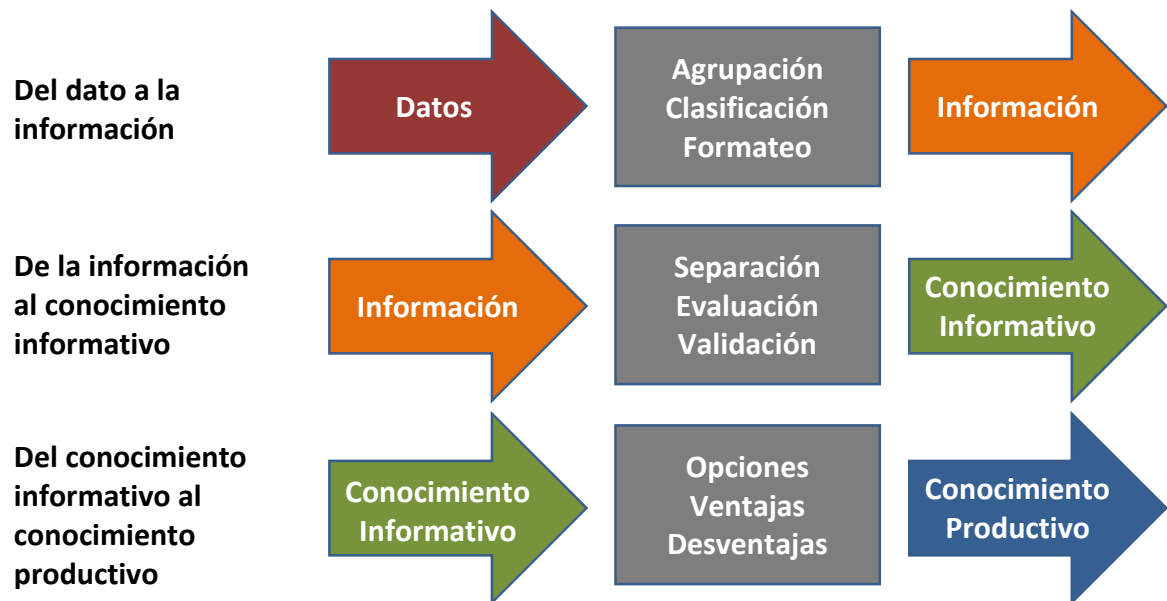
El proceso de generación de conocimiento a partir de los datos está determinado por el valor agregado a través de la cadena informacional²⁹³ (ver Figura 21).

²⁹² VARAS M. op. cit.

^(*) En el ANEXO I se presenta un ejemplo acerca de la distinción entre contexto y semántica en el procesamiento de información de una investigación cualitativa

²⁹³ PAVEZ, A. op. cit. p. 14

Figura 21. Del dato al conocimiento productivo



FUENTE: PAVEZ, Alejandro. Modelo de implantación de gestión del conocimiento y tecnologías de información para la generación de ventajas competitivas. p. 14.

Al ajustar el anterior proceso desde la perspectiva del modelamiento, siguiendo el esquema de Pavez²⁹⁴ se plantearía así (ver Figura 22):

- i. Transformar los conceptos y percepciones sobre la realidad y la acción en teoría, modelos y datos.
- ii. Transformar los datos en información mediante su selección, clasificación, interpretación y formateo.
- iii. Transformar la información en conocimiento conceptual mediante el análisis y reflexión.
- iv. Transformar el conocimiento conceptual en operativo mediante la operacionalización.

²⁹⁴ Ibid.

Figura 22. Ciclo de la gestión de información a partir del modelamiento



Los modelos de conocimiento “deben distinguir entre el conocimiento declarativo (saber qué, conceptos) del procedimental (saber cómo, operaciones)”²⁹⁵ (ver Cuadro 13).

Cuadro 13. Comparación entre categorías de conocimiento declarativo y de conocimiento procedimental

CONOCIMIENTO DECLARATIVO (Saber qué)	CONOCIMIENTO PROCEDIMENTAL (Saber cómo)
Fines	Medios
Objetivos y resultados	Actividades y tareas
Indicadores de resultados	Indicadores de gestión
Modelos de clasificación (taxonomías)	Modelos de procesos
Jerarquía de acciones	Interdependencia de acciones
Conceptualización	Operacionalización

²⁹⁵ ALLUEVA, Pedro (2002), citado por LARRAZ, Natalia. Desarrollo de las habilidades creativas y metacognitivas en la educación secundaria obligatoria. Madrid: Editorial Dikinson, 2015. p. 180.

Este tipo de distinción fundamenta, por ejemplo, la existencia de jerarquías e interdependencias en la tipificación de acciones^(*), la diferenciación entre indicadores de resultados e indicadores de gestión, o entre modelos de clasificación de los datos (taxonomías) y modelos de procesos.

También puede ilustrarse esta distinción en el ámbito del TS, donde procesos de planeación y programación propios de la gestión corresponden a la operacionalización, en tanto actividades como la sistematización de experiencias se orientan a la conceptualización.

8.4. SISTEMAS DE INFORMACIÓN (SI)

Laudon y Laudon afirman que “en el estudio de los SI no existe una teoría o perspectiva dominante y **se trata de un campo multidisciplinario** [resaltado propio] [...] los SI son sistemas sociotécnicos que involucran metodologías técnicas y del comportamiento”²⁹⁶. En la primera se incluyen ciencias como la administración, la informática y la investigación de operaciones. En la segunda, la psicología, la sociología y la economía (ver Figura 23).

8.4.1. Importancia y definición de SI. La GC y la gestión de proyectos en general requieren una base de conocimiento para almacenar y recuperar información, que abarca, entre otros elementos:

- i. **Bases de datos para la medición de procesos**, que se utiliza para recopilar y tener disponibles los datos de mediciones de procesos y productos.
- ii. **Archivos del proyecto** (por ejemplo, líneas base de alcance, costo, cronograma y calidad, líneas base para la medición del desempeño, calendarios del proyecto, diagramas de red del cronograma del proyecto, registros de riesgos, acciones planificadas de respuesta e impacto definido del riesgo).

(*) Por ejemplo la cadena proyecto, objetivo, resultado, actividad y tarea del marco lógico.

²⁹⁶ LAUDON, K.; LAUDON, J. op. cit. p. 28.

- iii. **Información histórica y bases de conocimiento de lecciones aprendidas** (registros y documentos del proyecto, información y documentación de cierre del proyecto, información sobre los resultados de las decisiones de selección y sobre el desempeño de proyectos previos, e información sobre el esfuerzo de gestión de riesgos).
- iv. **Bases de datos sobre la gestión de problemas y defectos** que contiene el estado de los problemas y defectos, información del control, resolución de los problemas y defectos, y los resultados de los elementos de acción.
- v. **Base del conocimiento de la gestión de configuración**, que contiene las versiones y líneas base de todas las normas, políticas y procedimientos oficiales de la organización, y cualquier otro documento del proyecto.
- vi. **Bases de datos financieras** con información como tiempo de trabajo, costos, presupuestos y déficit presupuestario del proyecto.
- vii. **Diccionarios de datos:** Repositorios de variables con sus definiciones y referencias acerca de su uso.²⁹⁷

Figura 23. Metodologías contemporáneas para los SI



FUENTE: LAUDON, Kenneth C.; LAUDON, Jane P. Sistemas de información gerencial. p. 28.

²⁹⁷ PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos: Guía del PMBOK® - cuarta edición. Pennsylvania: Project Management Institute, 2008. p. 38.

En este escenario se plantea el desarrollo de los SI, definidos como “un conjunto de componentes interrelacionados que recolectan (o recuperan), procesan, almacenan y distribuyen información para apoyar los procesos de toma de decisiones y de control en una organización”²⁹⁸.

8.4.2. Dimensiones y componentes de un SI. Laudon y Laudon²⁹⁹ identifican tres dimensiones estructurales de los SI: las organizaciones, la tecnología y la administración, que dan forma a los sistemas y que deben tenerse en cuenta al momento de desarrollar o implementar herramientas de GI que puedan crear valor para la organización (ver Figura 24).

Figura 24. Dimensiones estructurales de los SI



FUENTE: LAUDON, Kenneth; LAUDON, Jane. Sistemas de información gerencial. p. 18.

O'Brien y Marakas³⁰⁰ plantean un modelo de SI enfocado desde el desarrollo y la administración de recursos de TI (ver Figura 25). Independientemente de los

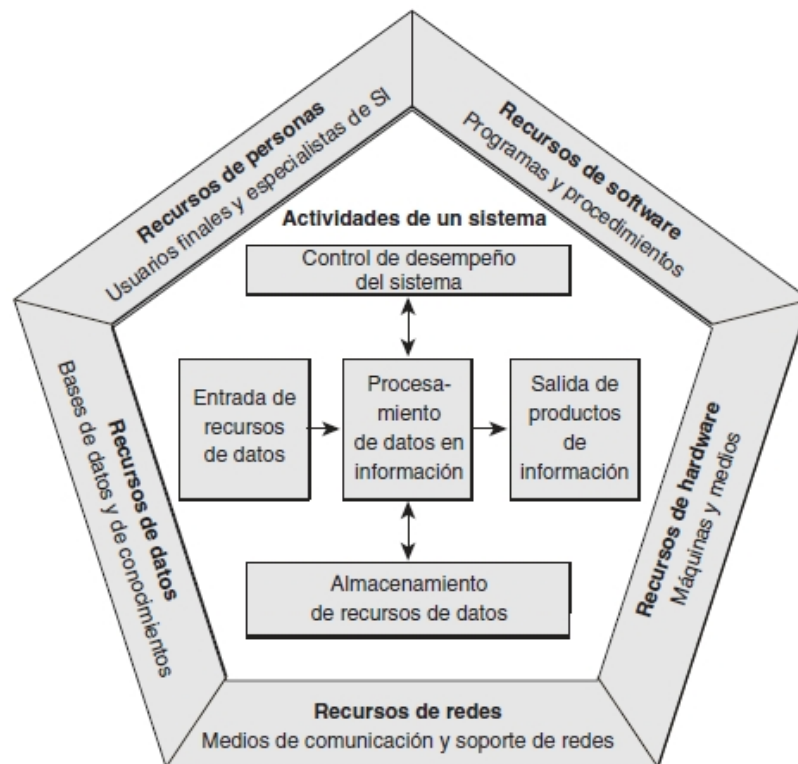
²⁹⁸ LAUDON, K.; LAUDON, J. op. cit. p. 15.

²⁹⁹ Ibid. p. 18

³⁰⁰ O'BRIEN, J.; MARAKAS, G. op. cit. p. 26

componentes identificados, según el tipo de SI, las actividades del sistema suponen siempre una entrada de recursos de datos, procesamiento de datos y salida de productos de información, a los que se agrega la retroalimentación y el control.

Figura 25. Componentes de un sistema de información



FUENTE: O'BRIEN, James; MARAKAS, George. Sistemas de información gerencial. p. 26.

Laudon y Laudon³⁰¹ ven en los SI no solo una herramienta para apoyar la toma de decisiones, la coordinación y el control, sino que destacan su valor como instrumento cognitivo que **“puede ayudar a los gerentes y trabajadores del conocimiento a analizar problemas, visualizar temas complejos y crear nuevos productos [resaltado propio]”**³⁰².

³⁰¹ LAUDON, K.; LAUDON, J. op. cit. p. 15.

³⁰² Ibid.

8.4.3. Tipos de sistemas de procesamiento de información. Sommerville³⁰³ identifica dos tipos básicos de sistemas de procesamiento de información de acuerdo con su *arquitectura*^(*), en los que se basan la mayoría de aplicaciones:

- i. Sistemas o aplicaciones de procesamiento de transacciones^(**), “son aplicaciones centradas en BD, que procesan los requerimientos del usuario mediante la información y actualizan esta en una BD [...] de tal forma que no puedan interferir entre sí”³⁰⁴. Laudon y Laudon³⁰⁵ indican que permiten rastrear el flujo de la información a través de los procesos, y conocer el estado de estos en determinado momento. Los sistemas que manejan grandes volúmenes de datos, que requieren la interacción con BD compartidas se consideran SI basados en transacciones³⁰⁶.
- ii. Sistemas de procesamiento de lenguaje, “convierten un lenguaje natural o artificial en otra representación del lenguaje” ³⁰⁷, por ejemplo para traducir lenguas, llevar un lenguaje de computación a otro diferente, o interpretar los comandos de un lenguaje para BD y SI, para su consulta o ejecución³⁰⁸.

³⁰³ SOMMERVILLE, Ian. Ingeniería del software. México: Pearson Educación de México, 2011. pp. 165 – 166.

(*) La arquitectura se refiere a la manera en que “debe organizarse un sistema y cómo tiene que diseñarse la estructura global de ese sistema”. En SOMMERVILLE, I. op. cit. p. 148.

(**) Una transacción es “la unidad de interacción con un sistema de cómputo. Las transacciones son independientes y atómicas (no se descomponen en unidades más pequeñas)”. En SOMMERVILLE, I. op. cit. p. 747.

³⁰⁴ Ibid. p. 165.

³⁰⁵ LAUDON, K.; LAUDON, J. op. cit. p. 46.

³⁰⁶ SOMMERVILLE, I. op. cit. p. 167.

³⁰⁷ Ibid p. 169

³⁰⁸.Ibid. p. 166.

En relación con su *finalidad*, los SI suelen clasificarse en dos tipos: i) sistemas de soporte a las actividades operativas, y ii) sistemas de soporte a las decisiones y el control de gestión.

Considerando el *desempeño* de los sistemas automatizados, Yourdon³⁰⁹ presenta la siguiente clasificación:

- i. **Sistema en línea:** es aquel que permite realizar operaciones de forma remota, aceptando entradas y devolviendo resultados directamente donde es requerido, empleando recursos físicos y de información de otros sistemas, y del mismo modo facilita la interacción entre distintos usuarios, o entre usuarios y máquinas³¹⁰.
- ii. **Sistema de tiempo real:** en cierto modo, es un tipo de sistema en línea, en el cual el tiempo de procesamiento y respuesta es crítico para el resultado. “Un sistema computacional de tiempo real puede definirse como aquel que controla un ambiente recibiendo datos, procesándolos y devolviéndolos con la suficiente rapidez como para influir en dicho ambiente en ese momento” ³¹¹, por ejemplo un sistema de monitoreo de signos vitales de una unidad de cuidados intensivos.
- iii. **Sistema de apoyo a decisiones:** este tipo de sistemas provee información sobre asuntos de determinada complejidad a los administradores y otros trabajadores del conocimiento, de manera que puedan tomar decisiones de manera ágil y documentada³¹². Un ejemplo sencillo de uso de este sistema, es el tipo de informe que puede obtenerse mediante tablas y gráficos dinámicos de una hoja de cálculo de datos de gestión.

³⁰⁹ YOURDON, E. op. cit. p. 25.

³¹⁰ Ibid.

³¹¹ Ibid. p. 27.

³¹² Ibid. p. 29.

iv. **Sistemas basados en el conocimiento:** son sistemas que tratan de reproducir, imitar o superar el desempeño humano en determinadas tareas, mediante el empleo de bases de conocimiento y mecanismos de procesamiento con capacidad para obtener información de un sistema o del ambiente, evaluar diferentes alternativas y elegir una ruta óptima como respuesta para el cumplimiento de la tarea en un ambiente determinado. El campo de la IA se orienta al desarrollo de este tipo de sistemas.

8.5. DESARROLLO DE HERRAMIENTAS INFORMÁTICAS

En el mercado puede encontrarse multitud de herramientas informáticas para actividades genéricas, por ejemplo las suites ofimáticas^(*), o para actividades especializadas como el caso del software contable, de ingeniería o de análisis de datos de investigación. Sin embargo, en determinados casos, un proceso particular puede requerir el desarrollo de una herramienta específica para implementar un modelo concreto de conocimiento y gestión, sea porque la oferta del mercado no se ajusta a las especificaciones del caso, o porque costos de distinto tipo pueden hacer inviable la adopción del software comercial. Entre estos costos cabe mencionar los financieros y los de aprendizaje. Otros factores pueden relacionarse con el interés en el desarrollo tecnológico autónomo, el cumplimiento de políticas institucionales o con restricciones de tipo legal.

Para el desarrollo de herramientas informáticas (software) existen diversos modelos y metodologías, empleadas por los especialistas de ingeniería, cuyo detalle no corresponde al objeto de este proyecto. Sin embargo, es importante conocer lo esencial, porque en aquellas se enmarca el MD y por cuanto se relacionan con

(*) Una suite ofimática es un conjunto de aplicaciones para atender los requerimientos comunes de las actividades profesionales y empresariales de oficina, integrada generalmente por un procesador de textos, un programa de cálculo u hoja de cálculo y un gestor de presentaciones. Puede incluir, además, un programa para diseño y gestión de bases de datos y herramientas para edición de gráficos.

decisiones en las que eventualmente podría participar cualquier profesional responsable de la GI en un área determinada, incluyendo al TS.

Los procesos de software deben incluir la descripción de las actividades a desarrollar (ver Cuadro 14), los productos resultantes, los roles de quienes intervienen en el proceso y las precondiciones y postcondiciones^(*) del mismo³¹³.

Cuadro 14. Actividades fundamentales para la producción de software

Actividad	Descripción
Especificación	Definir funcionalidad y restricciones de operación del software.
Diseño e implementación	Desarrollar el software para cumplir especificaciones.
Validación	Asegurar que el software cumple con las necesidades y expectativas del usuario.
Evolución	Introducir mejoras para satisfacer necesidades cambiantes de los usuarios o aprovechar nuevas tecnologías.

FUENTE: Con base en SOMMERVILLE, Ian. Ingeniería del software. p. 28.

Dentro de los enfoques de desarrollo de software se destacan particularmente el modelo en cascada, el desarrollo incremental, la ingeniería de software orientada a la reutilización, el modelo en espiral, el Proceso Unificado Racional (RUP, por su sigla en inglés) y los métodos ágiles. Las aplicaciones objeto del análisis de casos de este trabajo se enmarcan fundamentalmente en el enfoque de los métodos ágiles. Una panorámica de los métodos enunciados se presenta en el ANEXO J.

(*) “Una precondición es una afirmación lógica sobre los parámetros de entrada de un programa, que se supone verdadera cuando se ejecuta un procedimiento. Una postcondición de un procedimiento puede ser una afirmación lógica que describe el cambio en el estado del programa producido por la ejecución del procedimiento; la postcondición describe el efecto de llamar al procedimiento. En otras palabras, la postcondición indica que será verdadera después que se ejecute el procedimiento”. En: JOYANES, Luis. Estructura de datos: Algoritmos, abstracción y objetos. Madrid: McGraw-Hill Interamericana de España, 1998. p. 17.

³¹³ SOMMERVILLE, I. op. cit. p. 28.

8.5.1. Métodos ágiles de desarrollo de software. Bajo esta categoría se agrupan diversas metodologías de desarrollo de software, basadas en el desarrollo incremental, y orientadas al diseño de aplicaciones sometidas a cambios frecuentes en los requerimientos. Tras estos métodos se ven nuevas filosofías de desarrollo, a partir de la flexibilización del trabajo y la aparición de comunidades de programadores independientes, que buscan simplificar procedimientos burocráticos, centrándose en el trabajo que agrega valor al producto. En estas comunidades se evidencia el NMC.

Estas metodologías surgen como respuesta a las demandas que usuarios individuales y pequeñas empresas empezaron a plantear a partir de la masificación del acceso al computador personal. Los principios de los métodos ágiles se resumen en el *Manifiesto Ágil*, adoptado por muchos desarrolladores en el mundo:

Estamos descubriendo formas mejores de desarrollar software tanto por nuestra propia experiencia como ayudando a terceros. A través de este trabajo hemos aprendido a valorar:

Individuos e interacciones sobre procesos y herramientas
Software funcionando sobre documentación extensiva
Colaboración con el cliente sobre negociación contractual
Respuesta ante el cambio sobre seguir un plan

*Esto es, aunque valoramos los elementos de la derecha, valoramos más los de la izquierda.*³¹⁴

El involucramiento activo del cliente en el desarrollo del software, desde el enfoque ágil, constituye un punto de articulación con el rol del profesional informatizado, que hace deseable las competencias de modelamiento. Sommerville³¹⁵ indica que este principio suele ser difícil de cumplir, entre otros factores, porque los enlaces del

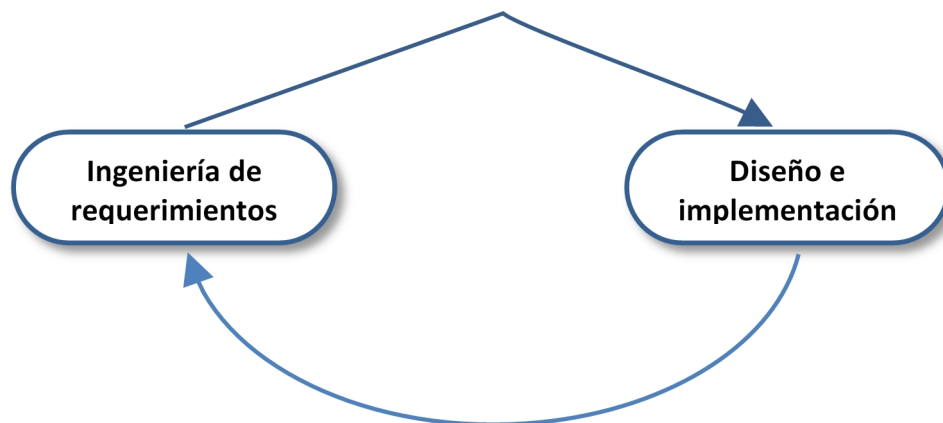
³¹⁴ BEEDLE, Mike *et al.* Manifiesto por el desarrollo ágil de software [en línea]. [recuperado el 10/10/2015]. Disponible en: <http://www.agilemanifesto.org/iso/es/>

³¹⁵ SOMMERVILLE, I. op. cit. p. 60.

cliente en el equipo de desarrollo no logran representar adecuadamente la perspectiva de la organización o interactuar al ritmo que el desarrollo demanda.

La esencia del enfoque ágil es centrar el desarrollo del software en el diseño y la implementación³¹⁶, dando más importancia a las capacidades y habilidades de los integrantes del equipo de desarrollo que en procesos pre-establecidos³¹⁷. El resultado es un ambiente de alta interactividad. La simplicidad buscada por el desarrollo ágil puede representarse como se muestra en la Figura 26.

Figura 26. Esquema básico de desarrollo ágil



FUENTE: SOMMERVILLE, Ian. Ingeniería del software. p. 63.

Entre los diferentes procesos y metodologías que contempla el desarrollo de software, interesa a este proyecto el MD, principalmente por su conexión con las herramientas de GI que se emplean comúnmente en el ámbito profesional del TS y el aprovechamiento de las BD. De otra parte, porque permiten modelar el proceso de transformación de datos en información y conocimiento, potenciando la perspectiva cognitivista de la informática.

³¹⁶ Ibid. p. 62

³¹⁷ Ibid. p. 60.

9. MODELADO DE DATOS

*La nueva información hace
posible las nuevas ideas.*
Hilary Hinton “Zig” Ziglar

9.1. PRECISANDO LOS MODELOS Y EL MODELAMIENTO

En el capítulo 5 se hizo una aproximación a la comprensión de los modelos desde una perspectiva epistemológica. En este capítulo se hace desde el punto de vista de su implementación práctica, de la exposición de algunas técnicas de modelamiento.

Rumbaugh *et al.* ofrecen la siguiente definición de los modelos, en el ámbito del desarrollo informático:

Un modelo es una representación de algo en un medio, que capta los aspectos importantes de lo que se está modelando, desde cierto punto de vista, y simplifica u omite el resto³¹⁸ [...] Un modelo es también una descripción de la estructura genérica y del significado de un sistema. Las descripciones son su objetivo, o significado. Un modelo es siempre una abstracción a un cierto nivel.³¹⁹

Rumbaugh *et al.* identifican diversos propósitos a los que sirven los modelos:

- [i] Para captar y enumerar exhaustivamente los requisitos y el dominio de conocimiento, de forma que todos los implicados puedan entenderlos y estar de acuerdo con ellos.
- [ii] Para pensar del diseño de un sistema.
- [iii] Para capturar decisiones del diseño en una forma mutable a partir de los requisitos.

³¹⁸ RUMBAUGH, James *et al.* El lenguaje Unificado de Modelado: Manual de referencia. Madrid: Pearson Educación, 2000. p. 11.

³¹⁹ Ibid. p. 16.

- [iv] Para generar productos aprovechables para el trabajo.
- [v] Para organizar, encontrar, filtrar, recuperar, examinar, y corregir la información en grandes sistemas.
- [vi] Para explorar económicamente múltiples soluciones.
- [vii] Para domesticar los sistemas complejos.³²⁰

En la construcción de modelos hay tres aspectos a tener en cuenta: la semántica, la notación y el contexto³²¹.

La *semántica* se refiere al significado intrínseco del modelo, de los elementos que lo componen, mediante el uso de expresiones lógicas y matemáticas (que incluyen operadores y métricas), reglas de sintaxis y flujos de procesos, que captan su aspecto dinámico³²².

La *notación* es la forma como es presentado el modelo, mediante un lenguaje visual que facilite una comprensión global del modelo y su examen por diferentes sujetos. Si la semántica consiste en la definición del modelo, la notación se refiere a su comunicación³²³.

El *contexto* tiene el mismo significado dado en los SI, y se refiere a los supuestos que le dan sentido al modelo en un entorno determinado.

Rambaugh *et al.*³²⁴ proponen considerar los siguientes aspectos en el proceso de modelamiento:

- i. **Abstracción frente a detalle.** Lo general antecede y determina lo específico.

³²⁰ Ibid. pp. 11 – 13.

³²¹ Ibid. p. 15.

³²² Cfr. RUMBAUGH, J. *et al.* op. cit.

³²³ Cfr. RUMBAUGH, J. *et al.* op. cit.

³²⁴ Ibid. p. 17.

- ii. **Especificación frente a implementación.** Es importante establecer primero qué se quiere lograr y luego cómo alcanzarlo.
- iii. **Descripción frente a instancia.** A partir de la descripción del tipo de problemas a los que responde el modelo se identifican los casos posibles (instancias) que se encuadran en el tipo de problemas.
- iv. **Variaciones en la interpretación.** Un mismo modelo puede dar lugar a distintas interpretaciones al ser implementado. Rumbaugh *et al.*³²⁵ llaman la atención acerca de los puntos de variación semántica – variaciones en los nombres de cada interpretación – que pueden necesitarse para que la ejecución de un modelo satisfaga diversos requerimientos.

9.2. TIPOS DE MODELADO DE SISTEMAS

Sommerville define el modelado de sistemas como “el proceso para desarrollar modelos abstractos de un sistema, donde cada modelo presenta una visión o perspectiva diferente de dicho sistema”³²⁶. Menciona cuatro tipos de modelos para el diseño de sistemas y aplicaciones, en relación con sus perspectivas y las funciones que permiten implementar. Estos tipos de modelos son los de *contexto*, *interacción*, *estructurales*, y *de comportamiento*³²⁷.

9.2.1. Modelos de contexto. Se plantean desde una perspectiva externa que modela el entorno del sistema y las fronteras del mismo. Se identifican las relaciones con otros sistemas, para determinar qué se puede aprovechar de eso y qué debe desarrollarse, qué tareas serán automatizadas y cuáles serán manuales³²⁸.

³²⁵ Ibid.

³²⁶ SOMMERVILLE, I. op. cit. p. 119.

³²⁷ Ibid.

³²⁸ Ibid. pp. 119, 121.

La definición de la frontera de un sistema involucra aspectos técnicos, organizacionales y sociales. En este tipo de modelamiento se usan de manera complementaria los modelos de proceso organizacional, por ejemplo, el descrito por una ruta de atención (ver Cuadro 15)^(*).

Cuadro 15. Subproceso de recepción de la ruta de atención integral a víctimas en la Unidad de Justicia y Paz.

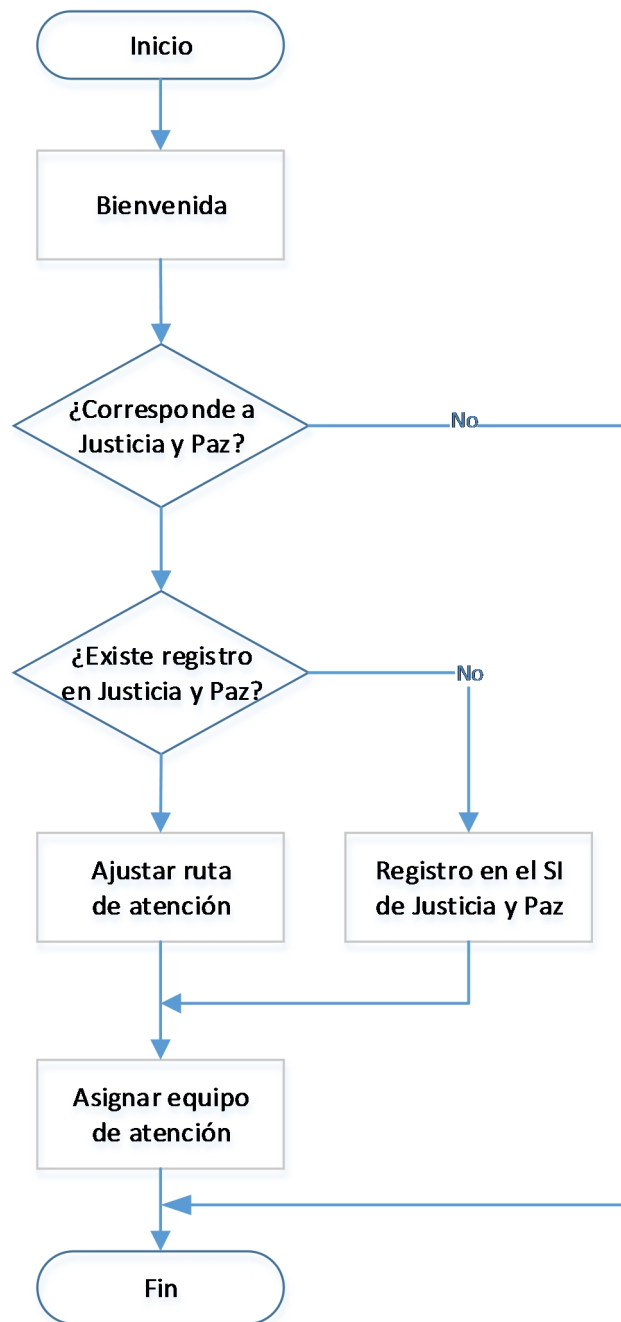
1. Dar la bienvenida a la víctima y verificar que su caso corresponde a la Ley de Justicia y Paz.
2. Revisar si está registrada en el Sistema de Información de Justicia y Paz e informar al fiscal para que ajuste la ruta de atención.
3. Informar al fiscal para que asigne los estudiantes de Derecho y Psicología e investigador que le atenderán.
4. Abrir un registro en el sistema de la Subunidad que incluya: nombre de la persona que acude y de un familiar, dirección, teléfonos, cédula de ciudadanía, fecha, estudiante de derecho, de psicología e investigador que le atenderán.

FUENTE: COLOMBIA. FISCALÍA GENERAL DE LA NACIÓN. Ruta de atención integral a víctimas [en línea], actualizado el 16/10/2015 [recuperado el 17/10/2015] Disponible en: http://www.fiscalia.gov.co/jyp/sobre_unidad_victimas/ruta-de-atencion-integral-a-victimas/

En el subproceso descrito no queda claro el momento en que se abre el registro en el sistema de Subunidad del paso 4. Si corresponde al mismo registro del paso 2, entonces, en caso que la víctima no estuviera registrada, debe procederse a su registro, antes de asignar el equipo de atención. La descripción del contexto y de las variantes o bifurcaciones que generan las operaciones de decisión o condicionales resulta una tarea dispendiosa y, en ocasiones, poco clara, que se simplifica al emplear un diagrama de flujo como el propuesto en la Figura 27.

^(*) En este capítulo se presentarán ejemplos relacionados con campos del desempeño profesional del TS. Salvo donde se indique lo contrario, se trata de casos hipotéticos y datos ficticios, únicamente con fines didácticos.

Figura 27. Diagrama de flujo del subproceso de recepción de la ruta de atención integral a víctimas en la Unidad de Justicia y Paz



FUENTE: Con base en COLOMBIA. FISCALÍA GENERAL DE LA NACIÓN. Ruta de atención integral a víctimas [en línea], actualizado el 16/10/2015 [recuperado el 17/10/2015]. Disponible en: http://www.fiscalia.gov.co/jyp/sobre_unidad_victimas/ruta-de-atencion-integral-a-victimas/.

9.2.2. Modelos de interacción. “Modelan la interacción entre el sistema y su entorno, o entre los componentes del sistema”³²⁹, por ejemplo los flujos de entrada y salida, los problemas de comunicación, el rendimiento y la confiabilidad del sistema, analizando casos de uso y secuencias de las actividades³³⁰.

9.2.3. Modelos estructurales. Estos modelos “muestran la estructura del diseño del sistema (modelos estáticos) y la organización del sistema cuando se ejecuta (modelos dinámicos)”³³¹. Permiten diseñar las estructuras de las clases de objetos de una aplicación, por ejemplo las estructuras de datos, estableciendo los atributos de las clases y las asociaciones entre aquellas, mostrando cuántos objetos intervienen en una asociación, que puede representarse mediante diagramas de clase o diagramas de entidad-relación³³². En esta perspectiva se ubica el MD.

Un ejemplo es la relación existente entre una vivienda, un grupo familiar y cada uno de sus integrantes. Una vivienda puede estar desocupada o puede estar habitada por uno o más grupos familiares; es decir, entre una vivienda y los grupos familiares que la habitan existe una relación entre un elemento (*clase vivienda*) y cero o muchos elementos (*clase grupo familiar*), que se representa [1 – 0...*]. En este modelo se asume que un grupo familiar ocupa solo una vivienda, o una parte de aquella. Adicionalmente, un grupo familiar debe estar conformado por al menos una persona, y puede estar integrado por varias personas; esta relación se representa [1 – 1...*] y significa que la clase *grupo familiar* se relaciona con 1 o más instancias de la clase *integrantes*. Estas relaciones, junto con algunos atributos de cada clase se muestran en la Figura 28.

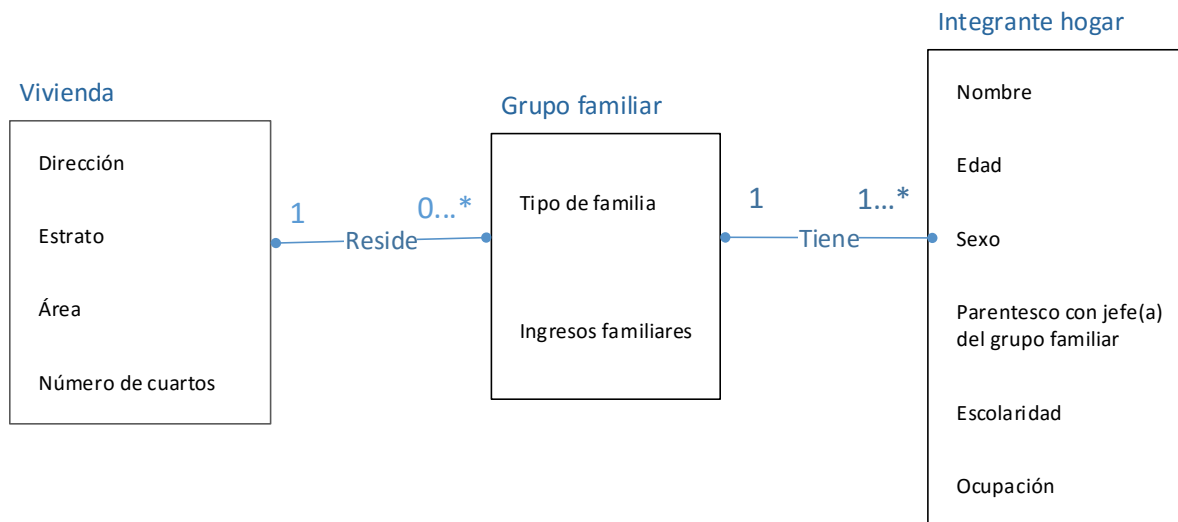
³²⁹ Ibid. p. 119

³³⁰ Ibid. p. 124.

³³¹ Ibid. p. 129

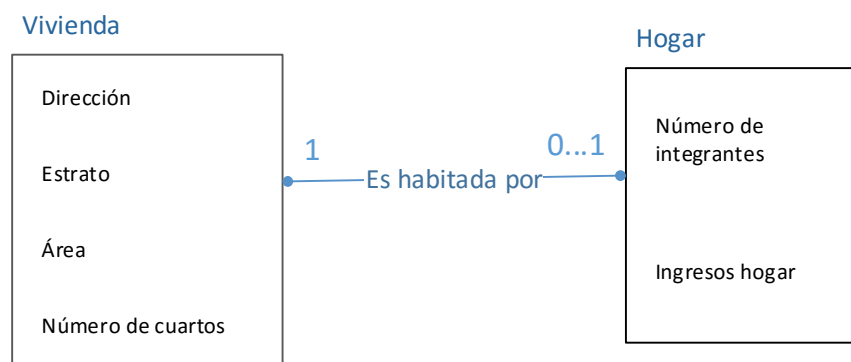
³³² Ibid. p. 129 – 130.

Figura 28. Diagrama de asociaciones entre las clases vivienda, grupo familiar e integrantes del hogar



Ahora, si en lugar de la categoría *grupo familiar* se empleara el concepto de *hogar*, y este se definiera como las personas que viven bajo un mismo techo, entonces la relación entre las clases *vivienda* y *hogar* sería [1 – 0..1], como se ve en la Figura 29.

Figura 29. Diagrama de asociación entre las clases vivienda y hogar



Por supuesto, también existen asociaciones *varios a varios* entre clases. Es el caso de la relación entre la clase *asignaturas* y la clase *estudiantes* de un programa de

estudios. Una asignatura puede ser cursada por varios estudiantes, y un estudiante puede tomar varias asignaturas.

9.2.4. Modelos de comportamiento. En estos modelos se describen los cambios en el sistema como respuesta a los estímulos de su entorno, que son los *datos* procesados por el sistema y los *eventos* que activan el procesamiento³³³. Corresponde a esta perspectiva el *modelado dirigido por datos* y el *modelado dirigido por eventos*.

9.2.4.1. Modelado dirigido por datos. Este tipo de modelado presenta la secuencia de acciones que va desde la entrada de datos hasta la salida correspondiente en un sistema, que se ilustra, por ejemplo, mediante un diagrama de flujo de datos³³⁴.

En el ANEXO K se presenta un ejemplo de este tipo de modelado aplicado al monitoreo de las actividades de un proyecto.

9.2.4.2. Modelado dirigido por un evento. Parte del supuesto que un sistema tiene un número determinado (finito) de estados, que cambian de uno a otro como respuesta a los eventos que se producen en el sistema, que se pueden ilustrar mediante un diagrama de transición de estados³³⁵. En este tipo de modelado se define la integridad de las transiciones, es decir, los estados por los que una entidad u objeto puede pasar válidamente³³⁶.

Un ejemplo de este tipo de procesamiento son los cambios de estado de un usuario en su afiliación a una EPS dentro del régimen contributivo (ver Figura 30).

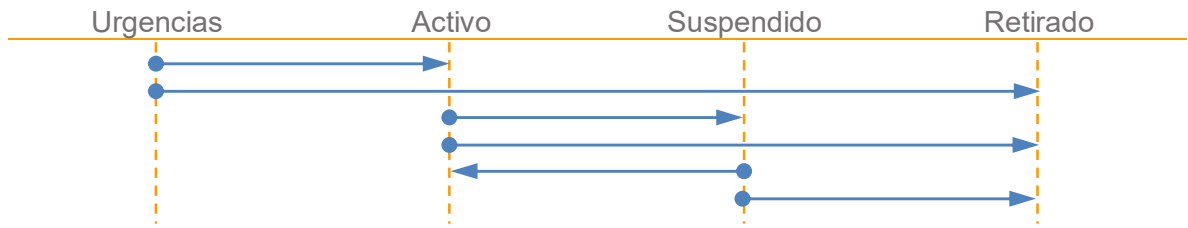
³³³ Ibid. p. 133

³³⁴ Ibid. p. 134.

³³⁵ Ibid. p. 135.

³³⁶ RIORDAN, R. op. cit. p. 62.

Figura 30. Diagrama de transición de estados de la afiliación de un usuario en una EPS dentro del régimen contributivo



Urgencias: estado correspondiente al periodo de 30 días a partir de la vinculación a la EPS, durante el cual solo se presta al afiliado el servicio de atención de urgencias.

Activo: estado posterior al estado de urgencias, durante el cual el afiliado tiene acceso a todos los servicios del Plan Obligatorio de Salud, mientras se encuentre al día en el pago de sus aportes a la seguridad social. También se produce cuando el afiliado se pone al día luego de estar suspendido.

Suspendido: estado que se produce cuando el afiliado no realiza oportunamente el pago de sus aportes a seguridad social.

Retirado: estado que se genera cuando i) el afiliado se retira voluntariamente (trabajador independiente), ii) es retirado por la empresa al terminar su contrato de trabajo, iii) solicita y es aprobado el traslado a otra EPS, o iv) cuando el afiliado fallece.

El análisis de los modelos dirigidos por eventos permite detectar inconsistencias en los flujos de las actividades y modificar la semántica de un sistema para adaptarlo a las condiciones de implementación. En el ANEXO L se presenta un ejemplo más detallado de modelado dirigido por un evento.

9.3. MODELO DE DATOS

Un modelo de datos hace referencia a la manera en que se representa un aspecto de la realidad, un problema y/o su solución, en función de los datos requeridos para aquello. Connolly y Begg lo definen como “una colección de conceptos que pueden usarse para describir un conjunto de datos, las operaciones de manipulación de los mismos y una serie de restricciones de integridad aplicables a los datos”³³⁷.

Marcela Varas³³⁸ precisa que un modelo de datos se compone i) de un conjunto de reglas que generan el modelo, y que expresan las propiedades estáticas de aquel, correspondiente al lenguaje de definición de datos (Data Definition Language DDL), que incluye las estructuras de datos permitidas y las restricciones del modelo; y ii) por las propiedades dinámicas de un modelo de datos, materializadas en las operaciones definidas por el lenguaje de manipulación de datos (Data Manipulation Language DML) (ver Figura 14), que pueden cambiar el estado de la BD. Date lo define como “una definición lógica, independiente y abstracta de los objetos, operadores y demás que en conjunto constituyen la máquina abstracta con la que interactúan los usuarios. Los objetos nos permiten modelar la estructura de los datos; los operadores nos permiten modelar su comportamiento”³³⁹.

Los modelos de datos existen, en la práctica, en función del software, que es también un modelo de realidad: “Cualquier programa es un modelo de un modelo dentro de una teoría de modelos para una abstracción de alguna porción del mundo o de algún universo de discurso”³⁴⁰.

³³⁷ CONNOLLY, Thomas M.; BEGG, Carolyn E. Sistemas de bases de datos: Un enfoque práctico para diseño, implementación y gestión. Madrid: Pearson Educación, 2005. p. 58.

³³⁸ VARAS, M. op. cit. p. 19-22

³³⁹ DATE, C.J. Introducción a los sistemas de bases de datos. México: Pearson Educación, 2001. p. 14.

³⁴⁰ LEHMANN, Meir. Proceedings of the IEEE Vol. 68 No. 9 Sep. 1980. Citado por: VARAS, M. Op. cit. p. 7

En un sentido restringido, un modelo de datos “es un conjunto de conceptos que pueden usarse para describir la estructura de una base de datos”³⁴¹.

Kroenke³⁴² se refiere a la importancia de una adecuada representación del modelo de datos que tienen los usuarios para que las aplicaciones respondan realmente a sus necesidades, “si el modelo de datos documentado refleja incorrectamente dicho modelo [de los usuarios] es poco probable que la aplicación se acerque a lo que ellos realmente quieren”³⁴³. Este autor considera que la creación de un modelo de datos es la meta más importante durante la definición de requerimientos de un sistema y en la cual es indispensable la participación de los usuarios³⁴⁴.

La posibilidad de crear modelos de datos más ricos y precisos depende en buena medida de la forma en que los usuarios logren comunicar y los desarrolladores de BD interpretar el modelo mental de aquellos. En este punto, Kroenke³⁴⁵ afirma que los usuarios suelen entender el modelo en términos de los formatos de reporte y de algunas operaciones que realizan con los datos, y que no siempre es claro el origen o detalle de unos u otras, por lo que obtener estructuras y relaciones de los datos depende de un “proceso por inferencia que es más arte que ciencia”, se requiere de la experiencia guiada por la intuición en la aplicación de las herramientas y las técnicas para MD.

Si se considera que tanto la experiencia del problema como el modelo mental de base hacen parte del dominio del usuario, el conocimiento de herramientas y

³⁴¹ LÓPEZ, Amparo. Bases de Datos I: Introduccion (notas de clase) [presentación en línea]. Posgrado en Ciencia e Ingeniería de la Computación – Facultad de Ciencias UNAM. Diapositiva 32 [acceso 17/06/2015]. Disponible en: <http://hp.fciencias.unam.mx/~alg/bd/introduccion.pdf>

³⁴² KROENKE, David M. Procesamiento de bases de datos: Fundamentos, diseño e implementación. México: Pearson Educación, 2003. p. 44.

³⁴³ Ibid.

³⁴⁴ Ibid. p. 42

³⁴⁵ Ibid.

técnicas básicas de MD por profesionales de disciplinas distintas a la informática – incluida el TS – contribuirá al desarrollo de modelos más adecuados.

En relación con lo anterior, Connolly y Begg³⁴⁶ plantean que es necesario comprender, además de la perspectiva de los usuarios y los distintos usos que se dará a los datos, la naturaleza misma de estos. Por tanto, los principales objetivos del MD son **“ayudar a comprender el significado (semántica) de los datos y facilitar la comunicación de los requisitos de información”** (resaltado propio)³⁴⁷.

Fleming y Van Halle³⁴⁸ han establecido una serie de criterios que debe satisfacer un modelo de datos óptimo (ver Cuadro 16). Al respecto, Connolly y Begg³⁴⁹ señalan que no siempre es posible satisfacerlos todos, por lo cual se debe llegar a acuerdos sobre lo que se privilegia en determinado caso, por ejemplo, sacrificar algo la simplicidad de un modelo para intentar mejorar su capacidad expresiva, o permitir algo de redundancia para simplificar el modelo.

Existen diversas categorías de modelos de datos, jerárquico, en red, semántico, entidad-relación (MER), orientado a objetos, semiestructurados, relacional y clave-valor. Este trabajo se centra en el modelo relacional (MREL), desde el cual se ha desarrollado la experiencia del autor del proyecto.

En síntesis, la realidad se presenta como algo desordenado y complejo, en la que se identifica un problema o un conjunto de problemas. Esta delimitación se denomina el *espacio del problema*. El modelo de datos es la descripción conceptual del espacio del problema, es decir, una abstracción ordenada de la realidad. “Para

³⁴⁶ CONNOLLY, T.; BEGG, C. op. cit. p. 267

³⁴⁷ Ibid.

³⁴⁸ FLEMING, Candace C.; VON HALLE, Barbara. Handbook of Relational Database Design. Reading, Massachusetts: Addison Wesley, 1989. Citado por: CONNOLLY, T.; BEGG, C. op. cit.

³⁴⁹ CONNOLLY, T.; BEGG, C. op. cit. p. 267.

una aplicación particular de un modelo de datos, el modelado de la realidad se llama esquema³⁵⁰, que es la disposición física de los conjuntos de datos en una base de datos (tablas y vistas de los datos)³⁵¹.

Cuadro 16. Criterios para un modelo de datos óptimo

Validez estructural	Coherencia con la forma en que la empresa define y organiza la información.
Simplicidad	Facilidad de comprensión por parte de los profesionales de los sistemas de información y por parte de los usuarios no técnicos.
Capacidad de expresión	Capacidad de distinguir entre diferentes datos, relaciones entre los datos y restricciones.
No redundancia	Exclusión de la información no pertinente; en particular, la representación de cada elemento de información una única vez.
Capacidad de compartición	No específico de ninguna aplicación o tecnologías concretas y, como consecuencia, utilizable por muchas aplicaciones o tecnologías.
Ampliabilidad	Capacidad de evolucionar para satisfacer nuevos requisitos con un efecto mínimo sobre los usuarios existentes.
Integridad	Coherencia con la forma en que la empresa utiliza y gestiona la información
Representación diagramática	Capacidad de representar un modelo utilizando una notación diagramática fácilmente comprensible.

FUENTE: extractado de CONNOLLY, Thomas; BEGG, Carolyn. *Sistemas de Bases de Datos*, p. 267.

9.4. ESTRATEGIA DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

El proceso completo que va desde la descripción del problema hasta el desarrollo de un programa de computadora que resuelva ese problema se conoce como *resolución del problema*. Normalmente, una solución consta de i) algoritmos y ii) medios para almacenar datos. “Un algoritmo es una especificación concisa de un

³⁵⁰ VARAS, M. Op. cit. p. 16

³⁵¹ RIORDAN, R. Op. cit. p. 4

método para resolver un problema. Una acción que un algoritmo realiza con frecuencia es operar sobre una colección de datos”³⁵². La forma en que se organizan tales colecciones corresponde a las *estructuras de datos*.

Los distintos tipos de modelamiento constituyen estrategias para resolución de problemas, que implican las etapas de análisis, diseño, ejecución y control. Joyanes³⁵³ plantea cuatro estrategias para resolución de problemas de procesamiento de información: diseño descendente, abstracción procedimental, abstracción de datos, ocultación de la información y la recursión o recursividad. Para su comprensión es necesario presentar en qué consiste el proceso de abstracción.

9.4.1. Proceso de abstracción. Joyanes plantea que “la abstracción es la capacidad para encapsular y aislar la información, del diseño y ejecución”³⁵⁴, básicamente ignorar los detalles no esenciales para lidiar con la complejidad. La diferencia entre la abstracción del diseño y la abstracción de la ejecución significa, en el primer caso, atender a la estructura y los procesos generales de un problema y su solución, mientras en el segundo caso se trata de prestar atención a los datos y su procesamiento. Entre uno y otro existen distintos niveles de abstracción:

Cualquier sistema de complejidad suficiente se puede visualizar en diversos niveles de abstracción dependiendo del propósito del problema [...] La existencia de diferentes niveles de abstracción conduce a la idea de una jerarquía de abstracciones [...] Las soluciones a problemas no triviales tiene una jerarquía de abstracciones de modo que sólo los objetivos generales son evidentes al nivel más alto. A medida que se desciende en nivel los aspectos diferentes de la solución se hacen evidentes.³⁵⁵

³⁵² JOYANES, L. op. cit. p. 4.

³⁵³ Ibid. p. 5.

³⁵⁴ ibid. p. 84.

³⁵⁵ Ibid. p. 4.

9.4.2. Diseño descendente. El diseño descendente consiste en descomponer un problema o una tarea en distintos niveles de detalle, cada uno de los cuáles constituye un módulo que realiza una función o conjunto de funciones específicas para la parte de la tarea seleccionada, de manera relativamente independiente³⁵⁶.

El concepto de modularidad implica una jerarquía que va de lo más general a lo más particular, donde lo último se agrupa alrededor de lo primero, que constituye un módulo. Al descomponer una actividad en tareas más simples es posible determinar en detalle las técnicas adecuadas a la resolución de un problema.

Por ejemplo, una aplicación de registro de atención psicosocial a víctimas de violencia puede contener los siguientes módulos, con las respectivas tareas o funciones:

- **Módulo identificación del caso**
 - Asignar un código identificador al caso.
 - Registrar al solicitante (nombre y documento de identidad).
 - Registrar datos de contacto (teléfono, dirección).
 - Asignar un equipo de atención (trabajador social, psicólogo, abogado).
 - Registrar el motivo inicial de atención.
 - Registrar datos de la entidad remitente, interconsulta o derivación.

- **Módulo caracterización sociofamiliar**
 - Composición del hogar
 - Identificar los integrantes del hogar (nombre, documento de identidad, parentesco con el jefe / la jefa de hogar)
 - Caracterizar a cada integrante mediante atributos como sexo, edad, escolaridad, ocupación.
 - Dinámica familiar
 - Registrar resumen de la conformación familiar
 - Registrar narrativas sobre relaciones familiares

- **Módulo hechos victimizantes**
 - Análisis del contexto:
 - Seleccionar lugares y periodos relacionados con la ocurrencia de los hechos victimizantes.

³⁵⁶ Ibid.

- Seleccionar o elaborar piezas de análisis de contexto aplicables al caso.
 - Hechos y perpetradores:
 - Registrar la fecha de ocurrencia de cada hecho.
 - Seleccionar hechos de violencia y presuntos responsables.
 - Complementar selección de hechos con detalles narrativos.
 - Procesos de exigibilidad
 - Identificar acciones legales emprendidas frente a cada hecho victimizante.
 - Seleccionar la fecha de inicio y finalización de la acción legal (si aplica).
 - Identificar el estado actual de los procesos judiciales u otras acciones legales.
 - Análisis de afectaciones: identificar y clasificar las afectaciones causadas por los hechos victimizantes.
- **Módulo Proceso terapéutico**
 - Programación de sesiones: programar la fecha de las sesiones terapéuticas.
 - Análisis de afectaciones y recursos terapéuticos: descripción y clasificación.
 - Plan de acción: descripción del plan de acción.
 - Modalidades terapéuticas: seleccionar plantilla de registro adecuada a cada modalidad terapéutica (individual, familiar, grupal, comunitaria).

9.4.3. Abstracción procedimental. En el diseño descendente se describe lo que realiza cada módulo, *el qué*. Sin embargo, no se indica *cómo* lo hace:

Una abstracción procedimental separa el propósito de un subprograma de su implementación. Una vez que un subprograma se haya escrito o codificado, se puede usar sin necesidad de conocer su cuerpo y basta con su nombre y una descripción de sus parámetros. La modularidad y abstracción procedimental son complementarios. La modularidad implica romper una solución en módulos; la abstracción procedimental implica la especificación de cada módulo antes de su implementación. El módulo implica que se puede cambiar su algoritmo concreto sin afectar el resto de la solución.³⁵⁷

³⁵⁷ Ibid. p. 6.

Este tipo de abstracción es fundamental para reutilizar funciones o trozos de código de programación de unas aplicaciones en otras, facilitando su desarrollo.

9.4.4. Abstracción de datos. “La abstracción de datos es la técnica de programación que permite inventar o definir nuevos tipos de datos [tipos de datos definidos por el usuario] adecuados a la aplicación que se desea realizar”³⁵⁸.

En este nivel solo interesan las operaciones que se realizan sobre los datos (agregar, eliminar, buscar, filtrar, combinar, operaciones aritméticas, lógicas o de comparación). Los tipos de datos definidos por el usuario, que establecen un conjunto de operaciones que pueden realizarse sobre aquellos se denominan Tipos Abstractos de Datos (TAD)^(*). Se pueden definir TAD como conjuntos, listas, colas, pilas, matrices, árboles y grafos.

Es posible definir el conjunto de valores posibles de una variable discreta como un TAD, por ejemplo los valores para establecer el parentesco entre los integrantes de un grupo familiar o los valores para definir los cambios de estado de una acción. Del mismo modo, el límite superior e inferior de un *rango de texto* como un dato único para referirse al conjunto de líneas de texto de ancho fijo de un documento, como las empleadas en la codificación de un documento en las aplicaciones de análisis cualitativo. Al crearse este tipo de datos resulta más fácil escribir una función para realizar operaciones de búsqueda y extracción de texto.

³⁵⁸ Ibid. p. 98.

(*) En lenguajes como Visual Basic, C++ o Java, a los TAD se les denomina clases. Visual Studio 2015 ha implementado las *estructuras*. “Una estructura es una concatenación de uno o varios miembros de diversos tipos de datos” en: MICROSOFT DEVELOPER NETWORK. Referencia de Visual Basic > Referencia del lenguaje Visual Basic > Resumen de tipos de datos (Visual Basic) > Tipo de datos definido por el usuario [en línea]. Microsoft, 2015 [recuperado el 15/10/2015]. Disponible en: <https://msdn.microsoft.com/es-es/library/cec05s9z.aspx?f=255&MSPPEror=-2147217396>

Entre las ventajas de los TAD mencionadas por Joyanes, se destacan las siguientes:

1. Permite una mejor conceptualización y modelado del mundo real. Mejora la representación y la comprensibilidad. Clarifica los objetos basados en estructuras y comportamientos comunes.
2. Mejora la robustez del sistema. Permiten la especificación del tipo de cada variable, los tipos abstractos de datos permiten la comprobación de tipos para evitar errores durante la ejecución del programa.
3. Separa la implementación de la especificación.
4. Permite la extensibilidad del sistema. Los componentes de software reutilizables son más fáciles de crear y mantener.
5. Recoge mejor la semántica del tipo. Los tipos abstractos de datos agrupan o localizan las operaciones y la representación de atributos.³⁵⁹

9.4.5. Ocultación de información. En términos sencillos, la ocultación de información significa que el funcionamiento interno de una aplicación es invisible al usuario, de manera que los detalles no interfieran con la utilidad esperada por aquel. Del mismo modo, implica que el desarrollador de la aplicación no se preocupa por sus usos particulares. De esta manera una aplicación se presenta como una caja negra, es decir un conocimiento encapsulado que interesa por su valor de uso. Incluso, los diferentes niveles de implementación (módulos, procedimientos, TAD's) son cajas negras entre sí³⁶⁰.

9.4.6. Iteración y recursividad. Un procedimiento o función iterativa es aquella que realiza repetidamente una serie de instrucciones o ciclos para obtener un resultado, en tanto “un procedimiento o función recursiva es aquella que se llama a sí misma”³⁶¹.

³⁵⁹ Ibid. p. 101.

³⁶⁰ Ibid. p. 7.

³⁶¹ Ibid. p. 263.

Es posible escribir una función iterativa de manera recursiva, y viceversa. La elección depende de cual sea más eficiente en cada caso, pero también de los conocimientos y habilidades lógico-matemáticas del desarrollador, y de la creatividad para implementarla^(*).

9.5. BASES DE DATOS (BD)

Las BD se definen como “una colección de archivos usados por programas de aplicaciones para algún propósito particular, de tal forma que estos archivos muestren algunas asociaciones o relaciones propias del nivel de registro”³⁶². Por ejemplo, el registro de un proyecto social en una BD de proyectos contiene varios campos relacionados entre sí como sugiere la estructura de la Figura 31.

Figura 31. Estructura básica de una BD de proyectos

Nombre del proyecto	Objetivos	Grupo meta poblacional	Metas	Duración	Presupuesto
---------------------	-----------	------------------------	-------	----------	-------------

Date³⁶³ señala que se trata de *datos persistentes*, en el sentido de que una vez ingresan al repositorio solo pueden ser eliminados mediante una operación a tal propósito, y se diferencian de los datos usados transitoriamente por un programa para su funcionamiento.

Dado que los modelos se componen de entidades, definidas por sus atributos, el dato corresponde al valor que toma determinado atributo en un momento específico.

(*) En el ANEXO M se muestra un ejemplo de iteración y recursividad empleadas en la codificación de información de un programa de entrega de alimentos.

³⁶² GRASSMAN, W.; TREMBLAY, J-P. op. cit. p. 569.

³⁶³ DATE, C.J. Op. cit. p. 9.

9.5.1. Sistema de BD. “Un sistema de bases de datos es una colección de datos interrelacionados y un conjunto de programas que permiten a los usuarios tener acceso a esos datos y modificarlos”³⁶⁴. Silberschatz³⁶⁵ indica que los sistemas de BD han sido creados para facilitar la interacción de los usuarios con los datos y operar de manera eficiente con estos, ocultando las complejidades físicas de su implementación, es decir, “ofrecer a los usuarios una visión abstracta de los datos”³⁶⁶.

Para lograr lo anterior, un sistema de BD desarrolla tres niveles de abstracción de la BD: el físico, el lógico y el conceptual. El conocimiento acerca de estos niveles es necesario en la selección de alternativas para la gestión de BD y en la definición de los roles relacionados con el diseño y administración de la BD, y el uso de los datos (ver ANEXO N).

El nivel **físico** “describe *cómo se almacenan realmente los datos*”³⁶⁷, tiene el más bajo nivel de abstracción y contiene el detalle de las complejas estructuras de datos, invisibles para los usuarios.

El nivel **lógico**, “describe *qué datos se almacenan en la base de datos y qué relaciones existen entre esos datos*”³⁶⁸, ofrece un nivel intermedio de abstracción.

El nivel **conceptual** se aproxima de manera significativa al modelo de realidad que intenta representarse, por tanto, ofrece el mayor nivel de abstracción, más cercano al modelo mental de los usuarios. A través de *vistas* de los datos se accede a la

³⁶⁴ SILBERSCHATZ, Abraham *et al.* Fundamentos de bases de datos. Madrid: McGraw-Hill Interamericana, 2006. p. 4.

³⁶⁵ Ibid.

³⁶⁶ Ibid.

³⁶⁷ Ibid. p. 5.

³⁶⁸ Ibid.

parte de la BD que contiene los datos que el usuario necesita, pudiéndose obtener diferentes vistas de la misma BD, con propósitos específicos. Es decir, define *qué datos obtiene el usuario*.

El nivel conceptual es resultado del modelado o diseño conceptual de la BD, definido por Connolly y Begg como “el proceso de construir un modelo del uso de la información dentro de una organización, modelo que debe ser independiente de los detalles de implementación”³⁶⁹.

9.5.2. Funciones de un sistema de gestión de BD (SGBD). Connolly y Begg³⁷⁰ identifican diez funciones que debe cumplir un SGBD, referidas a las operaciones con los datos, su definición, el soporte, trámite, concurrencia de usuarios e integridad de los datos, entre otros aspectos (ver Cuadro 17):

- i. Almacenamiento, extracción y actualización de datos
- ii. Proveer un catálogo accesible por el usuario
- iii. Soporte de transacciones
- iv. Servicios de control de concurrencia
- v. Servicios de recuperación
- vi. Servicios de autorización
- vii. Soporte para la tramitación de datos
- viii. Servicios de integridad
- ix. Servicios para la independencia de los datos
- x. Servicios de utilidad

³⁶⁹ CONNOLLY, T.; BEGG, C. op. cit. p. 44.

³⁷⁰ Ibid. pp. 44 – 48.

Cuadro 17. Funciones de un SGBD

Función de BD	Descripción
Almacenamiento, extracción y actualización de datos	Es la principal función de un SGBD, suele denominarse operaciones CRUD, por su sigla en inglés (Create, Read, Update and Delete).
Proveer un catálogo accesible por el usuario	Un catálogo del sistema o diccionario de datos es un repositorio de información que describe los datos contenidos en la BD, es decir, los 'datos acerca de los datos' o metadatos. Por ejemplo, los nombres, tipos y tamaños de los elementos de datos; o las estadísticas de uso, como el número de accesos realizados a los distintos objetos de la BD.
Soporte de transacciones	Un SGBD debe proporcionar un mecanismo que garantice que se lleven a cabo todas las actualizaciones correspondientes a una determinada transacción, o que no se lleve a cabo ninguna.
Servicios de control de concurrencia	Un SGBD debe proporcionar un mecanismo para garantizar que la BD se actualice correctamente cuando haya múltiples usuarios actualizando de manera concurrente la BD.
Servicios de recuperación	Un SGBD debe proporcionar un mecanismo para recuperar la BD en caso de que ésta resulte dañada de alguna forma.
Servicios de autorización	Un SGBD debe proporcionar un mecanismo para garantizar que sólo los usuarios autorizados puedan acceder a la base de datos.
Soporte para la tramitación de datos	Un SGBD debe poder integrarse con software de comunicaciones.
Servicios de integridad	Un SGBD debe proporcionar un medio de garantizar que tanto los datos de la BD como los cambios efectuados en los mismos se adecuen a ciertas reglas. El concepto de integridad de una BD hace referencia a la corrección y coherencia de los datos almacenados: puede considerárselo como otro tipo de protección de la BD. Aunque la integridad está relacionada con la seguridad, sus implicaciones son más genéricas: la integridad está relacionada con la calidad de los propios datos; La integridad se suele expresar en términos de restricciones, que son reglas de coherencia que la BD no debe violar.
Servicios para la independencia de los datos	Un SGBD debe incluir funcionalidades para permitir que los programas sean independientes de la estructura real de la BD.
Servicios de utilidad	Los programas de utilidad ayudan a administrar la BD de forma efectiva. Por ejemplo, facilidades de importación, para cargar la BD a partir de archivos sin estructura, y facilidades de exportación, para descargar la BD en dicho tipo de archivos; facilidades de monitorización, para controlar el uso y operación de la BD, etc.

FUENTE: Extractado de CONNOLLY, Thomas; BEGG, Carolyn. *Sistemas de Bases de Datos*, pp. 44 – 48.

9.5.3. Independencia de los datos y control centralizado. Uno de los aspectos más destacados de un sistema de gestión de BD (SGBD) es la separación entre los datos y la lógica. De esta manera, el tipo de contenido de una BD y su comportamiento pueden ser diseñados aunque no se disponga de datos. Igualmente, los cambios al diseño, en principio, no afectarán a los datos, ni los cambios en los datos afectarán el diseño de la BD^(*). Grassman y Tremblay se refieren a esta propiedad de las SGBD como *independencia de los datos*, que “puede describirse como una situación en la cual los datos y los programas de aplicación son independientes, en el sentido de que cualquiera de ellos puede modificarse sin modificar al otro”³⁷¹.

Otra característica importante de los SGBD es el *control centralizado* de los datos, que provee las siguientes ventajas:

1. Reduce el grado de redundancia de los datos almacenados
2. Favorece la integridad de los datos y evita problemas de inconsistencia de aquellos.
3. Mejora la posibilidad de compartir datos entre los usuarios
4. Proporciona controles más efectivos y uniformes para la seguridad y privacidad de los datos.³⁷²

(*) La separación entre lógica y datos se comprende mejor por oposición a la forma como generalmente se trabaja en una hoja de cálculo. En esta, los datos y las operaciones sobre aquellos (fórmulas) suelen estar en el mismo lugar. El resultado de un cálculo, inevitablemente, hace parte de la fórmula mediante la cual se calcula, de manera que si se borra el contenido de una celda con una fórmula, o se elimina la celda que contiene los datos de referencia, se generará un error relacionado con la lógica de procesamiento. Además, por cada registro al que deba aplicarse la misma lógica es necesario, la mayoría de las veces, realizar una copia de la fórmula. Lo anterior conlleva varios problemas, siendo los más notables i) El empleo de mayor tiempo en el diseño y procesamiento en BD de cierto tamaño o complejidad, ii) El uso de un número mayor de recursos de computación, y iii) Una probabilidad mayor de ocurrencia de errores y de la dificultad para encontrarlos y corregirlos (depurarlos). Finalmente, intentar implementar la separación entre datos y lógica en una hoja de cálculo es mucho más complicado que un SGBD, puede requerir conocimientos de programación, a menudo más sofisticados que el empleo de un DML.

³⁷¹ GRASSMAN, W.; TREMBLAY, J-P. op. cit. p. 570.

³⁷² Ibid. p. 571.

9.5.4. Estructura de un SGBD. Al diseño de la BD se le denomina *esquema* y a la información existente en la BD en un momento determinado se le denomina *ejemplar*³⁷³. Un SGBD se compone de tres elementos:

- i. **La BD:** corresponde a los datos almacenados físicamente, que pertenecen a uno o más esquemas o estructuras de datos.
- ii. **La aplicación:** son los objetos, principalmente visuales (tablas, formularios, informes, mensajes, comandos), con los que interactúa el usuario, y a través de los cuales registra y obtiene información.
- iii. **El motor de BD:** es un componente de software que ejecuta en el nivel físico las operaciones manipulación de datos establecidas desde el nivel conceptual, de acuerdo con la estructura del nivel lógico. Se encarga de almacenar, procesar y proteger los datos, proporcionando acceso controlado a la BD. La velocidad de las transacciones realizadas en una BD depende del motor de BD. Ejemplos de motores de BD son SQL Server, Oracle, MySQL, MariaDB, HyperSQL, DB2, MS Access (Microsoft Access Database Engine).

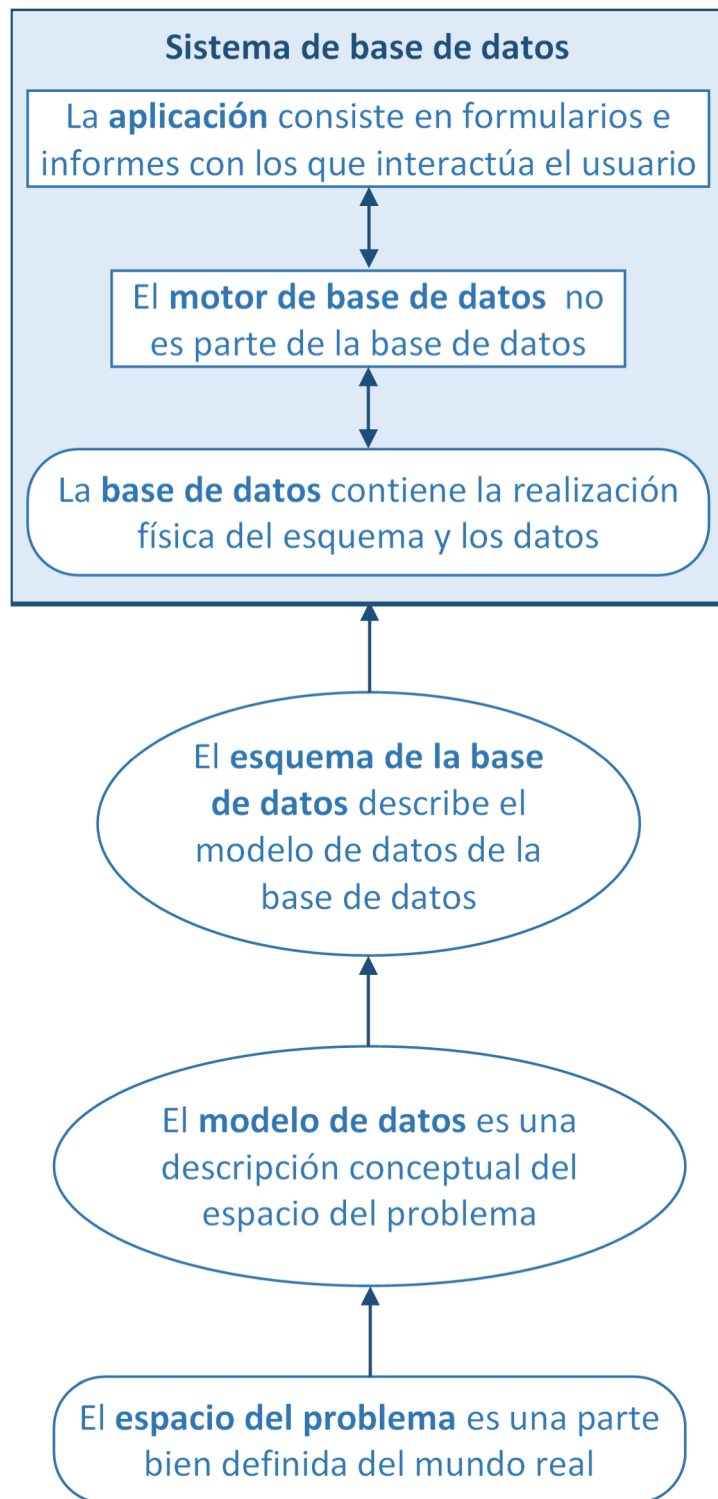
En muchas aplicaciones, incluidos los SGBD, existe un componente adicional que permite acceder a datos estructurados de otras aplicaciones o BD, las interfaces estándar para el acceso a servidores de BD^(*), que Riordan³⁷⁴ presenta como **modelos de objetos de acceso a datos**. También se les identifica como *interfaces o conectores a orígenes de datos externos*, tales como ODBC (Open Database Connectivity) y JDBC (Java Database Connectivity). Los conceptos fundamentales de BD se muestran en la Figura 32.

³⁷³ SILBERSCHATZ, A. *et al.* op. cit. p. 6.

^(*) Para profundizar en este tema se remite a KROENKE, D. op. cit. Capítulo 15: ODBC, OLE DB, ADO y ASP.

³⁷⁴ RIORDAN, R. op. cit. p. 7.

Figura 32. Terminología de bases de datos



Fuente: RIORDAN, Rebecca. Diseño de bases de datos relacionales con Access y SQL Server. p. 7.

9.6. PROCESOS DE ABSTRACCIÓN EN MODELAMIENTO DE BD

La selección de las características y propiedades de un conjunto de objetos es resultado del proceso de abstracción. En modelado de BD se usan tres tipos de abstracciones:

- i. Abstracción de clasificación.
- ii. Abstracción de agregación.
- iii. Abstracción de generalización.³⁷⁵

Desde esta perspectiva, el MD consiste en los conocimientos y técnicas empleadas en el proceso de abstracción de la realidad para el diseño de un modelo de datos, “es un mecanismo que proporciona una capacidad de abstracción”³⁷⁶.

9.6.1. Abstracción de clasificación. La clasificación se utiliza para identificar tipos de campos o atributos a partir de elementos individuales de información que tienen propiedades comunes. Define un concepto a cuya clase pertenecen tales elementos u objetos de la realidad. “Se representa gráficamente como un árbol de un nivel que tiene como raíz la clase y como hojas los elementos de la clase”³⁷⁷. Los valores de una variable categórica son un ejemplo de abstracción de clasificación.

Figura 33. Ejemplo de abstracción de clasificación



³⁷⁵ VARAS, M. op. cit. p. 10.

³⁷⁶ GRASSMAN, W.; TREMBLAY, J-P. op cit. p. 571

³⁷⁷ VARAS, M. op. cit. p. 10.

9.6.2. Abstracción de agregación. Mediante la agregación, se organizan como un grupo varias clases, generalmente de diferente tipo, que hacen parte de un conjunto más amplio al cual definen. “Se representa por un árbol de un nivel en el cual todos los nodos son clases; la raíz representa la clase creada por agregación de las clases representadas en las hojas”³⁷⁸. Los campos de una BD son un ejemplo de abstracción de agregación.

Figura 34. Ejemplo de abstracción de agregación



9.6.3. Abstracción de generalización. La abstracción de generalización “define una relación de subconjunto entre elementos de dos o más clases, donde cada generalización se representa con un árbol de un nivel, en el que todos los nodos son clases, con la clase genérica como raíz y las clases subconjuntos como hojas”³⁷⁹.

Por ejemplo, en la estructura de un proceso, una actividad es un subconjunto o clase del proceso. De igual modo, un paso o tarea es un subconjunto de la actividad. Aunque una generalización resulta bastante obvia en la mayoría de los casos, lo interesante es que al definir características para la clase raíz, estas también aplican a los subconjuntos. A esta propiedad se le denomina herencia. En el ejemplo

³⁷⁸ Ibid. p. 11.

³⁷⁹ Ibid.

mencionado, si una propiedad de un proceso es que emplea recursos, lo es también para las actividades y las tareas.

Figura 35. Ejemplo de abstracción de generalización



Se lee “La clase [educación] ES_UN subconjunto de la clase **DESC**; y la clase [DESC] ES_UN subconjunto de la clase **DDHH**”

9.7. EL MODELO RELACIONAL (MREL)

El MREL es el principal modelo de datos empleado para el diseño de BD comerciales y de propósito general. “Una BD relacional consiste en un conjunto de tablas o relaciones, a cada una de las cuales se asigna un nombre exclusivo”³⁸⁰, “cuyas relaciones se encuentran adecuadamente estructuradas”³⁸¹, es decir normalizadas(*).

Una **relación** es la manera de designar a un conjunto de atributos relacionados entre sí, por ejemplo, el nombre, la edad, el sexo y la ocupación de una persona.

³⁸⁰ SILBERSCHATZ, A. *et al.* op. cit. p. 29.

³⁸¹ CONNOLLY, T.; BEGG, C. op. cit. p. 67.

(*) La normalización de datos se trata en el numeral 9.8.

En el lenguaje relacional, a cada fila de la relación se le denomina **tupla**, a los campos **atributos**, y al conjunto de valores que puede tomar un atributo se le denomina **dominio**.

Los **atributos** se refieren a una clase común, que se denomina **entidad**. Las entidades modelan objetos o eventos del mundo real, tales como personas, lugares, cosas o acciones. Riordan establece que “una entidad es cualquier cosa que resulte necesaria en el sistema para mantener información”³⁸².

Una **relación** se asemeja a una tabla, en la cual el valor correspondiente a cada atributo de un individuo debe ser **atómico**, es decir indivisible, y no deben existir filas repetidas. El número de atributos que tiene una relación se denomina **grado**, y el número de tuplas **cardinalidad**. Así, una tabla con 6 campos y 10 registros es de grado igual a 6 y cardinalidad igual a 10.

De acuerdo con Varas, en MD, un dato corresponde a la tupla <nombre del objeto, propiedad del objeto, valor, tiempo>³⁸³. Normalmente, el tiempo se considera implícito (se asume el tiempo presente). Ejemplo: La población de Colombia es de 48.747.708 habitantes (ver cuadro 18).

Cuadro 18. Ejemplo de descripción de un dato en MD

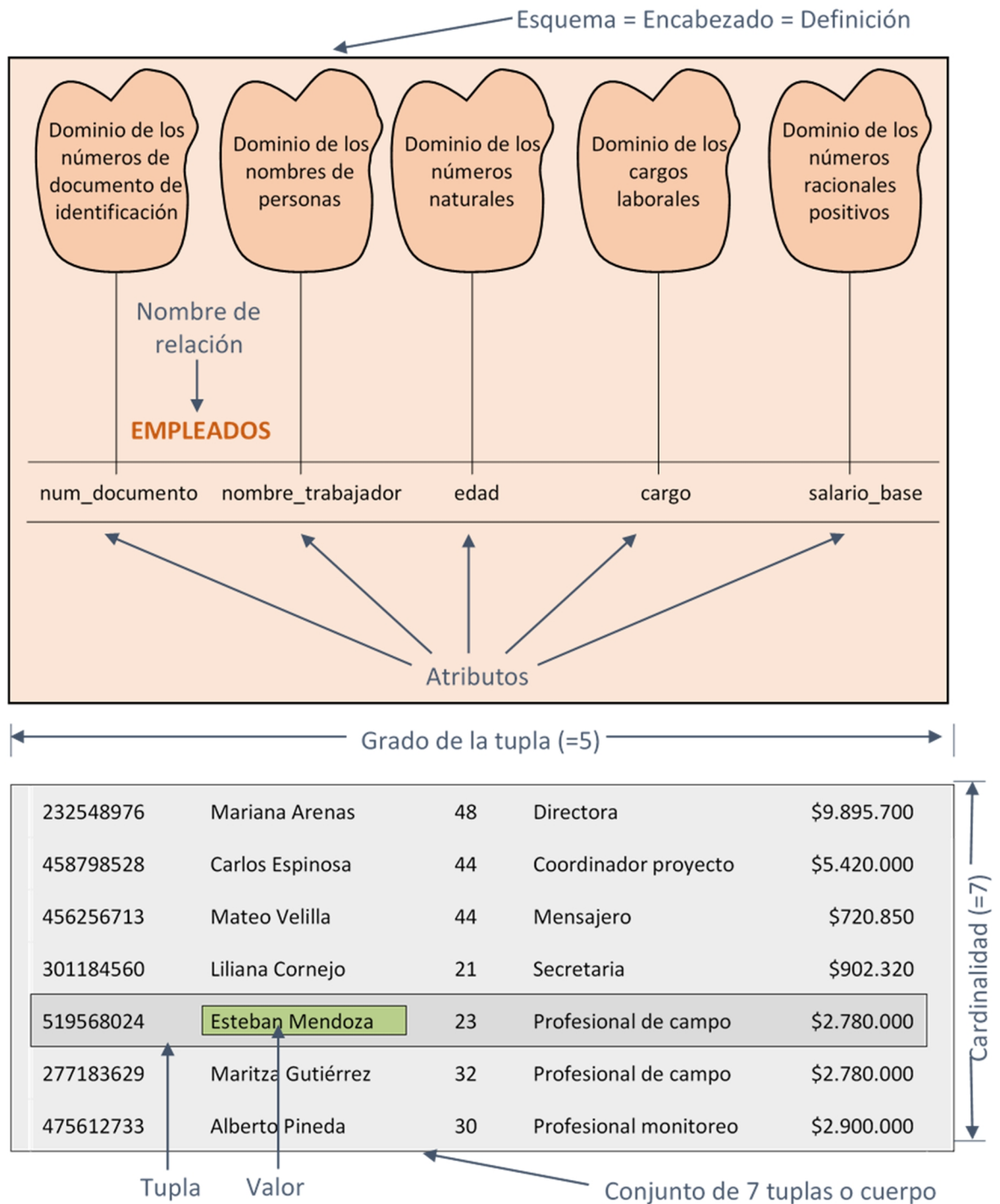
Nombre	Población de Colombia
Propiedades	Habitantes, entero no negativo.
Valor	48.747.708
Tiempo	hoy (2015)

En la Figura 36 se ilustran los conceptos empleados en una relación.

³⁸² RIORDAN, R. op. cit. p. 12.

³⁸³ VARAS, M. op. cit. p. 18.

Figura 36. Terminología utilizada en una relación



FUENTE: Adaptado de GRASSMAN y TREMBLAY. Matemática Discreta y Lógica, p. 573.

Los conceptos de la terminología del MREL tienen nombres de uso alternativos, como se muestra en el Cuadro 19.

Cuadro 19. Terminologías alternativas para el MREL

Término formal	Nombre alternativo 1	Nombre alternativo 2
Relación	Tabla	Archivo
Tupla	Fila	Registro
Atributo	Columna	Campo

FUENTE: CONNOLLY, Thomas; BEGG, Carolyn. *Sistemas de Bases de Datos*, p. 67.

9.7.1. Tipos de atributos. Para una entidad determinada, un atributo puede tomar uno o más valores, clasificándose de la siguiente manera³⁸⁴:

Atómico: el atributo toma solo un valor para la ENTIDAD respectiva. Ejemplos, el *nombre* y el *nivel de escolaridad* de una PERSONA. “Un dominio atómico tiene valores que no pueden ser descompuestos sin pérdida de algún significado dentro de algún contexto de aplicación dado”³⁸⁵.

De valores múltiples: un atributo de este tipo puede tener uno o más valores para una entidad específica. Ejemplo, los *integrantes* de un HOGAR. Un hogar tiene uno o más integrantes: José, Mónica, Paola y Carlos.

Compuesto: es el resultado de ensamblar varios atributos atómicos. Por ejemplo, la *dirección* de una VIVIENDA se compone de atributos como ciudad, barrio, calle, número.

³⁸⁴ Cfr. PETKOVIĆ, Dušan. *Microsoft SQL Server 2008: Manual de Referencia*. México: McGraw-Hill, 2008. p. 15.

³⁸⁵ GRASSMAN, W.; TREMBLAY, J-P. op cit. p. 573.

Se agrega a los anteriores **los atributos derivados**, aquellos “cuyo valor se puede obtener a partir del valor de otros atributos o entidades relacionadas”³⁸⁶, por ejemplo la *edad*, a partir de la *fecha de nacimiento* y la fecha actual, o el *número de integrantes* de un hogar mediante el conteo de individuos registrados. Generalmente, los atributos derivados no se almacenan en una BD, sino que se calculan cuando se requiere.

En muchos casos, que un atributo se defina como compuesto o atómico depende del significado y el uso que vaya a tener el dato en una entidad particular. Por ejemplo, el nombre completo de una persona puede tomarse como una cadena de texto, en el cual la cadena se toma como un valor único (ver Tabla 1). En otro caso puede ser necesario precisar el primer nombre y el primer apellido y contar con la información completa del nombre, por lo cual sea preferible crear cuatro atributos separados, correspondientes a cada una de las partes que comúnmente tiene un nombre, a partir de los cuales se genera el atributo compuesto (ver Tabla 2).

Tabla 1. Listado de personas (ejemplo de nombre como atributo atómico)

Cod_Persona	Nombre_Completo
22458	Manuel Pérez López
22459	Isabel Juliana González Ríos
22460	Mónica Del Mar Laguado
22461	Francisco De Castro Gómez

Tabla 2. Listado de personas (ejemplo de nombre como atributo compuesto del mismo dominio)

Cod_Persona	Primer_Nombre	Segundo_Nombre	Primer_Apellido	Segundo_Apellido
22458	Manuel		Pérez	López
22459	Isabel	Juliana	González	Ríos
22460	Mónica	Del Mar	Laguado	
22461	Francisco		De Castro	Gómez

³⁸⁶ SILBERSCHATZ, A. op. cit. p. 176.

En los ejemplos anteriores resulta obvio que es más fácil obtener un atributo compuesto a partir de atributos atómicos, que descomponer un atributo compuesto. Otro ejemplo, donde es menos obvio el carácter compuesto de un atributo, es la caracterización de la actividad de una persona. En la Tabla 3 se aprecia el listado de participantes en una mesa de trabajo sobre DDHH, en el que se registra el nombre, la profesión y la actividad de referencia que motiva su participación en la mesa.

Tabla 3. Actividad de referencia de participantes en mesa de DDHH (ejemplo de atributo compuesto por varios dominios)

Nombre_Participante	Profesión	Actividad_Referencia
Manuel Pérez	Sociólogo	Docente universitario
Isabel González	Psicóloga	Defensora DDHH ONG
Mónica Laguado	Trabajadora social	Funcionaria Defensoría del Pueblo
Francisco De Castro	Comerciante	Líder comunitario
Emilio Peña	Trabajador asalariado	Presidente Sindicato Posto-Cola
Mariana Sierra	Abogada	Funcionaria Procuraduría
Vilma Amaya	Lic. idiomas	Docente secundaria

En la *actividad de referencia* se aprecian dos atributos diferentes, uno el rol desempeñado por las personas (docente, defensor DDHH, funcionaria, líder), y otro el lugar o ámbito relacionado con el rol respectivo. En algunos casos, el ámbito es genérico (universidad, ONG, comunidad, secundaria) y en otros específico (Defensoría del Pueblo, Sindicato de Posto-Cola, Procuraduría).

Suponiendo que estas mesas se desarrollan en diferentes lugares del país, con la participación de cientos de personas, y se quisiera obtener un perfil social de los participantes, tal vez resultara conveniente un ejercicio de mayor granularidad en la descripción de la actividad de referencia, como el propuesto en la Tabla 4.

Tabla 4. Actividad de referencia y organización de procedencia de participantes en mesa de DDHH (desagregación de un atributo compuesto en múltiples dominios)

Nombre_Participante	Profesión	Rol_Referencia	Tipo_Organización	Nombre_Organización
Manuel Pérez	Sociólogo	Docente	I.E. Superior	Universidad de Los Cerros
Isabel González	Psicóloga	Defensora DDHH	ONG	Fundación AZ
Mónica Laguado	Trabajadora social	Funcionaria	Entidad pública	Defensoría del Pueblo
Francisco De Castro	Comerciante	Líder social	JAC	JAC Barrio Las Flores
Emilio Peña	Trabajador asalariado	Dirigente sindical	Sindicato	SINTRAPOSTOCOLA
Mariana Sierra	Abogada	Funcionaria	Entidad pública	Procuraduría
Vilma Amaya	Lic. idiomas	Docente	I.E. Secundaria	Colegio Simón Bolívar

A partir de esta estructura es fácil obtener un perfil del rol social de los individuos y del tipo de organizaciones participantes en las mesas de trabajo.

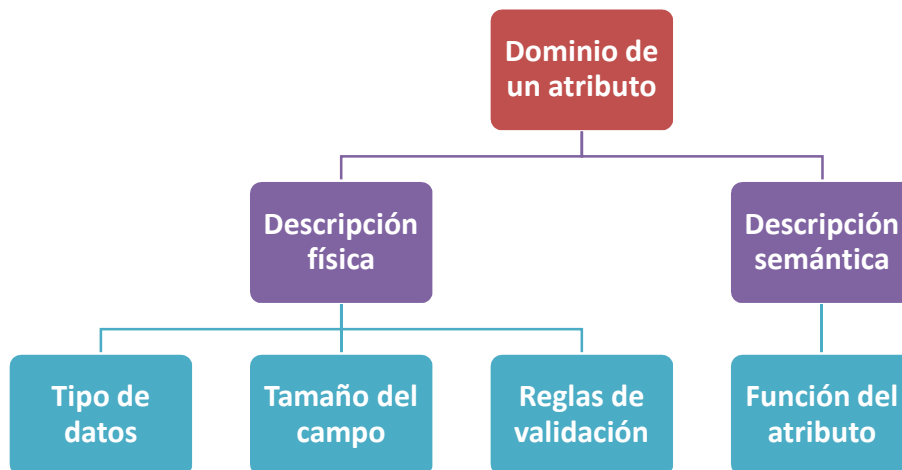
Entre la desagregación de la Tabla 2 y la realizada en la Tabla 4, existe una diferencia cualitativa importante. En el caso de la desagregación del nombre completo de una persona, todos los atributos derivados pertenecen al mismo dominio conceptual, es decir, el nombre de la persona. Por el contrario, la desagregación de la actividad de referencia da lugar a 3 atributos y dominios conceptuales diferentes: el rol de la persona, el tipo de organización y el nombre de la organización.

Además de la clasificación anterior, De Miguel *et al.* diferencian dos tipos de atributos: identificadores y descriptores. “Los primeros se utilizan para distinguir de manera única [subrayado propio] cada una de las ocurrencias de una entidad, mientras que los descriptores se utilizan para describir una ocurrencia de entidad”

[subrayado propio]^{387(*)}. En la Tabla 4 el nombre del participante es el atributo identificador y los demás son atributos descriptores.

9.7.2. Definición del dominio de un atributo. Kroenke³⁸⁸ identifica dos componentes en la definición del dominio de un atributo, su descripción física y su descripción semántica. La primera incluye aspectos como el tipo de datos, la longitud que puede tomar el campo u otro tipo de restricciones. La descripción semántica “indica la función o el propósito del atributo; esto lo distingue de otros atributos que puedan tener la misma descripción física”³⁸⁹, como puede suceder entre atributos como el monto de ingresos y el monto de gastos de un hogar, o cuando se utiliza una misma escala nominal para medir diferentes variables, o, más radicalmente, para distinguir atributos como la edad y la talla del calzado en un grupo de personas entre 35 y 45 años.

Figura 37. Componentes del dominio de un atributo



³⁸⁷ DE MIGUEL, Adoración *et al.* Diseño de bases de datos: problemas resueltos. México: Alfaomega – Rama, 2004. p. 2.

(*) El numeral 9.8.4 profundiza el tema de los atributos identificadores, también denominados claves.

³⁸⁸ KROENKE, D. op. cit. p. 84.

³⁸⁹ Ibid.

Por ejemplo, en una BD de proyectos, el dominio del atributo *objetivo del proyecto* se definiría como se observa en el Cuadro 20.

Cuadro 20. Ejemplo de definición del dominio de un atributo (descripción física por comprensión)

Entidad	Proyectos
Atributo	Objetivo del proyecto
Descripción física	Cadena de texto de mínimo 15 y máximo 255 caracteres. Valor requerido.
Descripción semántica	Frase que describe el objetivo del proyecto.

La descripción física de un atributo es similar a la definición de un conjunto, puede hacerse por *comprensión*, definiendo un conjunto de propiedades que caracteriza cualquier valor posible –como en el ejemplo anterior–, o por *extensión*, mediante una lista de los valores específicos que puede tomar el atributo, según el ejemplo del Cuadro 21.

Cuadro 21. Ejemplo de definición del dominio de un atributo (descripción física por extensión)

Entidad	Proyectos
Atributo	Estado del proyecto.
Descripción física	Uno de los siguientes valores: <i>No iniciado</i> (valor por defecto), <i>En ejecución</i> , <i>Finalizado</i> , <i>Suspendido</i> , <i>Cancelado</i> . Valor requerido.
Descripción semántica	Palabra o frase que describe el estado actual del proyecto en relación con su ejecución.

En los ejemplos anteriores, la descripción física incluye que se trata de valores requeridos. En un SGBDR esto implica que el registro no se guardará en la BD a menos que se asigne un valor válido al atributo respectivo. Esto lleva a que, en

diversas situaciones, se defina un valor por defecto o predeterminado del atributo, como sucede con el estado de un proyecto en el Cuadro 21.

Sin embargo, en otros casos es probable que se desconozca el valor de un atributo en un momento determinado, o que el mismo no aplique para un registro particular. Por ejemplo, la fecha de nacimiento de un integrante de un grupo, ausente al momento del registro, es un valor existente pero puede ser desconocido por los integrantes presentes. Si es indispensable registrar a todos los integrantes en ese momento, el atributo fecha de nacimiento no debería ser requerido en la descripción física, aunque exista siempre –no se trate de un valor opcional– en la descripción semántica.

Todo atributo cuyo valor es requerido en la descripción física es obligatorio en la descripción semántica (existe siempre y se presume conocido para la entidad respectiva), pero no al contrario, es decir, todo atributo cuyo valor existe siempre en la descripción semántica, no siempre debe ser requerido en la descripción física.

Finalmente, existen **atributos opcionales**, para los cuales el valor nulo es un valor válido. Por ejemplo, la dirección de correo electrónico de una persona. Aunque su uso se ha masificado, muchas personas de cierta edad, o bajos niveles socioeconómicos y de escolaridad aún no tienen una cuenta de correo electrónico. En el Cuadro 22 se muestra un ejemplo similar al anterior.

Cuadro 22. Ejemplo de definición del dominio de un atributo (valor opcional)

Base de datos	Programa Municipal Nutrición Adulto Mayor
Entidad	Beneficiarios
Atributo	Teléfono fijo vivienda
Descripción física	Número entero de 7 dígitos. Valor opcional.
Descripción semántica	Número del teléfono fijo de la vivienda del adulto mayor beneficiario del paquete nutricional.

9.7.3. Tipos de datos. En una BD relacional, a un dominio corresponde un tipo de datos. Los SGBDR implementan varios tipos de datos abstractos que facilitan el diseño y la gestión de los datos. Las propiedades específicas de cada tipo de datos dependen del motor de BD y del lenguaje de definición de datos (DDL) del SGBDR. De manera general, se dispone de los siguientes tipos:

- i. Datos numéricos (enteros, decimales, moneda, etc.).
- ii. Datos de caracteres (texto, hipervínculos).
- iii. Datos temporales (fecha y/u hora).
- iv. Datos booleanos (falso / verdadero).
- v. Datos binarios y de objetos (imágenes, multimedia, archivos anexados).

9.7.4. Manejo de valores nulos. El manejo de los valores nulos plantea, con frecuencia, dificultades semánticas y de cálculo en las BD. Por ejemplo, en la Tabla 5 es muy probable que el valor de edad de Yaneth sea desconocido por quien informa, pero ¿qué significa el campo vacío del atributo ingresos, del registro correspondiente a Carlos, Reinaldo, Víctor y Mariela? ¿Que no tienen ingresos, que son desconocidos por quien reporta la información, o que decidieron no informar al respecto?

Tabla 5. Edad e ingresos de un grupo familiar (valores nulos no controlados)

Nombre	Edad	Ingreso mensual
José	45	\$680.000
María	38	\$750.000
Carlos	16	
Yaneth		\$800.000
Reinaldo	21	
Víctor	11	
Mariela	68	

Si se trata de variables críticas para un SI, es necesario ampliar la semántica de aquellos atributos que pudieran tomar válidamente el valor nulo. En el ámbito del diseño de una BD, existe una condición válida necesaria para que un atributo pueda tomar el valor nulo: que su valor no sea requerido en la definición física o se permiten los campos de texto vacíos (de longitud cero). En la práctica, en el mundo real, existen cuatro situaciones para obtener valores nulos:

- i. Se olvidó registrarlo.
- ii. El valor es desconocido por quien reporta la información, u omitido deliberadamente por quien tiene el deber de informar.
- iii. No existe el atributo para un registro particular.
- iv. La información es negada por quien tiene el derecho de hacerlo.

Estas situaciones dan lugar a escenarios opuestos en la GI: en los dos primeros casos se debe procurar la recuperación de la información. En los dos últimos se debe evitar, en atención a los procedimientos y derechos implicados (habeas data, consentimiento informado, calidad del proceso) y a la eficiente gestión de los recursos. Y el modelo de datos debe reflejar estas posibilidades.

El registro del atributo *ingresos*, en un contexto particular, podría requerir una variable de control del *estatus* de la información, definiendo los atributos del modo mostrado en el Cuadro 23.

Cuadro 23. Ejemplo de definición de dominios para el control de valores nulos

Entidad	Integrantes grupo familiar
Atributo 1	Nombre
Descripción física	Cadena de texto entre 3 y 40 caracteres, valor único (sin duplicados). Valor requerido.
Descripción semántica	Nombre de cada integrante del grupo familiar.
Atributo 2	Edad
Descripción física	Entero entre 0 y 120. Valor opcional.

Descripción semántica	Edad del integrante, valor requerido.
Atributo 3	Ingreso mensual
Descripción física	Entero mayor o igual a cero, formato moneda. Valor opcional.
Descripción semántica	Ingreso monetario mensual de cada integrante del grupo familiar, mayor de 14 años. Requerido cuando aplica, sujeto a consentimiento del titular.
Atributo 4	Prefiere no informar ingreso
Descripción física	Booleano, requerido. Valor por defecto = Falso
Descripción semántica	Verificación de la decisión del integrante de no informar acerca de sus ingresos mensuales.
Atributo 5 (derivado)	Estatus ingreso
Descripción física	Uno de los siguientes valores: <i>Con ingresos</i> (derivado al registrar un valor mayor a cero en <i>ingreso mensual</i>), <i>Sin ingresos</i> (derivado al registrar un valor igual a cero en <i>ingreso mensual</i>), <i>Pendiente</i> (derivado cuando <i>Edad</i> es mayor de 14 o tiene valor nulo, e <i>Ingreso Mensual tiene valor nulo</i>), <i>No informa</i> (derivado cuando el atributo 4 es verdadero), <i>No aplica</i> (derivado al registrar un valor de edad menor a 14). Valor requerido.
Descripción semántica	Palabra o frase que describe el estado actual de la información sobre ingreso mensual de cada integrante del grupo familiar.

La tabla de datos correspondiente a la anterior definición de dominios quedaría así:

Tabla 6. Edad e ingresos de un grupo familiar (valores nulos controlados)

Nombre	Edad	Ingreso mensual	Estatus ingreso
José	45	\$680.000	Con ingresos
María	38	\$750.000	Con ingresos
Carlos	16		Pendiente
Yaneth		\$800.000	Con ingresos
Reinaldo	21		No informa
Víctor	11		No aplica
Mariela	68	\$0	Sin ingresos

Aparentemente, el control de los valores nulos en el ejemplo mencionado implica registrar información para un campo adicional (estatus ingreso). En la práctica, solo es necesario registrar los casos en que el individuo decide válidamente no informar, pues los demás estados pueden ser generados automáticamente por el sistema^(*).

Puede pensarse que cuando no se registra un valor de ingreso mensual resultaría más adecuado y sencillo colocar el estatus del ingreso en los campos en blanco, como se acostumbra a hacer en una hoja de cálculo (ver Tabla 7).

Tabla 7. Edad e ingresos de un grupo familiar (control inadecuado de valores nulos, al estilo de una hoja de cálculo)

Nombre	Edad	Ingreso mensual
José	45	\$650.000
María	38	\$750.000
Carlos	16	Pendiente
Yaneth		\$800.000
Reinaldo	21	No informa
Víctor	11	No aplica
Mariela	68	\$0

Sin embargo, tal práctica no es posible en un SGBDR, pues los dominios de *ingreso mensual* y *estatus ingreso* están definidos sobre tipos de datos diferentes; en el caso de ingreso mensual números enteros, que impedirían registrar cadenas de texto en dicho campo. Más importante aún, se trata de atributos con diferente significado. De otra parte, la derivación de la mayoría de valores de *estatus ingreso* son obtenibles a partir del valor registrado en ingreso mensual, mediante una operación automatizada. Aún en una hoja de cálculo, para el ejemplo en cuestión,

(*) Ver simulación del ejemplo en una BD de Microsoft Access, anexo digital **MD_ejemplo_nulos.accdr**. Requiere sistema operativo Windows y Microsoft Office 2013 (con Access) o, en su defecto, instalar Microsoft Access 2013 Runtime, disponible para descarga gratuita en <https://www.microsoft.com/es-co/download/details.aspx?id=39358>

ingreso mensual y estatus ingreso deberían manejarse como dos atributos separados.

9.7.5. Asociaciones. En el MREL es posible vincular entidades, mediante *asociaciones* o *interrelaciones*, a partir de atributos comunes. Por ejemplo, entre una BD de familias beneficiarias de subsidios sociales y otra BD de personas afiliadas al régimen de salud, consideradas como dos objetos independientes entre sí, se puede establecer una asociación a partir de un atributo común en ambas BD, en este caso el número del documento de identidad del jefe o la jefa del hogar en la BD de familias y el mismo atributo del afiliado en la BD del régimen de salud, para consolidar en una tabla única información de las dos entidades.

El atributo o conjunto de atributos que sirve de enlace entre dos entidades se denomina **clave externa o foránea** (foreign key, FK). Esta clave identifica una columna o un conjunto de ellas, existente en una tabla, en otra tabla diferente, generalmente dependiente de la primera. Con frecuencia, la FK hace parte de la clave primaria (PK) de las tablas relacionadas, aunque no siempre tiene que ser así.

Para el modelado visual de asociaciones se emplean diagramas relacionales o de pata de gallo. En la Figura 38, que modela las entidades participantes en una encuesta básica de hogares, se presentan los elementos que componen tales diagramas.

Las líneas de enlace identifican el tipo de relación existente entre las entidades, de acuerdo al significado de los símbolos ubicados al principio y al final del enlace (ver Figura 39).

Figura 38. Componentes de un diagrama relacional

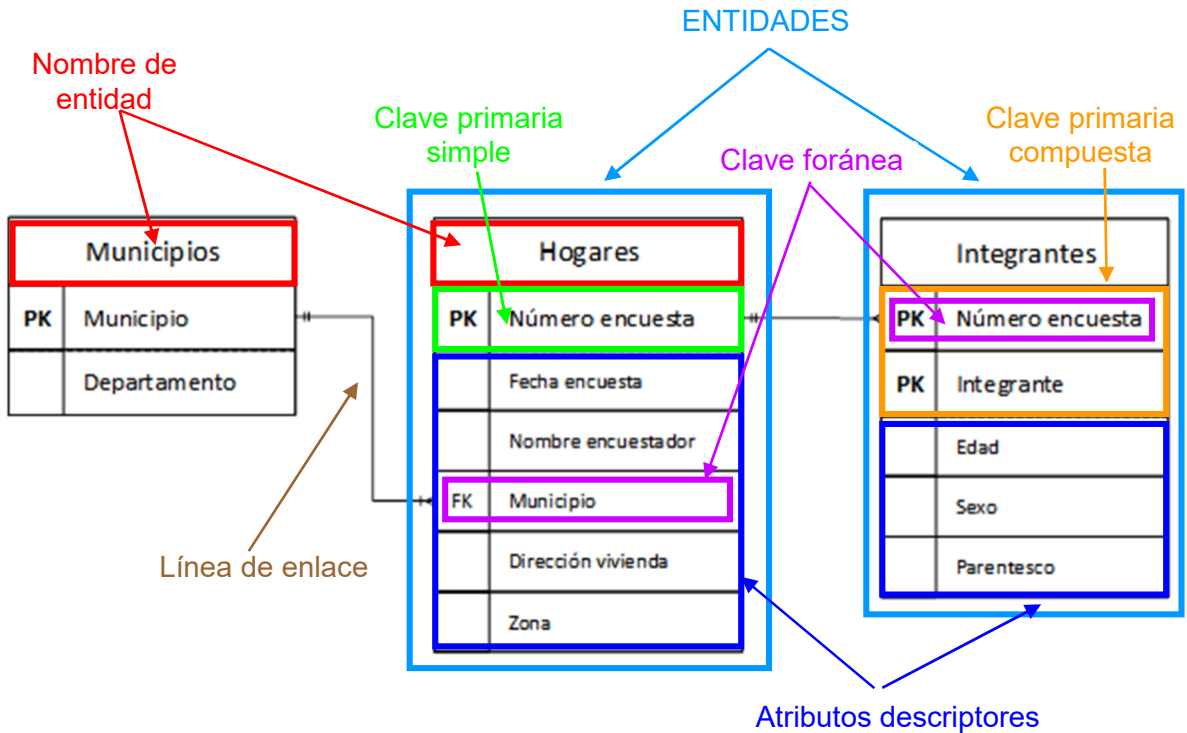
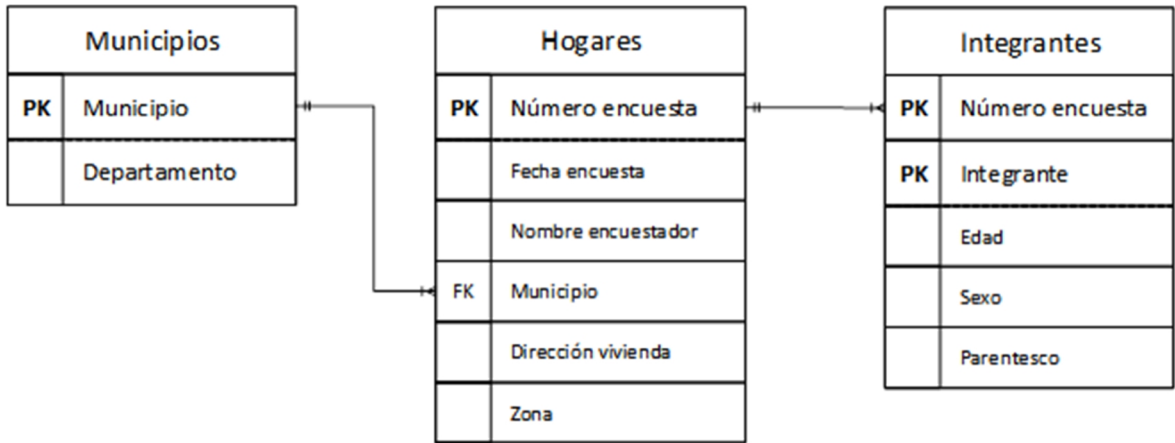
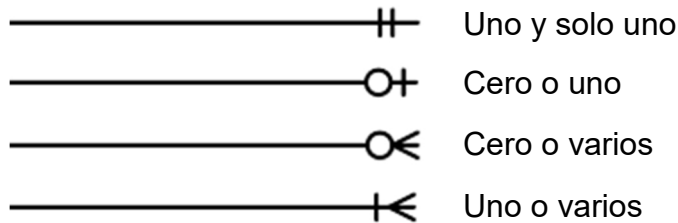


Figura 39. Símbolos para definir el tipo de asociación entre entidades



El tipo de asociación cero significa que la existencia de un valor para el atributo relacionado en la tabla es opcional.

Figura 40. Uso de las líneas de enlace en la asociación entre entidades



La asociación de la Figura 40 se interpreta así:

- Cada registro de la **entidad 1** debe relacionarse con al menos un registro de la **entidad 2**, y puede estar relacionado con varios registros de esta entidad.
- Cada registro de la **entidad 2** debe relacionarse con uno y solo un registro de la **entidad 1**.

Otra forma de representar el diseño de BD y de sus asociaciones es mediante un diagrama *Entidad – Relación* (ER) o diagrama de Chen, en el cual se especifica conceptualmente el significado de la relación. Ejemplo:

Figura 41. Asociación entre entidades mediante un diagrama de Chen (ER)



Las asociaciones se caracterizan por el grado, el orden y la cardinalidad³⁹⁰, que se explican a continuación.

³⁹⁰ FERNÁNDEZ ALARCÓN, Vicenç. Desarrollo de sistemas de información: Una metodología basada en el modelado. Barcelona: Edicions UPC, 2006. p. 156.

9.7.5.1. Grado de la interrelación. En una BD puede darse la asociación entre cualquier número de entidades (asociación n-aria). Sin embargo, normalmente, en una asociación participan una, dos o tres entidades, denominadas respectivamente asociación unaria, binaria y ternaria. La asociación unaria es la de una entidad consigo misma, por ejemplo, en una tabla de la composición de un hogar cada individuo puede asociarse a los otros a través del atributo parentesco.

9.7.5.2. Orden de la interrelación. Establece si la relación entre entidades es obligatoria u opcional. El orden de una interrelación puede definirse implícitamente en su cardinalidad.

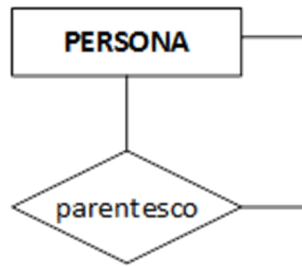
9.7.5.3. Cardinalidad de la interrelación. Define el número de registros que puede o debe existir en una entidad respecto a cada uno de los registros de la entidad a la cual se asocia (ver Tabla 8)

Tabla 8. Tipos de cardinalidad de las asociaciones

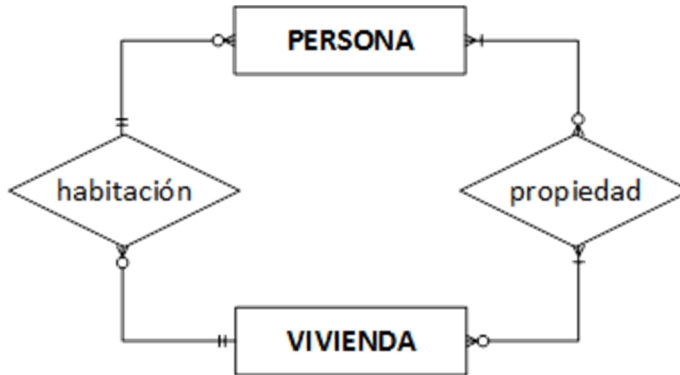
Registros relacionados en la ENTIDAD 1		Registros relacionados en la ENTIDAD 2		TIPO DE CARDINALIDAD
Mínimo	Máximo	Mínimo ^(*)	Máximo	
1	1	0	1	1 a 0 - 1
1	1	0	varios	1 a 0 - varios
1	1	1	1	1 a 1
1	1	1	varios	1 a varios
1	varios	0	varios	varios a 0 o varios
1	varios	1	varios	varios a varios

^(*) El valor cero en la cardinalidad indica que la existencia de un registro relacionado en la segunda tabla (entidad 2) es opcional.

Figura 42. Ejemplos de asociaciones entre entidades

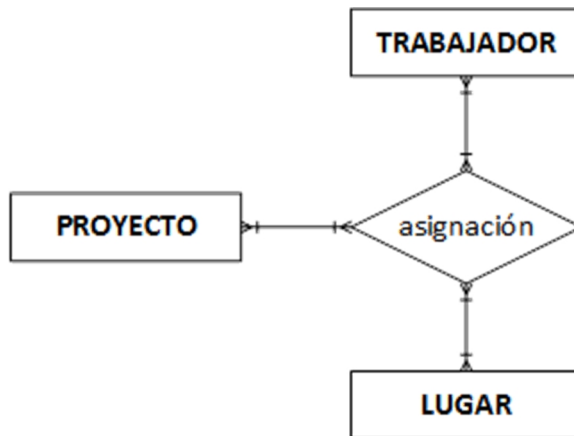


Asociación unaria. Una persona tiene un tipo de parentesco con otra persona de la misma entidad.

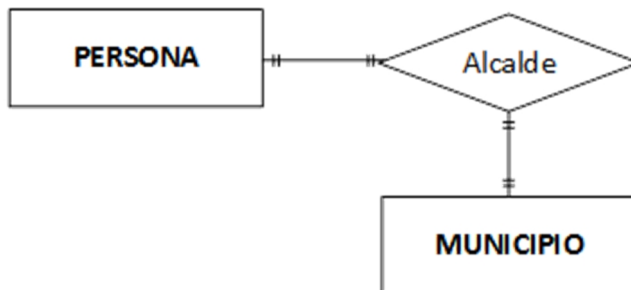


Asociaciones binarias. Una persona puede ser propietaria de ninguna o varias casas, y una casa debe ser propiedad de al menos una persona.

Una persona habita solo una casa, y hay casas que pueden estar deshabitadas.



Asociación ternaria. Un trabajador puede ser asignado a varios proyectos en distintos lugares de trabajo. Un proyecto puede tener asignados varios trabajadores y desarrollarse en varios lugares. En un lugar pueden laborar varios trabajadores y adelantarse múltiples proyectos.



Asociación binaria uno a uno. Una persona solo puede ser alcalde de un municipio, y un municipio solo puede tener un alcalde.

9.8. NORMALIZACIÓN DE DATOS

La normalización es una técnica para identificar las relaciones que satisfagan los requerimientos de datos de un proyecto u organización, acorde al MREL y contribuya a mantener la integridad de la BD. Esto incluye:

- [i] El número mínimo de atributos necesario para soportar los requisitos de datos;
- [ii] La identificación de dependencias funcionales entre atributos.
- [iii] Una redundancia mínima.³⁹¹

9.8.1. Atributos mínimos. El número mínimo de atributos depende del modelo que subyace a la BD, y se afina cuando se identifican atributos compuestos o información de contexto que puede requerir un SI automatizado. Considérese el perfil socioeconómico de una persona, que incluye atributos como los de la Tabla 9.

Tabla 9. Perfil socioeconómico (ejemplo de atributos básicos de una relación)

Nombre	Edad	Sexo	Nivel_Escolaridad	Ocupación
Manuel Pérez López	32	Hombre	Postgrado	Docente
Patricia Rodríguez	27	Mujer	Secundaria completa	Activista social
Mariana Sierra Vargas	41	Mujer	Pregrado	Psicóloga

El atributo *edad* corresponde al tiempo presente del momento en que se captura el dato. Sin embargo la actualización futura de esta información será imprecisa si no se cuenta con la fecha de nacimiento. De otra parte, aunque la información de fecha de nacimiento es suficiente por sí misma para estimar la edad, en algunos casos algo de redundancia puede ser necesario para validar datos de fechas, sujetos a errores frecuentemente.

³⁹¹ CONNOLLY, T.; BEGG, C. op. cit. p. 354.

Otros datos, que no hacen parte de la información del perfil socioeconómico, pero que pueden ser necesarios pensando en la trazabilidad del SI pueden ser la fecha en que se captura los datos o se crea el registro, y el nombre de la persona que registra los datos en el sistema.

Tabla 10. Perfil socioeconómico (ejemplo de atributos mínimos de una relación)

Nombre	Fecha Nacimiento	Edad	Sexo	Escolaridad	Ocupación	Fecha Registro	Autor Registro
Manuel Pérez López	21/10/1983	32	Hombre	Postgrado	Docente	25/10/2015	HPLATA
Patricia Rodríguez	15/03/1988	27	Mujer	Secundaria completa	Activista social	30/10/2015	BGOMEZ
Mariana Sierra Vargas	15/03/1988	41	Mujer	Pregrado	Psicóloga	30/10/2015	HPLATA

La definición de otro tipo de atributos mínimos depende del ámbito de aplicación del sistema. Sin embargo, previamente se ha establecido la importancia de tener en cuenta la ampliación futura del sistema y de posibilitar un significado completo en el contexto de la aplicación. Por ejemplo, puede ser necesario obtener información del contexto de la ocupación, relacionados con el sector laboral y la posición ocupacional (ver Tabla 11). Así se enriquece la semántica del atributo *ocupación* al añadir aquella información.

Tabla 11. Ampliación del significado de un atributo mediante atributos de contexto

Nombre	Ocupación	Sector laboral	Posición ocupacional	Fecha Registro	Autor Registro
Manuel Pérez López	Docente	Privado	Trabajador dependiente	25/10/2015	HPLATA
Patricia Rodríguez	Activista social	Comunitario	Voluntario	30/10/2015	BGOMEZ
Mariana Sierra Vargas	Psicóloga	Público	Trabajador dependiente	30/10/2015	HPLATA

9.8.2. Dependencia funcional. Se refiere a la relación existente entre atributos, a partir de los cuales se establece que no existen registros repetidos en una tabla. Riordan define así la dependencia funcional:

Dada una tupla T, con dos conjuntos de atributos $\{X_1 \dots X_n\}$ y $\{Y_1 \dots Y_n\}$, entonces el conjunto Y es funcionalmente dependiente del conjunto X si, para cualquier valor válido de X solo existe un valor válido de Y³⁹². [...] En la práctica, [indica que] debe haber algún conjunto de atributos que resulte único para cada tupla y, sabiendo eso, determinar los que no son únicos.³⁹³

En la Tabla 12, atributos como *edad*, *sexo* y *nivel de escolaridad* tienen más de un valor relacionado en los otros campos. Esto sucede con el valor 27 del atributo *edad*, con los valores hombre y mujer del atributo *sexo*, y con los valores pregrado y postgrado del atributo *nivel de escolaridad*. Por tanto, no existe dependencia funcional respecto a estos atributos. Por ejemplo, en el atributo *nivel de escolaridad*, el valor *postgrado* está relacionado con dos valores de nombre, dos valores de edad y dos valores de sexo diferentes.

Tabla 12. Perfil socioeconómico (ejemplo de dependencia funcional)

Nombre	Edad	Sexo	Nivel_Escolaridad	Ocupación
Manuel Pérez	32	Hombre	Postgrado	Docente
Patricia Rodríguez	27	Mujer	Secundaria completa	Activista social
Carlos Páez	19	Hombre	Secundaria incompleta	Artesano
Gonzalo Orozco	27	Hombre	Pregrado	Comerciante
Yaneth Anzola	50	Mujer	Postgrado	Consultora
Mariana Sierra	41	Mujer	Pregrado	Psicóloga

Por el contrario, cada valor de los atributos *nombre* y *ocupación* solo se relaciona con un valor único de cada uno de los demás atributos. No pasa desapercibido al

³⁹² RIORDAN, R. op. cit. p. 31.

³⁹³ Ibid. p. 32.

observador que para estos dos atributos, cada valor solo aparece reportado una vez en la tabla, es decir, cada valor es exclusivo.

Puede darse el caso que en una relación exista dependencia funcional respecto a más de un atributo, de manera independiente. En el ejemplo anterior no sucede así, pues el contexto de los datos permite advertir que la exclusividad del atributo *ocupación* es solo circunstancial. Puede suceder que en el futuro se agregue un nuevo registro para el cual se repita uno de los valores de ocupación existente previamente.

Finalmente, el atributo *nombre* es determinante^(*) en los valores que toman los otros atributos en cada registro: Manuel Pérez identifica unívocamente a una persona, para quien solo existe un valor válido para los atributos edad, sexo, nivel de escolaridad y ocupación; y así sucede con los demás nombres. Por tanto, existe dependencia funcional de los demás atributos respecto al atributo nombre.

9.8.3. Redundancia mínima. Se refiere a que cada atributo solo esté representado una sola vez en la relación.

Tabla 13. Reporte de visitas (con redundancia de atributos)

Cód. Caso	Motivo Principal	Fecha Visita 1	Estado Visita 1	Fecha Visita 2	Estado Visita 2	Fecha Visita 3	Estado Visita 3
B3568	Violencia género	18/09/2015	No contactado	25/09/2015	Realizada	2/10/2015	Resistencia
A3685	Maltrato infantil	17/09/2015	Realizada	25/09/2015	Resistencia		
B3569	Abandono	20/09/2015	No contactado	23/09/2015	Realizada	1/10/2015	Realizada

(*) Se define determinante en una relación a un atributo del cual depende funcionalmente de manera completa cualquier otro atributo de la relación". En: RAMOS, María Jesús *et al.* Sistemas gestores de bases de datos. Madrid: McGraw-Hill/Interamericana de España, 2006. p. 82.

En la Tabla 13 se observa que los atributos *fecha visita* y *estado visita* aparecen triplicados en la relación, se trata de los mismos atributos que ocurren en tres momentos diferentes. Este diseño parte de un supuesto acerca de la ocurrencia repetida de un evento, en este caso que se realizarán tres visitas. Sin embargo, en la segunda fila, correspondiente al código de caso A3685, los campos de la tercera visita aparecen vacíos, sin que se pueda establecer su significado, por ejemplo, si aún no se ha programado la actividad correspondiente, si no se realizará definitivamente, o si no se ha realizado el registro respectivo.

Si se decidiera modificar el proceso para agregar visitas adicionales a las tres establecidas, implicaría modificar el diseño de la relación, agregando los campos concernientes. Al realizar un reporte del número de visitas realizadas, ¿cómo deberían tratarse los campos vacíos? En el caso de haber agregado columnas adicionales, la semántica del conteo sería diferente entre los eventos anteriores y los posteriores a la ampliación del número de eventos. Lo anterior conllevaría establecer diversas reglas de interpretación y manejo de excepciones que complejizarían innecesariamente el modelo.

Cualquier alternativa parte de considerar las diferentes visitas como un mismo atributo, por tanto, que debe estar representado solo una vez en la relación, como se muestra en la Tabla 14.

Tabla 14. Reporte de visitas (sin redundancia de atributos)

Código del Caso	Fecha de la Visita	Estado de la Visita
B3568	18/09/2015	No contactado
B3568	25/09/2015	Realizada
B3568	2/10/2015	Resistencia
A3685	17/09/2015	Realizada
A3685	25/09/2015	Resistencia
B3569	20/09/2015	No contactado
B3569	23/09/2015	Realizada
B3569	1/10/2015	Realizada

En el ejemplo anterior, ningún atributo ni tupla se repiten. Cada visita corresponde a un caso en una fecha determinada, para la cual solo existe un estado posible. El atributo *estado visita* depende funcionalmente de la combinación entre *código caso* y *fecha visita*. Cualquiera de los valores de los atributos puede aparecer repetido, pero nunca la combinación entre el código del caso y la fecha de visita. Es decir, para un caso dado solo es posible realizar una visita en una fecha determinada.

9.8.4. Clave de una relación. La clave de una relación es el atributo o conjunto de atributos que identifican de manera unívoca una tupla, respecto de los cuales existe dependencia funcional de otros atributos de la relación. La clave es *simple* cuando está conformada por un solo atributo, y *compuesta* cuando participan múltiples atributos. En la Tabla 15 la entidad *casos* depende de una clave simple, el código del caso.

Tabla 15. Listado de casos (ejemplo de clave simple)

Código del Caso	Motivo Principal de Atención	Fecha de Apertura del Caso	Funcionario Responsable	Estado del Caso
B3568	Violencia género	05/09/2015	Libia Medina	Cerrado
A3685	Maltrato infantil	05/09/2015	Libia Medina	Abierto
B3569	Abandono	10/09/2015	Yolima Vargas	Abierto

En la Tabla 16 la entidad *visitas* depende de una clave compuesta por el código del caso y la fecha de la visita.

Tabla 16. Reporte de visitas (ejemplo de clave compuesta)

Código del Caso	Fecha Visita	Estado Visita
B3568	18/09/2015	No contactado
B3568	25/09/2015	Realizada
A3685	17/09/2015	Realizada
A3685	25/09/2015	Resistencia
B3569	20/09/2015	No contactado
B3569	23/09/2015	Realizada

Dado que en una relación no pueden existir tuplas repetidas, es decir, la combinación de los valores de todos los atributos debe ser diferente entre una tupla y otra, al menos en un atributo, “por definición, todas las relaciones deben tener al menos una clave candidata: el conjunto de todos [los valores de] los atributos que conforman la tupla”³⁹⁴. Adicionalmente, la clave debe ser irreducible, lo que significa que los atributos que hacen parte de aquella son indispensables para identificar de manera inequívoca al registro.

Salvo alguna razón excepcional del diseño del modelo, la clave debe corresponder a un atributo o conjunto de atributos cuyo valor no se altere durante el ciclo de vida de los datos relacionados. En el proceso de diseño de una entidad puede ser posible identificar más de un atributo o conjunto de atributos que satisfaga las condiciones para ser clave de la tupla. Cada uno de estos se denomina *clave candidata*, de los cuales se seleccionará la clave primaria o principal (primary key, PK)³⁹⁵.

9.8.5. Claves artificiales y alternativas. Previamente se expuso cómo, en una relación sobre el perfil socioeconómico de un conjunto de personas, existía dependencia funcional de la tupla respecto al atributo *nombre de la persona*, por lo cual podría considerarse este atributo como clave candidata de la relación.

Tabla 17. Perfil socioeconómico (ejemplo de clave candidata ambigua)

Nombre	Fecha Nacimiento	Edad	Sexo	Escolaridad	Ocupación	Fecha Registro	Autor Registro
Manuel Pérez	21/10/1983	32	Hombre	Postgrado	Docente	25/10/2015	JPLATA
Patricia Rodríguez	15/03/1988	27	Mujer	Secundaria completa	Activista social	30/10/2015	BGOMEZ
Mariana Sierra Vargas	15/03/1988	41	Mujer	Pregrado	Psicóloga	30/10/2015	JPLATA
Manuel Pérez	8/02/1979	36	Hombre	Postgrado	Docente	25/10/2015	BGOMEZ

¿Son diferentes o la misma persona?

³⁹⁴ RIORDAN, R. op. cit p. 30.

³⁹⁵ Cfr. KROENKE, D. op. cit. p. 130.

En la Tabla 17 se observa que, aparentemente, hay dos personas con el mismo nombre, Manuel Pérez. Lo anterior se deduce porque sus fechas de nacimiento son diferentes. Ahora, si tuvieran la misma fecha de nacimiento, no se estaría en la posibilidad de establecer si se trata de individuos diferentes o de un registro duplicado.

En este caso es necesario identificar, agregar o construir un atributo alternativo que satisfaga los requisitos para ser clave de la tupla. En la práctica, cuando se trata de datos que se obtendrán solo una vez por cada individuo de la unidad de observación (personas, hogares, casos, etc.) basta con asignar una clave artificial al instrumento de registro, tal como un número de formulario y controlar que no se repita el individuo a quien se aplica el instrumento.

En los casos que se realiza más de un registro por individuo, o sus datos son objeto de actualización posterior, la primera opción es identificar otro atributo real, como puede ser el documento de identificación. Es una alternativa viable y recomendable cuando su presentación es un requisito normativo de los procesos que se están modelando, como puede ser la vinculación laboral, el acceso a un servicio social, o el ingreso a un programa de estudios.

Sin embargo, esta alternativa presenta varios inconvenientes, como son:

- La resistencia de las personas a revelar su documento de identidad por razones de seguridad.
- La dificultad para verificar la autenticidad de los datos cuando las personas no portan el documento o lo han extraviado.
- El cambio de documento de identidad del sujeto titular de la información, en procesos que implican el seguimiento y registro de datos relacionados con un individuo durante periodos de tiempo relativamente largos. Esto sucede, por ejemplo, en registros iniciados cuando los titulares no han cumplido la mayoría de edad y se registran con un documento diferente a la cédula de ciudadanía.

Posteriormente, cuando han obtenido este documento, se registran con el nuevo número como se muestra en la Figura 43.

Figura 43. Cambio de valor de la clave candidata entre dos momentos (cambio del valor del atributo para el mismo individuo)

Registro de Asistencia a Taller de Capacitación para Adolescentes y Jóvenes					
Fecha: 23 de septiembre de 2013					
Nombre y apellido	Edad	Sexo		Documento de identidad	Firma
		Hombre	Mujer		
Arnoldo Guarín	17	X		T.I. 9509211953	Arnoldo G
Maritza Campos	15		X	T.I. 97110212011	Maritza Campos

Cambio de la clave candidata para el mismo individuo

Registro de Asistencia a Taller de Capacitación para Adolescentes y Jóvenes					
Fecha: 11 de marzo de 2014					
Nombre y apellido	Edad	Sexo		Documento de identidad	Firma
		Hombre	Mujer		
Arnoldo Guarín	18	X		C.C. 10810256154	ARNOLDO GUARÍN R.
Maritza Campos	16		X	T.I. 97110212011	Maritza Campos

En el caso anterior se duplicaría el registro de una persona en la BD, al interpretar que a diferentes números de documento de identidad corresponden distintas personas.

En la Figura 44 se ilustra otro caso de modificación del valor del documento de identidad como clave de una entidad, relacionado con el cambio del propio titular del registro.

Figura 44. Cambio de valor de la clave candidata entre dos momentos (cambio del individuo asociado al atributo clave)

PROGRAMA DE ATENCIÓN PSICOSOCIAL A FAMILIAS EN SITUACIÓN DE VULNERABILIDAD SOCIAL									
ENCUESTA DE LÍNEA BASE INICIAL							Formulario No. 058974		
Fecha Registro			Departamento	Municipio	Nombre y apellidos del facilitador	Doc. Identidad del facilitador			
Día	Mes	Año							
15	03	2015	Cundinamarca	Soacha	Carlos Carvajal Solano	945601238			
Sección a. DATOS JEFE GRUPO FAMILIAR									
1	2			3		4			5
Núm. del doc. de identidad	Nombres y apellidos			Sexo		Fecha Nacimiento			Ocupación
				H	M	Día	Mes	Año	
912537311	Josué Manuel Herrera Quiroz			X		18	09	1980	Vendedor frutas
Sección b. DATOS OTROS INTEGRANTES DEL GRUPO FAMILIAR									
6	7			8		9			10
Núm. del doc. de identidad	Nombres y apellidos			Sexo		Fecha Nacimiento			Parentesco con jefe grupo familiar
				H	M	Día	Mes	Año	
377841945	Lida Patricia López López				X	02	03	1983	Cónyuge
1010622054	Josué David Herrera López			X		22	06	2001	Hijo
10310114895	Manuel Ricardo Herrera López			X		11	10	2003	Hijo

Cambio del individuo asociado al atributo clave

PROGRAMA DE ATENCIÓN PSICOSOCIAL A FAMILIAS EN SITUACIÓN DE VULNERABILIDAD SOCIAL									
ENCUESTA DE LÍNEA BASE FINAL							Formulario No. 073562		
Fecha Registro			Departamento	Municipio	Nombre y apellidos del facilitador	Doc. Identidad del facilitador			
Día	Mes	Año							
20	10	2015	Cundinamarca	Soacha	Juliana Vera García	6785601238			
Sección a. DATOS JEFE GRUPO FAMILIAR									
1	2			3		4			5
Núm. del doc. de identidad	Nombres y apellidos			Sexo		Fecha Nacimiento			Ocupación
				H	M	Día	Mes	Año	
377841945	Lida Patricia López López				X	02	03	1983	Oficios varios
Sección b. DATOS OTROS INTEGRANTES DEL GRUPO FAMILIAR									
6	7			8		9			10
Núm. del doc. de identidad	Nombres y apellidos			Sexo		Fecha Nacimiento			Parentesco con jefe grupo familiar
				H	M	Día	Mes	Año	
1010622054	Josué David Herrera López			X		22	06	2001	Hijo
10310114895	Manuel Ricardo Herrera López			X		11	10	2003	Hijo
10968001875	Bibiana Herrera López				X	19	05	2015	Hija

El ejemplo anterior, de un hipotético programa de acompañamiento psicosocial, en el que las unidades de atención son familias, cada unidad de atención se identifica y registra bajo el documento de identidad de una persona mayor de edad que se reconozca como jefe o jefa de familia. Puede suceder que, durante el desarrollo del programa, se produzcan cambios en la jefatura del grupo familiar, como resultado de la separación de los cónyuges y el subsecuente abandono del hogar por quien se reconocía como jefe del hogar, o por la muerte del anterior jefe de hogar.

Al analizar un poco más de cerca este ejemplo, se descubren deficiencias en los supuestos del modelo, que pierde de vista el carácter dinámico de la composición de los hogares al momento de definir como clave principal el documento de identidad del jefe del grupo familiar.

Para resolver adecuadamente problemas similares existen dos estrategias: crear una clave artificial y emplear claves alternativas.

Figura 45. Enlace manual entre dos formularios mediante clave artificial

PROGRAMA DE ATENCIÓN PSICOSOCIAL A FAMILIAS EN SITUACIÓN DE VULNERABILIDAD SOCIAL						
ENCUESTA DE LÍNEA BASE INICIAL					Formulario No. 058974	
Fecha Registro			Departamento	Municipio	Nombre y apellidos del facilitador	Doc. Identidad del facilitador
Día	Mes	Año				
15	03	2015	Cundinamarca	Soacha	Carlos Carvajal Solano	945601238

De esta forma se enlazan manualmente los dos formularios

PROGRAMA DE ATENCIÓN PSICOSOCIAL A FAMILIAS EN SITUACIÓN DE VULNERABILIDAD SOCIAL						
ENCUESTA DE LÍNEA BASE FINAL					Formulario No. 073562	
Registre aquí el número del formulario de la encuesta de línea base inicial ⇒ 058974						
Fecha Registro			Departamento	Municipio	Nombre y apellidos del facilitador	Doc. Identidad del facilitador
Día	Mes	Año				
20	10	2015	Cundinamarca	Soacha	Juliana Vera García	6785601238

1. Crear una clave artificial, que no tiene un significado diferente a la función de PK. En el ejemplo de la Figura 45, el número de formulario de línea base (inicial) es una clave candidata adecuada. Para enlazarlo con la encuesta de línea base final se debe disponer un campo adicional para registrar la clave en este formulario.

2. Emplear claves alternativas. Una clave alternativa sirve como clave provisional cuando no se dispone de un atributo persistente fácilmente identificable o asignable que tenga las características deseables de una clave principal.

En el ejemplo de la Figura 43, el nombre de la persona y el documento de identidad sirven como claves alternativas, aunque es recomendable agregar un campo de control, de manera que se pueda establecer si se trata de una persona registrada en un evento anterior o, por el contrario, de un nuevo participante, que podría ser homónimo de otro preexistente en la BD. Este caso se ilustra en la Figura 46. En la BD se asigna una clave artificial para uso interno del sistema (*clave interna participante*) y se mantiene el registro de las claves alternativas, es decir, el *nombre del participante* y los *tipos y números de documento de identidad*. Como atributos adicionales de control se pueden emplear la verificación de *participación previa* y la *edad*. Con estos atributos es posible reducir la ambigüedad en la interpretación de nombres homónimos, cuando aparece un nuevo registro manual (ver Tabla 18).

Tabla 18. Registro de participantes (uso de claves alternativas)

Fecha del taller	Clave interna participante	Nombre participante	Tipo documento identidad 1	Número documento identidad 1	Tipo documento identidad 2	Número documento identidad 2	Participación previa	Edad	Sexo
23/09/2013	A095	Maritza Campos	TI	9710212011			Sí	15	M
23/09/2013	A102	Arnoldo Guarín	TI	9509211953			No	17	H
11/03/2014	A095	Maritza Campos	TI	9710212011			Sí	16	M
11/03/2014	A102	Arnoldo Guarín	TI	9509211953	CC	10810256154	Sí	18	H
15/04/2014	A103	Arnoldo Guarín M.	TI	9810142065			No	15	H
15/04/2014	A104	Leticia Salas	TI	9704184857			No	16	M

Clave principal

Claves alternativas para precisar la clave interna

Atributos de control

Figura 46. Uso de claves alternativas y campos de control

Registro de Asistencia a Taller de Capacitación para Adolescentes y Jóvenes
Fecha: 23 de septiembre de 2013

Nombre y apellido	Edad	Sexo		Documento de identidad	Ha asistido antes a los talleres de este programa?		Firma
		Hombre	Mujer		SI	NO	
Arnoldo Guarín	17	X		T.I. 9509211953	SI	NO	ArnoldoG
Maritza Campos	15		X	T.I. 9710212011	SI	NO	Maritza Campos

Registro de Asistencia a Taller de Capacitación para Adolescentes y Jóvenes
Fecha: 11 de marzo de 2014

Nombre y apellido	Edad	Sexo		Documento de identidad	Ha asistido antes a los talleres de este programa?		Firma
		Hombre	Mujer		SI	NO	
Arnoldo Guarín	18	X		C.C. 10810256154	SI	NO	ARNOLDO GUARIN R.
Maritza Campos	16		X	T.I. 9710212011	SI	NO	Maritza Campos

Registro de Asistencia a Taller de Capacitación para Adolescentes y Jóvenes
Fecha: 15 de abril de 2014

Nombre y apellido	Edad	Sexo		Documento de identidad	Ha asistido antes a los talleres de este programa?		Firma
		Hombre	Mujer		SI	NO	
Arnoldo Guarín M	15	X		TI 9810142065	SI	NO	Arnoldo GuaM
Leticia Salas	16		X	T.I. 97104184857	SI	NO	Leti Salas

9.9. FORMAS NORMALES

Con lo expuesto hasta el momento, “la normalización de datos puede considerarse como un proceso de análisis de un esquema de relación, basado en sus dependencias funcionales y sus claves principales, para obtener las propiedades deseables de i) minimizar la redundancia y ii) minimizar las anomalías de inserción, borrado y actualización”³⁹⁶.

Con frecuencia, el proceso de normalización implica descomponer una relación en varias relaciones, que pueden dar lugar a nuevas entidades, atendiendo al principio de descomposición sin pérdidas³⁹⁷, es decir, que a partir de la interrelación o combinación de las entidades más pequeñas se garantiza obtener la relación original. Las formas normales son un conjunto de reglas que definen el grado de normalización logrado en una relación.

9.9.1. Primera forma normal (1FN). “Una relación está en la primera forma normal si los dominios en los que se definen los atributos son escalares”³⁹⁸, cabe decir, “que el dominio de un atributo sólo debe incluir valores atómicos (simples, indivisibles) y que el valor de cualquier atributo en una tupla debe ser un valor simple del dominio de ese atributo”^{(*)399}.

Considérese el registro de las actividades lúdicas institucionales (artísticas y deportivas) adelantadas por la población estudiantil de un curso de un colegio, mostrado en la Tabla 19.

³⁹⁶ ELMASRI, Ramez; NAVATHE, Shamkant B. Fundamentos de Sistemas de Bases de Datos. Madrid: Pearson Educación, 2007. p. 299.

³⁹⁷ Cfr. RIORDAN, R. op. cit. p. 28.

³⁹⁸ Ibid. p. 32.

(*) En informática, conceptos opuestos al término *escalar* son *array* o *vector*, *lista* y *objeto*, cuyas estructuras permiten almacenar valores múltiples.

³⁹⁹ ELMASRI R.; NAVATHE, S. op. cit. p. 301.

Tabla 19. Actividades lúdicas y deportivas inscritas por un grupo de estudiantes (no cumple 1FN por valores múltiples)

Código estudiante	Nombre estudiante	Sexo	Edad	Actividades Lúdicas	Horas sem.
06101	Melisa Arias	F	11	Baloncesto, Coro, Danza	4
06102	Mónica Barrios	F	12	Fútbol, Pintura, Teatro	5
06103	Antonio Castro	M	11	Fútbol, Baloncesto	4
06111	Juliana Perdomo	F	13	Pintura, Danza, Ajedrez	4
06113	Yeison Rojas	M	12	Coro, Fútbol, Banda, Ajedrez	6
06120	Ovidio Zapata	M	11	Banda, Teatro	4

En la relación anterior, el atributo *actividades lúdicas* no contiene valores simples e indivisibles, sino múltiples. En este caso, resultaría dispendioso obtener el listado de estudiantes que se dedican a determinada actividad, y prácticamente imposible determinar el número de horas que dedican a cada actividad.

Tabla 20. Actividades lúdicas inscritas por estudiante (no cumple 1FN por grupo repetitivo)

Código estudiante	Nombre estudiante	Activ. 1	HS 1	Activ. 2	HS 2	Activ. 3	HS 3	Activ. 4	HS 4
06101	Melisa A...	Baloncesto	2	Coro	1	Danza	1		
06102	Mónica B...	Fútbol	2	Pintura	1	Teatro	2		
06103	Antonio C...	Fútbol	2	Baloncesto	2				
06111	Juliana P...	Pintura	1	Danza	1	Ajedrez	2		
06113	Yeison R...	Coro	1	Fútbol	2	Banda	2	Ajedrez	1
06120	Ovidio Z...	Banda	2	Teatro	2				

El diseño de la Tabla 20 permite obtener la información detallada de cada actividad. Sin embargo, restringe a cuatro el número de actividades que puede inscribir cada estudiante. Además, desde el punto de vista semántico, los atributos *actividad* (*Activ.*) y *horas semanales* (*HS*) se repiten en la relación.

Tabla 21. Número de horas inscritas por actividad lúdica por estudiante (1FN dudosa por valor convertido en atributo)

Código estudiante	Nombre estudiante	Sexo	Edad	Ajedrez	Baloncesto	Banda	Coro	Danza	Fútbol	Pintura	Teatro
06101	Melisa Arias	F	11	0	2	0	1	1	0	0	0
06102	Mónica Barrios	F	12	0	0	0	0	0	2	1	1
06103	Antonio Castro	M	11	0	2	0	0	0	2	0	0
06111	Juliana Perdomo	F	13	2	0	0	0	0	2	0	0
06113	Yeison Rojas	M	12	1	0	2	1	0	2	0	0
06120	Ovidio Zapata	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2

La Tabla 21 muestra una relación que aparentemente cumple la 1FN, los atributos tienen nombres diferentes, correspondientes a cada una de las actividades lúdicas (Ajedrez, Baloncesto, etc.), con un dominio común, el número de horas que cada estudiante ha inscrito en la respectiva actividad. Sin embargo, se trata de una forma de duplicación no evidente del atributo, dado que, si bien cada nombre de actividad es semánticamente diferente, la creación de estos atributos es el resultado de la destrucción de la clase que agrupa a todas aquellas, el atributo *actividad*, que ya no aparece en la tabla. Es decir, se ha eliminado la abstracción de clasificación existente entre los valores de actividades y la clase *actividad lúdica* (ver Figura 47).

Figura 47. Abstracción de clasificación de la actividad lúdica



Al observar que los valores (miembros) de *actividad lúdica* se han convertido en atributos, surge la pregunta acerca de cómo se distingue entre atributos y valores. Antes es necesario advertir que en una BD relacional el nombre del atributo no representa el valor de un atributo. En el caso analizado no sería posible obtener, mediante una consulta sencilla a la BD, un listado de las actividades que adelanta determinado estudiante. En la Tabla 21, el significado de los atributos *ajedrez*, *baloncesto*, *banda*, etc. no es la denominación de tales actividades sino el número de horas que se dedican a aquellas. Sin embargo, no existe un atributo que describa las actividades en sí mismas, a diferencia de la Tabla 19 y la Tabla 20.

Sobre la diferenciación entre atributos y valores puede indicarse que es probable que un atributo o un conjunto de atributos sean aparentes –es decir, que en realidad sean valores de un atributo no evidenciado o implícito– en las siguientes circunstancias:

- i. Si dos o más atributos de una relación están definidos sobre el mismo dominio físico y semántico, y si aquellos atributos pueden agruparse en una clase común, mediante una abstracción de clasificación o de generalización (ver Figura 47).
- ii. Si el nombre del atributo es indispensable para inferir el valor de un atributo derivado o, dicho de otro modo, si el nombre de un atributo es, simultáneamente, el valor de otro atributo implícito con el cual es interdependiente. Los atributos *actividad lúdica* y *tiempo dedicado a la actividad* son interdependientes.

A partir del análisis precedente es necesario plantear la distinción entre atributos y entidades. Al respecto, “las entidades poseen información descriptiva y los atributos no”⁴⁰⁰, las entidades se definen por más de un atributo y no únicamente por un atributo identificador simple. En términos prácticos significa que una relación con un

⁴⁰⁰ DE MIGUEL *et al.* op. cit. p. 6.

solo atributo, generalmente, no es una entidad sino el listado de valores que puede tomar un atributo.

A lo anterior se puede añadir un criterio práctico: una relación modela el dominio de un atributo –y no de una entidad– si la cardinalidad y los valores de una relación son y permanecerán estáticos, es decir, si nunca, o solo excepcionalmente, sus valores serán actualizados o se añadirá nuevos registros a la relación.

Otros aspectos a analizar son los atributos mínimos de las relaciones y la dependencia funcional de los campos creados en la Tabla 20 y en la Tabla 21. Nada indica que, en la generalidad de los casos, los estudiantes deban registrar cuatro o más actividades, por lo que los campos vacíos de la Tabla 20 y los campos con valor cero de la Tabla 21 evidencian ser atributos innecesarios para representar adecuadamente la relación.

De otra parte, en tanto los estudiantes registran actividades lúdicas disponibles, pareciera que la existencia de estas es anterior a su elección por los estudiantes. La actividad lúdica es candidata para constituirse en una entidad del modelo.

Para poner la relación del ejemplo de la Tabla 19 en 1FN es necesario dividirla en dos relaciones, una con los datos de identificación de los estudiantes, y otra con los datos de las actividades lúdicas inscritas por aquellos (ver Tabla 22 y Tabla 23).

Tabla 22. Entidad estudiantes (en 1FN)

Código estudiante	Nombre estudiante	Sexo	Edad
06101	Melisa Arias	F	11
06102	Mónica Barrios	F	12
06103	Antonio Castro	M	11
06111	Juliana Perdomo	F	13
06113	Yeison Rojas	M	12
06120	Ovidio Zapata	M	11

Tabla 23. Entidad actividades lúdicas de los estudiantes (en 1FN)

Código estudiante	Actividad Lúdica	Dedicación semanal
06101	Baloncesto	2 horas
06101	Coro	1 hora
06101	Danza	1 hora
06102	Fútbol	2 horas
06102	Pintura	1 hora
06102	Teatro	1 hora
06103	Baloncesto	2 horas
06103	Fútbol	2 horas
06111	Ajedrez	2 horas
06111	Fútbol	2 horas
06113	Ajedrez	1 hora
06113	Banda	2 horas
06113	Coro	1 hora
06113	Fútbol	2 horas
06120	Banda	2 horas
06120	Teatro	2 horas

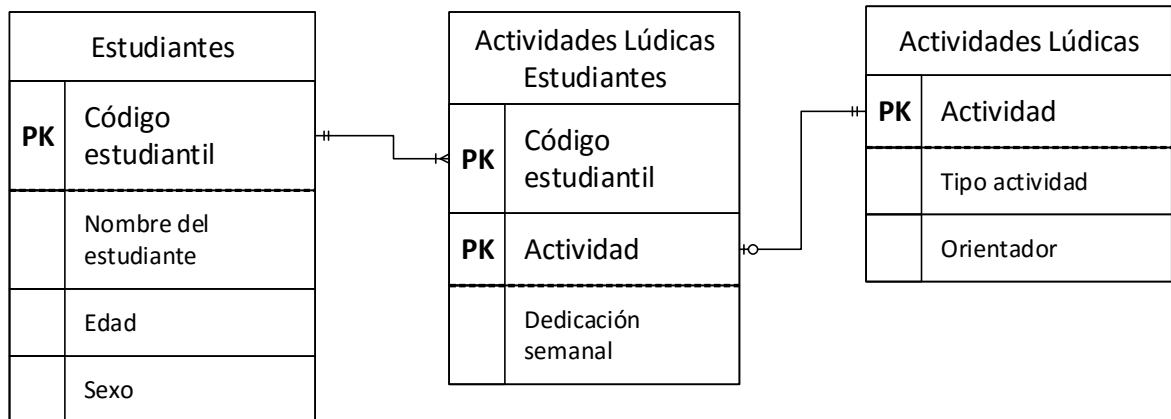
Puede considerarse la creación de la entidad *Actividad Lúdica*, con un campo descriptor adicional, el nombre de la persona responsable de su orientación, como se muestra en la Tabla 24.

Tabla 24. Entidad actividades lúdicas (en 1FN)

Actividad	Tipo actividad	Orientador
Ajedrez	Deportiva	Jair Meza
Baloncesto	Deportiva	Mónica Uribe
Banda	Artística	Rubén Gámez
Danza	Artística	Elizabeth Ardila
Coro	Artística	Rubén Gámez
Fútbol	Deportiva	Leonardo Báez
Manualidades	Artística	Rosa Pérez
Pintura	Artística	Rosa Pérez
Teatro	Artística	David Hernández
Tenis de mesa	Deportiva	Leonardo Báez

Finalmente, debe establecerse la asociación o interrelación entre las tres tablas, utilizando como atributos de enlace el código del estudiante y el código de la actividad.

Figura 48. Diagrama de asociación entre las entidades estudiantes y actividades lúdicas (1FN)



La asociación de la Figura 48 muestra una relación VARIOS A VARIOS entre estudiantes y actividades lúdicas, que se especifica de la siguiente manera:

- Cada estudiante debe registrar al menos una actividad, pudiendo registrar varias.
- Cada actividad puede ser registrada por cero o más estudiantes.

9.9.2. Segunda forma normal (2FN). La 2FN “está basada en el concepto de *dependencia funcional total*”⁴⁰¹. “Una relación está en 2FN si está en 1FN y, además, todos sus atributos dependen de la clave candidata completa”⁴⁰².

⁴⁰¹ ELMASRI R.; NAVATHE, S. op. cit. p. 304.

⁴⁰² RIORDAN, R. op. cit. p. 34.

Tabla 25. Registro de sesiones de atención psicosocial (no cumple 2FN)

Código del caso	Jefe grupo familiar	Teléfono familia	Profesional de enlace	Teléfono profesional	Sesión	Fecha sesión
B3568	Adolfo Mejía	63821894	Libia Medina	413654897	1	16/03/2015
B3568	Adolfo Mejía	63821894	Libia Medina	413654897	2	23/03/2015
A3685	Paulina Villa	74589671	Libia Medina	413654897	1	19/03/2015
A2955	Pedro Parra	32347159	Yolima Vargas	458112733	1	08/04/2015
B3569	Mery Cifuentes	46622034	Yolima Vargas	458112733	1	19/03/2015
B3569	Mery Cifuentes	46622034	Yolima Vargas	458112733	2	13/04/2015
B3569	Mery Cifuentes	46622034	Yolima Vargas	458112733	3	27/04/2015

La clave de la relación *registro de sesiones* (Tabla 25) es {Código del caso, Sesión}. Sin embargo, a excepción de *fecha sesión*, la mayoría de los otros campos descriptores no dependen de la sesión, sino únicamente del caso, generando redundancia de datos. Más aún, el número de teléfono del profesional se repite en diferentes registros y, obviamente, es dependiente del profesional de enlace respectivo, lo que sugiere la existencia de una entidad {*profesional de enlace*}.

La normalización en 2FN consiste en tal caso en “descomponer y configurar una nueva relación por cada clave parcial con su(s) atributo(s) dependiente(s), asegurándose de mantener una relación con la clave principal original y cualquier atributo que sea completa y funcionalmente dependiente de ella”⁴⁰³.

Tabla 26. Entidad casos (en 2FN)

Código del caso	Jefe grupo familiar	Teléfono familia	Profesional de enlace
B3568	Adolfo Mejía	63821894	Libia Medina
A3685	Paulina Villa	74589671	Libia Medina
A2955	Pedro Parra	32347159	Yolima Vargas
B3569	Mery Cifuentes	46622034	Yolima Vargas

⁴⁰³ ELMASRI R.; NAVATHE, S. op. cit. p. 306

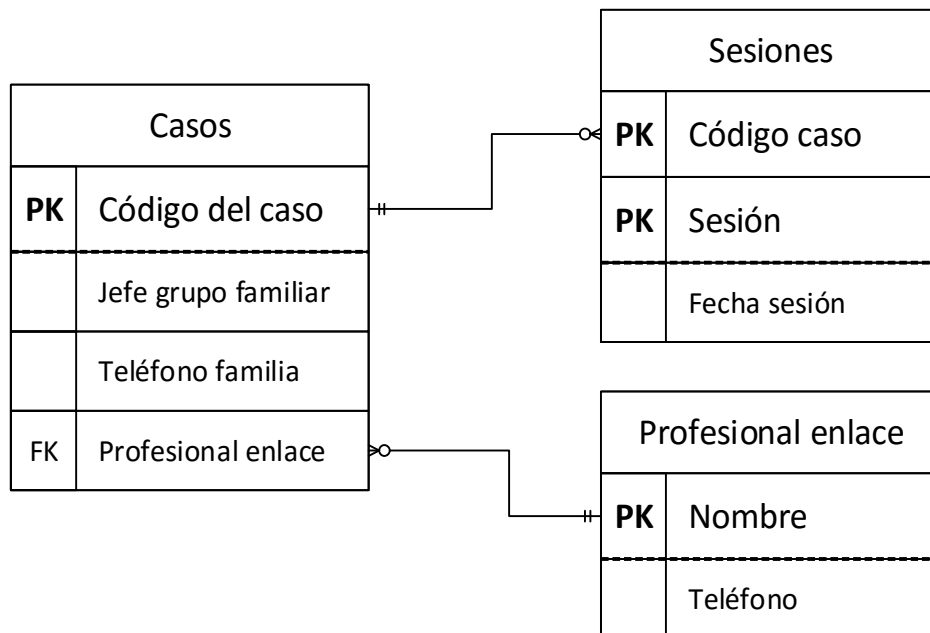
Tabla 27. Entidad profesional de enlace (en 2FN)

Profesional de enlace	Teléfono profesional
Libia Medina	413654897
Yolima Vargas	458112733

Tabla 28. Entidad sesiones (en 2FN)

Código del caso	Sesión	Fecha sesión
B3568	1	16/03/2015
B3568	2	23/03/2015
A3685	1	19/03/2015
A2955	1	08/04/2015
B3569	1	19/03/2015
B3569	2	13/04/2015
B3569	3	27/04/2015

Figura 49. Diagrama de asociación entre las entidades casos, sesiones y profesional enlace (2FN)



La asociación de la Figura 48 muestra i) una relación UNO A VARIOS entre *casos* y *sesiones*, en la cual cada caso puede no tener sesiones realizadas, o tener varias; y ii) una relación UNO A VARIOS entre *profesional de enlace* y *casos*, en la cual el profesional puede no tener casos asignados o tener varios. En la tabla casos, profesional de enlace es una clave externa (FK).

9.9.3. Tercera forma normal (3FN). “La 3FN se basa en el concepto de dependencia transitiva”⁴⁰⁴. “Una relación está en 3FN si está en 2FN y, además, todos los atributos que no son claves son mutuamente independientes”⁴⁰⁵. Es decir, ningún atributo puede ser dependiente de nada diferente a la clave.

Tabla 29. Beneficiarios directos de proyectos municipales en el Departamento de Santander periodo 2014 - 2015 (no cumple 3FN)

Código proyecto	Nombre del proyecto	Municipio	cod_mun DANE(*)	Población objetivo
I6829	Mantenimiento vía terciaria	Los Santos	68418	487
V6811	Construcción de cocinas de vivienda rural	Chima	68176	203
S6821	Implementación de gas licuado de petróleo GLP	Los Santos	68418	1544
E6807	Suministro de raciones alimentarias a escolares	Chima	68176	400
H6847	Adquisición de equipos e instrumental biomédico	Charalá	68167	10000
E6841	Suministro de filtros de agua a escuelas rurales	Los Santos	68418	570
I6830	Construcción de monumento a los valores	Girón	68307	136897

En la Tabla 29 se observa que todos los atributos no clave dependen de la clave principal {código proyecto}, no hay atributos duplicados, ni multivaluados, es decir,

⁴⁰⁴ ELMASRI R.; NAVATHE, S. op. cit. p. 304

⁴⁰⁵ RIORDAN, R. op. cit. p. 36

(*) Código del Municipio asignado por el DANE. En: DANE. Codificación de la División Político-Administrativa de Colombia (Divipola) [en línea]. DANE, 2015 [actualizado el 30/09/2015] [recuperado el 05/11/2015]. Disponible en: <http://geoportal.dane.gov.co:8084/Divipola/ServletReporte?fechaVigencia=2015-09-30>

se encuentra en 2FN. Sin embargo, los atributos *municipio* y *cod_mun DANE* no son independientes entre sí. El valor del atributo *cod_mun DANE* es exclusivo para cada valor de *Municipio*. Como *cod_mun DANE* depende de *Municipio*, y *Municipio* depende de *Código proyecto*, entonces la dependencia entre *cod_mun DANE* y *Código proyecto* transita a través de *Municipio*.

La violación de la 3FN se relaciona con problemas de consulta, inserción, actualización y borrado de registros. Por ejemplo, si en uno de los registros se ingresa erróneamente el *cod_mun DANE*, y luego se realiza una consulta de resumen que muestre el nombre del municipio, el *cod_mun DANE* y el número de proyectos de cada municipio, se duplicaría el municipio con el *cod_mun DANE* erróneo. Si luego se toma esa consulta como base para un resumen por promedio, se generará un error de cálculo no observable a simple vista. Si se realiza una consulta que muestre únicamente el listado con los nombres de los municipios el resultado será idéntico en ambos casos. A continuación se muestra el resultado de las operaciones sin 3FN (lado izquierdo) y con 3FN (lado derecho)^(*).

FUENTE DE DATOS NO CUMPLE 3FN

Tabla 30. Consulta de resumen: cuenta de proyectos por municipio

municipio	cod_mun_dane	Total proyectos
Charalá	68167	1
Chima	68176	2
Girón	68307	1
Los Santos	68416	1
Los Santos	68418	2

FUENTE DE DATOS CUMPLE 3FN

Tabla 31. Consulta de resumen: cuenta de proyectos por municipio

municipio	cod_mun_dane	Total proyectos
Charalá	68167	1
Chima	68176	2
Girón	68307	1
Los Santos	68418	3

^(*) Ver el ejemplo en una BD de Microsoft Access, anexo digital **MD_ejemplo_3FN.accdb**.

FUENTE DE DATOS NO CUMPLE 3FN**Tabla 32. Consulta de resumen: Listado de municipios con proyectos**

municipio
Charalá
Chima
Girón
Los Santos

Tabla 34. Consulta de resumen: promedio de proyectos por municipio (resultado incorrecto)

Promedio_proyectos_municipio
1.4

FUENTE DE DATOS CUMPLE 3FN**Tabla 33. Consulta de resumen: Listado de municipios con proyectos**

municipio
Charalá
Chima
Girón
Los Santos

Tabla 35. Consulta de resumen: promedio de proyectos por municipio (resultado correcto).

Promedio_proyectos_municipio
1.75

La normalización en 3FN consiste en “descomponer y configurar una relación que incluya el(los) atributo(s) no clave que determine(n) funcionalmente otro(s) atributo(s) no clave”⁴⁰⁶ (ver Tabla 36 y Tabla 37).

Tabla 36. Entidad Municipios (3FN)

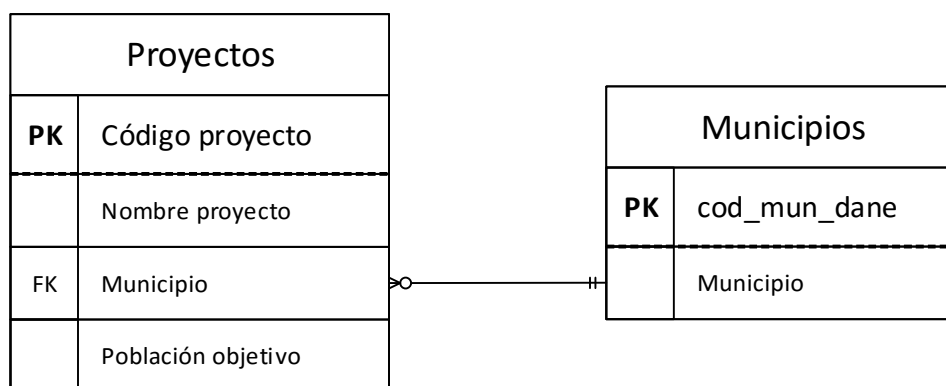
cod_mun DANE	Municipio
68167	Charalá
68176	Chima
68307	Girón
68418	Los Santos

⁴⁰⁶ ELMASRI R.; NAVATHE, S. op. cit. p. 304.

Tabla 37. Beneficiarios directos de proyectos municipales en el Departamento de Santander periodo 2014 – 2015 (3FN)

Código proyecto	Nombre del proyecto	Municipio	Población objetivo
I6829	Mantenimiento vía terciaria	Los Santos	487
V6811	Construcción de cocinas de vivienda rural	Chima	203
S6821	Implementación de gas licuado de petróleo GLP	Los Santos	1544
E6807	Suministro de raciones alimentarias a escolares	Chima	400
H6847	Adquisición de equipos e instrumental biomédico	Charalá	10000
E6841	Suministro de filtros de agua a escuelas rurales	Los Santos	570
I6830	Construcción de monumento a los valores	Girón	136897

Figura 50. Diagrama de asociación entre las entidades proyectos y municipios (en 3FN)



La relación entre las entidades *Municipios* y *Proyectos* es UNO A VARIOS, cada proyecto se ejecuta en un solo municipio, y un municipio puede estar relacionado en varios proyectos (ver Figura 50).

9.9.4. Forma normal Boyce-Codd (FNBC). Es una variante más estricta de la 3FN para el caso de relaciones con claves candidatas múltiples. Aplica cuando se cumplen las siguientes condiciones:

- [i] La relación debe tener dos o más claves candidatas.

[ii] Al menos dos de las claves candidatas deben ser compuestas.

[iii] Las claves candidatas deben tener atributos comunes.⁴⁰⁷

“Una relación está en la Forma Normal de Boyce – Codd si, y sólo si, todo determinante de ella es una clave candidata”⁴⁰⁸, considerando que “no puede haber dependencias funcionales entre claves candidatas”⁴⁰⁹.

Como ejemplo, piénsese en la asesoría especializada que se presta en el marco de los procesos de acompañamiento a población víctima del conflicto armado, considerando los componentes legal, de salud mental y social, a cargo de profesionales del Derecho, Psicología y Trabajo Social, respectivamente.

Tabla 38. Asignación de asesoría especializada en procesos de acompañamiento psicojurídico (no cumple FNBC)

Caso	Especialidad	Profesional
H54672	Derecho	Leonor Medina
H54672	Psicología	Pedro Barrera
H54672	Trabajo social	Beatriz López
S18233	Psicología	Angélica Cuadros
S18233	Derecho	Leonor Medina
H57219	Derecho	Augusto Castro
P34560	Psicología	Angélica Cuadros
P34702	Trabajo social	Martín Pérez
P34702	Derecho	Augusto Castro

La semántica de la Tabla 38 indica que una asesoría es una especialidad a cargo de un profesional, en un caso, que presenta las siguientes condiciones:

- i. Cada caso puede recibir asesoría en una o más especialidades.

⁴⁰⁷ RIORDAN, R. op. cit. p. 37

⁴⁰⁸ RAMOS, M. op. cit. p. 82.

⁴⁰⁹ RIORDAN, R. op. cit. p. 38.

- ii. Solo se asigna un profesional por caso para brindar la asesoría respectiva en cada área de especialidad.
- iii. Cada profesional se dedica a una sola especialidad.
- iv. Una especialidad puede ser desempeñada por más de un profesional.
- v. Cada profesional puede tener uno o más casos a cargo (o tener ninguno en determinado momento).

El espacio del problema indica que, metodológicamente, a un caso se asigna una especialidad y, según ésta se encarga a un profesional, pero tal asignación es real cuando, al mismo tiempo, se define el profesional encargado. Entonces, asesoría se entiende mejor como profesional al que se encarga un caso (en su especialidad). Si se elige como clave candidata para esta relación {Caso, Especialidad}, se verifica la dependencia funcional de profesional respecto a esta clave. Pero, a su vez, el profesional determina la especialidad. Si la clave candidata es {Caso, Profesional}, se verifica la dependencia funcional de especialidad. Esto genera la redundancia de la combinación *especialidad-profesional*. Estas dos claves candidatas tienen un atributo común, *código caso*, por lo cual la relación no está en FNBC.

La normalización en FNBC consiste en descomponer la tabla en dos relaciones, para lo cual existen las siguientes alternativas:

Tabla 39. Alternativas de descomposición de la relación Asesoría orientadas a FNBC

Alternativas de descomposición	Relación 1	Relación 2
Alternativa 1	{Caso, Profesional}	{Caso, Especialidad}
Alternativa 2	{Caso, Especialidad}	{Especialidad, Profesional}
Alternativa 3	{Caso, Profesional}	{Especialidad, Profesional}

El punto es establecer cuál es la alternativa adecuada. La alternativa 1 no refleja el carácter determinante de profesional sobre especialidad. La alternativa 2 no permite

establecer cuál es el profesional asignado al caso. La alternativa 3 garantiza la descomposición de la relación sin pérdida de información^(*).

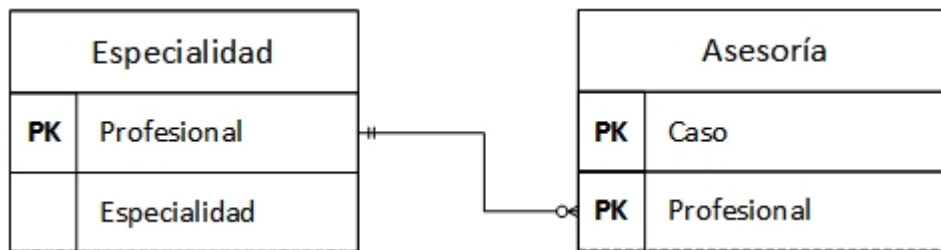
Tabla 40. Entidad asesoría (FNBC)

Caso	Profesional
H54672	Leonor Medina
H54672	Pedro Barrera
H54672	Beatriz López
S18233	Angélica Cuadros
S18233	Leonor Medina
H57219	Augusto Castro
P34560	Angélica Cuadros
P34702	Martín Pérez
P34702	Augusto Castro

Tabla 41. Entidad especialidad (FNBC)

Profesional	Especialidad
Leonor Medina	Derecho
Pedro Barrera	Psicología
Beatriz López	Trabajo social
Angélica Cuadros	Psicología
Augusto Castro	Derecho
Martín Pérez	Trabajo social

Figura 51. Diagrama de asociación entre las entidades especialidad y asesoría (en FNBC)



La relación entre las entidades *Especialidad* y *Asesoría* es CERO A VARIOS, cada profesional puede tener asignada ninguna, una o varias asesorías, y en cada asesoría debe participar un profesional. En cada caso pueden participar diversos profesionales.

9.9.5. Cuarta forma normal (4FN). La 4FN trata el caso de las dependencias multivaluadas. “En general, hay una dependencia multivaluada cuando una relación

^(*) Ver el ejemplo en una BD de Microsoft Access, anexo digital **MD_ejemplo_FNBC.accdb**

tiene cuando menos tres atributos, dos de los cuales son valores múltiples, y sus valores dependen sólo de un tercer atributo”⁴¹⁰.

Un caso para ilustrar la 4FN: Programa de apoyo nutricional

Tómese el caso de un programa de apoyo nutricional a comunidades de bajos ingresos, que tiene dos componentes, el nutricional y el de capacitación. El componente nutricional contempla 3 modalidades de apoyo: entrega a hogares de alimentos (mercados), entrega a mujeres cabeza de familia de bonos canjeables en supermercados y complementos nutricionales para niños menores de 8 años y madres gestantes. El componente de capacitación incluye 3 temas y procesos diferentes: preparación de alimentos, generación de ingresos y participación ciudadana. El requisito para que una comunidad acceda al componente nutricional es participar en al menos uno de los componentes de capacitación.

La decisión sobre las modalidades de apoyo nutricional y las áreas de capacitación se fundamenta en diagnósticos de necesidades de cada componente y procesos de concertación con las comunidades. Las modalidades de cada componente no guardan relación entre sí, solo se verifica su cumplimiento, por lo cual es perfectamente factible acceder a los tres componentes nutricionales adelantando una sola modalidad de capacitación, o viceversa.

Dependiendo de los resultados del proceso de seguimiento, es posible modificar o incluir nuevas modalidades y temas posteriormente. Estos cambios se soportan en un documento con las justificaciones respectivas y la fecha en que se realizan. Como parte del monitoreo del proyecto se lleva un registro en una tabla, que incluye la fecha de aprobación, el nombre de la comunidad beneficiaria, el componente nutricional y el componente de capacitación (ver Tabla 42).

⁴¹⁰ KROENKE, D. op. cit. p. 132.

Tabla 42. Seguimiento programa apoyo nutricional a comunidades de bajos ingresos

Aprobación	Comunidad	Nutrición	Capacitación
12/02/2015	La Esquina	Mercados	Participación ciudadana
12/02/2015	La Esquina	Mercados	Preparación de alimentos
12/02/2015	Las Flores	Mercados	Preparación de alimentos
12/02/2015	Las Flores	Complemento	Generación de ingresos
03/03/2015	Danubio Oriental	Complemento	Preparación de alimentos
03/03/2015	El Remanso	Mercados	Participación ciudadana
17/03/2015	La Ovejera	Complemento	Generación de ingresos
27/04/2015	El Remanso	Complemento	Participación ciudadana
27/04/2015	La Ovejera	Bonos	Generación de ingresos
27/04/2015	Las Flores	Mercados	Participación ciudadana

La estructura de la anterior tabla puede dar lugar a interpretaciones equivocadas, por ejemplo, que en cada caso particular la modalidad de nutrición y capacitación son interdependientes. Por tanto, si se elimina, por tomar un caso, la modalidad *mercados* en la comunidad Las Flores, desaparece también el proceso de capacitación *preparación de alimentos* registrado en esta comunidad. Tal resultado es falso en relación con las condiciones del programa y genera inconsistencias en los datos.

Una forma de paliar lo anterior es relacionar todas las modalidades nutricionales con todas las modalidades de capacitación aprobadas en la respectiva comunidad, de manera que si se elimina un registro asociado al valor de uno de los componentes, se preserve el valor de la contraparte.

En la Tabla 43 se corrige el problema aludido. Sin embargo, se genera mayor redundancia de información (filas en color amarillo), precisamente por las dependencias multivaluadas existentes (ver Figura 52). Además, la semántica no es clara para establecer qué fue lo aprobado en la respectiva fecha, si la modalidad de nutrición, el proceso de capacitación, o ambas cosas, que debe verificarse contra las modalidades y procesos pre-existentes.

Tabla 43. Seguimiento programa apoyo nutricional a comunidades de bajos ingresos (preservación de valores de atributos independientes entre sí, con violación de 4FN)

Aprobación	Comunidad	Nutrición	Capacitación
12/02/2015	La Esquina	Mercados	Participación ciudadana
12/02/2015	La Esquina	Mercados	Preparación de alimentos
12/02/2015	Las Flores	Mercados	Preparación de alimentos
12/02/2015	Las Flores	Mercados	Generación de ingresos
12/02/2015	Las Flores	Complemento	Generación de ingresos
12/02/2015	Las Flores	Complemento	Preparación de alimentos
03/03/2015	Danubio Oriental	Complemento	Preparación de alimentos
03/03/2015	El Remanso	Mercados	Participación ciudadana
17/03/2015	La Ovejera	Complemento	Generación de ingresos
27/04/2015	El Remanso	Complemento	Participación ciudadana
27/04/2015	La Ovejera	Bonos	Generación de ingresos
27/04/2015	Las Flores	Mercados	Participación ciudadana
27/04/2015	Las Flores	Complemento	Participación ciudadana

De acuerdo con Riordan, “la resolución de estos problemas reside en el concepto de *pares de dependencia multivaluada* y en la 4FN. Un par de dependencia multivaluada consiste en dos conjuntos de atributos mutuamente independientes”⁴¹¹. La dependencia multivaluada es {comunidad} → {nutrición} | {capacitación}, que se lee como “comunidad multidetermina nutrición y capacitación”.

La 4FN establece que no deben existir dependencias multivaluadas, por tanto, el siguiente paso es descomponer la relación en el número de relaciones equivalentes a los atributos multivaluados, en este caso dos, nutrición y capacitación. La fecha de aprobación continúa como atributo descriptor (ver Tabla 44 y Tabla 45)^(*).

⁴¹¹ RIORDAN, R. op. cit. p. 40.

(*) Ver el ejemplo en una BD de Microsoft Access, anexo digital **MD_ejemplo_4FN.accdb**

Figura 52. Dependencias multivaluadas de la relación seguimiento programa nutricional

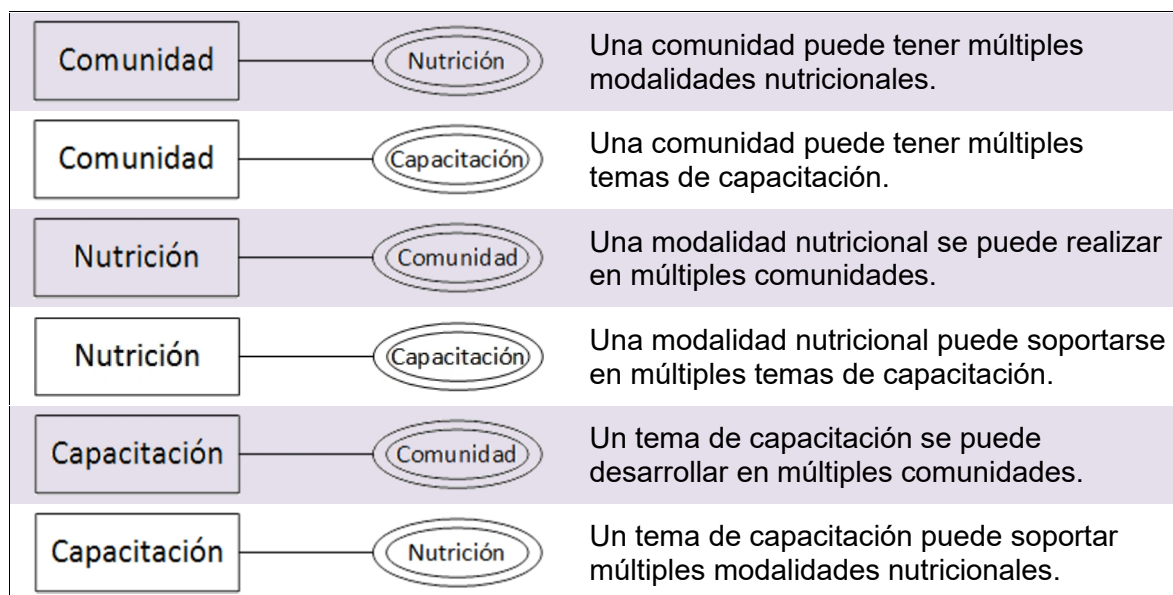


Tabla 44. Componentes nutricionales aprobados en comunidades (4FN)

Comunidad	Nutrición	Aprobación
Danubio Oriental	Complemento	03/03/2015
El Remanso	Complemento	27/04/2015
El Remanso	Mercados	03/03/2015
La Esquina	Mercados	12/02/2015
La Ovejera	Bonos	27/04/2015
La Ovejera	Complemento	17/03/2015
Las Flores	Complemento	12/02/2015
Las Flores	Mercados	12/02/2015

Tabla 45. Procesos de capacitación aprobados en comunidades (4FN)

Comunidad	Capacitación	Aprobación
Danubio Oriental	Preparación de alimentos	03/03/2015
El Remanso	Participación ciudadana	03/03/2015
La Esquina	Participación ciudadana	12/02/2015
La Esquina	Preparación de alimentos	12/02/2015
La Ovejera	Generación de ingresos	17/03/2015
Las Flores	Generación de ingresos	12/02/2015
Las Flores	Participación ciudadana	27/04/2015
Las Flores	Preparación de alimentos	12/02/2015

Dado que se ha establecido la previa dependencia multivaluada entre {Nutrición} y {Capacitación}, en ambas direcciones, y dado que las dos relaciones dependen del atributo común {Comunidad}, esto se traduce en la práctica en la existencia de una relación VARIOS A VARIOS entre {Nutrición} y {Capacitación} (ver Figura 53). Su asociación se da mediante la entidad *comunidad*, que las enlaza (ver Tabla 46).

Figura 53. Diagrama de asociación entre las entidades comunidad, nutrición, y capacitación (4FN)

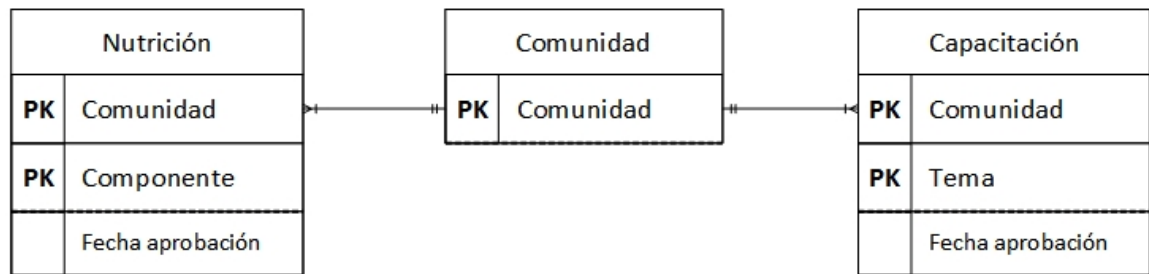


Tabla 46. Entidad comunidad (4FN)

Comunidad
Danubio Oriental
El Remanso
La Esquina
La Ovejera
Las Flores

Tabla 47. Consulta de resumen: componentes aprobados por comunidad y fecha (fuente de datos en 4FN)

Comunidad	Componente_Aprobado	Fecha_Aprobacion
Danubio Oriental	Ambos	3/03/2015
El Remanso	Ambos	3/03/2015
El Remanso	Nutricional	27/04/2015
La Esquina	Ambos	12/02/2015
La Ovejera	Ambos	17/03/2015
La Ovejera	Nutricional	27/04/2015
Las Flores	Ambos	12/02/2015
Las Flores	Capacitación	27/04/2015

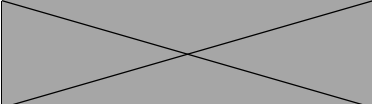
La anterior asociación permite mantener el informe de seguimiento, similar al de la Tabla 43, mediante una consulta a la BD. También generar un informe de síntesis que indique el tipo de componente aprobado en cada fecha (ver Tabla 47)^(*).

9.10. ÁLGEBRA RELACIONAL

El propósito final del MD, de las BD y del MREL es operar adecuadamente con los datos. Los SGBDR cuentan con el Lenguaje Estructurado de Consulta (SQL), que permite realizar operaciones sobre conjuntos de datos. El resultado de estas operaciones es otra relación (denominada *consulta* o *vista*). A esta propiedad del álgebra relacional se le denomina cierre. La potencia del álgebra relacional radica en la construcción de expresiones de consulta mediante el uso de operadores matemáticos, lógicos y de comparación. En particular es esencial tener conocimientos de cálculo proposicional o lógica simbólica y lógica trivaluada^(*).

Las operaciones sobre tablas se clasifican en unarias, binarias, básicas y derivadas. En las unarias se opera con una sola tabla, en las binarias con dos. A su vez, las operaciones derivadas requieren las operaciones básicas (ver Cuadro 24). En el Cuadro 25 se exponen los operadores relacionales.

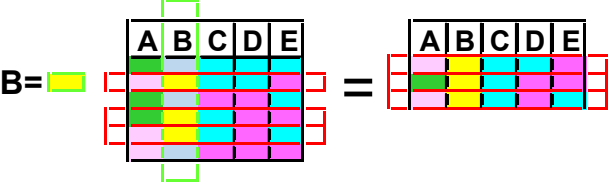
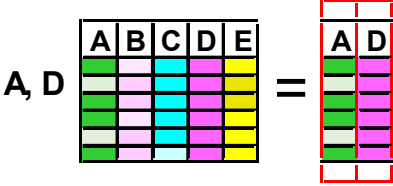
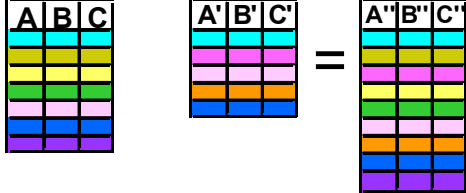
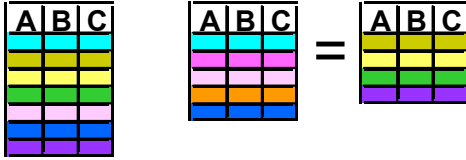
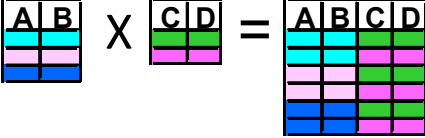
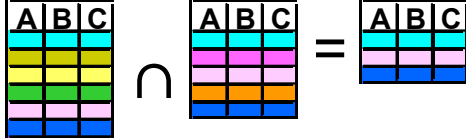
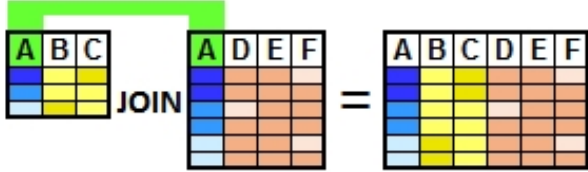
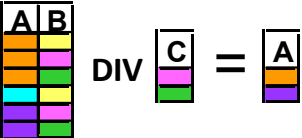
Cuadro 24. Operaciones básicas y derivadas sobre tablas

OPERACIONES	UNARIAS	BINARIAS
BÁSICAS	<ul style="list-style-type: none"> • Restricción o selección • Proyección 	<ul style="list-style-type: none"> • Unión • Diferencia • Producto cartesiano
DERIVADAS		<ul style="list-style-type: none"> • Intersección • Combinación (join) • División

^(*) Ver en anexo digital **MD_ejemplo_4FN.accdb** la consulta **qsel_Seguimiento_avanzado_3_4FN**.

^(*) En la lógica clásica, toda proposición solo puede ser falsa o verdadera. En la lógica trivaluada se contemplan los valores nulos, que no son verdaderos ni falsos. Cfr. RIORDAN, R. op. cit. p. 80.

Cuadro 25. Operadores relacionales

<p>■ Restricción: extrae un subconjunto de registros a partir de una condición de búsqueda.</p>	
<p>■ Proyección: extrae un subconjunto de los campos o atributos de una tabla.</p>	
<p>■ Conjunto Unión: concatena varios conjuntos de registros, similar a la unión de dos conjuntos matemáticos.</p>	
<p>■ Conjunto diferencia: al comparar dos conjuntos de registros, devuelve las tuplas que pertenecen al primero de los conjuntos, pero no al segundo.</p>	
<p>■ Producto cartesiano: combina cada registro de un conjunto con todos los registros de otro.</p>	
<p>■ Conjunto Intersección: devuelve los registros comunes entre dos conjuntos de registros.</p>	
<p>■ Combinación (JOIN): combina conjuntos de campos y registros de diferentes tablas a partir de la asociación de atributos comunes.</p>	
<p>■ División relacional: devuelve una relación con todos los valores de un atributo de una relación binaria que concuerdan con todos los valores del mismo atributo en una relación unaria.</p>	

9.11. OTRAS HERRAMIENTAS DE MODELADO

Existen diversas herramientas para el MD, la mayoría de ellas orientadas al diseño visual de los modelos, en la medida que posibilitan transmitir información de un modo más sencillo o directo que el texto del lenguaje natural o del código de programación. Previamente se han expuesto diagramas de flujo, diagramas de transición de estados y diagramas relacionales, sin pretender exhaustividad sino ilustrar la importancia de conocer estos recursos. Otras herramientas útiles en el modelado son los diagramas de proceso, mapas conceptuales, matrices o tablas cruzadas y diagramas de Venn, que contribuyen a precisar conceptos e identificar entidades, definir esquemas y asociaciones.

Una de las herramientas más conocidas para el desarrollo de BD es el modelo entidad – relación (ER), que recoge parte importante de los conceptos expuestos, orientado a comprender la semántica de un problema o universo de discurso para el cual se requiere un modelo de datos. De Miguel *et al.*⁴¹² abordan este modelo de manera práctica, con varios ejemplos del campo de las ciencias sociales y políticas, al cual se remite este trabajo.

En la actualidad, la herramienta estándar para especificar, visualizar, construir y documentar sistemas de software es el Lenguaje Unificado de Modelado (UML, por su sigla en inglés). Para el estudio de UML se remite a la lectura de textos como los de Kimmel⁴¹³ y Rumbaugh *et al.*⁴¹⁴. De este último se presenta un extracto de uno de sus capítulos en el ANEXO O.

⁴¹² DE MIGUEL *et al.* op. cit.

⁴¹³ KIMMEL, Paul. Manual de UML: Guía de aprendizaje. México: McGraw Hill, 2008. 236 p.

⁴¹⁴ RUMBAUGH, J. *et al.* op. cit.

10. ESTUDIO DE CASOS

El conocimiento, si no se sabe aplicar, es peor que la ignorancia.

Charles Bukowski

10.1. CASO 1: CARACTERIZACIÓN DE HECHOS VICTIMIZANTES

10.1.1. Contexto del caso. Las condiciones resultantes del prolongado conflicto armado interno colombiano, de violaciones reiteradas y sostenidas a los DDHH, generaron una crisis humanitaria que se evidencia en la existencia de más cuatro millones de personas víctimas del desplazamiento forzado. Esta situación ha sido caracterizada como una *emergencia política compleja*, identificada a partir de la “violencia extensiva, pérdida de vidas, desplazamientos masivos, daños considerables en la sociedad y la economía, necesidad de asistencia humanitaria prolongada y multifactorial y riesgos de seguridad para los beneficiarios y agentes de la asistencia humanitaria”⁴¹⁵.

En diversos escenarios, relacionados con procesos de acompañamiento, organización, atención, memoria histórica o exigibilidad de derechos de las víctimas del conflicto armado, en los que ha participado el autor de este proyecto, cada tanto emerge el tema de la construcción de indicadores y sistemas de información que den cuenta de la complejidad asociada a los hechos victimizantes.

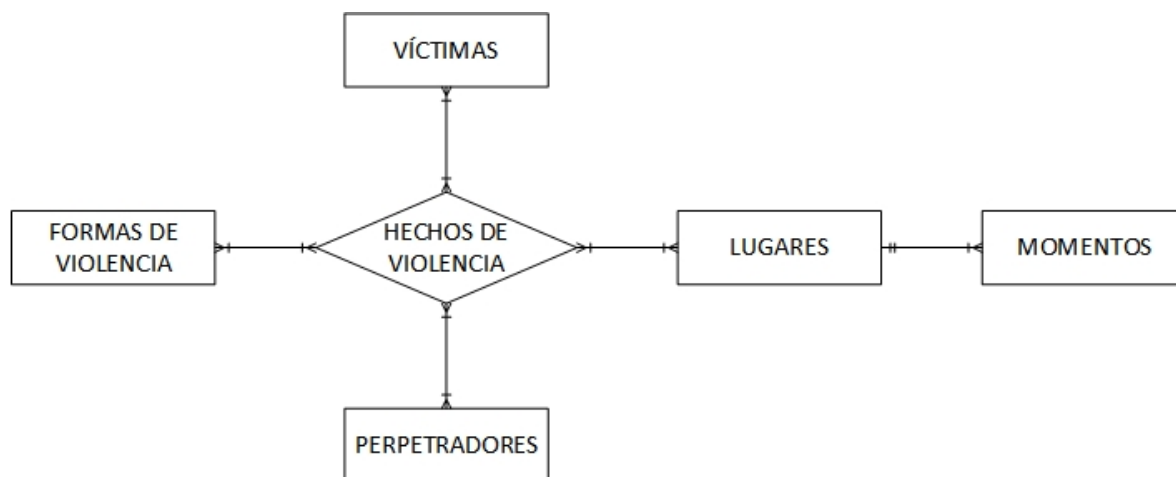
En este contexto, se plantea el problema acerca de la manera como las estructuras de registro, respondiendo a la necesidad de abstracción de los datos y cuantificación estadística, desagregan los datos a un punto que, en no pocos casos, se pierde el

⁴¹⁵ UNITED NATIONS OFFICE FOR THE COORDINATION OF HUMANITARIAN AFFAIRS, OCHA, Orientation handbook on complex emergencies. 1999. Citado por: LANCHEROS, Dora Lucía; BELLO, Martha Nubia. Acompañamiento psicosocial y atención humanitaria en el contexto colombiano. Bogotá: CORPORACIÓN AVRE, 2005. p. 28.

significado complejo de los hechos reportados. Se requiere, por tanto, explorar alternativas que contribuyan a mejorar las estructuras de registro, de manera que reflejen de modo más adecuado las complejas relaciones de los hechos victimizantes.

10.1.2. Análisis de la lógica de intervención. Un registro relativamente completo de hechos de violencia respondería a la estructura mostrada en la Figura 54. Desde esta perspectiva, un hecho de violencia corresponde al ejercicio de una o más formas de violencia sobre una o más víctimas, por parte de uno o más perpetradores, en un momento y lugar determinados. Los hechos de violencia caracterizados pueden repetirse en distintos lugares o momentos.

Figura 54. Estructura de registro de hechos de violencia



Sin embargo, las interrelaciones pueden ser más complejas, por ejemplo, unas personas pueden ser víctimas de unas formas de violencia distintas a las de otras, durante un mismo ataque o evento. Incluso, la interpretación cambia si las entidades se ordenan a partir del momento y lugar. Así, por ejemplo, podría definirse un hecho de violencia, como el conjunto de formas de violencia ejercidas sobre una persona o un grupo de personas en un periodo determinado, por parte de uno a más perpetradores concertados para tal fin. En este caso se privilegia la percepción de

continuidad y contigüidad en la ocurrencia de los hechos, que evitaría que los hechos sean registrados como eventos puntuales.

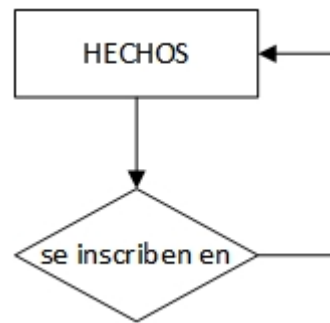
En conclusión, la interpretación de los hechos victimizantes puede variar de acuerdo a la estructura elegida para su representación.

10.1.3. Identificación de problemas de GI e implementación de MD. El problema se relaciona con la forma en que se contextualizan los datos, a efectos de su interpretación^(*). Dicho de otro modo, la forma en que se diseñen las estructuras de datos constituye un contexto para su interpretación, a falta de un contexto más amplio o de jerarquía superior que permita elaborar otro sentido. Esta afirmación tiene validez en la medida que un modelo de datos es una instanciación de un modelo de realidad. Entonces, al declarar que las estructuras de registro no dan cuenta de la complejidad de los hechos victimizantes se está aludiendo a la necesidad de incorporar estructuras que modelen, no solo los hechos, sino el contexto en el cual aquellos se inscriben.

10.1.3.1. Piezas de contexto. Una de las alternativas propuestas por el autor de este trabajo ha sido la construcción de piezas de contexto, consistentes en caracterizaciones de hechos o situaciones de cierta amplitud espacial o temporal, de carácter más general o cuyo impacto social, económico, político, etc., ha sido reconocidamente mayor al de otros hechos, que pueden inscribirse o relacionarse con aquel contexto más amplio. En términos de modelamiento, implica establecer una jerarquía de clases entre hechos de distinto nivel, como sugiere la relación unaria de la Figura 55, donde uno o varios hechos de menor jerarquía (contextual) se consideran subconjuntos de un contexto (hecho o conjunto de hechos) de mayor jerarquía.

^(*) Ver numeral 8.3.1 en este documento.

Figura 55. Interrelación jerárquica entre hechos



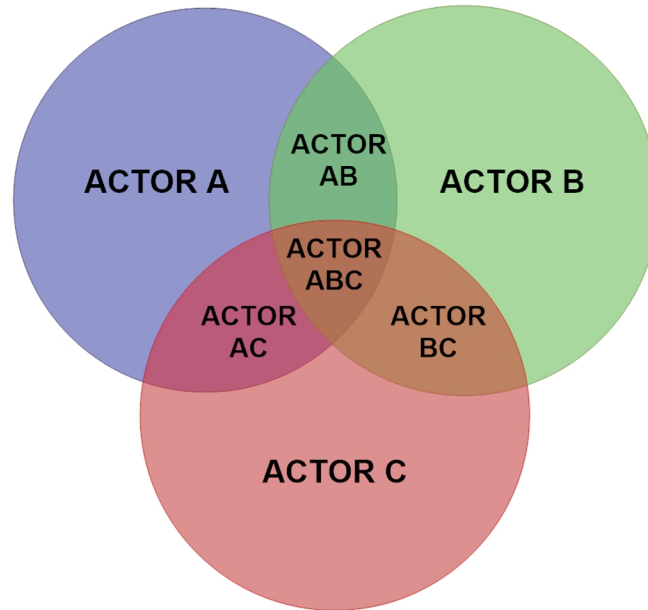
10.1.3.2. Bloques de valores. Otra alternativa propuesta ha sido la conformación de bloques de valores, en las cuales múltiples valores de un atributo se fusionan en un nuevo valor. De esta manera, el valor resultante responde al principio de que el todo es distinto a la suma de las partes. En el caso de los hechos victimizantes significa, por ejemplo, que la ocurrencia de múltiples formas de violencia en un mismo evento es cualitativamente diferente a la ocurrencia de cada una de aquellas de manera aislada, o que los hechos de violencia cometidos por un solo tipo de perpetrador tienen una connotación diferente a aquella cuando han participado en la comisión de los delitos, de forma concertada, distintos actores.

Aunque esta idea surgió ante la necesidad de establecer la presunta participación y concertación de diferentes actores en hechos de violencia, respecto a los cuales las víctimas no lograban individualizar la responsabilidad por los distintos delitos cometidos en su contra, este concepto puede tener especial utilidad cuando se procura un análisis estructural de las dinámicas de violencia, abstrayéndose hasta cierto nivel de los detalles inmediatos del papel de cada actor.

Ahora bien, desde el punto de vista de modelamiento de datos interesa construir un atributo que, con la mayor facilidad posible, permita al mismo tiempo dar cuenta del valor conjunto y del cual puedan identificarse o desagregarse los valores individuales que lo componen (ver Figura 56). Es decir, que el valor empleado para representarlo identifique unívocamente al conjunto e identifique unívocamente sus

elementos individuales. De esta forma los bloques de valores son valores complejos de un atributo que pueden registrarse como atributos atómicos.

Figura 56. Bloques de valores derivados de la interacción entre tres actores



Una solución a esta especificación proviene de la utilización de valores binarios en la codificación de los distintos valores del atributo, de manera que el atributo complejo resultante sea la suma de los valores binarios de los atributos simples que lo componen. Ejemplo:

Tabla 48. Formas complejas de violencia representadas mediante valores o sumas binarias

FORMAS DE VIOLENCIA	VALOR o SUMA BINARIA
Amenazas	1
Violencia física	2
Confinamiento	4
Amenazas y violencia física	3
Amenazas y confinamiento	5
Amenazas, violencia física y confinamiento	7

Finalmente, los hechos de violencia y las piezas de contexto, referidas previamente, pueden ser representados como interrelaciones de actores complejos con formas complejas de violencia, entre otras entidades que puedan identificarse en el modelo.

10.1.4. Análisis de beneficios y limitaciones de la solución. Estas técnicas para el modelamiento de datos han sido propuestas por el autor de este trabajo en diversos proyectos, habiéndose incorporado experimentalmente, en dos ocasiones, a herramientas desarrolladas en el marco de servicios de asesoría para la gestión de información de proyectos sociales. Al respecto, debe indicarse que hubo gran diversidad cognitiva entre los profesionales que las emplearon (de la Psicología y Trabajo Social principalmente), desde quienes manifestaron sentirse identificados con el modelo propuesto hasta quienes expresaron no comprender el sentido de aquel.

10.1.5. Lecciones aprendidas. La complejidad de la realidad social demanda representaciones innovadoras de los datos, que permitan aprovechar el potencial de la tecnología informática, para procurar dar cuenta de la multiplicidad sincrónica de características que confluyen en un evento o situación.

El desarrollo de este tipo de herramientas debe ir acompañado de procesos de reflexión y formación orientados al desarrollo de perspectivas complejas por parte de organizaciones y profesionales, de manera que se reduzca el predominio de perspectivas lineales y reduccionistas de análisis en los ámbitos institucionales y profesionales.

Un abordaje desde la complejidad no implica necesariamente multiplicar el número de variables o entidades necesarias para la caracterización de una realidad. En este caso, una de las claves para el abordaje complejo ha sido profundizar el nivel de abstracción, identificando características comunes y articuladoras entre atributos aparentemente distintos, como sucede entre el contexto y hechos de violencia.

10.2. CASO 2: EVALUACIÓN ACADÉMICA EN EL MARCO DE UN PROGRAMA SOCIAL

10.2.1. Contexto del caso. En el marco de un programa de fortalecimiento de capacidades locales, una organización del sector social con sede en Bogotá realizó una alianza con una importante universidad colombiana para adelantar un diplomado sobre herramientas de acompañamiento y atención psicosocial, en cuatro ciudades del país^(*). La iniciativa estuvo dirigida a un público heterogéneo, conformado por funcionarios de entidades públicas, líderes y agentes sociales, y profesionales del sector salud. La oferta educativa apuntaba a propiciar un espacio de socialización de conocimientos y experiencias de la organización hacia su público objetivo, considerando, además, que se trataba de una entidad reconocida en la implementación del enfoque psicosocial. Por tal motivo, las actividades docentes serían realizadas por miembros del equipo profesional de la organización, con amplia formación y experiencia en el tema.

Para el desarrollo de este proyecto se logró obtener el apoyo de otra organización, que otorgó un subsidio del 70% del valor de la inscripción a cada estudiante que fuera admitido al proceso formativo, hasta un máximo de 120 estudiantes. Como condición, además de los indicadores convencionales de participación, la evaluación al donante debería incluir indicadores sobre la calidad académica del proceso adelantado. Esto se tradujo, en términos prácticos, en una evaluación académica de cierto nivel de rigurosidad.

Como parte de los acuerdos académicos con la universidad, se estableció que para aprobar el diplomado era requisito haber asistido al menos al 80% de las sesiones presenciales y haber obtenido un promedio igual o superior a 3.5 unidades en las pruebas académicas. Estas fueron de tres tipos:

^(*) Algunos datos del caso se han modificado para no divulgar información no autorizada y no proyectar juicios evaluativos sobre las actividades de las entidades relacionadas. Además, para ajustar el caso a los requerimientos de la metodología en cuanto a su utilidad didáctica.

- i. Evaluaciones de control de lectura con ítems de respuesta cerrada, equivalente al 20% de la nota final.
- ii. Ejercicios grupales de análisis, en los que se evaluaba colectivamente la participación de los estudiantes, equivalente al 30% de la nota final.
- iii. Elaboración de un ensayo sobre las temáticas tratadas, que debía presentarse en la última sesión presencial, equivalente al 50% de la nota final.

La cobertura total del diplomado en las cuatro ciudades fue de aproximadamente 100 participantes. Para desarrollar las actividades académicas, en cada ciudad se conformaron equipos docentes de 4 a 5 personas. Los aspectos logísticos y administrativos estaban bajo la responsabilidad de dos personas, aunque todas ellas ejercían el rol como docentes en el tema de su especialidad. Algunos de los profesionales del equipo ejercieron su actividad de manera itinerante entre las cuatro ciudades. Cabe señalar que, paralelamente a su rol docente, los integrantes del equipo debían emplear la mayor parte de su tiempo en el cumplimiento de las funciones regulares que ejercían antes del inicio del diplomado. Este proceso formativo se adelantó en un periodo aproximado de dos meses.

En este contexto se plantea la necesidad de contar con una herramienta para estandarizar el proceso de evaluación y calificación de los ensayos que debían presentar los estudiantes como parte de sus compromisos académicos.

10.2.2. Análisis de la lógica de intervención. Previamente a la iniciativa del diplomado, el programa de fortalecimiento de capacidades locales de la organización de referencia desarrollaba componentes organizacionales y formativos, desde un enfoque psicosocial, a través de estrategias participativas próximas a las corrientes de educación popular, dirigidas fundamentalmente a grupos poblacionales de base comunitaria (jóvenes, mujeres, campesinos) y organizaciones sociales, inscritas en dinámicas socio-políticas de defensa de los DDHH. Por tanto, se relacionaba también con acciones de incidencia en esta línea.

El análisis de contexto realizado por la organización venía dando cuenta de cambios en las dinámicas institucionales del Estado, en relación con la adopción de lenguajes y enfoques de contenido psicosocial en algunas de sus políticas y la aparición de programas que parecían orientarse en tal dirección. Por supuesto, se evidenciaban vacíos significativos a nivel conceptual y en la implementación institucional por el Estado.

En el ámbito nacional, diversas organizaciones adelantaban acciones de incidencia mediante el cabildeo, la presión y la denuncia ante instancias nacionales e internacionales, a través de mesas psicosociales o sectoriales en las que el tema hacía parte, directa o indirectamente, de la agenda. Sin embargo, no se identificaban recursos concretos para promover cambios efectivos a un nivel más amplio, teniendo en cuenta los déficits en la formación de los funcionarios públicos responsables de implementar las políticas, así como la ausencia de una oferta académica adecuada para avanzar en la superación de tales deficiencias.

Surge así la idea de incidir de una manera más proactiva, desarrollando un programa formativo, bajo el criterio de no restringir la participación únicamente a funcionarios públicos, sino que incluyera a líderes, ONGs y organizaciones interesadas en el tema, de manera que el proceso formativo se constituyera en un espacio de diálogo entre unos y otros.

En principio, el diplomado fue pensado más como un espacio de socialización antes que de evaluación. Sin embargo, los requerimientos del donante y los propios criterios de la universidad colocaron a la organización y a su equipo profesional ante una situación para la cual no se sentían completamente preparados y que podría desbordarlos. Si bien los 14 integrantes del equipo de formación eran expertos en los contenidos a desarrollar en el diplomado, solo dos de ellos tenían experiencia específica en docencia universitaria y gestión de procesos académicos.

Luego de evaluar el escenario se identificaron los siguientes riesgos:

- i. Colocar a la organización en el rol de evaluadora podría afectar negativamente el relacionamiento con las instituciones y organizaciones de procedencia de los participantes en el diplomado, si la calificación académica otorgada a los estudiantes pusiera en riesgo la aprobación del diplomado.
- ii. No realizar una evaluación académica rigurosa podría afectar el relacionamiento con la universidad e implicaría un incumplimiento de las condiciones del donante.
- iii. Las tareas de evaluación académica podrían sobrecargar al equipo profesional, teniendo en cuenta su inexperiencia en el rol.
- iv. Un proceso de evaluación académica deficiente pondría en duda la experticia de la organización ante los participantes, afectando negativamente la imagen de la organización.
- v. Debido a los retrasos en el cronograma del proyecto, solo se contaría con 10 días para realizar la evaluación y calificación de los ensayos finales. Esta condición podría incidir negativamente en la calidad de esta actividad.
- vi. La evaluación de los ensayos debería distribuirse entre todos los miembros del equipo para cumplir las fechas establecidas. Sin embargo, esto podría introducir una alta variabilidad en la calificación, como resultado de los sesgos del evaluador. La percepción de tal variabilidad bajo criterios de evaluación aparentemente distintos restaría validez al propio proceso de evaluación.

No siendo posible modificar las condiciones del proceso, se focalizó el problema en la calificación del ensayo final, que se presentaba como el aspecto más complicado. De allí la necesidad de contar con una herramienta para estandarizar este resultado y adelantar la tarea de forma ágil.

El primer paso hacia la estandarización del proceso fue construir la matriz de evaluación que recogiera los acuerdos del equipo sobre el tema:

- i. Se evaluaría el contenido y la presentación, y el resultado final sería la suma de estos dos aspectos.
- ii. La evaluación del contenido se haría sobre tres dimensiones o aspectos:
 - a. **Conceptualización:** Utilización de ideas y conceptos tratados en el diplomado.
 - b. **Aplicación:** Ilustración mediante casos, ejemplos o aplicaciones prácticas acordes al contexto.
 - c. **Implicación:** Postura crítica e ideas propias del autor respecto a la situación analizada.
- iii. Cada dimensión del contenido se evaluaría bajo tres criterios:
 - a. **Pertinencia:** Nivel en que el contenido se refiere a la dimensión evaluada.
 - b. **Claridad:** Nivel en que las ideas se expresan de manera clara y resultan comprensibles al lector.
 - c. **Coherencia:** Nivel en que el uso de ideas propias y de terceros resulta coherente o articulado.
- iv. En la presentación se evaluarían los siguientes aspectos:
 - a. Estructura del documento (introducción, desarrollo, conclusión).
 - b. Extensión (máximo 10 páginas)
 - c. Referencias (cita mínimo 5 fuentes bibliográficas)
 - d. Cumplimiento de normas técnicas.

El resultado de establecer tres dimensiones y aplicar tres criterios de evaluación a cada dimensión es una matriz de 3 X 3, donde se cruza cada dimensión con cada criterio. El siguiente paso fue construir una escala para asignar un valor a cada una de estas intersecciones, definiéndose tres grados de calificación (alta, media y baja).

De esta forma, en la matriz de evaluación del contenido se debía especificar un indicador para cada cruce entre dimensión, criterio y valor (3 X 3 X 3)^(*).

El penúltimo paso era establecer la equivalencia cuantitativa para cada valor de la escala y, finalmente, definir la forma en que se componía la calificación de cada dimensión a partir del resultado obtenido en cada criterio. Se consideraron tres alternativas, la suma de componentes, su promedio y su producto. Se decidió establecer el producto, pues reflejaba de manera más adecuada la estrecha relación entre pertinencia, claridad y coherencia. Es decir, al interactuar estos criterios como factores del resultado, se afectan entre sí, del mismo modo que, por ejemplo, si un escrito no es claro, se afecta la valoración de su pertinencia y coherencia.

10.2.3. Identificación de problemas de GI e implementación de MD. La universidad recomendó la plataforma Moodle para la evaluación académica. Esta opción se descartó porque el costo de aprendizaje podría ser alto para el equipo.

La prioridad en este caso era construir una aplicación que simplificara las operaciones de conversión de los valores cualitativos de la escala en cuantitativos. Para esto se implementó un formulario mediante una hoja de cálculo que, a partir de la selección de los valores cualitativos por el usuario, realiza las conversiones y cálculos respectivos(**).

Sin embargo, había otros retos que afrontar, como determinar las equivalencias adecuadas entre valores cualitativos y cuantitativos, ajustar los sesgos derivados de la diversidad de evaluadores y entrenar a los evaluadores en el uso de la aplicación.

(*) Ver el módulo **guía**, de la aplicación desarrollada en el anexo digital **MD_Evalua2015.xlsm**. Para su ejecución se requiere Microsoft Excel 2010 o superior, habilitar el contenido y permitir la ejecución de macros del archivo.

(**) Ver el módulo **formulario**, de la aplicación desarrollada en el anexo digital **MD_Evalua2015.xlsm**.

Para calcular las equivalencias adecuadas entre valores cualitativos y cuantitativos, se diseñó un módulo^(*) que permite simular diferentes configuraciones y ver el resultado de manera inmediata. Con esta información resultó fácil llegar a acuerdos sobre este aspecto.

Para ajustar los sesgos derivados de la diversidad de evaluadores se incluyó la herramienta *factor de corrección* de la calificación del contenido^(**). Así, al comparar el promedio de calificaciones otorgado por cada evaluador, y su desviación estándar, con el promedio y desviación estándar general, se podía recomendar aumentar el factor de corrección, en los casos que los resultados del respectivo evaluador estuvieran significativamente por debajo del promedio general.

Además de la capacitación básica en el uso de la herramienta, se dispuso de funciones de simulación de calificaciones (funciones automáx y aleatorio)^(***), de manera que el usuario reconociera, de manera interactiva, la semántica de la aplicación. De otra parte, la aplicación proporciona acceso a las fórmulas empleadas en todos los cálculos, de modo que puedan ser verificadas por el usuario^(****).

Como valor agregado, se desarrollaron funciones para incluir comentarios del evaluador respecto a los diferentes aspectos calificados^(*****). Finalmente, la

(*) Ver en el módulo **configuración**, de la aplicación desarrollada, en el anexo digital **MD_Evalua2015.xlsm**, las funciones “equivalencia cualitativa – cuantitativa”, “peso de aspectos del contenido” y “distribución de peso entre contenido y presentación”.

(**) Ver en el módulo **configuración**, de la aplicación desarrollada, en el anexo digital **MD_Evalua2015.xlsm**, la función “factor de corrección”,

(***) Ver en el menú de **inicio**, en el grupo “registro”, el comando “valores”, de la aplicación desarrollada, en el anexo digital **MD_Evalua2015.xlsm**.

(****) Ver el módulo **cálculo**, de la aplicación desarrollada, en el anexo digital **MD_Evalua2015.xlsm**.

(*****) Ver el menú **comentarios**, de la aplicación, en el anexo digital **MD_Evalua2015.xlsm**.

aplicación permite generar un reporte detallado del resultado y significado de cada evaluación, junto a los comentarios realizados por el evaluador^(*).

10.2.4. Análisis de beneficios y limitaciones de la solución. La aplicación sirvió a los propósitos establecidos, atenuó algunos de los riesgos identificados y facilitó el desempeño de los miembros del equipo en su rol de evaluadores académicos.

Un aspecto interesante es la forma como la aplicación permite cruzar múltiples dimensiones para obtener un indicador compuesto (la calificación), sin que el usuario (el evaluador) deba preocuparse por los detalles de su implementación.

De manera similar, la aplicación contribuye a cualificar el proceso de evaluación, al generar un reporte detallado de los indicadores aplicados a cada trabajo académico, resultando en un ejercicio transparente del docente, contrastable por el estudiante.

Los miembros del equipo profesional evaluaron positivamente el uso de la herramienta, al considerar que contribuyó a reducir de manera significativa el tiempo y esfuerzo que hubiera implicado acometer la tarea de evaluación sin aquel recurso. Para el donante, la evaluación académica satisfizo sus expectativas. Los datos de monitoreo del proyecto permitieron identificar altos niveles de satisfacción de los estudiantes con el proceso de formación adelantado.

10.2.5. Lecciones aprendidas. Las herramientas informáticas pueden contribuir al aumento de la eficiencia y calidad de procesos de toma de decisiones, al posibilitar interrelacionar múltiples variables en pocos indicadores – clave para el análisis del agente decisor. De esta manera, el decisor puede concentrar sus esfuerzos en los aspectos sustanciales del problema, en tanto los detalles de implementación quedan incorporados y son procesados por el sistema informático.

^(*) Ver en el menú de **inicio**, en el grupo “registro”, el comando “imprimir”, de la aplicación desarrollada, en el anexo digital **MD_Evalua2015.xlsm**.

En este caso, queda evidenciado el papel capacitador de la informática, donde la integración ser humano – máquina permitió desempeñar adecuadamente funciones para las cuales no estaban suficientemente desarrolladas o instaladas, previamente, todas las competencias requeridas en los evaluadores.

Finalmente, se destaca el valor de los procesos de simulación computacional para el ajuste de los modelos y la producción de acuerdos en escenarios decisionales. En este aspecto, fue importante el desarrollo de una interfaz gráfica (menú, controles, colores) que facilitara la interacción del usuario con la aplicación y la asimilación intuitiva de sus funcionalidades: A través del modelo informático resultó mucho más fácil comprender y ajustar el modelo de evaluación.

10.3. CASO 3: GESTIÓN DE RECURSOS EN UNA ORGANIZACIÓN NO GUBERNAMENTAL

10.3.1. Contexto del caso. La reducción en los montos de financiación de la cooperación internacional hacia América Latina, como resultado de la implementación de políticas neoliberales y la crisis económica en los países donantes, del cambio en la visión asistencialista de las agencias de cooperación y en las prioridades de los lineamientos y regiones que se favorecerían con las subvenciones, durante el último quinquenio del siglo XX y, de manera especial, a partir del segundo quinquenio del siglo XXI, han puesto en primer lugar, en el escenario de las ONGs, el tema de una mayor eficiencia en el manejo de los recursos, a través de la reducción de costos y la optimización de sus procesos, bajo el lema de “hacer más con menos”. A este escenario se suma, en el caso colombiano, la rivalidad del Estado en la captación de recursos de cooperación, a partir de la creación de la Agencia Presidencial para Cooperación Internacional de Colombia en el año 2011.

De otra parte, la mayor eficiencia de muchas ONGs en el uso de los recursos financieros, en comparación con el sector público, y la tercerización de servicios sociales por parte del Estado, ha llevado a las ONGs a encontrar una fuente de

financiación importante en la contratación con el Estado. Bajo esta lógica, la importancia y creciente diversificación del sector servicios sociales, ha llevado a actores del sector privado a interesarse por este mercado, creando un entorno de competencia en el que se opera con estándares organizacionales de calidad y desempeño diferenciados, pero en el que termina imponiéndose la lógica financiera, ante la cual se evidencian las ventajas del actor privado. El resultado final va siendo la transformación de las organizaciones sociales y la aparición de nuevas ONGs que se distinguen cada vez menos de las empresas privadas, a riesgo de su desaparición o pérdida de protagonismo en los campos donde han actuado tradicionalmente.

A diferencia de las empresas privadas, la eficiencia de las organizaciones del sector social no se puede medir por su rentabilidad general (lucro), por lo cual se debe examinar a través de diferentes dimensiones:

- [i] Costo de productos y servicios.
- [ii] Costo de suministro de servicios de gestión interna.
- [iii] Percepción de la eficiencia de procedimientos y flujos clave de trabajo.
- [iv] Uso óptimo de las asignaciones financieras.
- [v] Productividad del personal.⁴¹⁶

La situación que atañe a este caso se relaciona directamente con el segundo y tercer puntos anteriores, el costo de suministros de gestión interna y la percepción de la eficiencia de procedimientos y flujos clave de trabajo, e indirectamente con el quinto punto (productividad del personal), en una ONG^(*) que solicitó desarrollar un

⁴¹⁶ LUSTHAUS, Charles *et al.* Evaluación organizacional: marco para mejorar el desempeño. Washington: BID, 2002. p. 23

(*) La ONG desarrolla procesos organizativos entre comunidades y organizaciones sociales en diferentes lugares del país. Algunos datos del caso se han modificado para mantener la reserva de las entidades involucradas, no divulgar información no autorizada y no proyectar juicios evaluativos sobre sus actividades. Además, para ajustar el caso a los requerimientos de la metodología en cuanto a su utilidad didáctica.

SI para la gestión de procesos. Entre estos se encontraba la gestión de recursos, en la que se buscaba mayor transparencia en la rendición de cuentas y menor esfuerzo y dedicación del equipo de profesionales al aprendizaje y realización de procedimientos administrativos, como son la solicitud de recursos y legalización de gastos de sus puestos de trabajo y de sus actividades en los proyectos. A la vez, que se redujeran los tiempos de respuesta del área administrativa a las solicitudes de recursos por los equipos de proyectos.

Cabe señalar que los problemas relacionados con la gestión interna de recursos se fueron incrementando en la medida que se fue diversificando la fuente de recursos. Paulatinamente se fue dando el tránsito desde proyectos de mayor cobertura y duración, generalmente subvencionados por un único donante, a otros de menor alcance, con múltiples fuentes de financiación. En consecuencia, de un escenario inicial de i) mayor estabilidad financiera de la organización, ii) estabilidad laboral de los profesionales, iii) dedicación exclusiva de los profesionales a un proyecto y iv) reporte a un donante por proyecto, se pasó a un escenario de i) mayor incertidumbre financiera, ii) mayor rotación laboral, iii) participación de los profesionales en múltiples proyectos para completar su dedicación laboral y iv) reporte a varios donantes por cada proyecto. Esto acrecentó sensiblemente el esfuerzo administrativo de toda la organización pues, frecuentemente, para una misma actividad debía diligenciarse distintos formatos, respondiendo a diferentes criterios, de acuerdo con el tipo de recurso y fuente de financiación del mismo.

Problemas similares han sido observados por el autor de este trabajo en otras ONGs. En este sentido cabe indicar que

Las formas de trabajo y de organización de las ONGs dependen, en gran medida, de los requerimientos técnicos que realizan las contrapartes institucionales que solicitan la intervención. Por lo tanto, su estructura y funciones son de carácter adaptativo y contingencial a la demanda de servicios.

Esto se traduce en que los staff profesionales de las ONGs se caracterizan por tener una alta rotación de personal especializado.⁴¹⁷

La alta rotación demandaba, por tanto, aumentar la curva de aprendizaje de los procedimientos mencionados, que podía lograrse si se simplificaban los procesos, de cara al cliente interno. En relación con la productividad del personal existía la percepción de que se empleaba demasiado tiempo en aquellos procedimientos, en detrimento de la calidad de las actividades misionales, siendo este uno de los motivos frecuentes de queja por parte del equipo profesional, en tanto la gestión de recursos representaba para ellos una sobrecarga de trabajo.

10.3.2. Análisis de la lógica de intervención. La lógica de intervención se delimita en este caso a comprender la forma como la organización gestiona los recursos para su funcionamiento y, principalmente, para el desarrollo de las actividades misionales. Lo anterior contempla, esencialmente, tres aspectos, i) Las fuentes de recursos, ii) la manera como se gestionan los recursos asignados por la cooperación internacional y iii) los procedimientos de gestión interna de recursos en la organización.

10.3.2.1. Las fuentes de recursos. En la organización se distinguen tres clases de fuentes de recursos: los recursos propios, las donaciones de particulares y el desarrollo de proyectos.

a. Entre los recursos propios se identifican cuatro fuentes: i) Los bienes inmuebles utilizados para el funcionamiento de la organización, ii) su mobiliario y equipo iii) los originados por la prestación de servicios y iv) los rendimientos de inversiones y otros emprendimientos. Frente al manejo de este tipo de bienes la

⁴¹⁷ FERRER, Marcela *et al.* El rol de las ONGs en la reducción de la pobreza en América Latina: Visiones sobre sus modalidades de trabajo e influencia en la formulación de políticas públicas. París: UNESCO, 2005. p. 7.

organización tiene el mayor nivel de autonomía, sujeta solo al cumplimiento de sus estatutos.

b. Las donaciones de particulares (personas naturales o jurídicas) pueden darse en dinero o especie, y podrían estar sujetas a modo o condición, es decir, quien realiza la donación establece restricciones acerca del propósito, tipo de uso, lugar o tiempo, entre otros posibles aspectos, para los cuales o durante el cual se hace efectiva la donación respectiva. Las donaciones no sujetas a condición entran a formar parte de los recursos propios.

c. En el desarrollo de proyectos se identifican básicamente tres modalidades: i) Los proyectos subvencionados por agencias de cooperación internacional, ii) la coejecución de proyectos con el Estado y iii) la contratación por el Estado. Estas son las fuentes más importantes de recursos, a la vez sujetas a mayores restricciones que las anteriores en cuanto a su manejo por la organización. Sin embargo, dado que los proyectos con el Estado solo contemplan, generalmente, un financiador externo, el siguiente punto se centrará en los proyectos de cooperación, que en mayor medida recogen la semántica de los problemas relacionados con la gestión de recursos.

10.3.2.2. La gestión de recursos de cooperación internacional. Cuando un proyecto es aprobado por una agencia de cooperación internacional como principal financiadora, el monto de la subvención corresponde a un porcentaje que oscila, generalmente, entre el 60% y 80% del presupuesto total del proyecto. Por ejemplo, en diversas convocatorias de la Unión Europea, para que el proyecto sea elegible, además de inscribirse en los objetivos y acciones elegibles del marco de la convocatoria respectiva, la subvención a entregar no puede ser inferior al 40% ni superior al 70% de los costes elegibles de la acción. Por tanto, la organización solicitante debe apalancar el porcentaje restante con recursos propios o de terceros.

Los costes elegibles son aquellos que pueden ser cargados al proyecto y reembolsables total o parcialmente por la agencia de cooperación, en los cuales

pueden existir restricciones adicionales, por ejemplo, el porcentaje máximo que será cubierto por la subvención en cada línea presupuestaria (ver Tabla 49).

Tabla 49. Ejemplo de presupuesto de costes elegibles en un proyecto subvencionado con recursos de cooperación internacional

Coste elegible (líneas)	% máximo de los costes elegibles	% máximo a cubrir por la subvención	Costo total (euros)	% del total de costes elegibles	Valor a subvencionar (euros)	% a subvencionar
Personal	80%	70%	65.000	79.1%	42.000	64.6%
Transportes	30%	90%	12.000	14.6%	10.800	90%
Equipos	20%	40%	4.000	4.9%	1.600	40%
Papelería	7%	30%	1.200	1.5%	360	30%
Costo total		70%	82.200	100%	54.760	66.6%

Lo anterior trae, como consecuencia inmediata, no solo que un proyecto deba tener más de una fuente de financiación sino, incluso, que una misma categoría de recurso (correspondiente a los costes elegibles) proceda también de diferentes fuentes. En este punto se complejizan la solicitud interna de recursos y el reporte de gastos por los profesionales.

10.3.2.3. Los procedimientos de gestión interna de recursos en la organización. La gestión de los recursos se realiza atendiendo la estructura administrativa y directiva de la organización, que corresponde al organigrama simplificado de la Figura 57, y la propia estructura de asignación de recursos (ver Figura 58). Es decir, que el manejo de los recursos es distribuido a través de la estructura jerárquica de la organización, correspondiendo a los niveles superiores de aquella las decisiones acerca de los recursos ubicados en los niveles más altos.

Figura 57. Organigrama de la ONG

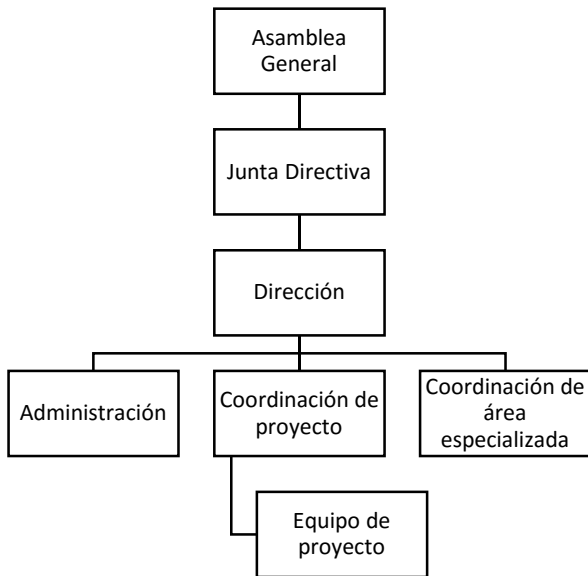
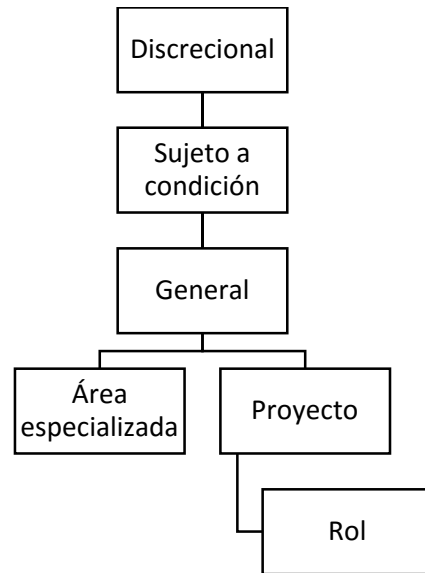


Figura 58. Estructura de asignación de recursos



De manera específica, los recursos de asignación discrecional y sujetos a condición corresponden al manejo de la dirección y niveles superiores. Los recursos generales, por ejemplo vehículos, equipos audiovisuales, impresoras en red y salas de conferencias están a cargo de la administración. Algunos servicios que implican el uso de salas y equipo especializados están a cargo del coordinador del área respectiva. A excepción de los gastos de nómina y administración de cada proyecto, que son manejados por la administración de la organización, los recursos para las actividades de los proyectos son autorizados, en, primera instancia por la coordinación del proyecto respectivo. Finalmente, los recursos asignados a cada puesto de trabajo (computador, papelería) están bajo el manejo de cada empleado.

Los recursos para actividades de los proyectos contemplan, generalmente, gastos como transportes, alojamiento, adquisición de papelería e insumos, elaboración de publicaciones, material didáctico, alquiler de sedes y refrigerios. Frecuentemente, la adquisición de productos consumibles (por ejemplo papelería e insumos) se hace por lotes, con cargo al presupuesto de algún proyecto, distribuyendo los bienes adquiridos entre los diferentes proyectos, a medida que se van requiriendo.

Las compras se van rotando entre los distintos proyectos hasta que se completa el ciclo y se agota el presupuesto disponible en cada proyecto para la línea respectiva. Este procedimiento funcionó sin mayores inconvenientes durante varios años. Sin embargo, la reducción en la duración de los proyectos^(*) aceleró los ciclos de gasto, de manera que llegó a darse la situación de terminarse los recursos de un rubro (por ejemplo papelería e insumos) y no contar con liquidez en la misma línea presupuestaria de otro proyecto para hacer las compras respectivas. Las medidas de contingencia tomadas consistieron, principalmente, en llamados a la austeridad por parte de la dirección y establecimiento de mecanismos de coordinación para priorizar la distribución de recursos entre los distintos proyectos y actividades. En términos prácticos significó aumentar el número de participantes en la decisión de asignación de recursos, ralentizando los tiempos de respuesta a las solicitudes respectivas.

La línea más importante de gastos, después de nómina, corresponde a los desplazamientos de los profesionales en terreno, que incluye transportes (aéreos y terrestres), alojamiento y alimentación. Dado que estos servicios se adquieren al momento que se van a utilizar, debiendo especificarse el beneficiario individual de los mismos, en su solicitud y legalización participa el empleado al que se asignan. Aunque, nominalmente, se trata de recursos bajo el manejo del coordinador del proyecto, su rol es únicamente autorizar al área administrativa para que realice la descarga del rubro del presupuesto, al momento de la solicitud. De otra parte, se trata de gastos examinados con particular atención por parte de los auditores de proyectos, por lo que resultaba necesario mantener un registro de las actividades del proyecto asociadas a los respectivos viajes.

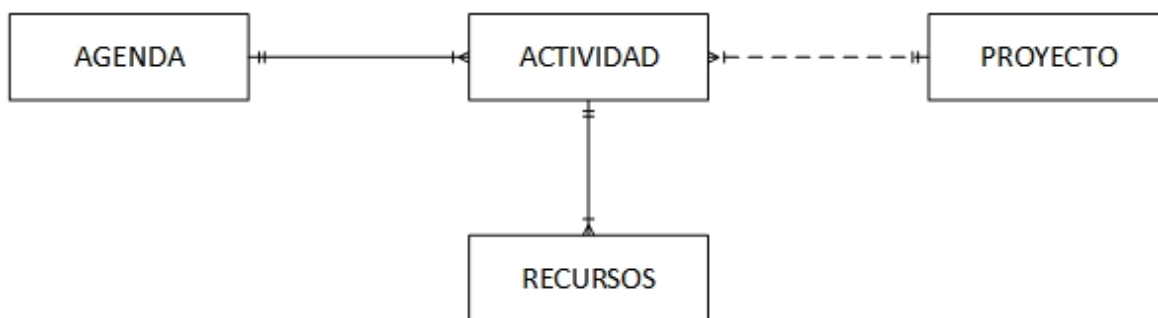
(*) En la década de 1990, la duración mínima de la mayoría de proyectos subvencionados era de 2 años, siendo frecuente encontrar proyectos financiados a 3 años y con 2 años de prórroga adicional. En el nuevo contexto de la cooperación internacional, aproximadamente desde el año 2011, lo excepcional es encontrar proyectos financiados a más de 2 años, encontrándose con frecuencia proyectos cuya duración es de solo un año.

Por estos motivos, años atrás, la ONG había implementado un sistema de BD para la programación de agendas de actividades (denominado SPA), conformado por dos módulos, uno con los datos generales de la agenda, y otro con los detalles de las actividades a desarrollar (ver Cuadro 26). La asociación establecida entre las entidades {agenda}, {actividad}, {recursos} y {proyecto} se muestra en la Figura 59.

Cuadro 26. Contenido de los módulos del Sistema de Programación de Agendas

CONTENIDO DEL MÓDULO PRINCIPAL DE LA AGENDA	CONTENIDO DEL MÓDULO ACTIVIDADES DE LA AGENDA
Número de la agenda (PK) Ciudad de destino Fecha de salida Aerolínea de salida Número de tiquete de salida Fecha de regreso Aerolínea de regreso Número de tiquete de regreso	Proyecto de referencia (FK) Número de la actividad (PK) Nombre de la actividad Responsable de la actividad Fecha actividad Lugar Objetivo Recursos concertados y solicitados Número de participantes Reporte de resultados principales

Figura 59. Diagrama de asociación entre las entidades agenda, actividad y proyecto



Lo anterior significa que en cada viaje un profesional podía adelantar actividades pertenecientes a distintos proyectos. Sin embargo, los rubros de tiquetes aéreos y alojamiento eran cargados a uno de los proyectos. Los recursos logísticos de una actividad, independientemente de su origen, quedaban asociados al mismo proyecto al que pertenecía la actividad.

Ya en este escenario, el equipo en terreno debía estar atento al legalizar gastos como refrigerios o alojamiento, para relacionarlos al proyecto adecuado y, en el caso específico del rubro alojamiento, solicitar la facturación del servicio siguiendo los términos establecidos por la entidad financiadora. Por ejemplo, si la agenda era cargada a un proyecto de la Unión Europea, debía hacerse efectiva cierta exención de impuestos. Por el contrario, si la agenda estaba cargada a un proyecto estatal, se debía facturar de manera normal la cuenta. Cuando empieza a darse el caso de la financiación de un mismo proyecto por diversas fuentes, se incrementó el esfuerzo de coordinación entre la administración central de la organización y los equipos de proyecto para la correcta legalización de gastos.

En ocasiones, no era posible realizar de manera inmediata la descarga de recursos del presupuesto del proyecto, debido principalmente a que los recursos de la línea respectiva se habían agotado o estaban próximos a hacerlo, desbordando el cronograma de gastos previsto. De acuerdo con la coordinadora del área administrativa de la ONG, los principales factores desencadenantes de esta situación eran:

- i. La pérdida de valor cambiario de los recursos originales de subvención (comúnmente dólares, euros y coronas suecas) frente al peso, en relación con la estimación realizada al momento de aprobación del proyecto.
- ii. El desarrollo de un número mayor de actividades al previsto para alcanzar el cumplimiento de las metas.
- iii. La falta de monitoreo al número de actividades realizadas.
- iv. La reducción en la duración de los ciclos de proyectos, mencionada previamente.

La consecuencia de no realizar la asignación inmediata de recursos fue el retraso en la aprobación de agendas, que incidía negativamente en el desempeño de los equipos y ponía en riesgo el cronograma del proyecto.

10.3.2.4. Crítica de la lógica de intervención. Existe un aspecto relacionado con la lógica de intervención que incide significativamente en la generación de los problemas mencionados: cierto manejo solidario de los recursos de cooperación entre proyectos, que en la práctica significa la fusión de actividades y recursos de diferentes programas o proyectos, al momento de su ejecución.

Para muchas ONGs, la cooperación internacional es la forma de financiar sus procesos de organización e intervención social, desplegados a través de programas propios, inscritos en la misión, objetivos y líneas de acción de la ONG. Con frecuencia, las actividades se focalizan en determinados territorios y poblaciones. En consecuencia, los proyectos para solicitar recursos de cooperación se formulan de tal manera que se acoplen a los programas y focalización pre-existentes, contribuyendo de esta forma a su sostenimiento. Lo anterior implica, en ocasiones, que los objetivos y lineamientos trazados por la agencia de cooperación, bajo los cuales se aprueban las subvenciones, sean subordinados a los lineamientos y necesidades de los programas de las organizaciones financiadas. Esto lleva a que, por ejemplo, con los recursos de un proyecto se financien actividades que no corresponden al mismo.

Si bien este tipo de manejo contribuye al sostenimiento de actividades misionales que, en un contexto y momento determinado, no podrían financiarse de otra manera, al tiempo que puede contribuir al desarrollo de acciones más integrales y mayor eficiencia en relación con los programas institucionales de las ONGs, no resulta completamente transparente, toda vez que los recursos de cooperación generalmente son aprobados para impulsar nuevas iniciativas y no para el sostenimiento de actividades existentes.

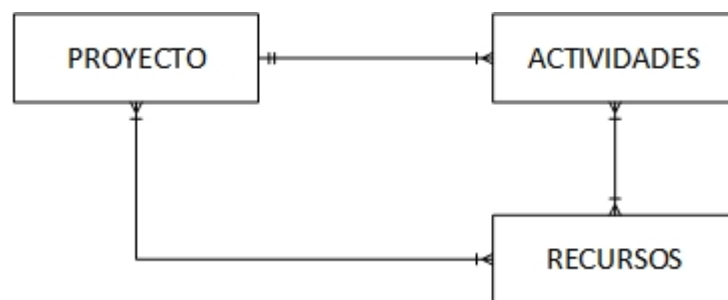
El manejo aludido se refleja en prácticas como la rotación de compras y la distribución solidaria de productos consumibles entre los diferentes proyectos, o la estructura misma de las agendas del SPA, que evidencian la subordinación de proyectos (fuentes de financiación) a las actividades, y de estas, implícitamente, al

proyecto institucional de la ONG. De igual manera, explica en alguna medida que se haya realizado y registrado un número mayor de actividades a las previstas para el cumplimiento de las metas de un proyecto.

La crítica a la lógica de intervención se basa en la diferenciación entre los proyectos cuyo desarrollo depende casi exclusivamente de la iniciativa de un actor, y aquellos en los cuales el proyecto es un espacio de concertación entre distintos actores. A los primeros podría denominárseles proyectos cerrados o propietarios, y, a los segundos, abiertos o concertados. Los proyectos financiados con recursos de cooperación se inscriben en la segunda categoría. Por tanto, en los proyectos abiertos el ejecutor debe administrar los recursos de tal modo que se garantice su transparencia e independencia respecto a las contingencias que puedan afectar a otros proyectos o programas adelantados por la ONG. Lo anterior no impide concertar o compartir actividades y tiempos con otros proyectos, generando sinergias, siempre y cuando se pueda establecer con claridad la trazabilidad de los recursos empleados y no se subordine a objetivos ajenos al proyecto subvencionado el cumplimiento de las metas asociadas a los recursos empleados.

Lo anterior implica modificar el SI (SPA), de manera que se reflejen estas condiciones, es decir que, de una parte, se establezca la dependencia de los recursos y de las actividades respecto al proyecto y, además, se pueda establecer la procedencia de los recursos empleados en las actividades (ver Figura 60)

Figura 60. Diagrama relacional básico para estructurar la gestión de recursos



10.3.3. Identificación de problemas de GI e implementación de MD

a. El modelo de programación de agendas, que engloba actividades y recursos parte de un error conceptual al asignar a un recurso unas actividades. Es decir, una agenda puede considerarse como un conjunto de actividades, pero, en el caso de estudio, lo que determina la agenda no son las actividades a realizar (no se identifica un proyecto o categoría que las englobe en la entidad agenda) sino la programación de un recurso, los tiquetes aéreos.

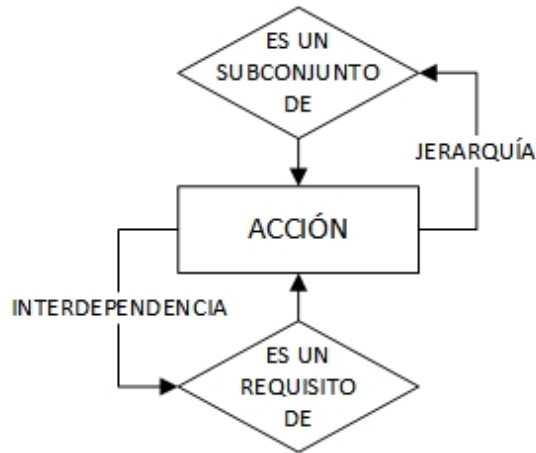
Por tanto, es necesario invertir el procedimiento, es decir, programar actividades a las que se asignen recursos, entre estos los correspondientes a tiquetes aéreos u otras modalidades de transporte y demás gastos generados por el desplazamiento del equipo profesional en terreno. De esta forma, la agenda desaparece como entidad y, a lo sumo, podría constituirse en una categoría de la entidad {actividades}.

b. Al analizar conceptos como proyecto, agenda, actividad y tareas se observa que tienen un denominador o semántica común, todos ellos se refieren a acciones. Esto lleva a plantear un mayor nivel de abstracción del sistema, mediante la generalización de las acciones, una entidad que se asocia consigo misma, conformando una jerarquía de clases del tipo padre-hijo; un tipo de acción está incluido dentro de otro más amplio, las acciones son contenedores. Ejemplo: Un proyecto contiene actividades, y éstas contienen tareas. Las relaciones jerárquicas generalmente se establecen entre acciones de diferente tipo.

Entre las acciones del mismo tipo se establecen relaciones de interdependencia: No existe jerarquía entre las acciones comprometidas, pero se condicionan unidireccional o bidireccionalmente. Ejemplo: Para realizar un taller de capacitación se requiere i) preparar una agenda, ii) contar con un sitio, iii) disponer de un material didáctico, iv) desarrollar determinadas acciones con un grupo. En este caso, existe interdependencia entre las tres primeras tareas y las acciones adelantadas con el grupo. En la interdependencia interesa establecer la prioridad o simultaneidad de las acciones. Las relaciones jerárquicas le dan articulación conceptual o estructural

a las acciones, en tanto la interdependencia establece su articulación operativa (ver Figura 61).

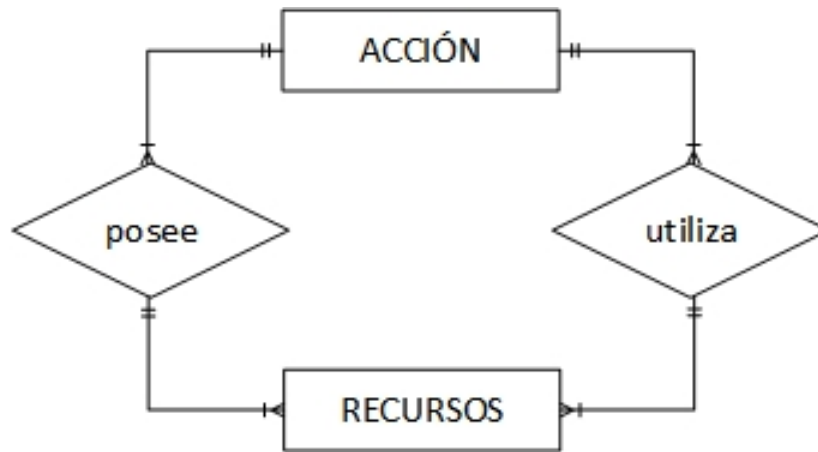
Figura 61. Jerarquía e interdependencia entre acciones



De esta forma, al lograr mayor abstracción se simplifican las asociaciones entre entidades diferentes: las acciones emplean recursos y, dado que existe una jerarquía de acciones, al aplicar el concepto de herencia, si un proyecto emplea recursos entonces una actividad o una tarea emplean recursos; y si una actividad es la desagregación de un proyecto, entonces los recursos de la actividad pueden corresponder a la desagregación de los recursos del proyecto. En ambos casos se da una transformación cualitativa, tanto de la acción como del recurso. A nivel del proyecto el recurso es de tipo financiero (presupuesto); a nivel de la actividad se transforma en un producto o servicio específico.

Este análisis revela algo más: las acciones de jerarquía superior poseen recursos que son utilizados por las acciones subordinadas (ver Figura 62). Así, al menos desde el punto de vista de la planificación, una acción se desagrega, no solamente atendiendo la diversidad de objetivos, resultados o metas a los que responden, sino considerando la diversidad de recursos empleados en su ejecución.

Figura 62. Asociaciones entre acciones y recursos

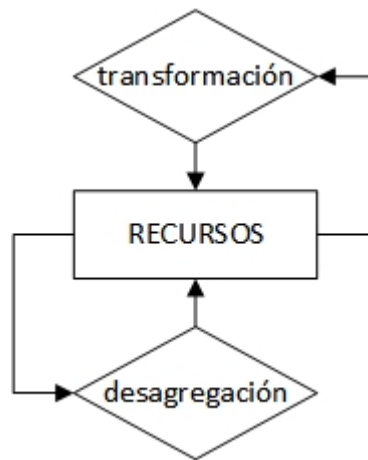


El diagrama sugiere que un proyecto (acción de jerarquía superior) puede poseer varios recursos, pero cada recurso solo pertenece a una acción. De forma similar sucede con el uso de los recursos, una acción utiliza múltiples recursos, pero cada recurso se emplea en una sola acción.

Lo anterior parece contradecir el sentido común, ya que se puede verificar que una persona puede trabajar en varios proyectos o que un equipo electrónico, igualmente, puede utilizarse en múltiples actividades. De modo tal que únicamente los elementos consumibles de un solo uso o desechables cumplirían tal condición.

La respuesta a este problema está en la desagregación de un recurso en las unidades de uso. Es decir, un recurso nominal puede estar asignado a varias acciones, pero no puede ser empleado en tales acciones de manera simultánea. Por tanto, las unidades de uso no son el trabajador o el equipo sino la dedicación de aquellos asignada a cada acción, en este caso medible en horas o porcentajes de dedicación. En consecuencia, los recursos se transforman y desagregan para poder ser empleados en las acciones (ver Figura 63).

Figura 63. Transformación y desagregación de recursos



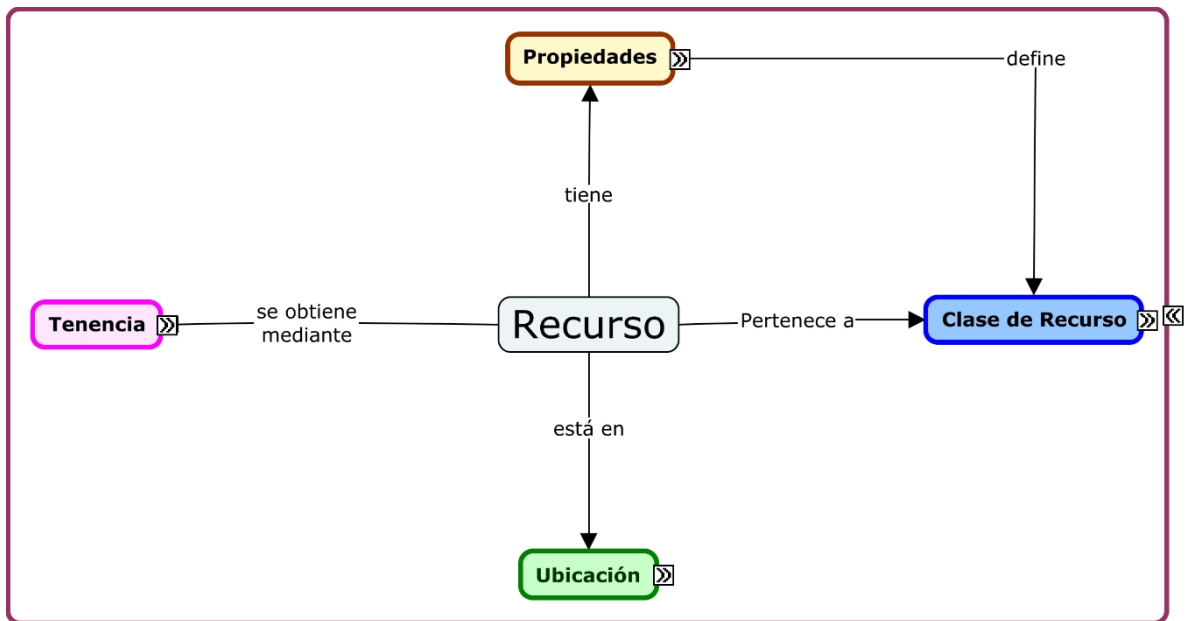
La transformación consiste en obtener recursos de determinado tipo a partir de un tipo diferente, generalmente productos o servicios por dinero. La desagregación consiste en obtener unidades menores de un recurso, que se encuentra originalmente englobado o contenido en una unidad mayor. Para automatizar el proceso de desagregación se requiere, principalmente, clasificar tipos de recursos y contar con una función de conversión de unidades, de manera que el algoritmo de conversión se aplique al tipo de recurso que corresponda.

c. El modelo existente privilegiaba el reporte de determinadas fuentes y tipos de recursos e invisibilizaba otros. Debe tenerse en cuenta que, frecuentemente, en los proyectos sociales se cuenta con el aporte en especie de comunidades y organizaciones participantes, de voluntarios o de fuentes de conocimiento (intangibles) que resultan claves para el desarrollo de las actividades, pero que no están incluidos en el presupuesto del proyecto. Una buena práctica es visibilizar tales recursos, en tanto evidencia y fortalece la participación, cogestión y empoderamiento de los actores vinculados a iniciativas de desarrollo social.

Atendiendo los aspectos enunciados, se procuró una comprensión ampliada de la gestión de recursos, para lo cual se propuso un mapa conceptual que se estructuraba alrededor de cuatro aspectos: i) las propiedades inherentes a los

recursos, ii) su clasificación en función del uso y características económicas, iii) las formas de adquisición y tenencia, y iv) la ubicación y accesibilidad a los recursos, como se muestra en la Figura 64.

Figura 64. Mapa conceptual básico para análisis de la gestión de recursos



La profundización de cada aspecto llevó al diseño de un mapa conceptual detallado^(*) que incluyera todas las categorías necesarias para el desarrollo de un nuevo sistema de gestión de recursos (ver ANEXO P).

De esta forma, se contó con los elementos necesarios para establecer la trazabilidad de cada recurso hasta el mayor nivel de desagregación. Finalmente, se ajustaron las especificaciones del sistema, explotando las posibilidades que el modelo ofrecía. Entre aquellas cabe mencionar:

(*) Ver el anexo digital del mapa conceptual **MD_Caso_Recursos_ONG.cmap**, elaborado con la herramienta Cmap Tools, desarrollada por el IHMC (Institute for Human & Machine Cognition). disponible para descarga gratuita en <http://cmap.ihmc.us/products/>

- i. Incorporación del presupuesto, según las categorías intermedias del modelo de recursos (personal, equipos, transportes, etc.).
- ii. Diseño de un sistema de inventarios, organizado según tipo, usabilidad, forma de provisión y fuente de financiación de los recursos.
- iii. Generación de inventarios por lotes y por elementos desagregados.
- iv. Distribución de los recursos en contenedores virtuales (general, proyectos, roles, dependencias) accesibles a los usuarios de acuerdo con sus permisos.
- v. Incorporación de tres niveles de semántica de los recursos, acorde a la lógica de uso de cada nivel (del sistema automatizado, de la administración, del usuario final), aproximando las denominaciones a las empleadas en el desempeño real^(*).
- vi. Consulta en línea del estado de los recursos, y generación de alertas relacionadas con su ejecución (disponibilidad, subejecución) y con el flujo del presupuesto contra duración y avance de las actividades.
- vii. Asignación a las acciones de recursos disponibles, existentes o proyectados. De acuerdo al tipo de recurso se genera la orden de compra, entrega o reserva respectiva.
- viii. Generación de reportes de gastos de las acciones operativas y de legalización de gastos. El sistema se encarga de informar al usuario sobre los detalles del recurso asignado y del procedimiento de legalización, en caso de requerirse.

(*) Supóngase que en el presupuesto de un proyecto se incluye la compra de dos computadores portátiles y el alquiler de uno adicional para utilizarlo en un evento determinado. En la fecha del evento se requiere asignar uno de los equipos comprados a esta actividad, junto al equipo alquilado, mientras el otro equipo propio se debe destinar a otra actividad. En este caso, los usuarios no necesitan buscar los recursos bajo categorías como alquiler de equipos o equipos propios, sino simplemente como computadores portátiles. Cada recurso tiene un código de inventario en el sistema, con el cual la administración los ha asignado a los contenedores respectivos en donde los encontrarán quienes los requieren.

- ix. Aproximación a los costos reales de las acciones, incluyendo los imponderables propios y de terceros.
- x. Generación de indicadores de eficiencia de las acciones.

El flujo de datos propuesto se aprecia en la Figura 65.

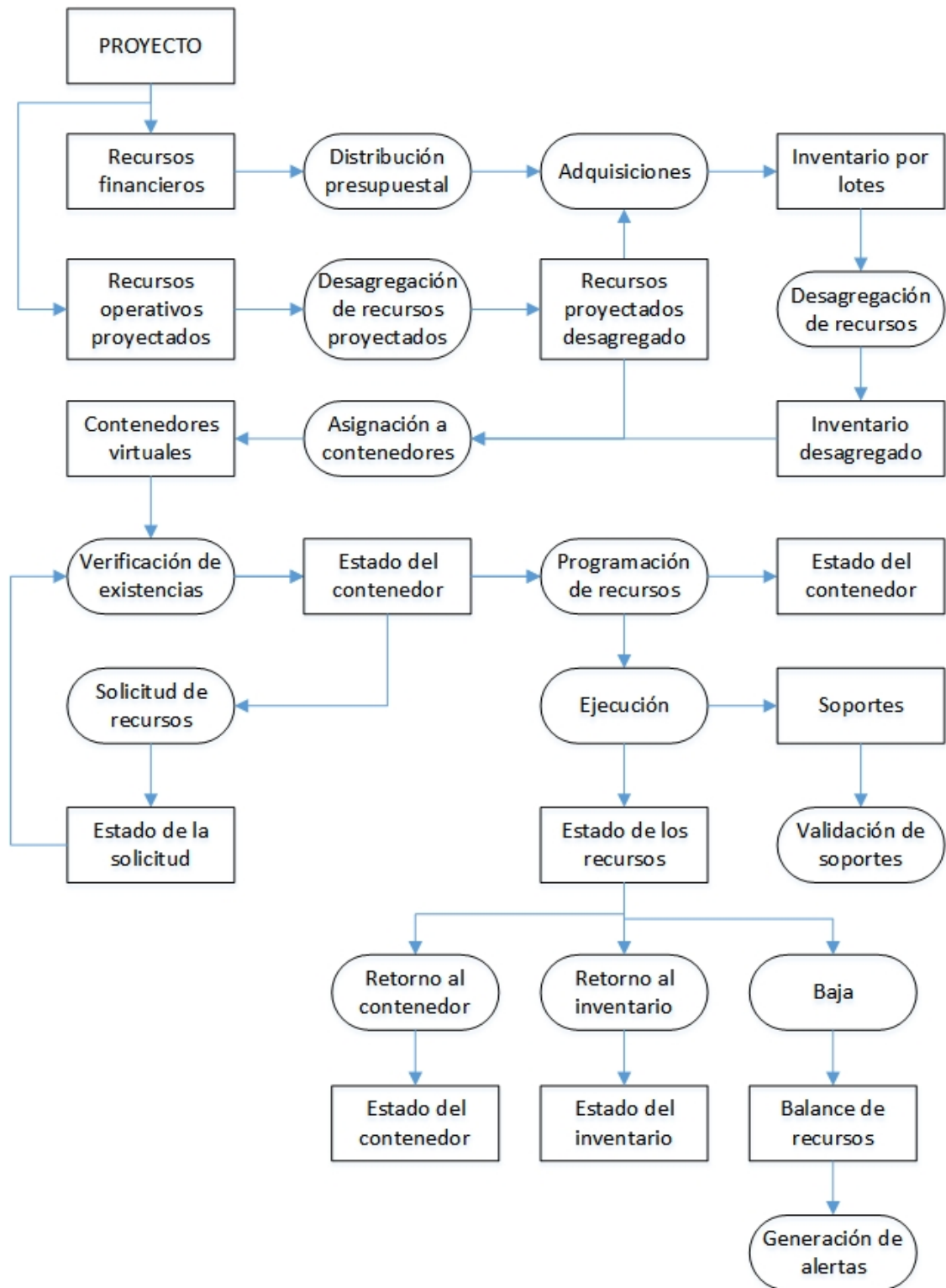
10.3.4. Análisis de beneficios y limitaciones de la solución. El sistema propuesto permite una gestión más descentralizada de los recursos, gracias al uso de los contenedores virtuales. Con esta herramienta, un operador puede conocer los recursos disponibles para el desarrollo de una acción, en su ámbito decisional, independientemente de la existencia física del recurso al momento de su programación.

Lo anterior es posible porque el contenedor se basa, en principio, en la identificación y desagregación de los recursos proyectados en la planificación del proyecto. En el contenedor se combinan, por tanto, recursos adquiridos y recursos no adquiridos pero presupuestados. De esta forma, aquellos recursos que no pueden adquirirse con anticipación se hacen efectivos al momento de su solicitud, reduciendo los trámites para su aprobación y entrega.

La trazabilidad del sistema permite mayor transparencia en el ejercicio de rendición de cuentas, al tiempo que reduce los costos de gestión asociados a este aspecto. La gestión de procesos y del conocimiento que subyace al diseño del sistema acelera la curva de aprendizaje de los usuarios, particularmente del equipo profesional, facilitando las actividades de reporte y legalización de gastos.

Poder determinar con mayor precisión las características, cantidad, ubicación, duración y tiempo de utilización de los recursos permite optimizar los flujos de adquisición y circulación de aquellos en relación con su vida útil, incidiendo positivamente en la eficiencia de la gestión.

Figura 65. Flujo de datos del modelo de gestión interna de recursos propuesto



Una de las preocupaciones planteadas por la ONG fue que el sistema, al ser más granular y considerar todos los tipos y fuentes de recursos empleados en las acciones, podría implicar para los usuarios mayor dedicación de tiempo en actividades de registro. En este aspecto, se indicó que las categorías de recursos y sus datos respectivos eran estructurados y gestionados por la administración de la ONG; de manera que se reduciría el esfuerzo cognitivo asociado a su identificación y programación en las actividades, por parte del equipo profesional. Además, los tiempos empleados en programación de recursos se traducirían en ahorros de tiempo durante la legalización de gastos, disminuyendo también los conflictos por errores e inconsistencias asociadas a aquellos procedimientos.

10.3.5. Lecciones aprendidas. El reconocimiento del nuevo escenario de la cooperación internacional demanda mayores esfuerzos de las ONGs para sostener sus actividades misionales en un contexto de competencia por acceso a diversas fuentes de financiación. En este sentido resultó importante reflexionar acerca del modo en que la organización concibe la gestión de los recursos, develando prácticas que resultan insostenibles en tal contexto, e incompatibles con los actuales criterios de financiación establecidos por las agencias de cooperación. Esto conllevó definir, en este caso, a los proyectos de cooperación como proyectos abiertos, lo cual, además, permitió encontrar un lugar en los procesos y sistemas de información para categorías de recursos que dan cuenta de la participación de diversos actores en el desarrollo de los proyectos, más allá de quienes aportan financieramente. El análisis crítico de la lógica de intervención dispuso favorablemente a las instancias administrativas y directivas de la ONG para revisar sus prácticas y plantearse la reestructuración o sustitución del sistema de información establecido.

En el diseño de la solución resultó útil pensar los modelos desde los aportes de la reingeniería de procesos, al apostar por un mayor empoderamiento del profesional de base, a través del fortalecimiento de los procesos decisionales basados en sistemas de información. En cierto modo, las quejas del equipo profesional por las actividades de legalización de gastos se relacionan con la percepción negativa que

genera atender unos procedimientos ajenos a la racionalidad de la práctica propia, que acentúan la división social del trabajo, entre quienes deciden y quienes ejecutan. Al transferirse gran parte del control de los recursos al SI, los procedimientos de asignación y programación de recursos se hacen más transparentes, al no depender una asignación específica de las prioridades emergentes de un tercero, sino responder a decisiones establecidas con la propia antelación del presupuesto del proyecto. A esto también contribuye que el profesional de base pueda conocer en todo momento los recursos disponibles para su actividad; compartir la información potencia respuestas creativas ante eventos imprevistos. Desde el punto de vista del modelamiento, la creación de contenedores virtuales resultó un paso decisivo para operacionalizar estos propósitos.

El autor de este trabajo tuvo la posibilidad de dialogar con dos de las personas que contribuyeron al desarrollo del anterior sistema de información (el SPA), uno de ellos ingeniero de sistemas. Al analizar conjuntamente los problemas del modelo de datos, se manifestó abiertamente las dificultades de interlocución que existieron en su momento, entre los delegados de la ONG y los desarrolladores del sistema, para llegar a una comprensión compartida acerca de las características que aquel debía tener. Al final, la ingeniería implementó el modelo de la forma en que fue expuesto por la ONG. Este antecedente ratifica la necesidad de asumir el desarrollo de los SI desde una perspectiva transdisciplinar, que demanda conocimientos técnicos del tema, para generar aproximaciones que contribuyan al desarrollo de herramientas más adecuadas a los procesos de gestión social.

La anterior situación, junto al análisis de la lógica de intervención, evidencian la importancia de contar con modelos de realidad planteados desde el horizonte de la complejidad. La simplificación sustentada exclusivamente en la eficiencia, a la larga, ni simplifica ni resulta eficiente. En este caso, llegar a la simplicidad que representa una *cajita de recursos* (los contenedores virtuales) ha sido en gran medida el resultado de considerar aspectos de la complejidad conceptual, contextual y operacional de los recursos.

10.4. CASO 4: MONITOREO DE ATENCIÓN PSICOSOCIAL

10.4.1. Contexto y restricciones del caso. El contexto del caso^(*) es un proyecto de educación y acompañamiento psicosocial a 5000 familias en situación de vulnerabilidad social, cuyo objetivo era la prevención de violencias en el ámbito familiar mediante acciones educativas, sociales y terapéuticas. El proyecto estaba conformado por dos subprocesos, uno educativo – de carácter informativo y preventivo –, y otro terapéutico. En el primero se desarrollaron talleres (colectivos) para grupos de 15 a 20 familias, y dos visitas al hogar de cada familia, para identificar posibles situaciones que requirieran atención terapéutica especializada. Este componente estuvo a cargo de educadores familiares, conformados por tecnólogos y profesionales del área social, pedagogía y psicología. El proyecto se desarrolló en dos fases, con un periodo intermedio de evaluación y ajuste al proceso, a los instrumentos de registro y la aplicación de BD.

Los educadores familiares debían derivar un subconjunto de las familias bajo su asignación al subproceso 2, aproximadamente el 10% del total de familias. La selección se hizo de acuerdo con la existencia verificada o muy probable, en el hogar respectivo, de una o dos de las problemáticas de atención priorizadas por la institución financiadora del proyecto, registradas en el motivo principal y secundario de derivación, correspondientes a las siguientes categorías: Abuso sexual, maltrato infantil, violencia de género, violencia intrafamiliar, adicciones, duelos o pérdidas y otros motivos. En caso de identificarse más de dos tipos de problemas, la jerarquización se definió por el orden que se presentaban en el listado. Anexo al tipo de motivo, el educador familiar debía registrar una breve descripción de los detalles del motivo respectivo.

(*) Algunos datos del caso se han modificado para mantener la reserva de las entidades involucradas, no divulgar información no autorizada y no proyectar juicios evaluativos sobre sus actividades. Además, para ajustar el caso a los requerimientos de la metodología en cuanto a su utilidad didáctica.

El segundo subproceso, la atención terapéutica, estuvo a cargo de psicólogos especializados, quienes debían realizar ocho sesiones de atención con cada familia seleccionada. Cada caso o familia se identificó inicialmente mediante el documento de identidad de la persona jefe del hogar. Las sesiones de atención eran de tres tipos: individuales, de pareja y familiares. Cada una de las sesiones se relacionaba con un tema de intervención, correspondiente a las mismas categorías de derivación del caso. Durante el proceso, el psicólogo podía identificar, registrar y atender problemas diferentes a los del motivo de derivación, pero delimitado a las mismas categorías del proyecto.

El indicador de resultados para este subproceso fue *número de hogares beneficiarios de procesos de acompañamiento psicosocial especializado*. Este indicador se verificaba contra una meta de *500 hogares atendidos (10% del total del proyecto), con 8 sesiones de atención terapéutica cada uno*. Para efectos del proyecto, el hogar se definió como las personas que habitan una misma vivienda. Por tanto, cada caso correspondía a una vivienda y un hogar, estableciendo equivalencia entre los conceptos de hogar y grupo familiar.

Además, se debía reportar información del total de población asistente a las sesiones, por sexo y generación (niños, niñas, hombres adultos, mujeres adultas).

Atendiendo protocolos terapéuticos, se estableció que solo se podría realizar una sesión por fecha en cada grupo familiar. Al iniciar el proceso se diligenciaba una tabla con la composición del hogar (nombre, edad, sexo y parentesco). La gestión del caso se controló mediante las siguientes variables, heredadas del modelo de monitoreo definido por la institución financiadora para proyectos afines

- i. Nombre y documento del jefe del hogar.
- ii. Dirección de la vivienda.
- iii. Estado del caso: Asociado al inicio y finalización de las sesiones terapéuticas. Los valores posibles son: 1) Asignado, 2) Abierto y 3) Concluido.

- iv. Fecha de la sesión.
- v. Tipo de sesión: 1) Individual, 2) familiar o 3) de pareja
- vi. Número de participantes: registro del número de personas asistentes a la sesión, según edad y género (niños, niñas, hombres adultos, mujeres adultas).
- vii. Meta de la sesión: descripción de la meta terapéutica establecida por el psicólogo para la sesión respectiva.
- viii. Tema de la sesión.
- ix. Cumplimiento de la meta de la sesión: el psicólogo registra, a criterio propio, el nivel de cumplimiento de la meta, correspondiente a uno de los siguientes valores: 1) Cumplimiento total, 2) Cumplimiento parcial y 3) No se cumplió.
- x. Estado del proceso: define la continuidad o finalización del proceso a partir del estado de realización de la sesión. Los valores que puede tomar esta variable son: 1) Sesión realizada – continúa, 2) Sesión no realizada, 3) Cierre del proceso y 4) Proceso completo.

Como parte del proceso de supervisión técnica y seguimiento, los psicólogos reportaban semanalmente las actividades adelantadas, utilizando una tabla de una hoja de cálculo que contenía los campos de identificación del caso y los campos de los datos para cada sesión, de acuerdo con la estructura sugerida por la Tabla 50. En este contexto, debido a inconsistencias en los datos, observadas en los primeros reportes semanales, se solicitó asesoría para mejorar el proceso de monitoreo del proyecto.

Tabla 50. Estructura del formato de reporte original para el monitoreo del subproceso de atención terapéutica

Identificación del Caso				Registro de Sesiones				
Campo A	Campo B	Campo C	Campo D	Campo J	Campo K	Campo L	Campo M	Campo N

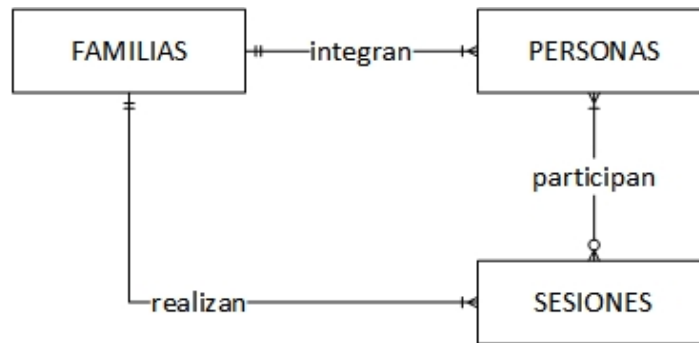
10.4.2. Análisis de la lógica de intervención. La lógica de intervención plantea un problema relacionado con la validez del supuesto de realizar ocho sesiones de atención por familia, por varios motivos, que van desde la necesidad y pertinencia de realizar tal número de sesiones en cada caso (depende del tipo de problemática, el tamaño del grupo familiar, los recursos de las personas para superar sus dificultades, etc.) hasta la resistencia y libertad de los sujetos para no continuar el proceso, pasando por las dificultades de tipo externo (condiciones de inseguridad, transporte deficiente o dificultades de comunicación) que pudieran impedir concertar las citas o realizar las sesiones respectivas, afectando el cumplimiento de la meta del proyecto. Todos estos factores estaban generalmente por fuera del control del ejecutor.

Lo anterior potencia una lógica perversa en la ejecución del proyecto, la de evitar los casos con problemáticas y condiciones de acceso más complicadas donde, precisamente, puede hallarse más resistencia al proceso y, al mismo tiempo, ser los casos que más requieran de la atención terapéutica. Aunque esto no llegó a suceder, fue un riesgo a considerar.

Desde el punto de vista de modelamiento, la formulación de la meta es inadecuada porque combina dos atributos diferentes sin correspondencia directa entre sí, el número de familias beneficiadas y el número de sesiones realizadas. De manera que si se controla uno de ellos, no es posible controlar el otro: se puede alcanzar el número de familias sin alcanzar el número de sesiones, o viceversa, se alcanzaría el número de sesiones al costo de desbordar la meta de casos.

Frente a esta situación pueden plantearse diversas alternativas, de acuerdo con las entidades participantes en la relación: familias, personas y sesiones (ver Figura 66).

Figura 66. Diagrama relacional de las entidades básicas para el monitoreo de indicadores del proceso de atención terapéutica



Una de estas alternativas es contar con criterios múltiples para validar el resultado; otra, priorizar uno de los atributos participantes en la definición de la meta. Finalmente, combinar las dos estrategias. La lógica y conjuntos difusos son herramientas conceptuales útiles en la solución de este tipo de problemas, que tratan de la formalización del razonamiento aproximado⁴¹⁸. En esencia, plantean la posibilidad de obtener más de un valor que satisfaga los requerimientos de un sistema, mediante la flexibilización y autoajuste de los parámetros de estimación.

El proyecto tiene como meta atender 500 familias. Esta meta, proyectada al número total de sesiones a realizar (S_t) se calcula multiplicando el número de familias de la meta (F_t) por el número de sesiones esperado por caso (S_f):

$$S_t = F_t \times S_f \quad S_t = 500 \times 8 \quad S_t = 4000 \text{ s}$$

Por tanto, la meta se puede flexibilizar en atender 500 familias o realizar 4000 sesiones. Sin embargo, hay otros criterios, como el número de personas participantes en cada proceso y el número mínimo de sesiones para calificar como aceptable o válida una intervención terapéutica en el marco del proyecto.

⁴¹⁸ LAMAS, Paulo Félix; BUGARÍN DÍZ, José Antonio. Conjuntos Borrosos (Capítulo 7). En: PALMA MÉNDEZ, José Tomás; MARÍN MORALES, Roque. Inteligencia Artificial: Métodos, técnicas y aplicaciones. Madrid: McGraw-Hill, 2008. pp. 263 – 306.

Ni el indicador ni la meta definen un número de personas beneficiarias a alcanzar, pero el diagrama relacional de la Figura 66 evidencia que no todos los integrantes del grupo familiar participan de todas las sesiones, pudiendo haber personas que no participen nunca. Cualitativa y cuantitativamente es diferente un proceso en el cual participan cinco o diez personas, a un proceso con uno o dos participantes.

¿Cuál es el número total de personas que puede esperarse atender? Hay que realizar un par de supuestos, uno sobre el promedio de integrantes por grupo familiar y otro sobre el promedio o porcentaje de integrantes del hogar que participa en las sesiones. El primero se puede estimar mediante estadísticas censales, y el segundo mediante la opinión de expertos y la consulta a BD de proyectos similares. Con estas variables se puede construir un escenario para estimar de manera automática el nivel de cumplimiento del indicador a partir de múltiples criterios, como se muestra en la Tabla 51 y la Tabla 52.

Tabla 51. Definición de variables para estimación de cumplimiento de indicador

Variable	Definición	Dominio	Valor
H	Total meta hogares del indicador	Número hogares	500
P _h	Promedio de integrantes por hogar	Número personas	4
S _f	Número máximo de sesiones por caso	Número sesiones	8
S _t	Total esperado de sesiones = H X S _f	Número sesiones	4000
P _s	Promedio de participantes en sesiones	Número personas	3
P _t	Estimado total personas participantes (H X P _s)	Número personas	1500

Tabla 52. Definición de escenario para estimación de cumplimiento de indicador

Criterio	Prioridad	Meta	Variación
Número de hogares	1	500	+/- 15%
Número de sesiones	2	4000	+/- 20%
Número de personas participantes	3	1500	+/- 25%

A este escenario se puede agregar restricciones adicionales, como las siguientes:

- Para la meta de casos son válidos únicamente aquellos que hayan tenido 3 o más sesiones efectivas, pero todas las sesiones realizadas en cualquier caso (válido o no) ingresa a la cuenta de la meta de sesiones.
- Para la meta (general) de sesiones solo se permitirá hasta un 40% de sesiones de tipo individual, pero las sesiones de cualquier tipo sirven para validar la profundidad^(*) de cada caso particular.

De esta manera, la meta puede medirse de manera flexible, con base en múltiples criterios. Algunos ejemplos son:

- Cumplimiento del 100% de la meta de hogares y realización de al menos el 80% de sesiones y la participación de al menos el 75% de personas estimado.
- Cumplimiento de al menos el 85% de la meta de hogares, al menos el 90% de las sesiones y una cobertura superior al 110% de la participación esperada.
- Cumplimiento del 100% en cualquiera de los criterios y logro de la meta mínima establecida en los otros dos criterios.

Por supuesto, el seguimiento y verificación de criterios múltiples es una tarea compleja, algo difícil de acometer si la herramienta es solo una hoja de cálculo, pero relativamente sencilla a través de un SGBDR.

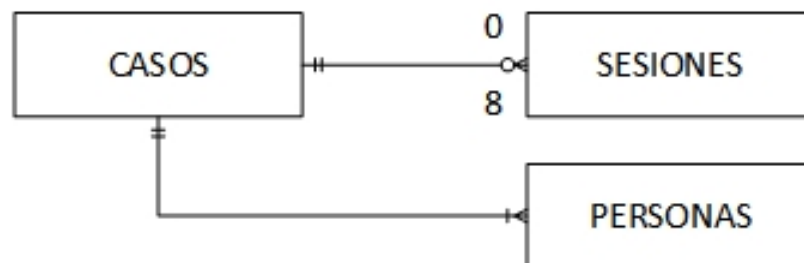
10.4.3. Identificación de problemas de GI e implementación de MD. Los problemas identificados son de diverso orden, desde fallas en la integridad de datos, y pérdida de trazabilidad, hasta dificultades para obtener mediciones precisas de indicadores y establecer unidades de observación.

^(*) Se definió la profundidad como el número de sesiones efectivas alcanzado en cada proceso terapéutico.

10.4.3.1. *Fallas en la integridad de la BD e inconsistencia de datos.* La mayor parte de los problemas iniciales de integridad e inconsistencia de los datos estuvieron asociados a operaciones de registro, debido a que los psicólogos debían copiar y pegar en una hoja de cálculo la información de encabezado del caso por cada sesión realizada. Además, en varios casos no se contaba con un valor para el documento de identidad del jefe del grupo familiar, que por diferentes motivos no había sido reportado.

La solución inmediata fue crear una aplicación de BD normalizada y una clave primaria artificial para los casos (que sustituyó al documento de identidad del jefe del grupo familiar en esta función), migrando la información de las hojas de cálculo a la BD. El esquema relacional de esta primera versión de la aplicación era esencialmente el mostrado en la Figura 67.

Figura 67. Diagrama relacional primera versión BD atención terapéutica



La cardinalidad de la asociación entre casos y sesiones fue 0 a 8, es decir que por cada caso derivado se podía registrar ninguna sesión o un máximo de 8 sesiones. Con el fin de controlar la duplicidad de sesiones, en el formulario de registro se identificaba cada sesión con el número respectivo.

En la segunda fase del proyecto se trabajó sobre la trazabilidad del proceso de derivación de familias entre los subprocesos educativo y terapéutico, con el propósito de controlar las variables críticas para la generación de casos, siguiendo el proceso mostrado en la Figura 68.

Figura 68. Flujo de datos para el monitoreo del subproceso de atención terapéutica en la segunda fase del proyecto

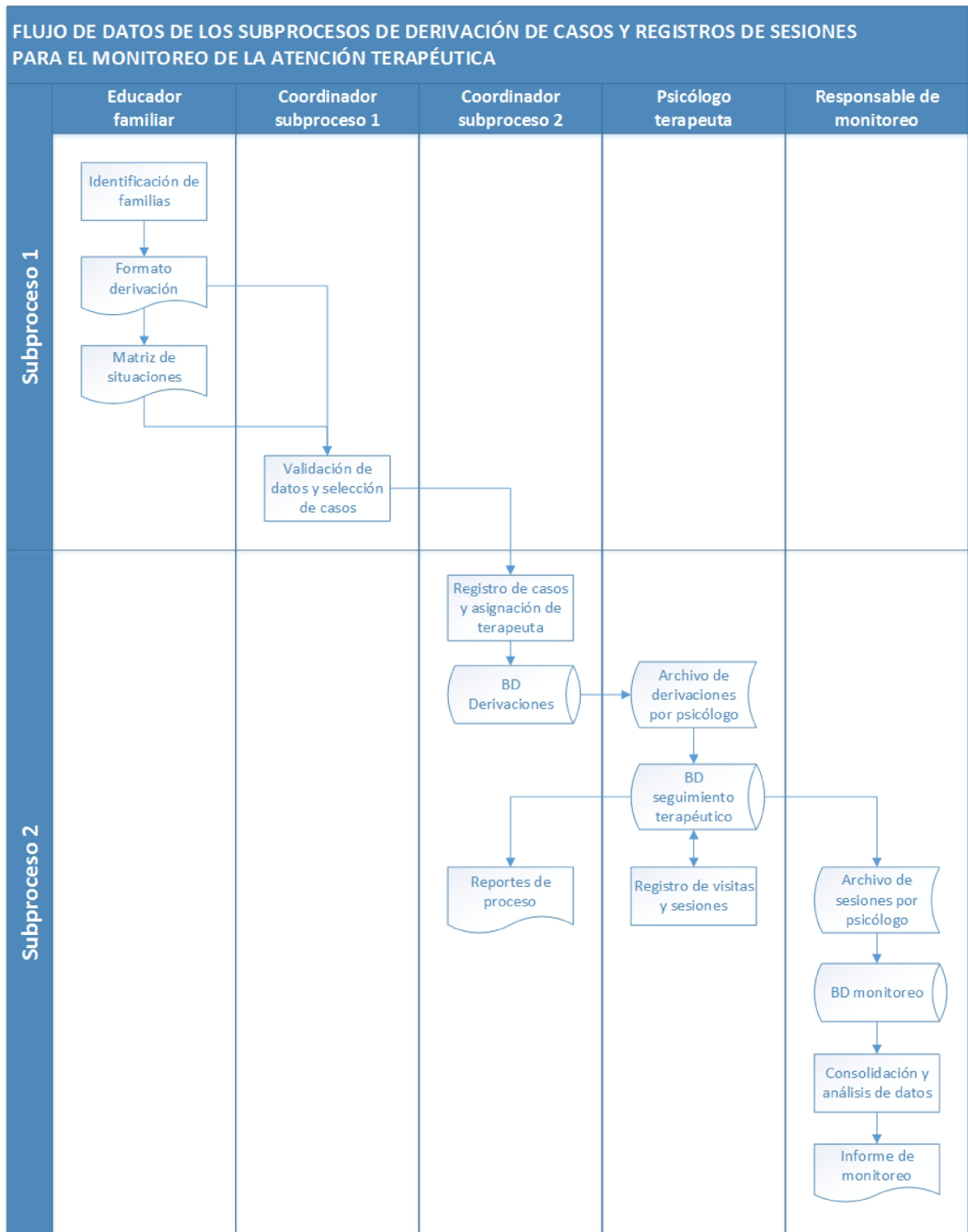


Figura 69. Captura de pantalla de la ventana principal de aplicación de derivación de casos



Figura 70. Captura de pantalla de la ventana principal de aplicación de seguimiento al proceso terapéutico



El resultado de este análisis fue la producción de dos aplicaciones^(*), una para registrar la derivación de casos en el SI (ver Figura 69), dirigida a los coordinadores del subproceso 2, y otra para el registro de las sesiones por parte de los psicólogos (ver Figura 70). Desde esta aplicación se generaban reportes para los coordinadores del subproceso 2 y archivos de datos para alimentar la BD de monitoreo.

10.4.3.2. Incoherencia de fechas. La consistencia de las fechas es crítica para el control del sistema, la trazabilidad de los datos y la supervisión laboral del proceso. Se encontraron fechas incoherentes en varios registros, como se observa en la Tabla 53, donde la fecha de la sesión 4 es anterior a la fecha de la sesión 2.

Tabla 53. Registro incoherente de las fechas de las sesiones

cod_caso	num_sesion	fecha_sesion
DM041	1	03/08/2014
DM041	2	12/08/2014
DM041	3	23/08/2014
DM041	4	05/08/2014

La solución consiste en validar cada fecha antes de su inserción o actualización, mediante una consulta a la tabla de registro de las visitas realizadas, empleando la siguiente condición lógica de búsqueda:

Buscar registro(s) en la tabla {visitas}, donde caso es igual al caso actual, la fecha es igual o posterior a la nueva fecha a registrar y el número de sesión es anterior al de la sesión que se está creando o actualizando; o, alternativamente, donde caso

(*) En el anexo digital **MD_casos_terapeutico** se dispone de versiones modificadas, con fines académicos, de estas aplicaciones. Para su ejecución se requiere sistema operativo Windows 7 o superior y Microsoft Access 2010 o superior, o, en su defecto, Microsoft Access 2013 Runtime, disponible para descarga gratuita en: <https://www.microsoft.com/es-co/download/details.aspx?id=39358>

es igual al caso actual, la fecha es igual o anterior a la nueva fecha a registrar y el número de sesión es posterior al de la sesión que se está creando o actualizando.

Suponiendo que se va a hacer la validación de fecha de la sesión 4 del caso DM041 mostrado en la Tabla 53, la sintaxis de esta condición de búsqueda se escribe así en SQL:

```
SELECT num_sesion FROM tbl_visitas WHERE (((cod_caso = "DM041") AND (fecha_sesion >=#05/08/2014#) AND (num_sesion < 4)) OR ((cod_caso = "DM041") AND (fecha_sesion <= #05/08/2014#) AND (num_sesion > 4)));
```

Por supuesto, interesa informar al usuario de la aplicación en dónde está exactamente el problema, por lo cual es necesario ubicar el registro más antiguo, si se está registrando una fecha anterior a la que correspondería a la sesión actual; o el registro más reciente, si se está registrando a una fecha posterior a la que correspondería a la sesión actual. Por tanto, la consulta inicial debe dividirse en dos consultas, especificando en cada una que devuelva el número de la sesión más antigua o más reciente, según corresponda, con la cual entra en conflicto la fecha a validar:

Para buscar conflictos con fechas de sesiones anteriores:

```
SELECT TOP 1 num_sesion FROM tbl_visitas WHERE ((cod_caso = "DM041") AND (fecha_sesion >=#05/08/2014#) AND (num_sesion < 4)) ORDER BY num_sesion ASC;
```

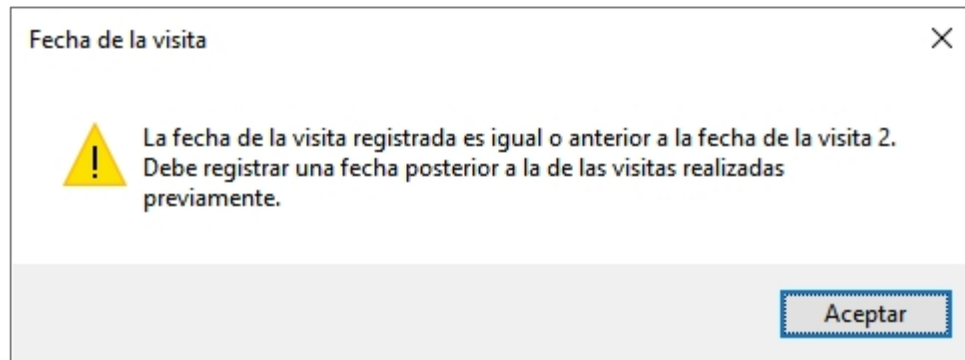
Para buscar conflictos con fechas de sesiones posteriores:

```
SELECT TOP 1 num_sesion FROM tbl_visitas WHERE ((cod_caso = "DM041") AND (fecha_sesion <= #05/08/2014#) AND (num_sesion > 4)) ORDER BY num_sesion DESC;
```

Nótese que en la segunda expresión el resultado se ordena de manera descendente (ORDER BY... DESC), para obtener el último registro en el primer lugar (TOP 1).

Como en los SGBDR existe separación entre lógica y datos, la expresión se almacena para cuando se requiere, pasándole los parámetros necesarios (los valores a comparar). Al final, esto resulta transparente para el usuario, que en la aplicación solo recibirá un mensaje como el mostrado en la Figura 71.

Figura 71. Mensajes de advertencia por fecha incoherente



10.4.3.3. *Dificultad para determinar el número exacto de participantes en todas las sesiones de un caso.* La Tabla 54 muestra la composición del hogar correspondiente al caso AB032. Aquí se verifica que el grupo familiar está integrado por 7 personas. La Tabla 55 contiene el registro del número de personas asistentes a cada sesión, segmentado por género y grupo étnico.

Tabla 54. Composición del hogar en la entidad personas

cod_caso	num_persona	nombre	edad	sexo
AB032	1	José	35	Hombre
AB032	2	Yaneth	30	Mujer
AB032	3	Joaquina	60	Mujer
AB032	4	Diana	14	Mujer
AB032	5	Lucía	12	Mujer
AB032	6	Carlos	8	Hombre
AB032	7	Elizabeth	6	Mujer

Tabla 55. Registro del número de personas asistentes en la entidad sesiones

cod_caso	num_sesion	mujeres adultas	hombres adultos	niños	niñas
AB032	1	1	0	0	1
AB032	2	2	1	1	1
AB032	3	0	1	0	1

El total de asistentes a cada sesión se obtiene al sumar los respectivos subgrupos, dos en la primera sesión, cinco en la segunda y dos en la tercera. Pero ¿cuántas personas asistieron a la totalidad de las sesiones? No es posible establecerlo con exactitud porque, por ejemplo, no se sabe si la niña reportada en cada sesión es la misma o una diferente. Así, solo se puede estimar el número mínimo de participantes, tomando el valor máximo registrado en cada subgrupo y realizando la suma respectiva. Este es un procedimiento sencillo mediante la combinación de consultas de selección y de resumen en una BD normalizada. En el ejemplo en cuestión, el mínimo de participantes en todas las sesiones fue de 2 mujeres adultas, 1 hombre adulto, 1 niño y 1 niña, es decir, 5 personas.

Sin embargo, la solución adecuada es establecer la asociación entre {personas} y {sesiones} (ver Figura 72) y registrar la asistencia de cada persona a cada sesión (ver Tabla 56), dejando a la aplicación el cálculo del total de participantes.

Figura 72. Asociación entre personas y sesiones para establecer asistencia

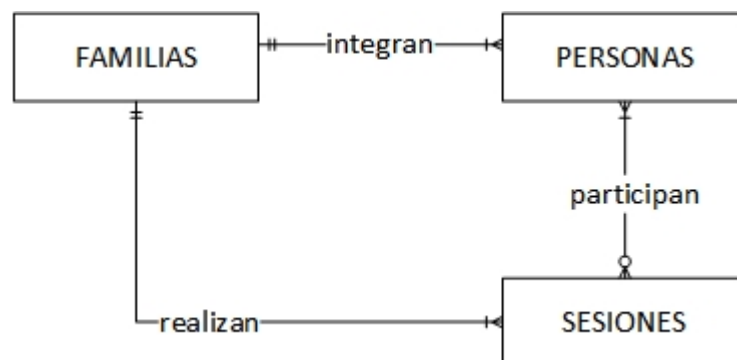


Tabla 56. Registro de asistencia a sesiones del subproceso terapéutico

cod_caso	num_persona	nombre	edad	sexo	Asistencia a sesiones								
					1	2	3	4	5	6	7	8	
AB032	1	José	35	Hombre		X	X						
AB032	2	Yaneth	30	Mujer	X	X							
AB032	3	Joaquina	60	Mujer		X							
AB032	4	Diana	14	Mujer	X		X						
AB032	5	Lucía	12	Mujer		X							
AB032	6	Carlos	8	Hombre		X							
AB032	7	Elizabeth	6	Mujer									

10.4.3.4. Pérdida en la trazabilidad de las actividades por sesiones dobles. Durante el desarrollo del proyecto emergieron dificultades para el cumplimiento de la meta, atendiendo las razones anotadas previamente, por lo cual se flexibilizó el criterio de realizar una sola sesión por fecha (es decir por visita), siempre y cuando se tratara de diferentes modalidades de atención en las cuales participaran diferentes sujetos, o durante las dos primeras sesiones, sin exceder 4 sesiones en esta excepción (es decir, durante 2 visitas).

Dado que la aplicación impedía registrar dos sesiones en la misma fecha, debió establecerse el procedimiento arbitrario de registrar una de las sesiones dobles con fecha del día siguiente. Esto planteó problemas a la trazabilidad del sistema, pues era probable que en la misma fecha apareciera reportado el psicólogo en dos lugares distantes, lo cual tampoco contribuía a las actividades de supervisión del trabajo en campo. La solución a este problema se implementó en la segunda versión de la aplicación, como se muestra en el siguiente punto.

10.4.3.5. Interpretación confusa del atributo “estado del proceso”. El atributo estado del proceso definía la continuidad o finalización del proceso a partir del estado de realización de la sesión, que tomaba uno de los siguientes valores:

1. Sesión realizada – proceso continúa.
2. No realizada (por diversos factores).

3. Cierre del proceso: Corresponde a la finalización del proceso antes de completar ocho sesiones efectivas por alguno de los siguientes motivos.
 - a. Acumulación de 3 inasistencias,
 - b. Resistencia del/la jefe del grupo familiar a la atención terapéutica.
 - c. Solicitud del/la jefe del grupo familia.
 - d. Dificultades logísticas y de seguridad para el desplazamiento del psicólogo al hogar donde se realizaría la atención e imposibilidad de concertar con la familia un lugar diferente.
4. Proceso completo. Corresponde a los casos en los cuales se desarrollaron 8 sesiones efectivas.

El problema semántico se presenta por dos motivos: i) en el estado “cierre del proceso” no era posible determinar si la sesión respectiva se había realizado o no; ii) cuando en un caso se había presentado inasistencia y luego se completaba las 8 sesiones, no había espacio para registrar las sesiones no realizadas. Este dato era importante para justificar las dificultades logísticas y del proceso ante el financiador.

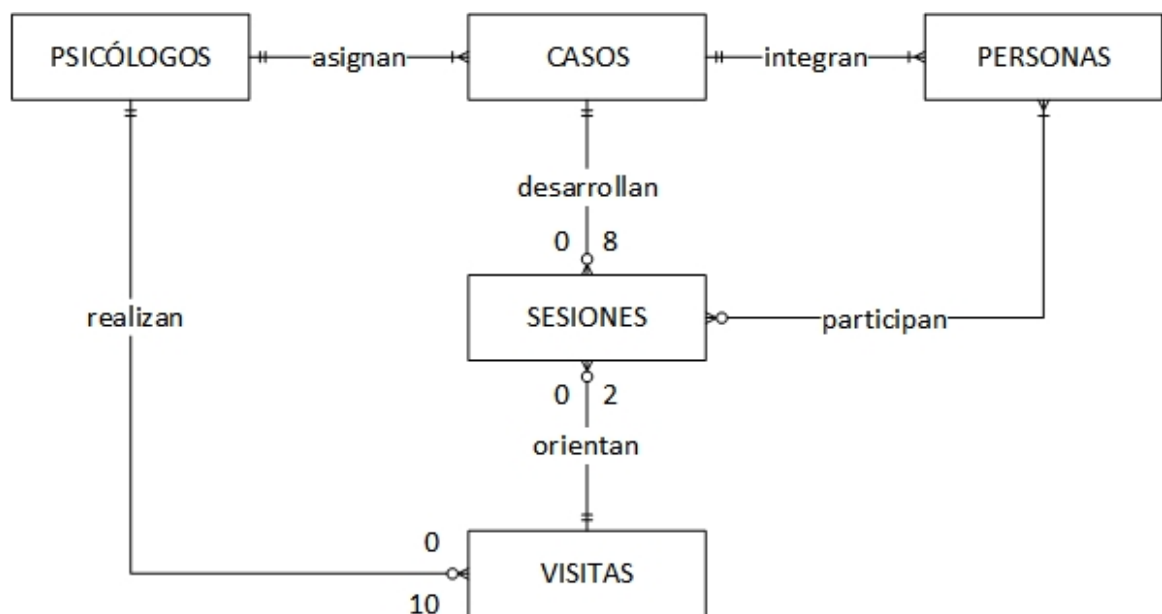
Durante la primera fase del proyecto no se pudo resolver el primer problema. La solución al segundo problema consistió en permitir que se registrara dos sesiones adicionales a las ocho definidas inicialmente, para mantener la información de hasta dos sesiones de inasistencia. Sin embargo, se pudo establecer en varios casos, que los psicólogos sustituían los datos de inasistencia por los datos de la sesión realizada, si esta se concretaba posteriormente, pues consideraban que, por ejemplo, los datos de la segunda sesión efectiva (real) debían corresponder a los datos de la segunda sesión en el registro (en la BD). A otros profesionales, llanamente, les resultaba confusa tal implementación.

La interpretación que genera los problemas no es trivial, por el contrario, está revelando diferencias entre la lógica con que opera un terapeuta y la lógica con que opera un administrador. Para el primero, una sesión es una actividad realizada, que

difiere de una cita o visita, en la que puede concretarse o no una sesión. El administrador se abstrae de esos detalles pues considera que una engloba a la otra.

En términos de modelamiento, el problema se relaciona con el registro, bajo un mismo atributo, de información que responde a dominios semánticos diferentes (la cita y la sesión). En la segunda versión de la aplicación se corrigieron estos problemas, identificando la entidad {visitas} (ver Figura 73).

Figura 73. Diagrama relacional segunda versión de la aplicación de BD



De esta forma también se corrigió el problema de las sesiones dobles del punto anterior. En la aplicación se llevaba un registro de visita, que incluía el ordinal de la visita y la fecha. En el registro de sesiones solo debía indicarse a qué visita correspondía la sesión respectiva. También fue separado el estado de las sesiones del estado del proceso, que se registraba al finalizar cada sesión, permitiendo claridad semántica, como se observa en el Cuadro 27.

Cuadro 27. Comparación entre estados de la sesión y estados del proceso

ESTADOS DE LA SESIÓN	ESTADOS DEL PROCESO
Realizada	Continúa
NR por inasistencia a sesión	Cumplimiento de sesiones
NR por resistencia familiar	NC derivación a terceros
NR por factores económicos	NC dificultades concertar citas
NR por factores de inseguridad	NC inseguridad para familia
NR por otros factores	NC inseguridad para terapeuta
NRNC dificultades concertar citas	NC por resistencia familiar
NRNC inseguridad para familia	NC por abandono del proceso
NRNC inseguridad para terapeuta	NC por otros factores
NRNC por resistencia familiar	No reportado
NRNC por abandono del proceso	
NRNC por otros factores	

NR: No realizada | NC: No continúa

Los motivos para no realizar una sesión y no continuar en el proceso son los mismos en uno u otro caso, a excepción de la derivación del caso a servicios de terceros (por ejemplo a una comisaría de familia o al servicio de psicología de una eps). Sin embargo, todos los estados de proceso registrados corresponden a sesiones realizadas. De esta manera desaparece la ambigüedad acerca de si se habría realizado o no la sesión donde el proceso terminó anticipadamente. De otro modo, se establece si la no continuidad del proceso se estableció como resultado del desarrollo de una sesión o fuera de aquella.

Este manejo permitió flexibilizar el contenido de las sesiones, diferenciando aspectos del inicio, intermedio y final del proceso. Al respecto, cabe señalar que en la primera versión de la aplicación solo se registraba la información correspondiente a variables comunes de todas las sesiones, mientras se dejaba por fuera aspectos del proceso que debían registrarse en documentos de texto aparte. Esto significó más trabajo para los psicólogos y conflictos con fuentes paralelas de registro. En la segunda versión todos los formatos y documentos se unificaron en la aplicación.

Particularmente importante fue poder facilitar la transición hacia la sesión de cierre del proceso terapéutico desde cualquiera de las otras sesiones, cuando a medio

camino del proceso las familias manifestaban su intención de no continuar en el proceso.

10.4.3.6. Clasificación muy restrictiva de los temas del caso y sesión. Como se indicó anteriormente, cada caso se relacionaba con una o dos de las problemáticas definidas por la entidad financiadora y cada sesión se relacionaba con uno de aquellos temas, a saber: Abuso sexual, maltrato infantil, violencia de género, violencia intrafamiliar, adicciones, duelos o pérdidas y otros motivos.

Durante los informes de seguimiento se fue observando con preocupación cómo la categoría “otros motivos” superaba el 50% de los casos y sesiones, lo que podría dar lugar al cuestionamiento del proceso de focalización de familias para la atención terapéutica. Pero, además, en términos prácticos se trataba de información que no daba cuenta del impacto asociado a las políticas y objetivos del proyecto.

Intentar afinar los subtemas englobados en esta categoría, mediante el análisis de las historias clínicas, hubiera demandado un esfuerzo considerable. A cambio, se realizó un sondeo entre los psicólogos y supervisores terapéuticos, quienes opinaron que las categorías temáticas eran poco exhaustivas, en tanto había otros temas que respondían, en mayor o menor medida, al enfoque de prevención de violencias, por ejemplo: violencia social, violencia escolar, conflictos de pareja, dificultades en la crianza y el aprendizaje escolar. Otra limitación era el registro de solo un tema por sesión, que no correspondía con la realidad de varios casos, ni con el enfoque terapéutico, en el cual se trabaja sobre problemáticas complejas, interrelacionadas. Finalmente, quedó planteada la hipótesis de que la identificación de problemáticas complejas en los motivos de derivación de casos, a través de categorías tan restrictivas, podría ser una tarea inadecuada para los educadores familiares.

En la indagación se revela que, si bien es importante determinar uno o varios problemas como contexto de un proceso terapéutico, esto puede ser insuficiente para el trabajo del psicólogo si no se identifican las afectaciones. Este análisis

conduce a plantear dos salidas: i) plantear categorías más exhaustivas de problemas de atención y ii) hacer un modelo conceptual del proceso de intervención para llegar a acuerdos sobre el rediseño de la aplicación, que incorpore el tema de las afectaciones.

El resultado final fue la definición de 12 categorías de problemas, entre los que se distribuyeron 52 temas. La descomposición de las categorías sirvió a su vez como instrumento de orientación para los educadores familiares y facilitó la clasificación temática por parte de psicólogos y educadores (ver Cuadro 28). Para identificar en qué casos se trataba de violencia de género o infantil, frente a cada categoría se identificó a los afectados o víctimas de los problemas (ver Tabla 57).

Tabla 57. Matriz de registro de problemáticas para selección de casos de atención terapéutica

TIPO DE PROBLEMÁTICA	PERFIL DE LAS VÍCTIMAS O AFECTADOS DIRECTOS							
	SEXO		EDAD					
	Hombre	Mujer	0-5	6-12	13-17	18-25	26-59	60+
Maltrato físico		X		X			X	
Consumo alcohol	X						X	
Conflictos pareja	X	X					X	
Conflictos vecindad	X	X		X				X

En este aspecto se realizó la descomposición de valores complejos en varios atributos, pertenecientes a dominios semánticos diferentes. Por ejemplo, maltrato infantil corresponde a la combinación de los atributos {tipo de problemática = maltrato} y {edad <= 17}.

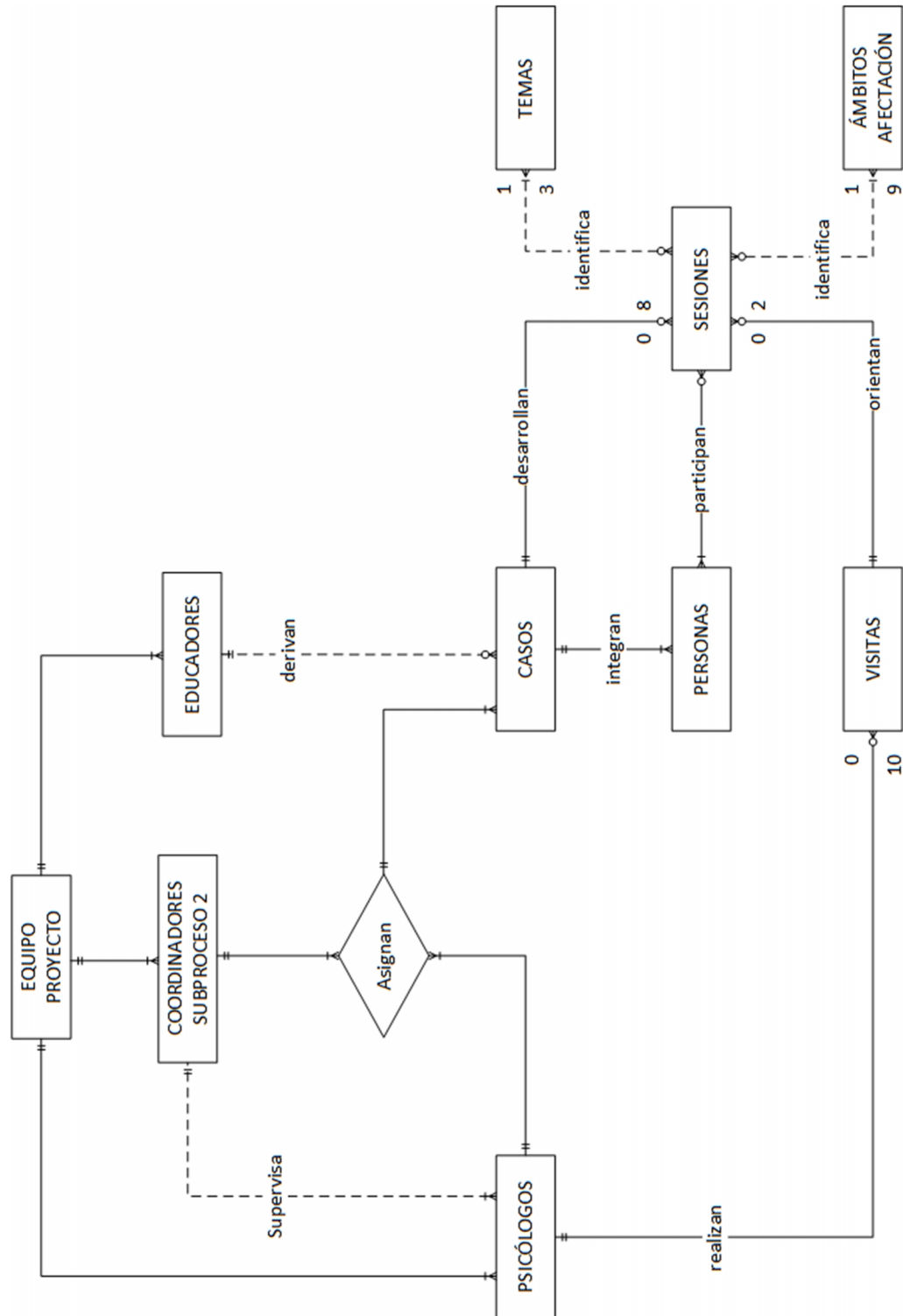
La matriz fue incorporada como un formulario en la segunda versión de la aplicación. Por esta vía, se puede priorizar la selección de casos a partir de variables atómicas como tipo de problemática (ver Cuadro 28), sexo y edad de las víctimas, con un nivel de información más detallado, pero sin implicar un esfuerzo significativamente mayor para la captura de los datos.

Cuadro 28. Desagregación del tema de atención por categorías y subcategorías

<p style="text-align: center;">Conflictos</p>	<p style="text-align: center;">Presunción de Violencia sexual</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Conflictos con la pareja con quien se convive • Conflictos con la familia extensa de la misma generación (hermanos, cuñados) • Conflictos con exparejas - padres/madres de los hijos e hijas, con quienes no se convive • Conflictos con vecinos y comunidad 	<ul style="list-style-type: none"> • Abuso sexual • Acoso sexual • Explotación sexual • Pornografía • Prostitución de adultos o adultas
<p style="text-align: center;">Presunción de Maltrato</p>	<p style="text-align: center;">Adicciones</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Maltrato Físico • Maltrato Psicológico (Amenazas, insultos, humillaciones, desprecio, negligencia, manipulación) • Maltrato Económico 	<ul style="list-style-type: none"> • Adicción al consumo de alcohol • Adicción al consumo de otras SPA • Adicción al sexo • Adicción a los juegos de azar, apuestas • Otras adicciones
<p style="text-align: center;">Duelos o pérdidas</p>	<p style="text-align: center;">Problemas en la escuela y el entorno</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Muerte natural • Muerte por homicidio • Muerte por suicidio • Muerte por accidente • Desaparición forzada • Secuestro • Separación • Abandono • Pérdida de bienes o patrimonio 	<ul style="list-style-type: none"> • Dificultades en el rendimiento escolar/deserción • Problemas de comportamiento en la escuela • Presunta víctima de maltrato en la escuela • Vinculación a pandillas • Víctima del conflicto armado • Violencia (maltratos, hostigamiento) por otros actores
<p style="text-align: center;">Discapacidad</p>	<p style="text-align: center;">Estado de salud y enfermedades</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Discapacidad Física (hemiplejía, cuadriplejía, amputaciones de miembros superiores o inferiores) • Discapacidad Mental (cognitiva) • Discapacidad Sensorial (visual, auditiva) • Discapacidad Múltiple (dos o más discap.) 	<ul style="list-style-type: none"> • Enfermedades mentales • Enfermedades catastróficas (sida, cáncer, autoinmunes) y degenerativas • Enfermedades venéreas • Estrés • Afectación por déficit de atención del SSS
<p style="text-align: center;">Sentimientos recurrentes</p>	<p style="text-align: center;">Acciones legales</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Tristeza / dolor • Angustia • Desánimo / desesperanza • Miedo • Ira / rabia • Soledad / aislamiento social 	<ul style="list-style-type: none"> • Víctima/demandante en procesos de exigibilidad de derechos • Procesos judiciales contra algún integrante del hogar • Detención o encarcelamiento de un integrante del hogar
<p style="text-align: center;">Dificultades en la crianza</p>	<p style="text-align: center;">Otras situaciones</p>

A lo anterior se sumó la identificación de afectaciones, a partir del mapa conceptual del proceso terapéutico (ver ANEXO Q). El diagrama relacional que incluye al equipo de proyecto, los temas y ámbitos de afectación se observa en la Figura 74.

Figura 74. Diagrama relacional de las entidades del sistema de información de monitoreo del subproceso de atención terapéutica



10.4.4. Análisis de beneficios y limitaciones de la solución. El desarrollo de estas soluciones implicó una dedicación notable de tiempo, tanto en su desarrollo como en capacitación y asistencia a los usuarios, especialmente durante la primera versión. En la segunda versión (correspondiente a la segunda fase del proyecto), aunque se había renovado la mayor parte del equipo profesional, la herramienta fue incorporada sin dificultades a su trabajo, por los coordinadores del subproceso terapéutico y los psicólogos. La razón del éxito se halla en la integración que se dio entre los instrumentos de monitoreo del proyecto y los de registro clínico-terapéutico, por lo cual el reporte para el monitoreo dejó de ser percibido como una externalidad y sobrecarga de trabajo al proceso adelantado por los psicólogos.

Durante la primera fase, a pesar que se redujeron sensiblemente las inconsistencias, se estimó entre 5% y 10% las pérdidas en el registro de sesiones. En la segunda fase no hubo pérdidas en el registro de sesiones, prácticamente dejó de emplearse la categoría *otros temas* en el tema de las sesiones y se pudo determinar con precisión el número de participantes en el subproceso.

Psicólogos y coordinadores valoraron positivamente las funciones para generación de informes (ver Figura 75), que les permitió a los primeros identificar tendencias, fortalezas y debilidades de su propio trabajo, y a los coordinadores contar con información estructurada y depurada para el proceso de supervisión.

Figura 75. Detalle de generador de informes

Departamento	Municipio	Psicólogo/a	Clave Interna	Código Caso	Jefe/Jefa Grupo Familiar
Norte de Santander	BUCARASICA	ROBERTO CLAUDIO OBREGON PACHECO	9850678033002	NDSADGP01	ADELA GARZON PEÑA
Norte de Santander	TIBÚ	ROBERTO CLAUDIO OBREGON PACHECO	9850678033001	NDSMART01	MANUEL ANTONIO RUEDA TORRES

Para el monitoreo del proyecto, esta solución significó reducciones sustanciales de tiempo en la producción de informes, superación de los conflictos técnicos por

inconsistencias y pérdidas de la información y, principalmente, incremento en la calidad del análisis, relacionada, de una parte, con la mayor claridad semántica y estructuración de los datos y, de otra, con la mayor disponibilidad de tiempo para esta tarea.

En opinión del autor de este trabajo, las principales dificultades de este tipo de desarrollos se relacionan con la resistencia de las instituciones para incorporar a los procesos de gestión miradas desde la complejidad, es decir, predomina el paradigma simplificador de los modelos de realidad que, como se ha intentado exponer en este caso, puede ser insuficiente para recoger convenientemente la semántica de los problemas y procesos que se están modelando.

10.4.5. Lecciones aprendidas. El análisis de este caso muestra que diferentes modelos del problema se superponen en el proceso de gestión de información, que responden a lógicas diversas: la lógica de intervención del proyecto, la lógica administrativa, la lógica profesional del psicólogo y la propia lógica de los sistemas de información. En consecuencia, es necesario un ejercicio de diálogo y crítica entre los actores que gestionan los procesos relacionados con el sistema de información para obtener soluciones concertadas y de mayor valor. Un punto de tensión se da entre quienes apuestan por modelos mínimamente satisficentes y quienes justifican la necesidad de modelos optimizadores. En opinión del autor de este trabajo, una postura u otra puede estar relacionada en varios casos con la jerarquización de determinados intereses (técnicos, económicos, profesionales, políticos, etc.) sobre otros. Así, se buscará optimizar los aspectos que respondan a los propios intereses, en tanto se presionará por mantenerse en los mínimos en los demás aspectos.

En el diseño de sistemas de información es fundamental identificar con claridad los procesos implicados y establecer modelos de datos que proporcionen claridad semántica. Incluso, aunque ciertos conceptos hagan parte del dominio técnico en determinado campo del conocimiento, al estructurar unidades de observación y

análisis a ser procesadas informáticamente, puede requerirse un mayor nivel de desagregación de los conceptos, mediante el establecimiento de atributos atómicos, cuyos dominios físicos y semánticos no generen conflictos de compatibilidad ni de interpretación.

Los cambios de estado de una entidad verifican aquello de que el tiempo es el factor que introduce complejidad en un sistema. Por tanto, en el proceso de modelamiento es importante analizar los cambios de estado que puede tener la información en diferentes momentos de su procesamiento.

En el actual entorno tecnológico y del NMC las herramientas de gestión de información en el área social deben considerar el papel activo de quienes reportan información para el seguimiento de proyectos. Así, deben posibilitar flujos de información en múltiples vías, no solo unidireccionalmente, permitiendo la retroalimentación del sistema a los usuarios y entregando funcionalidades adicionales, en consonancia con el papel capacitador que puede tener la informática. Este fue un criterio importante en el desarrollo de la interfaz para generación de informes en la aplicación de registro terapéutico, de manera que los psicólogos no solo reportaran datos de su trabajo sino que tuvieran la posibilidad de consultar y usar dicha información para el mejoramiento de su actividad.

11. CONCLUSIONES

En la sociedad del conocimiento, el desarrollo de las tecnologías de la información y comunicación ha contribuido a la difuminación de fronteras entre las disciplinas, al facilitar el acceso a conocimientos que, en el pasado, hacían parte del depósito exclusivo de cada disciplina profesional. Al mismo tiempo, ha incidido en la emergencia de la complejidad, al propiciar una mayor diversidad cognitiva, que demanda una comprensión transdisciplinar de los problemas. Finalmente, el desarrollo de los cybermedios ha instalado la velocidad como principio rector de la sociedad.

En este escenario ha surgido un nuevo modo de conocimiento que apunta a la reducción de la brecha entre ciencia y tecnología, o entre ciencias puras y ciencias aplicadas, enfocado en los procesos y contextos de aplicación. Uno de los actores de este escenario es el profesional informatizado o, considerado de manera más amplia, el trabajador del conocimiento. Esta categoría no se refiere principalmente a las nuevas disciplinas relacionadas con la gestión de información sino a un nuevo modo de ser, saber y hacer, transversal a todas las profesionales, y más allá de estas, a los ámbitos laborales.

Esta situación llama al análisis y reflexión acerca de las relaciones de poder interdisciplinar establecidas a partir del paradigma tecnológico, evidenciando cierta desventaja de las ciencias y disciplinas humanas y sociales frente a las ingenierías. Más aún, parece que las bio-info-nano tecnologías y las ciencias cognitivas han tomado la delantera en la definición de las futuras configuraciones sociales.

En consecuencia, es necesaria la renovación de roles del trabajador social de cara a estos escenarios. Un punto de articulación orientado a tal propósito, propuesto en este trabajo, son los procesos de gestión de información propios del desempeño profesional del Trabajo Social, considerando que estos procesos están a la base de

la producción de conocimiento, factor clave en la generación de valor y en el desencadenamiento de procesos de transformación organizacional y social. Por tanto, no se trata simplemente de la aplicación de tecnologías existentes, sino de propiciar una nueva mirada sobre aquellos procesos, de manera que se identifiquen necesidades u oportunidades de desarrollo que incorporen un uso innovador de la tecnología; lo cual, eventualmente, puede implicar la transformación de los procesos de intervención profesional o institucional establecidos en un ámbito específico.

Una fuente de señales y retos en tal dirección es la consideración de la complejidad social. Su abordaje exige mayores niveles de comprensión y articulación interdisciplinar, que puede requerir mediaciones lingüísticas para generar entendimiento entre profesionales de diversos campos. Cuando el objeto de trabajo interdisciplinar son los procesos y tecnologías de gestión de información – la complejidad de aquellos –, se hace necesario el aprendizaje de lenguajes, herramientas conceptuales y técnicas que posibiliten tal acercamiento y aprovechamiento.

El modelamiento de datos se relaciona con enfoques y técnicas para el análisis de problemas de gestión de información, que son pertinentes al propósito anotado en el punto anterior. Pero también han resultado útiles para el desempeño individual y organizacional en actividades de procesamiento de datos, especialmente cuando se relacionan con estructuras complejas de información, y cuando su adecuada gestión ha hecho parte de los indicadores de eficiencia y calidad de un proceso.

El conocimiento sobre modelamiento de datos ha permitido incrementar el repertorio de recursos con los cuales el autor ha contribuido, en diferentes momentos, al análisis y resolución de problemas, posibilitando elaborar perspectivas e identificar alternativas que, por otra vía, tal vez no se hubieran planteado. De esto dan cuenta los ejemplos y casos analizados en este trabajo. En esta línea, el modelamiento de datos ha representado una oportunidad para desarrollar el *habitus metodológico de la modelización*.

El rol del trabajador social en los procesos de MD puede referirse a la gestión de información inherente a su propio desempeño profesional, o a procesos de diverso orden relacionados con la GI en el ámbito de organizaciones y proyectos de carácter social. En el primer caso el MD es empleado como una técnica de optimización y análisis de la GI propia. En el segundo caso ha de considerarse su potencial lingüístico para el trabajo colaborativo e interdisciplinar, orientado al desarrollo y administración de BD y SI.

Si bien el desarrollo o implementación de técnicas relacionadas con el MD, los procesos algorítmicos y la lógica matemática, son elementos claves en la resolución de problemas de GI, el estudio de casos evidencia la importancia del análisis del contexto y de la lógica de intervención, tanto para el diseño técnico de las soluciones como para generar acuerdos entre los distintos actores relacionados con su implementación. El análisis revela que las soluciones propuestas surgen de un proceso interactivo entre las dimensiones sociales y tecnológicas, en la medida que se consideran de manera articulada y simultánea. En opinión del autor, esto es posible cuando el profesional social cuenta con los elementos conceptuales y técnicos para trazar perspectivas infotecnológicas relacionadas con su campo disciplinar-profesional y más allá de este. En este sentido, no deja de resultar significativo que el entendimiento con disciplinas como la psicología, la administración, la contaduría, la pedagogía o el derecho – por mencionar las relacionadas con los casos de estudio, aparte de la ingeniería de sistemas – para el desarrollo de instrumentos de información, haya sido ampliamente facilitado por las herramientas de MD.

En el análisis de un problema se superponen diversos esquemas mentales que responden a diferentes lógicas: la lógica de intervención del proyecto, la lógica administrativa, la lógica del profesional ejecutor y la propia lógica de los sistemas de información. En consecuencia, es necesario un ejercicio de diálogo y crítica entre los actores que gestionan los procesos relacionados con el sistema de información para obtener soluciones concertadas y de mayor valor. Un punto de tensión se da

entre quienes apuestan por modelos mínimamente satisficentes y quienes justifican la necesidad de modelos optimizadores. La adopción de una postura u otra puede estar relacionada con la jerarquización de determinados intereses (técnicos, económicos, profesionales, políticos, etc.) sobre otros. Así, se buscará optimizar los aspectos que respondan a los propios intereses, en tanto se presionará por mantenerse en los mínimos en los demás aspectos.

En este punto, uno de los roles del trabajador social en el MD se relaciona con posturas éticas, asociadas a la transparencia de la GI y los SI social, y a la optimización orientada por el potencial cognitivista de la informática y la utilidad de los datos a procesos de GC de organizaciones, programas, proyectos y políticas sociales. Atendiendo, por supuesto, restricciones de eficiencia impuestas por el estado de desarrollo tecnológico y de otros recursos y capacidades de quienes generan y reportan la información. Otro rol se relaciona con su capacidad mediadora y negociadora, poniendo la primacía en la utilidad de los SI para el desarrollo del área social, es decir, para la cualificación de los procesos de intervención social con el apoyo de la tecnología informática.

Algunas de las claves a tener siempre presentes en el MD son: el contexto y la semántica de los datos, los cambios de estado relacionados con la densidad temporal de los sistemas, las interrelaciones entre las dimensiones consideradas y las perspectivas de los distintos actores que usan o usarán un SI. Estos elementos constituyen los mínimos identificados en este estudio para un abordaje de la complejidad a través del MD. A esto se suma el desarrollo de los procesos de abstracción y la comprensión de la normalización de datos. El desconocimiento de estos aspectos lleva al planteamiento de modelos lineales y simplificadores que, amparados en consideraciones eficientistas, resultan poco útiles para el modelamiento de SI que den cuenta de cierto nivel de la complejidad social.

12. RECOMENDACIONES

1. Diversos aspectos, desde las tendencias en el desarrollo tecnológico mundial, el carácter privatizador del conocimiento en el capitalismo global, la emergencia y consolidación de los trabajadores del conocimiento, hasta el estado de las políticas educativas y de fomento a la investigación en Colombia, urgen una profunda reflexión acerca del lugar del Trabajo Social en este contexto, del sentido de la práctica profesional y de las condiciones para propiciar relaciones equitativas de poder interdisciplinar. En este aspecto, el autor de este trabajo considera que una mayor apropiación de los procesos tecnológicos, aplicados a la gestión e investigación sociales, jugaría favorablemente en tal dirección.

2. Los enfoques y técnicas de modelamiento de datos expuestas en este trabajo evidencian su utilidad en la gestión de actividades y resolución de problemas propios del desempeño del trabajador social, en contextos interdisciplinarios y desde una perspectiva transdisciplinar. Por tanto, es recomendable su aprendizaje, que articula y potencia capacidades de análisis lógico y de modelamiento en general. En la experiencia particular del autor, se verifica un alcance más amplio y un uso más frecuente del modelamiento que, por ejemplo, de los conocimientos de estadística. Incluso, en el actual contexto tecnológico, el aprovechamiento de la estadística depende en gran medida de las estructuras de datos a las cuales se aplica, estando el modelado de datos, por tanto, a la base de estas actividades.

3. Los casos analizados evidencian que el éxito de las intervenciones sociales está multideterminada por aspectos que pueden estar por fuera del tipo de problemas reconocidos y conocimientos establecidos al interior de las fronteras de la profesión. Por tanto, puede requerir capacidades de interlocución que desbordan los parámetros establecidos para el relacionamiento multi o interdisciplinar en un contexto determinado. La actitud transdisciplinar alienta a considerar todos los datos

presentes en una situación, a tener en cuenta alternativas más allá de las propias fronteras, y a evitar el reduccionismo en la comprensión de los problemas, sea en función de los propios dominios conceptuales o de otro tipo de intereses. En última instancia, a salir de la zona de confort para construir conjuntamente soluciones innovadoras. En opinión del autor de este trabajo, es necesario el fortalecimiento de una perspectiva transdisciplinar en la formación de los profesionales del Trabajo Social como parte del proceso para la renovación de sus roles en la sociedad del conocimiento.

4. El desarrollo de aplicaciones informatizadas y los procesos de simulación computacional han evidenciado su utilidad para acelerar las curvas de aprendizaje y facilitar los procesos decisionales. Por tanto, se recomienda fortalecer desde la UIS los procesos de desarrollo de software orientados a la simulación de procesos de gestión e investigación social, con propósitos pedagógicos, profesionales y organizacionales. Esta es, posiblemente, una de las rutas más adecuadas para avanzar en el desarrollo de varios de los aspectos planteados en este trabajo, desde el fortalecimiento de capacidades para el trabajo interdisciplinar y el desarrollo de habilidades de modelización, hasta el desarrollo de tecnologías de la información con alto valor para la innovación social.

5. Es fundamental alentar y profundizar el estudio del *Nuevo Modo de Producción de Conocimiento* al que se refiere Gibbons, explorando articulaciones entre esta perspectiva y las prácticas situadas y procesos de reflexión desde la acción a los que se refiere Schön, como son el caso de la sistematización de experiencias y la gestión del conocimiento. En esta dirección es necesario fortalecer al interior del TS aspectos como la profundización transdisciplinar, la diversificación y utilización de canales de comunicación (cibermedios) y, de manera especial, el aprovechamiento cognitivo de las TI.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADÚRIZ-BRAVO, Agustín; ARIZA, Yefrin. Qué son los modelos científicos. En: Tercer Congreso Internacional y VIII Nacional de Investigación en Educación, Pedagogía y Formación Docente (22-24, agosto, 2012, Bogotá). Memorias [en línea]. ASCOFADE, Universidad de Antioquia, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Universidad Del Valle, Universidad Pedagógica Nacional, Universidad Pedagógica Nacional de México. pp. 1134 – 1150 [recuperado el 19/06/2015]. Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/112649827/Memorias-III-Cong-Inv-Ed-y-Pedag-2012>
- AGUIRRE, José María. Aprender y enseñar la complejidad en diseño. En: 9 Encuentro Latinoamericano de Diseño “Diseño en Palermo” y 5 Congreso Latinoamericano de Enseñanza del Diseño (julio de 2014, Buenos Aires). Actas de diseño [en línea]. Buenos Aires: Facultad de Diseño y Comunicación de la Universidad de Palermo, Foro de Escuelas de Diseño, julio 2014, No. 17. pp. 35 – 39 [recuperado el 18/07/2015]. Disponible en: http://fido.palermo.edu/servicios_dyc/publicacionesdc/archivos/485_libro.pdf
- ARAMBURU, Nekane. El estudio del aprendizaje organizativo en la década de los años noventa [documento en línea]. 26 p. [acceso el 11/06/2015]. Disponible en: http://personales.upv.es/rmengod/itio/word/articulo_nekane.doc
- ARDOINO, Jacques. El análisis multirreferencial. Revista de Educación Superior [en línea], Publicaciones ANUIES, julio – septiembre, 1993, Vol. 22, No. 87. 5 p. [recuperado el 5/09/2015] Tomado de: ARDOINO, J. et al (trad. Patricia Ducoing). Sciences de l’education, sciences majeures. Actes de journees

d'étude tenues a l'occasion des 21 ans des sciences de l'éducation. Issy-les-Moulineaux, EAP, Collection Recherches et Sciences de l'éducation, 1991. pp. 173-181. Disponible en: http://publicaciones.anuies.mx/pdfs/revista/Revista87_S1A1ES.pdf

ARIZA AMPUDIA, Verónica. La enseñanza del diseño: evolución en tres etapas. En: Segundo Encuentro Latinoamericano de Diseño "Diseño en Palermo" (31 de julio al 3 de agosto de 2007, Buenos Aires). Actas de diseño [en línea]. Buenos Aires: Facultad de Diseño y Comunicación de la Universidad de Palermo, Foro de Escuelas de Diseño, julio 2007, No. 3. pp. 51 – 58 [recuperado el 29/10/2014]. Disponible en: http://fido.palermo.edu/servicios_dyc/publicacionesdc/archivos/11_libro.pdf

ARNAU, Jaume. Psicología experimental cognitiva: modelos básicos de procesamiento de la información [en línea]. En: Anuario de Psicología - Universidad de Barcelona. 1986, vol. 2 no. 35. pp. 5 – 16 [acceso el 11-06-2015]. Disponible en: www.raco.cat/index.php/AnuarioPsicologia/article/download/64555/88552

ASAMBLEA GENERAL DE LA ONU. Resolución 2200 A (XXI) (16, diciembre, 1966), entrada en vigor el 3 de enero de 1976. Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales. Archivo de las Naciones Unidas.

ATEHORTÚA, Federico *et al.* Gestión del conocimiento organizacional: Un enfoque práctico. Medellín: Gestión y Conocimiento, 2011. 247 p.

ATEHORTÚA, Federico. Producir conocimiento. En: ATEHORTÚA, Federico *et al.* Gestión del conocimiento organizacional: Un enfoque práctico. Medellín: Gestión y Conocimiento, 2011. pp. 79 – 115.

- BARNÉS. Héctor G. El gobierno japonés propone eliminar las carreras de humanidades de la universidad. *El Confidencial* [en línea]. 22, septiembre, 2015. [recuperado el 10/10/2015]. Disponible en: http://www.elconfidencial.com/alma-corazon-vida/2015-09-22/gobierno-japones-universidades-eliminar-humanidades_1029705/
- BAUDRILLARD, Jean. *Cultura y simulacro*. Barcelona: Editorial Kairós, 1978. 99 p.
- BEEDLE, Mike *et al.* Manifiesto por el desarrollo ágil de software [en línea]. [recuperado el 10/10/2015]. Disponible en: <http://www.agilemanifesto.org/iso/es/>
- BERICAT, Eduardo. *La integración de los métodos cuantitativo y cualitativo en la investigación social: significado y medida*. Barcelona: Editorial Ariel, 1998. 192 p.
- BERTALANFFY, Ludwig von. *Teoría general de los sistemas*. México: Fondo de Cultura Económica, 1976. 311 p.
- BOUZA, Odalys; GUARDADO, Manuel. *La informatización: una disciplina necesaria en la educación superior cubana*. *En: Pedagogía Universitaria* [en línea], abril de 2004, No. 2. ISSN 1609-4808. Pp. 57 – 65 [acceso el 13/06/2015] Disponible en: <http://cvi.mes.edu.cu/peduniv/index.php/peduniv/article/view/145/145>
- BRONSTEIN, Arturo. *La flexibilidad del trabajo: panorama general* [documento en línea]. Caracas: Centro de Investigaciones Jurídicas de la Academia de Ciencias Políticas y Sociales, proyecto Ulpiano (publicador), 1990. 42 p. [recuperado el 24/07/2015] Disponible en: http://www.ulpiano.org.ve/revistas/bases/artic/texto/RDUCV/75/rucv_1990_7_5_371-413.pdf

BURCH, Sally. Soberanía cognitiva y tecnológica, e integración. En: América Latina en Movimiento [en línea], Agencia Latinoamericana de Información – ALAI (publicador), septiembre, 2015, Año 39, No. 507. pp. 1 – 3 [recuperado el 6/10/2015]. Disponible en: <http://www.alainet.org/sites/default/files/alai507w.pdf>

CAMPOS, Agustín. Mapas conceptuales, mapas mentales y otras formas de representación del conocimiento. Bogotá: Cooperativa Editorial Magisterio, 2005. 266 p.

CARO ALMELA, Antonio. El paradigma de la complejidad como salida de la crisis de la posmodernidad. En: Discurso, Federación Andaluza de Semiótica, 2002, No. 16-17. 14 p. [recuperado el 10/06/2015]. Disponible en: <http://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/977277.pdf>

CASTELLS, Manuel. Informacionalismo y la sociedad red (epílogo). En: HIMANEN, Pekka. La ética del hacker y el espíritu de la era de la información [en línea]. E-prints in library & information science (publicador), 2002. Fecha de depósito: 11/03/2009. Última modificación: 02/10/2014 12:13. pp. 110 – 124 [recuperado el 29/07/2015]. Disponible en: <http://eprints.rclis.org/12851/1/pekka.pdf>

_____ La dimensión cultural de internet. (Debates culturales, Sesión 1: Cultura y sociedad del conocimiento: Presente y perspectivas de futuro) [en línea]. Barcelona: UNIVERSITAT OBERTA DE CATALUNYA, 10-04-2002 [recuperado el 10/06/2015]. Disponible en: <http://www.uoc.edu/culturaxxi/esp/articles/castells0502/castells0502.html>

_____ La era de la información: economía, sociedad y cultura: Volumen I, La Sociedad Red. Madrid: Alianza Editorial, 2000. 627 p.

CELLAN-JONES, Rory (Technology correspondent). BBC News: Stephen Hawking warns artificial intelligence could end mankind (interview). [Internet news]. BBC News Services. 2, December, 2014. [recuperado el 2/09/2015]. Disponible en: <http://www.bbc.com/news/technology-30290540>

CEPAL. América Latina y el Caribe en la transición hacia una sociedad del conocimiento: Una agenda de políticas públicas. En: Reunión regional de tecnología de información para el desarrollo (20 y 21 de junio de 2000: Florianópolis, Brasil). 27 p.

CESCR. Observaciones generales al Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales aprobadas por el Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales de Naciones Unidas. 35º período de sesiones, 2005. Observación No. 17, párrafo 35. Disponible en: http://conf-dts1.unog.ch/1%20SPA/Tradutek/Derechos_hum_Base/CESCR/00_1_obs_grales_Cte%20Dchos%20Ec%20Soc%20Cult.html#GEN17

COLABORADORES DE WIKIPEDIA. Ley del Mínimo de Liebig [en línea], Wikipedia, La enciclopedia libre, actualizado el 4-05/2015 18:39 UTC. [acceso el 10/06/2015]. Disponible en: http://es.wikipedia.org/wiki/Ley_del_Mínimo_de_Liebig

_____ Sistema de información [en línea], Wikipedia, La enciclopedia libre, actualizado el 21 de octubre del 2015, 14:20 UTC. [acceso el 21-10-2015]. Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_informaci%C3%B3n

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 1286 (23, enero, 2009). Por la cual se modifica la Ley 29 de 1990, se transforma a Colciencias en Departamento Administrativo, se fortalece el Sistema Nacional de Ciencia,

Tecnología e Innovación en Colombia y se dictan otras disposiciones. Bogotá D.C., Diario Oficial 47.241, 23 de enero de 2009.

_____Ley 1341 (30, julio, 2009). Por la cual se definen principios y conceptos sobre la sociedad de la información y la organización de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones –TIC–, se crea la Agencia Nacional de Espectro y se dictan otras disposiciones. Bogotá, D. C., Diario Oficial 47.426, 30 de julio de 2009.

_____Ley 29 (27, febrero, 1990). Por la cual se dictan disposiciones para el fomento de la investigación científica y el desarrollo tecnológico y se otorgan facultades extraordinarias. Bogotá D.E., Diario Oficial No. 39.205, 27 de febrero de 1990

COLOMBIA. DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN. Decreto 393 (8, febrero, 1991). Por el cual se dictan normas sobre asociación para actividades científicas y tecnológicas, proyectos de investigación y creación de tecnologías. Bogotá D.E., Diario Oficial No. 39.672, 12 de febrero de 1991.

COLOMBIA. MINISTERIO DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LAS COMUNICACIONES. Resolución 202 (8, marzo, 2010) Por la cual se expide el glosario de definiciones conforme a lo ordenado por el inciso 2° del artículo 6° de la Ley 1341 de 2009. Bogotá, D. C., 8 de marzo de 2010.

COMISIÓN EUROPEA. Metodología de evaluación de la ayuda exterior de la Comisión Europea: Volumen 4 herramientas de evaluación. Luxemburgo: Oficina de publicaciones oficiales de las comunidades europeas, 2006. 139 p.

- CONNOLLY, Thomas M.; BEGG, Carolyn E. Sistemas de bases de datos: Un enfoque práctico para diseño, implementación y gestión. Madrid: Pearson Educación, 2005. 1320 p.
- CORONA, Pablo Edgardo. Paul Ricoeur: Lenguaje, texto y realidad. Buenos Aires, Biblos, 2005. 220 p.
- CORREA, Pablo; NAVARRETE CARDONA, Steven. ¿El fin de las humanidades? En: El Espectador [en línea]. Bogotá D.C. 10, octubre, 2015 [recuperado el 10/10/2015]. Disponible en: <http://www.elespectador.com/noticias/educacion/el-fin-de-humanidades-articulo-591959>
- COTTA-RAMUSINO, L. “La mediazione linguistica orale tra didattica e professione”. En: RUSSO, Mariachiara; MACK, Gabriele (Curatores), Interpretazione di Trattativa. La mediazione linguistico-culturale nel contesto formativo e profesional. Milán: Hoepli, 2005.
- DANE. Codificación de la División Político-Administrativa de Colombia (Divipola) [en línea]. DANE, 2015 [actualizado el 30/09/2015] [recuperado el 05/11/2015]. Disponible en: <http://geoportal.dane.gov.co:8084/Divipola/ServletReporte?fechaVigencia=2015-09-30>
- DATE, C.J. Introducción a los sistemas de bases de datos. México: Pearson Educación, 2001. 960 p.
- DAVID, Paul; FORAY, Dominique. Una introducción a la economía y a la sociedad del saber. En: Revista Internacional de Ciencias Sociales [en línea], UNESCO, marzo de 2002, vol. 54, No. 171. pp. 7 – 28. [recuperado el 10/06/2015]. Disponible en:

<http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/SHS/pdf/171-fulltext171spa.pdf>

DE MIGUEL DÍAZ, Mario (Dir.). Modalidades de enseñanza centradas en el desarrollo de competencias: Orientaciones para promover el cambio metodológico en el espacio europeo de educación superior [en línea]. Oviedo (Asturias): Ediciones Universidad de Oviedo, 2006. 197 p. [recuperado el 14/07/2015]. Disponible en: http://www.uvic.es/sites/default/files/Ensenanza_para_competencias.PDF

DE MIGUEL, Adoración *et al.* Diseño de bases de datos: problemas resueltos. México: Alfaomega – Rama, 2004. 489 p.

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN E INTELIGENCIA ARTIFICIAL – DECSAI. Modelado de datos: Fundamentos de diseño de bases de datos [presentación en línea]. DECSAI, Universidad de Granada. [recuperado el 14/06/2015]. Disponible en: <http://elvex.ugr.es/idbis/db/docs/intro/C%20Modelado%20de%20datos.pdf>

DINERO. Ciencia en apuros. Publicaciones Semana [en línea], 14 de mayo de 2015 [recuperado el 30/06/2015]. Disponible en: <http://www.dinero.com/edicion-impres/pais/articulo/metodologia-colciencias-para-clasificar-grupos-investigacion/208526>

DROGOUL, A. *et al.* Multi-Agent Based Simulation: Where are the Agents? En: SICHMAN, J. S.; BOUSQUET, F.; DAVIDSSON, P. (eds.). Lecture Notes in Computer Science. 2003. Disponible en: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.84.1177&rep=rep1&type=pdf>

DRUCKER, Peter. Su visión sobre: la administración, la organización basada en la información, la economía y la sociedad. Bogotá: Editorial Norma, 1997. 315 p.

DRUMMOND CÂMARA, Jairo José *et al.* A gestão do design na concepção de novos produtos e a diferenciação mercadológica. En: Segundo Encuentro Latinoamericano de Diseño “Diseño en Palermo” (31 de julio al 3 de agosto de 2007, Buenos Aires). Actas de diseño [en línea]. Buenos Aires: Facultad de Diseño y Comunicación de la Universidad de Palermo, Foro de Escuelas de Diseño, julio 2007, No. 3. pp. 84 – 87 [recuperado el 29/10/2014]. Disponible en: http://fido.palermo.edu/servicios_dyc/publicacionesdc/archivos/11_libro.pdf

EDMAN, Robin. Integrating design thinking across the higher education curriculum. En: MACDONALD, Stuart (Ed.) Design Issues in Europe Today [online], International Council of Societies of Industrial Design – Icsid (publicador). pp. 44 – 45 [recuperado el 22/06/2015]. Disponible en: www.icsid.org/smallbox4/file.php?sb4a8ac794dc734

ELMASRI, Ramez; NAVATHE, Shamkant B. Fundamentos de Sistemas de Bases de Datos. Madrid: Pearson Educación, 2007. 1012 p.

FANTOVA, Fernando. La sistematización como herramienta de gestión [documento en línea]. Bilbao: 2003, ALBOAN (publicador). 12 p. [acceso 14-06/2015]. Disponible en: <http://www.alboan.org/archivos/330.pdf>

FERNÁNDEZ ALARCÓN, Vicenç. Desarrollo de sistemas de información: Una metodología basada en el modelado. Barcelona: Edicions UPC, 2006. 219 p.

- FERRER, Marcela *et al.* El rol de las ONGs en la reducción de la pobreza en América Latina: Visiones sobre sus modalidades de trabajo e influencia en la formulación de políticas públicas. París: UNESCO, 2005. 25 p.
- FLEMING, Candace C.; VON HALLE, Barbara. Handbook of Relational Database Design. Reading, Massachusetts: Addison Wesley, 1989. 605 p.
- FRANCISCO, *papa*. Carta encíclica Laudato Si' sobre el cuidado de la casa común [en línea]. Roma: Tipografía Vaticana, 24 de Mayo de 2012. Publicado en internet por Oficina de Prensa de La Santa Sede [recuperado 15/06/2015]. Disponible en: http://w2.vatican.va/content/dam/francesco/pdf/encyclicals/documents/papa-francesco_20150524_enciclica-laudato-si_sp.pdf
- FREE SOFTWARE FOUNDATION. ¿Qué es el copyleft? [en línea], El sistema operativo GNU, actualizado el 2015/06/05 12:06:23 UTC [recuperado el 10/08/2015]. Disponible en: <http://www.gnu.org/copyleft/copyleft.es.html>
- FREIXA, Monserrat *et al.* Análisis exploratorio de datos: nuevas técnicas estadísticas. Barcelona: PPU, 1992. 296 p.
- GARCÍA, Fidel. Gestión del conocimiento en tiempos de economía digital [documento en línea]. Ministerio de Hacienda de Costa Rica (publicador), 2001. 15 p. [recuperado el 13/06/2015]. Disponible en: [http://www.hacienda.go.cr/centro/datos/Publicacion/Gestion del conocimiento en tiempos de economía digital..rtf](http://www.hacienda.go.cr/centro/datos/Publicacion/Gestion_del_conocimiento_en_tiempos_de_economia_digital..rtf)
- GARCÍA DOS SANTOS, Laymert. Prefácio de Velocidade e Política. En: VIRILIO, Paul. Velocidade e Política. São Paulo: Estação Liberdade, 1996. pp. 9 – 15.

- GEYMONAT, Ludovico. El pensamiento científico. Trad. por José Babini, 14a. ed. de la 3ra. edición en italiano de 1958. Buenos Aires: Eudeba, 1994. (Cuadernos de Eudeba N° 37). 67 p.
- GIBBONS, Michael *et al.* La nueva producción del conocimiento: La dinámica de la ciencia y la investigación en las sociedades contemporáneas. Barcelona: Ediciones Pomares-Corredor, 1997. 121 p.
- GIERE, Ronald N., La explicación de la ciencia: Un acercamiento cognoscitivo. México: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, 1992.
- GÓMEZ MARÍN, Raúl; JIMÉNEZ, Javier Andrés. De los principios del pensamiento complejo. En: VELILLA, Marco Antonio (comp.). Manual de iniciación pedagógica al pensamiento complejo [en línea]. Bogotá: UNESCO – ICFES – Corporación para el Desarrollo COMPLEXUS, 2002. pp. 116 – 120 [recuperado el 30/05/2015]. Disponible en: http://www.pensamientocomplejo.org/docs/files/Vilella_Manual_pedagogia_pc.pdf
- GÓMEZ VIEITES, Álvaro; SUÁREZ REY, Carlos. Sistemas de información: Herramientas prácticas para la gestión. México: Alfaomega, 2010. 357 p.
- GOÑI, Juan José. Talento, tecnología y tiempo: Los pilares de un progreso consciente para elegir un futuro [libro electrónico]. Ediciones Díaz de Santos, 2008. 745 p.
- GRASSMAN, Winfried; TREMBLAY, Jean-Paul. Matemática discreta y lógica: Una perspectiva desde la ciencia de la computación. Madrid: Prentice Hall, 1996. 726 p.

GROSSO, José Luis. Del socioanálisis a la semiopraxis de la gestión social del conocimiento: contranarrativas en la telaraña global. Popayán: Universidad del Cauca, 2012. p. 32. CEAPEDI - Centro de Estudios y Actualización en Pensamiento Político, Decolonialidad e Interculturalidad (publicador). 148 p. Disponible en: <http://www.ceapedi.com.ar/imagenes/biblioteca/libros/315.pdf>

GRUPO L.A.C.E. Los estudios de caso. Barcelona: Universidad de Barcelona, 2013. 15 p. Depósito digital. <http://hdl.handle.net/2445/33367>. [recuperado el 10/07/2015]. Disponible en: http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/33367/7/reunid_Los%20estudios%20de%20caso_2012.pdf

GS1 COLOMBIA. Trazabilidad [en línea]. En: GS1 COLOMBIA [sitio web], Bogotá, 2015 [recuperado el 15/10/2015]. Disponible en: <http://www.gs1co.org/comunidad/proyectoseiniciativas/trazabilidad.aspx>

GUARDINI, Romano. El ocaso de la edad moderna. Madrid: Guadarrama, 1958. 188 p.

GUTIÉRREZ RODRÍGUEZ, Germán. Notas sobre las llamadas crisis de los paradigmas. En: Globalización, caos y sujeto en América Latina. El impacto de las estrategias neoliberales y las alternativas. Costa Rica: Ediciones DEI, 2001.

HABERMAS, Jürgen. Teoría de la Acción Comunicativa, I: Racionalidad de la acción y racionalidad social. Madrid: Grupo Santillana de Ediciones, 1999. 517 p.

HAGGETT, Peter. Análisis locacional en geografía humana. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 1976. 434 p.

- HAMMER, Michael; CHAMPY, James. Reingeniería. Bogotá: Editorial Norma, 1994. 226 p.
- HERNÁNDEZ, Jesús. Cien historias secretas de la Segunda Guerra Mundial [publicación electrónica (formato EPUB) en disco]. Barcelona: Roca Editorial, 2008.
- HERNÁNDEZ, Roberto *et al.* Metodología de la investigación. México: McGraw – Hill / Interamericana Editores, 2010. 613 p.
- HIMANEN, Pekka. La ética del hacker y el espíritu de la era de la información [en línea]. E-prints in library & information science (publicador), 2002. Fecha de depósito: 11/03/2009. Última modificación: 02/10/2014 12:13. 166 p. [recuperado el 29/07/2015]. Disponible en: <http://eprints.rclis.org/12851/1/pekka.pdf>
- HOMANS, George Caspar. El grupo humano. Buenos Aires: Eudeba, 1971. 499 p.
- HOTTOIS, Gilbert. Humanismo, Transhumanismo, Posthumanismo. En: Revista Colombiana de Bioética [en línea], Universidad El Bosque, Vol. 8, No. 2, julio - diciembre de 2013. pp. 167 – 192 [recuperado 10/09/2015]. Disponible en: http://www.bioeticaunbosque.edu.co/publicaciones/Revista/rev82/arti11_Gilberthottoistraduccion.pdf
- HUBER, George P. Organizational Learning: The Contributing Processes and the Literatures. Organization Science, 1991, vol. 2, No. 1. p. 88-115. Disponible en: http://mgmt.iisc.ernet.in/~piyer/Knowledge_Management/Organizational%20Learning%20Contributing%20Processes%202%201%20Organization%20Science%201991.pdf

IBAÑEZ, Jesús. Del algoritmo al sujeto. Madrid: Siglo XXI, 1985. 365 p.

ICFES. Colombia en PIRLS 2011: Síntesis de resultados. Bogotá: ICFES, 2012. 68 p. [recuperado el 30/06/2015]. Disponible en: http://www.icfes.gov.co/investigacion/component/docman/doc_download/147-informe-de-resultados-de-colombia-en-pirls-2011?Itemid=

Ubicación alterna:

http://www.plandecenal.edu.co/html/1726/articles-318377_recurso_1.pdf

Colombia en PISA 2012: Informe nacional de resultados (Resumen ejecutivo) [informe técnico en línea]. Bogotá: ICFES, 2013. [recuperado el 30/06/2015]. Disponible en: http://www.icfes.gov.co/investigacion/component/docman/doc_download/183-resumen-ejecutivo-de-los-resultados-de-colombia-en-pisa-2012?Itemid=

Ubicación alterna:

<http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/2304/2/BeltranCastroArietaCecilia2015.JPG.pdf>

INTEL. 1971-2011: 40 años del microprocesador [folleto en línea]. Intel. 16 p. [recuperado el 15/06/2015]. Disponible en: http://www.intel.la/content/dam/www/public/lar/xl/es/documents/40_aniversario_del_procesador.pdf

IZQUIERDO, Luis *et al.* Modelado de sistemas complejos mediante simulación basada en agentes y mediante dinámica de sistemas. *En*: Empiria, Revista de Metodología en Ciencias Sociales [en línea], julio – diciembre, 2008, No. 16. pp. 85 – 112 [recuperado el 14/08/2015]. Disponible en: http://luis.izqui.org/papers/Izquierdo_Galan_Santos_Olmo_2008.pdf

- JAJA MILANO, Elías. Del fordismo a la flexibilidad laboral: supuestos, crisis y realidades de la regulación social. En: Revista Venezolana de Economía y Ciencias Sociales. Abril – Septiembre, 1997. Vol. 3, Nº 2-3. pp. 84-111.
- JOYANES AGUILAR, Luis. Big Data: Análisis de grandes volúmenes de datos en las organizaciones. México: Alfaomega Grupo Editor, 2013. 399 p.
- _____ Estructura de datos: Algoritmos, abstracción y objetos. Madrid: McGraw-Hill Interamericana de España, 1998. 857 p.
- KIMMEL, Paul. Manual de UML: Guía de aprendizaje. México: McGraw Hill, 2008. 236 p.
- KROENKE, David M. Procesamiento de bases de datos: Fundamentos, diseño e implementación. México: Pearson Educación, 2003. 688 p.
- LADRÓN DE GUEVARA, Laureano. Metodología de la investigación científica: problemas del método en las ciencias sociales. Bogotá: Universidad Santo Tomás, 1981. 278 p.
- LAMAS, Paulo Félix; BUGARÍN DÍZ, José Antonio. Conjuntos Borrosos (Capítulo 7). En: PALMA MÉNDEZ, José Tomás; MARÍN MORALES, Roque. Inteligencia Artificial: Métodos, técnicas y aplicaciones. Madrid: McGraw-Hill, 2008. pp. 263 – 306.
- LANCHEROS, Dora Lucía; BELLO, Martha Nubia. Acompañamiento psicosocial y atención humanitaria en el contexto colombiano. Bogotá: CORPORACIÓN AVRE, 2005. 183 p.
- LARRAZ, Natalia. Desarrollo de las habilidades creativas y metacognitivas en la educación secundaria obligatoria. Madrid: Editorial Dickinson, 2015. 290 p.

- LAUDON, Kenneth C.; LAUDON, Jane P. Sistemas de información gerencial. México: PEARSON EDUCACIÓN, 2012, 12ª. Ed. 640 p.
- LLANES ORDÓÑEZ, Juan; MASSOT LAFÓN, Inés. Transitar sin morir en el intento (capítulo 8). En: PÉREZ-ESCODA, Núria (Coord.). Metodología del caso en orientación [Documento electrónico]. Barcelona: Universitat de Barcelona (Institut de Ciències de l'Educació), 2014. pp. 93 – 101. [recuperado el 19/06/2015]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/2445/52210>.
- LONDOÑO, Sandra Liliana. Muy complejo, hipercomplejo y humano. En: VELILLA, Marco Antonio (comp.). Manual de iniciación pedagógica al pensamiento complejo [en línea]. Bogotá: UNESCO – ICFES – Corporación para el Desarrollo COMPLEXUS, 2002. pp. 131 – 137 [recuperado el 30/05/2015]. Disponible en: http://www.pensamientocomplejo.org/docs/files/Vilella_Manual_pedagogia_pc.pdf
- LÓPEZ, Amparo. Bases de Datos I: Introduccion (notas de clase) [presentación en línea]. Posgrado en Ciencia e Ingeniería de la Computación – Facultad de Ciencias UNAM. [acceso 17/06/2015]. Disponible en: <http://hp.fciencias.unam.mx/~alg/bd/introduccion.pdf>
- LUSTHAUS, Charles *et al.* Evaluación organizacional: marco para mejorar el desempeño. Washington: BID, 2002. 217 p.
- MALDONADO, Carlos Eduardo. ¿Qué es un sistema complejo? En: Revista Colombiana de Filosofía de la Ciencia [en línea], Julio – diciembre de 2014, Vol. 14, No. 29, pp. 71 – 93 [recuperado el 10/08/2015]. Disponible en: <http://www.uelbosque.edu.co/sites/default/files/publicaciones/revistas/revista>

[colombiana_filosofia_ciencia/volumen14_numero29-2014/04-articulo4-RCFC_VolXIV-No29.pdf](#)

MALDONADO, Carlos Eduardo; GÓMEZ CRUZ, Nelson Alfonso. Modelamiento y simulación de sistemas complejos. En: Documentos de investigación [en línea], Facultad de Investigación, Universidad del Rosario, febrero de 2010, No. 66. 32 p. [recuperado el 30/07/2015]. Disponible en: http://www.urosario.edu.co/urosario_files/ea/ea054664-0843-4424-a8a4-0eaeecd99c4c.pdf

MALDONADO, Tomás. Lo real y lo virtual. Barcelona: Gedisa, 1994. 261 p.

MARGHERIO, Lynn (Director). The Emerging Digital Economy [online]. United States Department of Commerce, Economics and Statistics Administration (ESA), contributing editor: Kent Hughes, July 1998. 259 p. [recuperado el 18/06/2015]. Disponible en: http://www.esa.doc.gov/sites/default/files/emergingdig_0.pdf

MARTÍN-BARBERO, Jesús. Las transformaciones del mapa cultural: una visión desde América Latina. En: Revista Latina de Comunicación Social [en línea], 2000, No. 26, Laboratorio de Tecnologías de la Información y Nuevos Análisis de Comunicación Social (editor). pp. 7 – 21 [recuperado el 14/06/2015]. Disponible en: <http://www.ull.es/publicaciones/latina/aa2000vfe/barbero.html>

MATUS, Teresa. Modernidad, globalización y exclusión social: desafíos de una intervención social de fin de siglo [en línea]. En: Congreso latinoamericano de Trabajo Social. 1998: Santiago de Chile. 43 p. [recuperado el 11/06/2015]. Disponible en: http://aprendeonline.udea.edu.co/lms/moodle/file.php/177/Documentos_Su

[geridos_II/Modernidad_Globalizaci_n_y_Exclusi_n_Social_-_Teresa_Matus.doc](#)

MICROSOFT DEVELOPER NETWORK. Referencia de Visual Basic > Referencia del lenguaje Visual Basic > Resumen de tipos de datos (Visual Basic) > Tipo de datos definido por el usuario [en línea]. Microsoft, 2015 [recuperado el 15/10/2015]. Disponible en: <https://msdn.microsoft.com/es-es/library/cec05s9z.aspx?f=255&MSPPEror=-2147217396>

MINSKY, Marvin. Matter, minds and model [paper online]. Cambridge: Massachusetts Institute of Technology, March, 1965. 6 p. [recuperado el 14/08/2015]. Disponible en: <http://dspace.mit.edu/bitstream/handle/1721.1/6119/AIM-077.pdf?sequence=2>

MIRA MIRA, José. Aspectos conceptuales de la inteligencia artificial y la ingeniería del conocimiento. En: PALMA MÉNDEZ, José Tomás; MARÍN MORALES, Roque. Inteligencia Artificial: Métodos, técnicas y aplicaciones. Madrid: McGraw-Hill, 2008. pp. 3 - 29.

MONTENEGRO, Santiago. Comentarios a la ley 1286 de Ciencia, Tecnología e Innovación [presentación en línea]. Colombia Aprende: La red del conocimiento (publicador) [recuperado el 15/08/2015]. Disponible en: http://www.colombiaprende.edu.co/html/investigadores/1609/articles-191480_archivo15.pdf

MONTIEL, Maryalejandra. Los cibermedios como nuevas estructuras de comunicación social. En: Opción: Revista de Ciencias Humanas y Sociales [en línea], 2000, Año 16, No. 33, ISSN 1012-1587. Dialnet (publicador), pp.

34 - 48. [recuperado el 26/07/2015]. Disponible en:
<http://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2475161.pdf>

MORENO, Juan Carlos. Fuentes, autores y corrientes que trabajan la complejidad.
En: VELILLA, Marco Antonio (comp.). Manual de iniciación pedagógica al pensamiento complejo [en línea]. Bogotá: UNESCO – ICFES – Corporación para el Desarrollo COMPLEXUS, 2002. pp. 11 – 24 [recuperado el 30/05/2015]. Disponible en:
http://www.pensamientocomplejo.org/docs/files/Vilella_Manual_pedagogia_pc.pdf

MORIN, Edgar. El método I: La naturaleza de la naturaleza. Trad. Ana Sánchez. 6 ed. Madrid: Ediciones Cátedra, 2001. 448 p.

MUÑOZ-SECA, Beatriz; RIVEROLA, Joseph. Gestión del conocimiento. Barcelona: Ediciones Folio, 1997. 135 p.

NAVARRO, Pablo. El fenómeno de la complejidad social humana. España: Curso de Doctorado Interdisciplinar en Sistemas Complejos, Universidad de Oviedo, 1996. Disponible en:
<http://www.netcom.es/pnavarro/Publicaciones/ComplejidadSocial.html>

NEFFA, Julio César. El proceso de trabajo y la economía del tiempo. Buenos Aires: Editorial Humanitas, 1990. 341 p.

NEGRI, Antonio; HARDT, Michael. Imperio [en línea]. Trad. Eduardo Sadier de la edición de Harvard University Press, Cambridge, Massachussets, 2000. GEOAMÉRICA, Red de información y documentación de los encuentros de geografía de américa latina – EGALES (publicador), 361 p. [recuperado el 12/06/2015]. Disponible en:
<http://www.geoamerica.org/pub/imperio/Imperio.pdf>

- NICOLESCU, Basarab. La transdisciplinariedad: manifiesto. México: Multiversidad Mundo Real Edgar Morin, 1994. 108 p.
- NONAKA, Ikujiro; TAKEHUCHI, Hirotaka, La organización creadora de conocimiento: Cómo las compañías japonesas crean la dinámica de la innovación. México: Oxford University Press, 1999. 318 p.
- O'BRIEN, James A.; MARAKAS, George M. Sistemas de información gerencial. México: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA, 2006. 592 p.
- OCDE. La flexibilité du marché du travail. Rapport d'un groupe d'experts de haut niveau au Secrétaire general. Paris: OCDE, 1986.
- OSORIO, Sergio Néstor. Aproximaciones a un nuevo paradigma en el pensamiento científico. En: VELILLA, Marco Antonio (comp.). Manual de iniciación pedagógica al pensamiento complejo [en línea]. Bogotá: UNESCO – ICFES – Corporación para el Desarrollo COMPLEXUS, 2002. pp. 38 – 59 [recuperado el 30/05/2015]. Disponible en: http://www.pensamientocomplejo.org/docs/files/Vilella_Manual_pedagogia_pc.pdf
- PAVEZ, Alejandro. Modelo de implantación de gestión del conocimiento y tecnologías de información para la generación de ventajas competitivas. Memoria para optar al título de Ingeniero Civil Informático. Valparaíso: Universidad Técnica Federico Santa María, 2000. 90 p.
- PENTLAND, Alex. Una sociedad dirigida por datos. En: Investigación y Ciencia (edición española de Scientific American), Enero de 2014, No. 448, pp. 46 – 51.

- PEPPERELL, Robert. *The Posthuman Condition: consciousness beyond the brain*. Portland, Oregon: Intellect Books, 2003. 199 p.
- PÉREZ-ESCODA, Núria (Coord.). *Metodología del caso en orientación* [Documento electrónico]. Barcelona: Universitat de Barcelona (Institut de Ciències de l'Educació), 2014. 115 p. [recuperado el 19/06/2015]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/2445/52210>
- PETKOVIĆ, Dušan. *Microsoft SQL Server 2008: Manual de Referencia*. México: McGraw-Hill, 2008. 708 p.
- PICKERING, Andrew. *Practice and posthumanism: Social theory and a history of agency* (chapter 11). In: SCHATZKI, Theodore R. *et al.* (eds). *The Practice Turn in Contemporary Theory*. New York, London: Routledge, 2001. p. 172 – 183.
- PLATA, Jesús. *El lugar y las miradas desde los cuales se “lee” el contexto: reflexión en torno a dos metáforas teológicas*. Conferencia en: DIPLOMADO EN HERRAMIENTAS DE ACOMPAÑAMIENTO PSICOSOCIAL A VÍCTIMAS DE LA VIOLENCIA POLÍTICA. 20, mayo, 2011: Medellín. 25 p.
- PONTI, Frank. *Los siete movimientos de la innovación*. Bogotá, Grupo Editorial Norma, 2010. 176 p.
- PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos: Guía del PMBOK® - cuarta edición*. Pennsylvania: Project Management Institute, 2008. 393 p.
- RAGIN, C. *Case of What is a Case?*. En: Ragin, C. & Becker, H. (Eds.) *What is a Case: Exploring the Foundations of Social Enquiry*. Cambridge: Cambridge University Press, 1992

- RAMOS, María Jesús *et al.* Sistemas gestores de bases de datos. Madrid: McGraw-Hill/Interamericana de España, 2006. 453 p.
- REICH, Robert. El trabajo de las naciones. Hacia el capitalismo del siglo XXI. Buenos Aires: Javier Vergara Editor, 1993. 314 p.
- RIORDAN, Rebecca. Diseño de bases de datos relacionales con Access y SQL Server. Madrid: McGraw-Hill Interamericana de España, 2000. 290 p.
- ROCO, Mihail C.; BAINBRIDGE, William S. (eds.). Converging technologies for improving human performance. Nanotechnology, biotechnology, information, technology and cognitive science. Dordrecht (The Netherlands): Kluwer Academic Publishers, 2003. 468 p.
- RODRÍGUEZ ZOYA, Leonardo. Por una epistemología compleja políticamente orientada. Contribuciones y tensiones entre la filosofía de la ciencia y la sociología del conocimiento científico [en línea]. Buenos Aires: Instituto de Investigaciones Gino Germani, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Buenos Aires. Documentos de Jóvenes Investigadores No. 28. 67 p. [recuperado el 24/06/2015]. Disponible en: <http://bibliotecavirtual.clacso.org.ar/Argentina/iigg-uba/20120228050953/ji28.pdf>
- RODRÍGUEZ ZOYA, Leonardo; ROGGERO, Pascal. La modelización y simulación computacional como metodología de investigación social. En: Polis [en línea], 2014, No. 39, publicado el 23/01/2015. 17 p. [recuperado el 15/08/2015] Disponible en: <http://polis.revues.org/pdf/10568>
- ROMERO PÉREZ, Clara. Paradigma de la complejidad, modelos científicos y conocimiento educativo. En: Ágora Digital [en línea], Universidad de Huelva, 2003, No. 6. 10 p. [recuperado el 17/07/2015]. Disponible en:

http://www.uhu.es/agora/version01/digital/numeros/06/06-articulos/monografico/pdf_6/clara_romero.pdf

RUMBAUGH, James *et al.* El lenguaje Unificado de Modelado: Manual de referencia. Madrid: Pearson Educación, 2000. 552 p.

SÁDABA RODRÍGUEZ, Igor. Sociología de la propiedad intelectual en la era global: De las controversias científico-técnicas a los conflictos sociales. Memoria para optar al grado de doctor. Madrid: Universidad Complutense de Madrid, 2011. E-Prints Complutense (publicador). 418 p. [recuperado el 6/09/2015]. Disponible en: <http://eprints.ucm.es/7707/1/T30002.pdf>

SALTALAMACCHIA, Homero Rodolfo. Del proyecto al análisis: aportes a una investigación cualitativa socialmente útil [en línea]. Buenos Aires: el autor, 2005. 371 p. [recuperado el 15/06/2015]. Disponible en: https://www.academia.edu/1984379/Del_proyecto_al_an%C3%A1lisis_Aportes_a_una_investigaci%C3%B3n_cualitativa_socialmente_%C3%BAtil_Tom_o_1_SUJETOS_OBJETOS_Y_COMPLEJIDAD

_____ Estudios de caso y universales [documento en línea]. En: Cuadernos de investigación, 2011, Vol. 2, No. 2. 48 p. [recuperado el 19/06/2015]. Disponible en: https://www.academia.edu/11677313/ESTUDIOS_DE_CASO_Y_UNIVERSALES

SANTOS, Theotonio Dos. Una economía política de la ciencia y la tecnología. En: América Latina en Movimiento [en línea], Agencia Latinoamericana de Información – ALAI (publicador), septiembre, 2015, Año 39, No. 507. pp. 4 – 7 [recuperado el 6/10/2015]. Disponible en: <http://www.alainet.org/sites/default/files/alai507w.pdf>

- SCHÖN, Donald. El profesional reflexivo: Cómo piensan los profesionales cuando actúan. Barcelona: Paidós, 1998. 308 p.
- SCHUSCHNY, Andrés. La red y el futuro de las organizaciones. Buenos Aires: Editorial Kier, 2007. 304 p.
- SCOCOZZA, Mariel. Interdisciplina: un encuentro más allá de las fronteras [documento en línea]. Montevideo: Versión preliminar 1997 – Revisión 2002. 15 p. [recuperado el 14/06/2015]. Disponible en: <http://www.dem.fmed.edu.uy/Unidad%20Psicopedagogica/Documentos/Interdisciplina%20-%20Un%20Encuentro%20Mas%20Alla%20de%20las%20Fronteras.pdf>
- SCOTT, George. Principios de sistemas de información. México: McGraw-Hill de México, 1988. 646 p.
- SENGE, Peter. La quinta disciplina: el arte y la práctica de la organización abierta al aprendizaje. Buenos Aires: Granica, 2005. 496 p.
- SERJE, Margarita. El revés de la nación: territorios salvajes, fronteras y tierras de nadie. Bogotá: Universidad de los Andes, CESO, 2011. 368 p.
- SILBERSCHATZ, Abraham *et al.* Fundamentos de bases de datos. Madrid: McGraw-Hill Interamericana, 2006. 953 p.
- SIMONS, Helen. El estudio de caso: Teoría y práctica. Madrid: Ediciones Morata, 2011. 262 p.
- SOMMERVILLE, Ian. Ingeniería del software. México: Pearson Educación de México, 2011. 792 p.

SOTOLONGO, Pedro; DELGADO, Carlos. La revolución contemporánea del saber y la complejidad social: Hacia unas ciencias sociales de nuevo tipo. Buenos Aires: Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales - CLACSO, 2006. 247 p. [acceso 12-06/2015]. Disponible en: <http://www.paginaspersonales.unam.mx/files/266/sotolongo.pdf>

STAKE, Robert. E. Investigación con estudio de caso. Madrid: Morata, 1999. 159 p.

SUÁREZ, Geraldine. Harvard se declara abiertamente en contra de los monopolios intelectuales. Hipertextual [página web], publicado el 24/04/2012 [recuperado el 08/04/2015]. Disponible en: <http://hipertextual.com/2012/04/harvard-se-declara-abiertamente-en-contra-de-los-monopolios-intelectuales>

SUTHERLAND, Ivan E. The Ultimate Display. Proceedings of IFIP Congress, pp. 506-508, 1965. [recuperado el 11/10/2015]. Disponible en: <http://www.eng.utah.edu/~cs6360/Readings/UltimateDisplay.pdf>

TAPSCOTT, Don. La Economía Digital: las nuevas oportunidades y peligros de un mundo empresarial y personal interconectado en red. Bogotá: McGraw-Hill, 1997. 321 p.

THE GUARDIAN. Harvard University says it can't afford journal publishers' prices" [online]. Disponible en: <http://www.theguardian.com/science/2012/apr/24/harvard-university-journal-publishers-prices>

TRANSHUMANIST DECLARATION [online]. HUMANITY+ [actualizada en marzo de 2009], [recuperado 02/11/2015]. Disponible en: <http://humanityplus.org/philosophy/transhumanist-declaration/>

TREUIL, Jean – Pierre *et al.* Modélisation et simulation à base d'agents. Paris: Dunod, 2008. 322 p.

TRIVINHO, Eugênio. Cibercultura e existência em tempo real: Contribuição para a crítica do modus operandi de reprodução cultural da civilização mediática avançada [on-line]. En: Revista da Associação Nacional dos Programas de Pós-Graduação em Comunicação – COMPÓS, Agosto 2007, vol 9. Documento presentado al Grupo de Trabajo “Comunicación y Cibercultura”, en el XVI Encuentro Nacional de COMPÓS, Universidad Tuluti do Paraná, Curitiba, junio de 2007. 17 p. [recuperado el 15/08/2015]. Disponible en: <http://compos.org.br/seer/index.php/e-compos/article/view/151/152>

Introdução à dromocracia cibercultural: contextualização sociodromológica da violencia invisível da técnica e da civilização mediática avançada [on-line]. En: Revista FAMECOS, Porto Alegre, diciembre de 2005, No. 28. pp. 63 – 78 [recuperado el 15/08/2015]. Disponible en: <http://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/revistafamecos/article/view/3338/2595>

TROVATO, Giuseppe. La mediación lingüística y cultural: algunas observaciones acerca de su complejidad conceptual y su colocación en el contexto universitario italiano [en línea]. En: Tejuelo, 2015, Vol. 21, No. 1, pp. 65 – 84 [recuperado el 18/07/2015]. Disponible en: <http://m.redined.mecd.gob.es/xmlui/bitstream/handle/11162/108884/Tejuelo%2021-4.pdf>

TUKEY, John. Exploratory Data Analysis. Reading, Massachussets: Pearson Education, 1977. 688 p.

UNITED NATIONS OFFICE FOR THE COORDINATION OF HUMANITARIAN AFFAIRS, OCHA, Orientation handbook on complex emergencies. 1999.

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. Perfil Egresado del Programa Académico de Trabajo Social [en línea]. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander [acceso el 10/06/2015]. Disponible en: <https://www.uis.edu.co/webUIS/es/academia/facultades/cienciasHumanas/escuelas/trabajoSocial/programasAcademicos/trabajoSocial/perfilEgresado.jsp>

VALENCIA, Jorge. Sistematizar el conocimiento. En: ATEHORTÚA, Federico *et al.* Gestión del conocimiento organizacional: Un enfoque práctico. Medellín: Gestión y Conocimiento, 2011. pp. 116 – 135.

VARAS, Marcela. Modelado de datos: Conceptos fundamentales [documento en línea]. Departamento de Ingeniería Informática y Ciencias de la Computación – Universidad de Concepción, 1999. 22 p. [acceso 13-06-2015]. Disponible en: http://asignaturas.inf.udec.cl/moddatos/public_html/apuntes/parte1-99.pdf

VARGAS GUILLÉN, Germán. Tratado de epistemología. Bogotá: San Pablo, 2006. 303 p.

VELILLA, Marco Antonio (comp.). Manual de iniciación pedagógica al pensamiento complejo [en línea]. Bogotá: UNESCO – ICFES – Corporación para el Desarrollo COMPLEXUS, 2002. 255 p. [recuperado el 30/05/2015]. Disponible en: http://www.pensamientocomplejo.org/docs/files/Vilella_Manual_pedagogia_pc.pdf

VIRILIO, Paul. Velocidade e Política. São Paulo: Estação Liberdade, 1996. 137 p.

YIN, Robert K. Case Study Research. Design and Methods. 4 ed. Thousand Oaks, California: Sage Publications, 2009. 96 p.

YOURDON, Edward. Análisis estructurado moderno. México: Prentice-Hall Hispanoamericana, 1993. 735 p.

BIBLIOGRAFÍA

- ALMEIDA, Maria Da Conceição De. Para comprender la complejidad. Hermosillo (México): Multiversidad Mundo Real Edgar Morin, 2008. 59 p.
- COPI, Irving M. Lógica simbólica. México: Editorial Continental, 1999. 407 p.
- CUBILLO, Julio. Cambio y continuidad en las organizaciones de gestión del conocimiento. Santiago de Chile: CEPAL, 1999 (Serie información y desarrollo No. 10). 43 p.
- ECO, Umberto. Cómo se hace una tesis. Barcelona: Gedisa, 1994. 267 p.
- HAACK, Susan. Filosofía de las lógicas. Madrid: Cátedra, 1991. 293 p.
- JOHANSEN BERTOGLIO, Oscar. Introducción a la teoría general de sistemas. México: Limusa, 1993. 166 p.
- PNUD. Buenas Prácticas en la protección de programas sociales. México: PNUD, 2007. 184 p.
- RAMÍREZ, Rodrigo (coord.). Guía de buenas prácticas de diseño. San Martín (Argentina): Instituto Nacional de Tecnología Industrial - INTI, 2012. 128 p.
- RIVEROLA, Josep; MUÑOZ-SECA, Beatriz. El diseño de procesos y la reducción del tiempo de servicio. Barcelona: Folio, 1997. (Biblioteca IESE de Gestión de Empresas; Vol. 41). 113 p.
- RODRÍGUEZ BADAL, Miguel Ángel *et al.* La gestión por procesos. Barcelona: Folio, 1997. (Biblioteca IESE de Gestión de Empresas; Vol. 47). 115 p.

ANEXOS

ANEXO A. LA TECNOLOGÍA: CREATIVIDAD Y PODER

(Extracto de la Encíclica *Laudato Si'* del papa Francisco¹)

En esta reflexión propongo que nos concentremos en el paradigma tecnocrático dominante y en el lugar del ser humano y de su acción en el mundo.

I. La tecnología: creatividad y poder

102. La humanidad ha ingresado en una nueva era en la que el poderío tecnológico nos pone en una encrucijada. Somos los herederos de dos siglos de enormes olas de cambio: el motor a vapor, el ferrocarril, el telégrafo, la electricidad, el automóvil, el avión, las industrias químicas, la medicina moderna, la informática y, más recientemente, la revolución digital, la robótica, las biotecnologías y las nanotecnologías. Es justo alegrarse ante estos avances, y entusiasmarse frente a las amplias posibilidades que nos abren estas constantes novedades, porque «la ciencia y la tecnología son un maravilloso producto de la creatividad humana donada por Dios». La modificación de la naturaleza con fines útiles es una característica de la humanidad desde sus inicios, y así la técnica «expresa la tensión del ánimo humano hacia la superación gradual de ciertos condicionamientos materiales». La tecnología ha remediado innumerables males que dañaban y limitaban al ser humano. No podemos dejar de valorar y de agradecer el progreso técnico, especialmente en la medicina, la ingeniería y las comunicaciones. ¿Y cómo no reconocer todos los esfuerzos de muchos científicos y técnicos, que han aportado alternativas para un desarrollo sostenible?

103. La tecnociencia bien orientada no sólo puede producir cosas realmente valiosas para mejorar la calidad de vida del ser humano, desde objetos domésticos útiles hasta grandes medios de transporte, puentes, edificios, lugares públicos. También es capaz de producir lo bello y de hacer «saltar» al ser humano inmerso en el mundo material al ámbito de la belleza. ¿Se puede negar la belleza de un avión, o de algunos rascacielos? Hay preciosas obras pictóricas y musicales logradas con la utilización de nuevos instrumentos técnicos. Así, en la intención de belleza del productor técnico y en el contemplador de tal belleza, se da el salto a una cierta plenitud propiamente humana.

¹ FRANCISCO, *papa*. Carta encíclica *Laudato Si'* sobre el cuidado de la casa común [en línea]. Roma: Tipografía Vaticana, 24 de Mayo de 2012. Publicado en internet por Oficina de Prensa de La Santa Sede. Párrafos 101 – 110 [recuperado 15/07/2015]. Disponible en: http://w2.vatican.va/content/dam/francesco/pdf/encyclicals/documents/papa-francesco_20150524_enciclica-laudato-si_sp.pdf

104. Pero no podemos ignorar que la energía nuclear, la biotecnología, la informática, el conocimiento de nuestro propio ADN y otras capacidades que hemos adquirido nos dan un tremendo poder.

Mejor dicho, dan a quienes tienen el conocimiento, y sobre todo el poder económico para utilizarlo, un dominio impresionante sobre el conjunto de la humanidad y del mundo entero. Nunca la humanidad tuvo tanto poder sobre sí misma y nada garantiza que vaya a utilizarlo bien, sobre todo si se considera el modo como lo está haciendo.

Basta recordar las bombas atómicas lanzadas en pleno siglo XX, como el gran despliegue tecnológico ostentado por el nazismo, por el comunismo y por otros regímenes totalitarios al servicio de la matanza de millones de personas, sin olvidar que hoy la guerra posee un instrumental cada vez más mortífero. ¿En manos de quiénes está y puede llegar a estar tanto poder? Es tremendamente riesgoso que resida en una pequeña parte de la humanidad.

105. Se tiende a creer «que todo incremento del poder constituye sin más un progreso, un aumento de seguridad, de utilidad, de bienestar, de energía vital, de plenitud de los valores», como si la realidad, el bien y la verdad brotaran espontáneamente del mismo poder tecnológico y económico. El hecho es que «el hombre moderno no está preparado para utilizar el poder con acierto», porque el inmenso crecimiento tecnológico no estuvo acompañado de un desarrollo del ser humano en responsabilidad, valores, conciencia. Cada época tiende a desarrollar una escasa autoconciencia de sus propios límites. Por eso es posible que hoy la humanidad no advierta la seriedad de los desafíos que se presentan, y «la posibilidad de que el hombre utilice mal el poder crece constantemente » cuando no está « sometido a norma alguna reguladora de la libertad, sino únicamente a los supuestos imperativos de la utilidad y de la seguridad». El ser humano no es plenamente autónomo. Su libertad se enferma cuando se entrega a las fuerzas ciegas del inconsciente, de las necesidades inmediatas, del egoísmo, de la violencia. En ese sentido, está desnudo y expuesto frente a su propio poder, que sigue creciendo, sin tener los elementos para controlarlo. Puede disponer de mecanismos superficiales, pero podemos sostener que le falta una ética sólida, una cultura y una espiritualidad que realmente lo limiten y lo contengan en una lúcida abnegación.

II. Globalización del paradigma tecnocrático

106. El problema fundamental es otro más profundo todavía: el modo como la humanidad de hecho ha asumido la tecnología y su desarrollo junto con un paradigma homogéneo y unidimensional. En él se destaca un concepto del sujeto que progresivamente, en el proceso lógico-racional, abarca y así posee el objeto que se halla afuera. Ese sujeto se despliega en el establecimiento del método científico con su experimentación, que ya es explícitamente técnica de posesión, dominio y transformación. Es como si el sujeto se hallara frente a lo informe totalmente disponible para su manipulación.

La intervención humana en la naturaleza siempre ha acontecido, pero durante mucho tiempo tuvo la característica de acompañar, de plegarse a las posibilidades que ofrecen las cosas mismas. Se trataba de recibir lo que la realidad natural de suyo permite, como tendiendo la mano. En cambio ahora lo que interesa es extraer todo lo posible de las cosas por la imposición de la mano humana, que tiende a ignorar u olvidar la realidad misma de lo que tiene delante.

Por eso, el ser humano y las cosas han dejado de tenderse amigablemente la mano para pasar a estar enfrentados. De aquí se pasa fácilmente a la idea de un crecimiento infinito o ilimitado, que ha entusiasmado tanto a economistas, financistas y tecnólogos. Supone la mentira de la disponibilidad infinita de los bienes del planeta, que lleva a «estrujarlo» hasta el límite y más allá del límite. Es el presupuesto falso de que «existe una cantidad ilimitada de energía y de recursos utilizables, que su regeneración inmediata es posible y que los efectos negativos de las manipulaciones de la naturaleza pueden ser fácilmente absorbidos».

107. Podemos decir entonces que, en el origen de muchas dificultades del mundo actual, está ante todo la tendencia, no siempre consciente, a constituir la metodología y los objetivos de la tecnociencia en un paradigma de comprensión que condiciona la vida de las personas y el funcionamiento de la sociedad. Los efectos de la aplicación de este molde a toda la realidad, humana y social, se constatan en la degradación del ambiente, pero este es solamente un signo del reduccionismo que afecta a la vida humana y a la sociedad en todas sus dimensiones. Hay que reconocer que los objetos producto de la técnica no son neutros, porque crean un entramado que termina condicionando los estilos de vida y orientan las posibilidades sociales en la línea de los intereses de determinados grupos de poder. Ciertas elecciones, que parecen puramente instrumentales, en realidad son elecciones acerca de la vida social que se quiere desarrollar.

108. No puede pensarse que sea posible sostener otro paradigma cultural y servirse de la técnica como de un mero instrumento, porque hoy el paradigma tecnocrático se ha vuelto tan dominante que es muy difícil prescindir de sus recursos, y más difícil todavía es utilizarlos sin ser dominados por su lógica. Se volvió contracultural elegir un estilo de vida con objetivos que puedan ser al menos en parte independientes de la técnica, de sus costos y de su poder globalizador y masificador. De hecho, la técnica tiene una inclinación a buscar que nada quede fuera de su férrea lógica, y «el hombre que posee la técnica sabe que, en el fondo, esta no se dirige ni a la utilidad ni al bienestar, sino al dominio; el dominio, en el sentido más extremo de la palabra»[87]. Por eso «intenta controlar tanto los elementos de la naturaleza como los de la existencia humana». La capacidad de decisión, la libertad más genuina y el espacio para la creatividad alternativa de los individuos se ven reducidos.

109. El paradigma tecnocrático también tiende a ejercer su dominio sobre la economía y la política. La economía asume todo desarrollo tecnológico en función del rédito, sin prestar atención a eventuales consecuencias negativas para el ser humano. Las finanzas ahogan a la economía real. No se aprendieron las lecciones de la crisis financiera mundial y con mucha lentitud se aprenden las lecciones del deterioro ambiental. En algunos círculos se sostiene que la economía actual y la tecnología resolverán todos los problemas ambientales, del mismo modo que se afirma, con lenguajes no académicos, que los problemas del hambre y la miseria en el mundo simplemente se resolverán con el crecimiento del mercado.

No es una cuestión de teorías económicas, que quizás nadie se atreve hoy a defender, sino de su instalación en el desarrollo fáctico de la economía. Quienes no lo afirman con palabras lo sostienen con los hechos, cuando no parece preocuparles una justa dimensión de la producción, una mejor distribución de la riqueza, un cuidado responsable del ambiente o los derechos de las generaciones futuras. Con sus comportamientos expresan que el objetivo de maximizar los beneficios es suficiente. Pero el mercado por sí mismo no garantiza el desarrollo humano integral y la inclusión social. Mientras tanto, tenemos un «superdesarrollo derrochador y consumista, que contrasta de modo inaceptable con situaciones persistentes de miseria deshumanizadora», y no se elaboran con suficiente celeridad instituciones económicas y cauces sociales que permitan a los más pobres acceder de manera regular a los recursos básicos. No se termina de advertir cuáles son las raíces más profundas de los actuales desajustes, que tienen que ver con la orientación, los fines, el sentido y el contexto social del crecimiento tecnológico y económico.

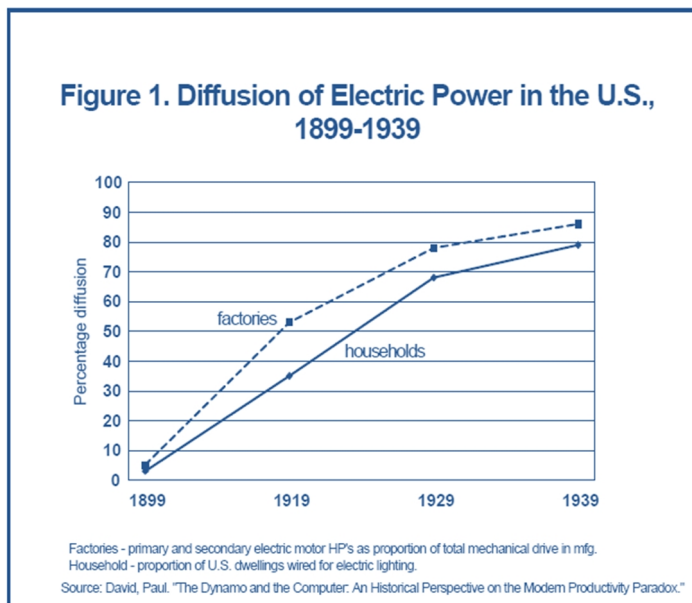
110. La especialización propia de la tecnología implica una gran dificultad para mirar el conjunto. La fragmentación de los saberes cumple su función a la hora de lograr aplicaciones concretas, pero suele llevar a perder el sentido de la totalidad, de las relaciones que existen entre las cosas, del horizonte amplio, que se vuelve irrelevante.

Esto mismo impide encontrar caminos adecuados para resolver los problemas más complejos del mundo actual, sobre todo del ambiente y de los pobres, que no se pueden abordar desde una sola mirada o desde un solo tipo de intereses. Una ciencia que pretenda ofrecer soluciones a los grandes asuntos, necesariamente debería sumar todo lo que ha generado el conocimiento en las demás áreas del saber, incluyendo la filosofía y la ética social. Pero este es un hábito difícil de desarrollar hoy.

Por eso tampoco pueden reconocerse verdaderos horizontes éticos de referencia. La vida pasa a ser un abandonarse a las circunstancias condicionadas por la técnica, entendida como el principal recurso para interpretar la existencia. En la realidad concreta que nos interpela, aparecen diversos síntomas que muestran el error, como la degradación del ambiente, la angustia, la pérdida del sentido de la vida y de la convivencia. Así se muestra una vez más que «la realidad es superior a la idea».

ANEXO B. THE DIGITAL REVOLUTION ¹

The Industrial Revolution was powered by the steam engine, invented in 1712, and electricity, first harnessed in 1831. Harnessing the power of steam meant less labor was needed for manual work; it also meant that factories could locate anywhere, not just in geographical areas with strong wind and water resources.



Because it required a network to contain and transmit its power, electricity's potential had to wait until 50 years after it was first harnessed before the first power station was built in 1882. It took another 50 years before electricity powered 80 percent of factories and households across the country (Figure 1).

Early uses of electricity were limited. While factories used generators for lighting, their

primary power still came from line shafts and belt drives up to 1907. It was not until factories replaced the old power system for electric motors that fundamental changes in production occurred. Factory structures were streamlined, and key processes, such as materials handling and manufacturing flows, were made more efficient.

The digital revolution is happening much more quickly. The harnessing of light for nearly instantaneous communications and the ability to use microscopic circuits to process and store huge amounts of information are enabling this current economic transformation.

In 1946, the world's first programmable computer, the Electronic Numerical Integrator and Computer (ENIAC), stood 10 feet tall, stretched 150 feet wide, cost millions of dollars, and could execute up to 5,000 operations per second. Twenty-five years later, in 1971, Intel

¹ MARGHERIO, Lynn (Director). The Emerging Digital Economy [online]. United States Department of Commerce, Economics and Statistics Administration (ESA), contributing editor: Kent Hughes, July 1998. Cap. 2. [recuperado el 18/06/2015]. Disponible en: http://www.esa.doc.gov/sites/default/files/emergingdig_0.pdf

packed 12 times ENIAC's processing power into a 12 mm² chip with a \$200 price tag. Today's personal computers (PCs) with Pentium processors perform in excess of 400 million instructions per second (MIPS). At the current pace of development, by 2012, PCs will be able to handle 100,000 million instructions per second.

As late as 1980, phone conversations only traveled over copper wires which carried less than one page of information per second. Today, a strand of optical fiber as thin as a human hair can transmit in a single second the equivalent of over 90,000 volumes of an encyclopedia. By 2002, a constellation of several hundred satellites orbiting hundreds of miles above the earth is expected to bring high-bandwidth communications to businesses, schools and individuals everywhere on the planet.

A global digital network using new packet switching technology combines the power of these remarkable innovations in computing and communication. The Internet ties together the computing power on desks, in factories and in offices around the world through a high-speed communications infrastructure. More than 100 million people around the world, most of whom had never heard of the Internet four years ago, now use it to do research, send e-mail to friends, make requests for bids to suppliers, and shop for cars or books.

The Internet's pace of adoption eclipses all other technologies that preceded it. Radio was in existence 38 years before 50 million people tuned in; TV took 13 years to reach that benchmark. Sixteen years after the first PC kit came out, 50 million people were using one. Once it was opened to the general public, the Internet crossed that line in four years.

Growing Economic Importance of the IT Sector:

One of the most notable economic developments in recent years has been the rapid increase in the IT sector's (computing and communications) share of investment activity and of the gross domestic product (GDP). It grew from 4.9 percent of the economy in 1985 to 6.1 percent by 1990 as the PC began to penetrate homes and offices. The next spurt started in 1993, with the burst of commercial activity driven by the Internet. From 1993 to 1998, the IT share of the economy will have risen from 6.4

percent to an estimated 8.2 percent (Figure 2). With such rapid expansion, IT's share of total nominal GDP growth has been running almost double its share of the economy, at close to 15 percent.

What makes this rise in IT's nominal share of the economy even more remarkable is the fact that IT prices, adjusted for quality and performance improvements, have been falling while prices in the rest of the economy have been rising.

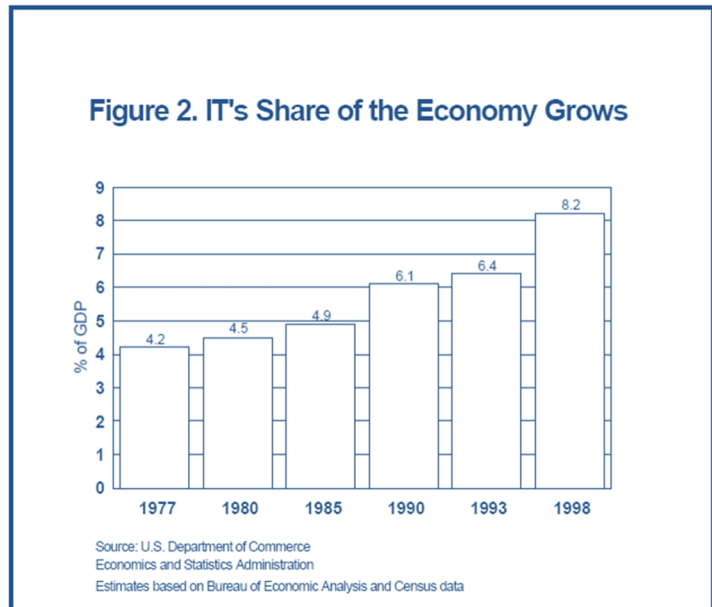
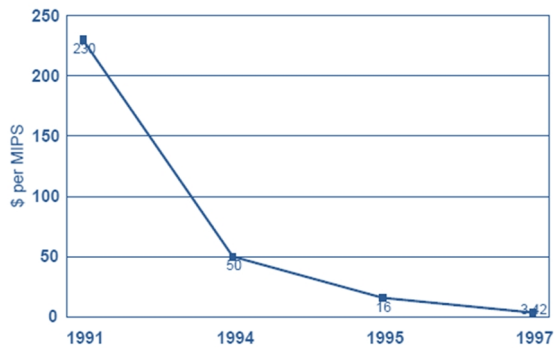


Figure 3. Microprocessor Prices Plummet from \$230 per MIPS to \$3.42 per MIPS in 6 years

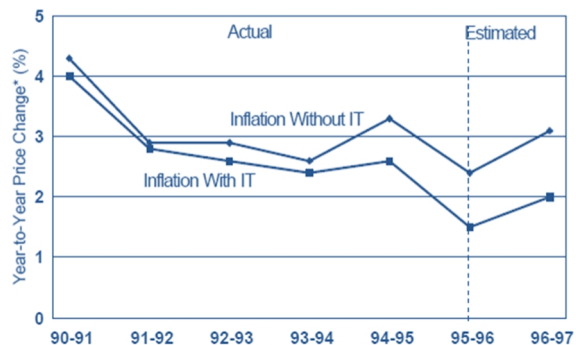


Source: Intel

Computing power has been doubling every 18 months for the past 30 years. At the same time, the average price of a transistor has fallen by six orders of magnitude, due to microprocessor development. In just six years' time, the cost of microprocessor computing power has decreased from \$230 to \$3.42 per MIPS (Figure 3). No other manufactured item has decreased in cost so far, so fast.

In 1996 and 1997, declining prices in IT industries lowered overall inflation by one full percentage point (Figure 4). Without the contribution of the IT sector, overall inflation, at 2.0 percent, would have been 3.1 percent in 1997.

Figure 4. IT Industries Help to Keep Inflation Down

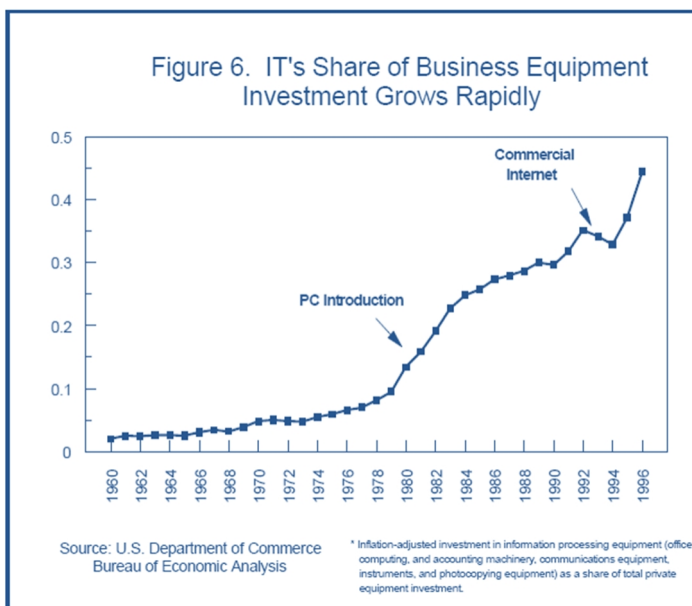
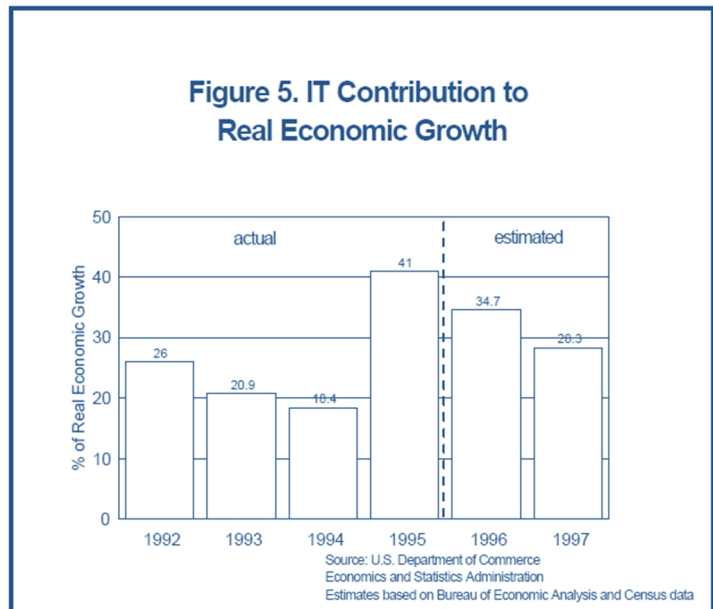


*As measured by the Gross Domestic Income Implicit Price Deflator

Source: U.S. Department of Commerce Economics and Statistics Administration
Estimates based on Bureau of Economic Analysis and Census data

Thus, in real terms, the expansion of the IT sector accounts for an even larger share of overall economic growth in the mid-to late-1990s. In recent years, IT industries have been responsible for more than one-quarter of real economic growth (Figure 5).

Companies throughout the economy are betting on IT to boost productivity and efficiency. In the 1960s, business spending on IT equipment represented only 3 percent of total business equipment investment. In 1996, IT's share rose to 45 percent (Figure 6). For some industries like communications, insurance and investment brokerages, IT equipment constitutes over threequarters of all equipment investment.



Information technology supports high-paying jobs. In 1996, 7.4 million people worked in IT industries and in IT-related occupations across the economy. They earned close to \$46,000 per year, compared to an average of \$28,000 for the private sector.

The impact of IT is also reflected in the capital IT firms currently represent. The collective market capitalizations of five major companies, Microsoft, Intel, Compaq, Dell and Cisco, has grown

to over \$588 billion in 1997 from under \$12 billion in 1987, close to a fifty-fold increase in the space of a decade.

Despite these impressive trends, the digital revolution is just beginning. Growth could accelerate in the coming years not only in the IT sector itself, but across all sectors of the

economy as the number of people connected to the Internet multiplies and as its commercial use grows. The growth will be driven by four types of economic activity:

- ***Building out the Internet:*** In 1994, three million people, most of them in the United States, used the Internet. In 1998, 100 million people around the world use the Internet. Some experts believe that one billion people may be connected to the Internet by 2005. This expansion is driving dramatic increases in computer, software, services and communications investments.
- ***Electronic commerce among businesses:*** Businesses began using the Internet for commercial transactions with their business partners about two years ago. Early users already report significant productivity improvements from using electronic networks to create, buy, distribute, sell, and service products and services. By 2002, the Internet may be used for more than \$300 billion worth of commerce between businesses.
- ***Digital delivery of goods and services:*** Software programs, newspapers, and music CDs no longer need to be packaged and delivered to stores, homes or news kiosks. They can be delivered electronically over the Internet. Airline tickets and securities transactions over the Internet already occur in large numbers. Other industries such as consulting services, entertainment, banking and insurance, education and health care face some hurdles but are also beginning to use the Internet to change the way they do business. Over time, the sale and transmission of goods and services electronically is likely to be the largest and most visible driver of the new digital economy.
- ***Retail sale of tangible goods:*** The Internet can also be used to order tangible goods and services that are produced, stored and physically delivered. Though Internet sales are less than 1 percent of total retail sales today, sales of certain products such as computers, software, cars, books and flowers are growing rapidly.

ANEXO C. INFORMACIONALISMO Y LA SOCIEDAD RED ¹

La más importante contribución individual al definitivo avance de la red de redes fue la de Marc Andreessen, quien con el apoyo de unos pocos hackers crearon el primer navegador con una interfaz gráfica fácil de utilizar para el ordenador personal. Este programa, distribuido en la modalidad de código fuente de acceso libre, pronto llevó al más conocido y más rápidamente difundido buscador Netscape Navigator.

Si bien ahora Internet y la red mundial de redes (juntas "la Red") dominan nuestra imaginación colectiva, su avance masivo no hubiera sido posible, sin duda, de no ser por la creación de ese otro destacado invento de nuestro tiempo, el ordenador personal. La historia de su ideación se remonta a los primeros hackers del MIT, pioneros de la programación interactiva. En su época, el campo de la informática estaba aún dominado por el modelo IBM de ordenadores formados por unidades centrales de procesamiento por lotes; los programadores no tenían acceso directo al ordenador, sino que debían ser autorizados para pasar sus programas a un operador especial. Se podían tardar días en recibir los resultados. En contraposición a este método, los hackers del MIT favorecieron la computación interactiva en miniordenadores: el programador podía escribir su programa directamente en el ordenador, ver los resultados e inmediatamente hacer las correcciones deseables. En cuanto a organización social, la diferencia era enorme: con una interacción que elimina la figura del "operador", los individuos pueden utilizar la tecnología de una forma más liberadora. Esta eliminación de los operadores, los sumos sacerdotes del mundo del ordenador, es comparable a lo que supuso la eliminación de las operadoras telefónicas en la historia del teléfono. Comportó dejar expedito el intercambio directo entre los individuos.

El paso decisivo fue dado por Steve Wozniak, miembro del Homebrew Computer Club, un grupo de hackers que empezaron a reunirse con regularidad a mediados de la década de 1970. En 1976, utilizando la información compartida libremente en el club, construyó, cuando sólo tenía veinticinco años, el primer ordenador personal que podía ser utilizado por quien no fuera un técnico especializado, el Apple I. Para apreciar la importancia de este logro, debemos recordar que los ordenadores anteriores solían ser máquinas del tamaño de una nevera que debían conservarse en habitaciones especiales, con control de temperatura y humedad. Los presidentes ejecutivos de las mayores compañías de ordenadores del mundo no creían que los ordenadores personales tuvieran futuro, tal como revelan opiniones como éstas: "Pienso que a lo sumo habrá mercado para cinco ordenadores" (Thomas Watson, presidente de IBM, 1943); "No hay razón para que alguien quiera tener un ordenador en casa" (Ken Olsen, cofundador y presidente de la Digital Equipment Corporation, 1977). Tales predicciones hubieran podido ser ciertas si Wozniak no hubiese logrado "humanizar" el ordenador.

¹ CASTELLS, Manuel. Informacionalismo y la sociedad red (Epílogo). En: HIMANEN, Pekka. La ética del hacker y el espíritu de la era de la información [en línea]. E-prints in library & information science (publicador), 2002. Fecha de depósito: 11/03/2009. Última modificación: 02/10/2014 12:13. [recuperado el 29/07/2015]. p. 128-130. Disponible en: <http://eprints.rclis.org/12851/1/pekka.pdf>

ANEXO D. DOCE TEMAS CLAVE DE LA ECONOMÍA DIGITAL ¹

TEMA	CARACTERÍSTICAS
<p>Globalización</p> <p>La nueva economía es una economía global.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Una economía basada en conocimiento, volatiliza las fronteras. • Los productos y servicios adquieren gran movilidad, buscando explotar las ventajas comparativas de bloques y regiones. • La globalización y la tecnología actúan como causa y efecto de un mismo proceso de desarrollo mundial. • El mundo académico y empresarial trabajan en la conformación de “empresas virtuales, redes de respuesta comercial, firmas sin fronteras y organizaciones globales”.
<p>Conocimiento</p> <p>La nueva economía es una economía de conocimiento.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Las ideas de los individuos, la información y la tecnología se convierten en parte de productos (confecciones, tarjetas, casas, autos, televisores, teléfonos y otros productos inteligentes). • Los activos claves de la organización radican en los trabajadores del conocimiento (capital intelectual) • La competitividad de una organización está en la capacidad de aprender más rápido que los competidores o lo que es lo mismo, el aprendizaje organizacional permanente se convierte en la única ventaja competitiva sostenible.
<p>Innovación</p> <p>La nueva economía estará basada en la innovación.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • La actividad de innovación se compromete con la renovación continua de productos, sistemas, procesos, mercadotecnia y manejo del personal. • Ciclos de vidas de los productos y servicios muy cortos. • En una economía de innovación, la imaginación y creatividad humana es la principal fuente de valor. • Aprender a comprender las necesidades de los clientes de sus clientes es innovar y entrar en la cadena de valor sostenible.

¹ GARCÍA, Fidel. Gestión del conocimiento en tiempos de economía digital [documento en línea]. 2001. [recuperado el 13/06/2015]. p. 1 – 4. Disponible en: [http://www.hacienda.go.cr/centro/datos/Publicacion/Gestión del conocimiento en tiempos de economía digital..rtf](http://www.hacienda.go.cr/centro/datos/Publicacion/Gestión%20del%20conocimiento%20en%20tiempos%20de%20economía%20digital..rtf)

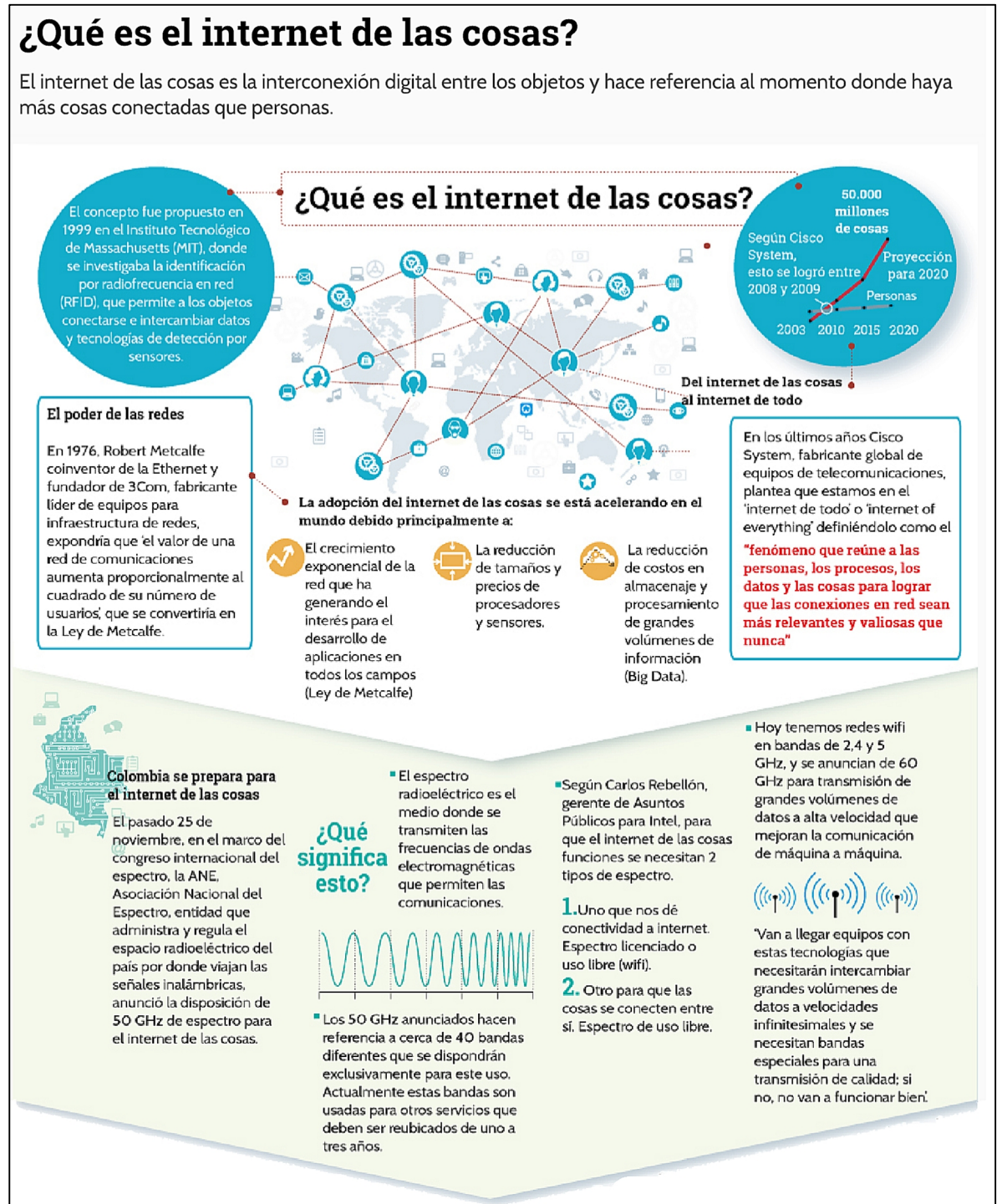
TEMA	CARACTERÍSTICAS
<p>Digitalización</p> <p>La nueva economía es digital.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Los nuevos medios, la autopista de la información y la nueva economía se construyen sobre la base del bit. • Los medios de transmisión, reproducción, visualización y presentación de la información convergen hacia un mundo digital. • Nuevos conceptos de trabajo y capacidades creativas se desarrollan a partir de la digitalización de servicios profesionales (diseño asistido por computador, trabajo en grupo mediado por computador, laboratorios virtuales, etc.)
<p>Virtualización</p> <p>Al cambiar la información de análogo a digital, los elementos físicos se tornarán virtuales, cambiando así el metabolismo de la sociedad.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Nuevos y vastos campos de la actividad socioeconómica, donde la información es un factor crítico, pasan a la virtualidad como plataforma de desempeño: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Trabajo virtual. ▪ Educación virtual. ▪ Congreso virtual. ▪ Centro Comercial Virtual, etc.
<p>Convergencia</p> <p>El sector económico más importante se sustenta en la convergencia de las industrias de la informática, las comunicaciones y la información.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • El desarrollo del hardware y del ancho de banda de las comunicaciones abre el camino para que las nuevas ganancias estén en el sector de los servicios de información, donde se crea valor para los consumidores. • La visión hacia la convergencia ofrece nuevas ventajas e impactará en la aparición de nuevas empresas y alianzas estratégicas para la nueva economía.
<p>Interconexión en red</p> <p>La nueva economía es una economía en red.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Se crea un nuevo modelo operativo de los negocios a través de la capacidad de segmentación exclusiva para un mercado de un solo cliente. • La nueva empresa interconectada permite a las PyMES superar las ventajas (economía de escala y acceso a los recursos) de las grandes compañías y elimina la burocracia, la jerarquía innecesaria y la incapacidad de cambiar. • Se reconfiguran las relaciones de las empresas y se produce un incremento dramático del outsourcing.

TEMA	CARACTERÍSTICAS
<p>Molecularización</p> <p>Se desagrega la economía hacia formas moleculares más dinámicas y flexibles. Lo masivo se convierte en molecular.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • La reingeniería de procesos: inicio de una transformación hacia formas más productivas de orientación al cliente. • El trabajador del conocimiento (molécula de la organización) funciona como una unidad de negocios, creando e incorporando valor a la producción. • Los mercados en masa son sustituidos por un mercado activo con nichos importantes para la pequeña y mediana empresa con alta funcionalidad y orientación rápida a los cambios de los clientes.
<p>Orientación a clientes</p> <p>Las empresas, funciones y personas necesitarán subir a la cadena de crear valor o desaparecerán.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Las actividades cuya esencia estén en la repetición de señales de información tienden a desaparecer, presionadas por la interconexión en red entre consumidores y productores de bienes y servicios. • La intermediación de información se reconfigura hacia la agregación de valor en la transacción, a través de un profundo análisis de productores y consumidores.
<p>Desintermediación</p> <p>Se reduce la brecha entre consumidores y productores.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Se particulariza el mercado y la producción masiva se sustituye por la producción orientada a clientes. • La participación activa de los consumidores en ambientes de comunicación electrónica, los hace partícipes de procesos de diseño y producción. • Al aumentar el contenido de información y conocimiento de los productos y servicios, las empresas tienden a convertirse en productores de infotecnología.
<p>Inmediatez</p> <p>En una economía basada en bits, la inmediatez se convierte en impulsor y variable clave en la actividad económica.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • La empresa en tiempo real. • Los sistemas just in time cambian la naturaleza de muchos negocios. • El tiempo de respuesta es una variable crítica de supervivencia en el negocio. • El intercambio electrónico de documentos plantea la señal de una oleada de nuevas formas de hacer comercio y un metabolismo de los negocios hacia un tiempo real.

TEMA	CARACTERÍSTICAS
<p>Discordancia</p> <p>Problemas sociales sin precedentes causan traumas y conflictos masivos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Fuertes presiones para la descentralización del poder económico y político. • Poca movilidad laboral entre una economía industrial y una basada en el conocimiento. • Los trabajadores del conocimiento requieren de la motivación y unas relaciones de equipo confiables para ser efectivos. • La tendencia de los que no tengan acceso a la nueva infraestructura del conocimiento es quedarse cada vez más a la saga. • Se reconfiguran los sistemas educativos.

ANEXO E. LA INTERNET DE LAS COSAS

FUENTE: EL TIEMPO. Infografía La Internet de las Cosas [recuperado el 10/09/2015]. Disponible en: <http://www.eltiempo.com/multimedia/infografias/que-es-el-internet-de-las-cosas/15119081>



A nivel personal

Desarrollos de consumo masivo se han dirigido a la salud y la organización personal.

Sus sensores miden

Lo que caminamos y la ruta recorrida.

Si dormimos o descansamos.

El ritmo cardíaco e, incluso, el nivel de estrés.

Bandas con sensores de humedad alertan si sus hijos ingresaron a una piscina.

Bandas deportivas o cuantificadoras y relojes inteligentes se comunican con nuestro teléfono.

Nos alerta constantemente de los riesgos que podemos sufrir.

En la nube, llevamos registro diario y diferentes promedios de la actividad.

Los médicos podrán hacer seguimiento remoto de sus pacientes, identificar riesgos y alertarlos ante una eventualidad.

Padres monitorean remotamente a sus hijos menores de edad.

Aplicaciones

En el hogar

Equipamiento inteligente para las casas facilita el control y bienestar del hogar.

El sistema puede sugerir un descanso o incrementar la intensidad del juego.

Sensores en consolas de juegos detectan si se está cansado o aburrido.

Productos con sensores de humedad y radiación mantienen control de sus plantas, alertando sobre sus cuidados.

Pasear la mascota antes de salir

Regar las plantas

Sensores en empaques de productos alertan a la nevera de su caducidad para ser desechados.

Las neveras pueden ayudarle a llevar un inventario actualizado de lo que se tiene y recordar lo que falta.

Personalizar sensores de proximidad en diferentes lugares puede recordarle algo cuando esté cerca de ellos.

Despertarlo

En las ciudades

El desarrollo de vehículos semiautónomos y autónomos viene acompañado de vías inteligentes que se comunican entre sí y con otros objetos.

Al definir una ruta, otros sistemas podrán recordarnos las necesidades en el camino.

Vehículos interactúan con vías y semáforos para el control óptimo de los flujos.

La cercanía a un mercado nos indica la falta de inventario en la nevera.

Una cita en otro punto de la ciudad no se alcanza a cumplir por tráfico.

Si en el tanque falta gasolina.

Vehículos y objetos se comunican entre sí para alertar a los conductores o tomar el control del carro.

Redes de servicio

La red eléctrica involucra sensores y dispositivos que permiten, ante una interrupción del servicio, que otra parte de la red se active y redirija el fluido evitando la interrupción.

Un proyecto evitaría que una ciudad se inunde por una fuerte lluvia, gracias a sensores ubicados en alcantarillas, los cuales activan desagües para evacuar más rápido zonas sensibles de inundación.

Sensores en vehículos detectan objetos en la vía o cerca de ella con posibilidad de colisión.

La seguridad

Monitorear la ciudad por medio de sensores y cámaras con algoritmos predictivos permite mayor control y la anticipación de eventos.

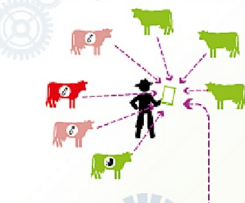
Un chip permite el seguimiento de las armas de la policía. Se monitorea dónde están, si han sido desenfundadas o si están siendo disparadas.

En algunas situaciones, los policías no alcanzan a solicitar refuerzos.

El sistema detecta la acción y envía refuerzos automáticamente.

En el agro

Sensores para el ganado monitorean la salud, la fecundidad y el estado de embarazo de sus vacas, así como el control de la producción de leche.



El estudio de las condiciones climáticas del cultivo permite generar análisis predictivos y aplicar acciones a tiempo.

En plantaciones, sensores monitorean permanentemente los niveles de humedad y radiación, y envía una señal que activa el riego.

- Dónde está
- Ha sido desenfundada
- Está siendo disparada

ANEXO F. AUTORES Y CORRIENTES QUE TRABAJAN SOBRE LA NOCIÓN DE COMPLEJIDAD ¹

CORRIENTES Y AUTORES	CARACTERÍSTICAS	OBSERVACIONES
<p>El Instituto Santa Fe: Murria Gell-Mann, Christopher G Langton, W. Brian Arthur, Stuart A. Kauffman, Jack D. Cowan.</p>	<p>Complejidad como “borde del caos”, posible de reducir a lo simple. Ello presupone, primero, la jerarquización de la naturaleza en la gama entre lo simple y lo complejo y, segundo, la posibilidad de traducir todo lo real a lo computable. Así, se relaciona lo complejo con la “capacidad computacional”. Se inspira especialmente en la teoría del caos, mantiene los presupuestos clásicos de la ciencia moderna y busca aplicaciones prácticas de la comprensión de lo complejo.</p>	<p>Fluctúa entre dos concepciones: la complejidad aparente, donde se entiende lo complejo como lo simple complejizado, y la complejidad como incompreensión o como frontera de la ciencia. Puede tender hacia un determinismo refinado, hacia el procedimiento que algunos han calificado de “trasteo computarizado”, hacia la instrumentalización y hacia un cientificismo que problematiza poco sus presupuestos epistemológicos. Aquí es necesario enfrentar la pregunta: ¿todos los aspectos que muestran los sistemas complejos pueden traducirse en información computable?</p>
<p>La corriente sistémica de Capra</p>	<p>Se fundamenta en la sistémica clásica, retomando autores como Bateson. También en la ecología profunda de Arne Naess y en algunos otros desarrollos de la ciencia contemporánea, como la física cuántica. Concibe lo complejo rompiendo los límites de la ciencias para conectarlas con otros saberes que representan la sabiduría.</p>	<p>En opinión de MORIN, supera el reduccionismo de las partes, pero cae en el reduccionismo del todo. No hay claridad en los fundamentos, en el sentido de que no diferencia claramente el tipo de sistémica y el tipo de teoría de la autoorganización que utiliza.</p>

¹ MORENO, Juan Carlos. Fuentes, autores y corrientes que trabajan la complejidad. En: VELILLA, Marco Antonio (comp.). Manual de iniciación pedagógica al pensamiento complejo [en línea]. Bogotá: UNESCO – ICFES – Corporación para el Desarrollo COMPLEXUS, 2002. pp. 21 – 23 [recuperado el 30/05/2015]. Disponible en:

http://www.pensamientocomplejo.org/docs/files/Vilella_Manual_pedagogia_pc.pdf

CORRIENTES Y AUTORES	CARACTERÍSTICAS	OBSERVACIONES
<p>La escuela de Prigogine: Ilya Prigogine, Isabelle Stenger, etc.</p>	<p>Prigogine y su escuela son pioneros en los desarrollos científicos que cuestionan la ciencia moderna. Desde allí crearon una teoría de la autoorganización. Hablan de una complejidad, pero restringida a lo que ellos llaman “sistemas complejos adaptativos”, a diferencia de los sistemas simples. Más por tradición que por opción, restringen lo complejo a lo estudiado por las ciencias naturales. Asumen una complejidad numérica (cantidad de variables en juego), que tiende a confundir lo complejo con lo complicado.</p>	<p>Su concepción de complejidad es restringida.</p> <p>Se relaciona lo complejo con lo complicado.</p>
<p>La obra de Luhmann</p>	<p>A Luhmann le interesa articular una teoría sistémica para la sociología. Asume los sistemas autopoieticos . Piensa una teoría sociológica que aborda el cambio, la adaptación y la evolución social. Esa teoría se da en términos informacionales, por un proceso de diferenciación que reduce la complejidad de la realidad. Para Luhmann, la realidad es compleja en la medida en que no se ha diferenciado. Pero el conocimiento de la realidad no puede ser complejo.</p>	<p>La comprensión de Luhmann es sistémica. Su noción de complejidad no puede asumirse como una teoría de la complejidad.</p>
<p>La escuela de Palo Alto: Gregory Bateson, Paul Watzlawick, Marcelo Pakman. La escuela Madrileña</p>	<p>La escuela madrileña piensa lo complejo en relación con las ciencias humanas y sociales. Asumen algunas herencias de la sistémica de la escuela de Palo Alto. Realizan exploraciones y aplicaciones muy concretas a las ciencias humanas y sociales.</p>	<p>Se interesan más por las aplicaciones de las perspectivas de complejidad en las ciencias sociales.</p>

CORRIENTES Y AUTORES	CARACTERÍSTICAS	OBSERVACIONES
<p>La obra de Morin</p>	<p>Más que una teoría ofrece un pensamiento complejo, producto de un método de complejización del conocimiento que pasa por una reforma del pensamiento. Lo realmente complejo es la realidad, pero el pensamiento puede ser complejo en la medida en que se cure de simplificar lo real. Construye su perspectiva apoyándose especialmente en la sistémica, la cibernética de segundo orden y la teoría de la comunicación. Su perspectiva de complejidad puede llamarse paradigmática en varios sentidos: se articula a partir de los nuevos paradigmas de las ciencias, reordena el conocimiento y se aplica a todo tipo de realidad. Su perspectiva no sólo sirve para entender la complejidad de la naturaleza, sino que especialmente, a diferencia de otras perspectivas, se concentra en la complejidad humana y social, realidad en la que se encuentra el mayor grado de complejidad.</p>	<p>Por sus grandes alcances, esta perspectiva ha sido comúnmente mal entendida. Además, el estilo de Morin corresponde más al de un texto intuitivo, que vislumbra, articula y abre caminos. Sus obras reconstruyen su propio camino de articulación. Por ello le faltan más referentes y tiende a ser demasiado explicativo. Si no se toma la obra de MORIN de la anterior manera, parecerá poco académica, ecléctica o atrevida. Además, los textos tienen fuertes exigencias transdisciplinarias para su comprensión.</p>

ANEXO G. EL PARADIGMA COMO MODELO ¹

Un paradigma es, fundamentalmente, una estructura de representación de la composición disciplinar (de una ciencia determinada). No obstante, cabe indicar que se han dado otros sentidos a esta expresión. En particular, debe referirse la comprensión como modelo. En este caso pierde su visión holista y, más bien, adquiere una de las tres siguientes indicaciones puntuales:

a. La versión de 'ejemplo didáctico'

En el contexto de la pedagogía se comprende un paradigma, en cuanto modelo, como el ejemplo prototípico. Éste debe contener a un mismo tiempo los elementos centrales de una teoría, o de la manera como ésta explica los fenómenos, los procedimientos de investigación y de solución de problemas que lo hacen relevante con respecto al marco de referencia.

La validez de un modelo de este tipo depende fundamentalmente de su coherencia con el marco teórico que pretende ilustrar o exponer.

b. La versión de 'reglas de procedimiento'

También en el contexto pedagógico se comprende un paradigma, en tanto modelo, cuando se tienen un conjunto de reglas que se van a seguir de manera sistemática para producir una estructura de intervención. En este sentido, no busca ni explicar, ni comprender, ni describir. Su interés radica en que propone un tipo de intervención sobre un fenómeno y predice qué consecuencias se deben dar por su aplicación.

La validez de un modelo de este tipo consiste en que funcione o sea útil a la solución de problema que se requiere. Esta concepción, por cierto funcionalista y pragmática, procede por intentos de resolución hasta conquistar la operatividad (del modelo).

c. La versión de 'algoritmo'

Caracterizar reglas derivadas de teorías o sistematizar alternativas para intervenir en procesos de resolución de problemas da como resultado la consolidación de algoritmos.

Un paradigma se entiende, igualmente, como modelo cuando opera como una síntesis de las estrategias que en un campo de investigación se han utilizado con éxito y cuando las mismas son aplicadas a nuevos procesos, igualmente, con éxito.

La validez de un modelo algorítmico radica en su eficacia. Son casos de modelos de este tipo los esquemas de investigación difundidos en las distintas áreas del conocimiento para el desarrollo de nuevas investigaciones. Es una característica específica de este tipo de modelos el que operen acumulativamente. Estos modelos permiten hablar de la relación entre los paradigmas y la 'enseñabilidad'.

¹ VARGAS GUILLÉN, Germán. Tratado de epistemología. Bogotá: San Pablo, 2006. pp. 277-278

ANEXO H. PERSPECTIVA SEMANTICISTA DE LOS MODELOS

(Extracto de la ponencia *Qué son los modelos científicos* de Agustín Adúriz-Bravo y Yefrin Ariza¹)

La noción de modelo es una noción esencialmente semántica, y los análisis más habituales se realizan desde la llamada “teoría de modelos”; en este sentido, las miradas representacionales más recientes que tienen como centro de sus indagaciones este constructo son llamadas *semanticistas o modelo-teóricas*

Más allá de las características de los llamados “modelos teóricos” que se exponen en los trabajos citados, que permiten distinguirlos tanto de otros constructos epistemológicos (hipótesis, leyes, teorías, etc.) como de otros tipos de modelos existentes en las ciencias naturales (modelos matemáticos, estadísticos, geométricos, etc.), nos interesa presentar otros rasgos de esos modelos:

1. Los modelos teóricos son modelos-apartir- de teoría y empiria
2. Los modelos teóricos son modelos-para unas determinadas finalidades y valores;
3. Los modelos teóricos son analogías teóricas respecto de la realidad; y
4. Los modelos teóricos median entre teoría y empiria.

Los modelos son “modelos-de”

Un modelo, por sentido común, es un modelo “de algo”. Sin embargo, a pesar de esta denotación simple de los modelos como re-presentaciones de un objeto, consideramos que el nexa “de” es ambiguo, lo que nos lleva a la necesidad de distinguir varios usos.

Para tal distinción usaremos dos casos: en el primero podemos decir que “Gala fue muchas veces modelo de Dalí”; aquí “modelo” se refiere a la “materia prima” a ser representada. En otras palabras, Gala remite al input (punto de partida) de un proceso de representación-modelización de un objeto real. En el segundo caso, podemos decir que “una réplica de juguete es un modelo de un coche de Fórmula 1”; aquí, “modelo” se refiere a la representación que se hace de la “materia prima”.

¹ ADÚRIZ-BRAVO, Agustín; ARIZA, Yefrin. *Qué son los modelos científicos*. En: III Congreso Internacional y VIII Nacional de Investigación en Educación, Pedagogía y Formación Docente (22-24, agosto, 2012, Bogotá). Memorias [en línea]. ASCOFADE, Universidad de Antioquia, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Universidad Del Valle, Universidad Pedagógica Nacional, Universidad Pedagógica Nacional de México. ISBN: 978-958-8650-30-2. p. 1138 [recuperado el 19/06/2015]. Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/112649827/Memorias-III-Cong-Inv-Ed-y-Pedag-2012>

En este sentido, la réplica remite al output (punto de llegada) del proceso: una representación simbólica en forma de maqueta o réplica. Esta distinción de acuerdo con el lugar que los modelos ocupan en el proceso de representación fue ya reconocida por la escuela epistemológica “clásica” heredera del positivismo lógico del Círculo de Viena, que sostuvo que los

modelos-output son aquellos que caracterizan a las ciencias empíricas. En esta línea, los modelos científicos son una representación de un sistema real.

Ahora tomaremos otros dos casos: podemos decir que “el Chapulín Colorado personifica el modelo del antihéroe”; aquí, “modelo” queda refiriendo a algo obtenido a partir de ciertas directrices generales y abstractas. O podemos decir que “una maqueta sirve de modelo del túnel internacional”; aquí “modelo” queda refiriendo a las directrices seguidas para producir algo. Hagamos entonces la siguiente distinción: identificaremos al Chapulín Colorado con un modelo-a-partir-de, esto es, con una concreción hecha a partir del canon de antihéroe. La maqueta, en cambio, se identificará con un modelo-para: un objeto que funciona a modo de “plano”, proveyendo instrucciones para concretizarlo en una construcción real. Nuevamente, esta distinción fue reconocida en la epistemología clásica, fundiéndola con la anterior. De acuerdo con todo lo anterior, sostenemos aquí que un modelo científico es modelo(-a-partir)-de.

Los modelos científicos son “modelos-para”

Un modelo, por sentido común, sirve “para algo”; se construye con un fin, una intención o una pretensión. Para discutir esta idea, rescataremos tres conceptualizaciones de la preposición “para”. Inicialmente, los modelos pueden ser clasificados de acuerdo a su funcionalidad. Esto se da debido a que los científicos intentan responder a una serie de pretensiones epistémicas que hacen a su actividad: por ejemplo, describir, explicar, entender, predecir, intervenir, transformar o comunicar la realidad que les es objeto de estudio (cf. Oh y Oh, 2011). En este sentido, se hace posible distinguir, por ejemplo, los modelos “semiempíricos” (cuando no hay mucha teoría desarrollada en torno a un nuevo fenómeno), “sistémicos” (multicausales y complejos), “heurísticos” (para crear nuevos significados), “evaluativos” (orientados a la toma de decisiones), “didácticos” (para explicar a otros), y un largo etcétera.

Por otro lado, en el proceso de construcción de modelos, se elaboran modelos que capturan ciertos aspectos de la realidad que se estudia. Solo esos aspectos son de interés para los científicos, puesto que, a través de su estudio, se pretende dar respuesta a las preguntas “bien formuladas” en sus investigaciones. Estas preguntas, al igual que los modelos construidos a partir de “trozos” de la realidad, están impregnadas por valores e intenciones.

Este segundo sentido de “para” es el pragmático: se construyen modelos para responder a inquietudes presentes en un momento de la historia de la ciencia y un contexto particular, proveyendo respuestas que dependen un contexto cultural (ideas, expectativas, prejuicios, visiones de mundo, compromisos, etc.).

Un último sentido de “para”, que fue introducido en el apartado anterior (oponiéndolo a “a partir de”), refiere a la caracterización del modelo como paradigma (una entidad real a ser imitada) o como diseño (un esquema simbólico para ser efectuado) (Adúriz-Bravo, en prensa). La escuela semanticista recupera esta caracterización de modelo paradigmático de la llamada “nueva filosofía de la ciencia” de la segunda mitad del siglo XX (principalmente, de la idea de “ejemplar” de Thomas Kuhn, 1970). (p. 1143)

Los modelos científicos son analogías teóricas respecto de la realidad

Ronald Giere, uno de los integrantes de la escuela semanticista, define los modelos científicos priorizando su carácter teórico y analógico. Para él, un modelo teórico es una entidad abstracta, no necesariamente lingüística, que se comporta exactamente como dice un conjunto de enunciados o proposiciones teóricas (en cualquier sistema simbólico), que se usan para definirlo (Giere, 1992: 102-103). Entonces, los modelos teóricos se relacionan sustantivamente con dos elementos (Giere, 1992: 106-111): el conjunto heterogéneo de recursos expresivos “cargados de teoría” con los cuales se caracterizan, y los sistemas reales de los cuales dan cuenta, con los que mantienen una relación de “parecido de familia” que él técnicamente llama “similaridad”. Cada modelo científico es, según Giere, similar al sistema que modeliza en tales y cuales aspectos y con tales y cuales grados de ajuste.

La similaridad da a los modelos un carácter “analógico” con respecto de aquellos trozos de la realidad de los cuales son modelos. Así, los modelos son entendidos como “analogías” del mundo, que se asemejan a él en ciertos aspectos, que a su vez son especificados para definir esos modelos. Cuando se realiza la especificación de esos “ciertos” aspectos del mundo, se posibilita realizar ajustes que –pretendidamente– aumenten los “parecidos”. Esto es posible debido a, por ejemplo, la introducción de nuevas evidencias empíricas o nuevos avances teóricos. Como la similaridad puede ser “transportada” entre diversos modelos y fenómenos, algunos modelos teóricos pueden ser también ejemplares conforme a los cuales se construyen otros modelos (Giere, 1992: 103); en este sentido, Giere está caracterizando los modelos como modelos-para.

La definición giereana de modelo pretende capturar la manera en que esta entidad es entendida en los campos de la ciencia y la tecnología, donde es usual concebirla como una representación “teórica” de la realidad que se elabora para facilitar el estudio de su comportamiento. Se reconoce entonces que los modelos no son icónicos respecto de la realidad, es decir, no se limitan a reflejarla o imitarla (Koponen, 2007; Adúriz-Bravo, 2011);

antes bien, “pueden ser creados de manera abstractas e incluir entidades teóricas” (Oh y Oh, 2011: 1113; la traducción es nuestra). Si bien, se entiende que los modelos son representaciones abstractas, habría que especificar en qué sentido esas representaciones son también “teóricas”. Para ello, podemos partir de que una teoría es [...] un conjunto estructurado de ideas abstractas que permiten explicar los fenómenos del mundo natural por referencia a entidades y procesos en gran medida “inventados”, pero que guardan una relación compleja e interactiva con la realidad. (Adúriz-Bravo, 2005: 17)

Esta aproximación a lo que es una teoría rescata aquellos aspectos abstractos, simbólicos y generalizadores que atribuimos a los modelos: un modelo está “cargado” por una teoría porque la mirada que propone sobre los fenómenos está atravesada por intenciones que determinan los objetivos y cuestiones que se plantea un científico. Una manera de entender esta filiación de los modelos con las teorías es repasando, aunque sea brevemente, la noción de modelo en las principales escuelas de la epistemología del último siglo. Para ello, sostendremos que la noción de modelo es dinámica, y que sus cambios hasta el día de hoy son susceptibles de una reconstrucción –omitiendo formalidades técnicas– usando la idea intuitiva de “ejemplo”. Podemos entonces considerar tres grandes concepciones acerca de los modelos (Adúriz-Bravo, 2011):

1. Para el positivismo lógico y la concepción heredada (c. 1920-1960), un modelo científico es un ejemplo cualquiera de una teoría; la teoría se considera la entidad central para el análisis epistemológico.
2. Para la nueva filosofía de la ciencia (c. 1950-1985), el modelo se convierte en un ejemplo paradigmático (esto es, digno de imitación) de una teoría.
3. Por último, para la concepción semántica de las teorías científicas (c. 1970 hasta hoy), el modelo está identificado con un ejemplo intencionado de la teoría (un ejemplo que la teoría está interesada en explicar).

Deteniéndonos en la emergente visión modelo teórica, los modelos pueden verse como el centro de la parte “aplicativa” de una teoría; constituyen un conjunto o clase que puede ser caracterizado por las leyes científicas (los axiomas sensu stricto) de esa teoría (Díez y Moulines, 1999). En esta línea, los modelos de una teoría son “proyecciones” de la teoría sobre el mundo: sus “realizaciones posibles”; pueden ser entendidos como correlatos formales de los trozos de la realidad que ella pretende explicar. Estos que podríamos clasificar como “modelos-fenómenos” pasan ahora a formar parte integral de la teoría.

La escuela semántica recupera la noción de ejemplar de Kuhn y añade un requisito más clásico: que todos los ejemplares pueden ser representados de una manera semiformal análoga y pueden ser formulados de la manera más general y abstracta posible (Izquierdo-Aymerich, 2007).

Por tanto, el semanticismo representa una “tercera vía” entre la concepción heredada y la nueva filosofía de la ciencia, que recurre a las herramientas más potentes de ambas escuelas para pensar acerca de los modelos; así, la “«doble estrategia» –que pretende recuperar lo mejor de cada uno de los períodos precedentes– constituye una de las características fundamentales de este enfoque” (Lorenzano, 2001: 38).

Los modelos median entre teoría y realidad

A partir del rasgo epistemológico anterior podemos concluir que, por un lado, los modelos comparten hasta cierto punto una relación de similaridad con las parcelas del mundo que modelizan, al presentarse como “analogías” de esas parcelas, y que, por otro lado, los modelos comparten parcialmente una relación de “dependencia” con las teorías, ya que son susceptibles de ser “capturados” por formulaciones simbólicas (incluyendo las lingüísticas) muy estructuradas sintácticamente, formulaciones que juegan un papel importante en la arquitectura de aquellas teorías. Los modelos, entonces, corporizan la teoría a la vez que ayudan a desarrollarla a partir de datos y a proyectarla sobre el mundo (Schwarz y Gwekwerere, 2007; Oh y Oh, 2011). Podemos entonces concluir que los modelos científicos son de naturaleza “híbrida”, esto es, a mitad de camino entre las teorías y el mundo.

Los modelos científicos resultan ser entonces al mismo tiempo “fenómenos estilizados” (modelos-output), que guardan un parecido con los sistemas reales, y “concreciones de la teoría” (modelos-a-partir-de), que guardan un parecido con enunciados compactos en lenguajes científicos elaborados. Gracias a este carácter dual, no reducible ni a teoría ni a empiria (Justi, 2006), y semi-autónomo, no completamente dependiente de formulaciones teóricas ni de resultados experimentales (Koponen, 2007), los modelos científicos pueden trabajar como mediadores entre esos dos campos.

Además del ya mencionado Ronald Giere, Frederick Suppe y Bas C. van Fraassen han establecido, al interior de la escuela semanticista, una extensa discusión en torno a la naturaleza de los modelos científicos. Aunque estos autores han llegado a construir marcos teóricos con radicales discordancias sobre la naturaleza de la ciencia, concuerdan en que no existe una relación directa entre lo que decimos del mundo (proposiciones) y la manera en que ese mundo se nos muestra (fenómenos); en el medio de esta relación estarían los modelos, es decir, representaciones abstractas de los sistemas reales que son al mismo tiempo concreciones de los sistemas teóricos.

BIBLIOGRAFÍA

Adúriz-Bravo, A., Una introducción a la naturaleza de la ciencia: La epistemología en la enseñanza de las ciencias naturales. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica, 2005.

Adúriz-Bravo, A., Concepto de modelo científico: Una mirada epistemológica de su evolución. En: Galagovsky, L. (coord.), Didáctica de las ciencias naturales: El caso de los modelos científicos, pp. 141-161. Buenos Aires: Lugar Editorial, 2011

Adúriz-Bravo, A., A 'semantic' view of scientific models for science education, *Science & Education*, en prensa.

Díez, J.A. y Moulines, U., Fundamentos de filosofía de la ciencia. Barcelona, Ariel, 2ª edición, 1999.

Giere, R.N., La explicación de la ciencia: Un acercamiento cognoscitivo. México, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, 1992. (Original en inglés de 1988.)

Izquierdo-Aymerich, M., Enseñar ciencias, una nueva ciencia, *Enseñanza de las Ciencias Sociales*, 6, 125-138, 2007.

Justi, R., La enseñanza de ciencias basada en la elaboración de modelos, *Enseñanza de las Ciencias*, 24(2), 173-184, 2006.

Koponen, I.T., Models and modelling in physics education: A critical re-analysis of philosophical underpinnings and suggestions for revisions, *Science & Education*, 16(7-8), 751-773, 2007.

Lorenzano, P., La teorización filosófica sobre la ciencia en el siglo XX, *Boletín de la Biblioteca del Congreso de la Nación*, 121, 29-43, 2001.

Oh, P.S. y Oh, S.J., What teachers of science need to know about models: An overview, *International Journal of Science Education*, 33(8), 1109-1130, 2011.

Schwarz, C.V. y Gwekwerere, Y.N., Using a guided inquiry and modeling instructional framework (EIMA) to support pre-service K-8 science teaching, *Science Education*, 91(1), 158-186, 2007.

ANEXO I. EJEMPLO DE DIFERENCIACIÓN Y ARTICULACIÓN ENTRE CONTEXTO Y SEMÁNTICA

Por momentos, el contexto y la semántica tienden a traslaparse o confundirse^(*). Un ejemplo que permite hacer una distinción más precisa es el caso de las aplicaciones de investigación cualitativa, en el procesamiento de las entrevistas realizadas en el desarrollo de una investigación.

El contexto de las preguntas está dado por el instrumento de investigación, cuya semántica se basa en el marco conceptual y el diseño metodológico de la investigación. La semántica de cada pregunta puede establecerse de acuerdo con una o varias tipologías, según determinados elementos o categorías (metodológicas, sociales, gramaticales, semiológicas, etc.) que pueden incorporarse en el software de procesamiento.

Luego está la respuesta dada por el entrevistado, que puede tener correspondencia, en distintos grados, con el significado o intención de la pregunta, como puede no tenerla. En esta situación, la pregunta es parte del contexto de la respuesta, pero no siempre define la semántica de la respuesta. Por ejemplo, le preguntan a una persona “qué hizo frente a una situación”, pero el contenido de la respuesta se refiere a “cómo se sintió frente a esa situación”. La semántica de la respuesta estará dada parcial o totalmente mediante el ejercicio de interpretación correspondiente al proceso de codificación.

El proceso de codificación de las respuestas consiste en asociar etiquetas (o categorías con un significado) a segmentos de texto correspondientes a las respuestas del entrevistado. La semántica de las etiquetas está definida por un diccionario del proyecto de investigación o del módulo de análisis, en el cual está consignado de forma explícita el significado de cada etiqueta. El contexto de las etiquetas son los segmentos de texto de la entrevista a los cuales se aplica.

Aun así, la semántica de la aplicación de una etiqueta a un texto puede ser no del todo transparente u obvia. Puede suceder que pasado varios días o semanas el propio investigador no recuerde el motivo que lo llevó a realizar la asociación o clasificación, o que para otro integrante del equipo de investigación resulte incomprensible tal elección. En ese caso, para hacer explícita la semántica del etiquetado o categorización se recurre a crear notas o comentarios a dicho proceso.

(*) Según se expuso en el numeral 5.6.2, de acuerdo con Serje, esto se debe al doble carácter referencial y representacional del contexto, en el cual se enmarcan y definen los hechos y, a la vez, su interpretación.

El ejemplo anterior se resume en la Figura I-1.

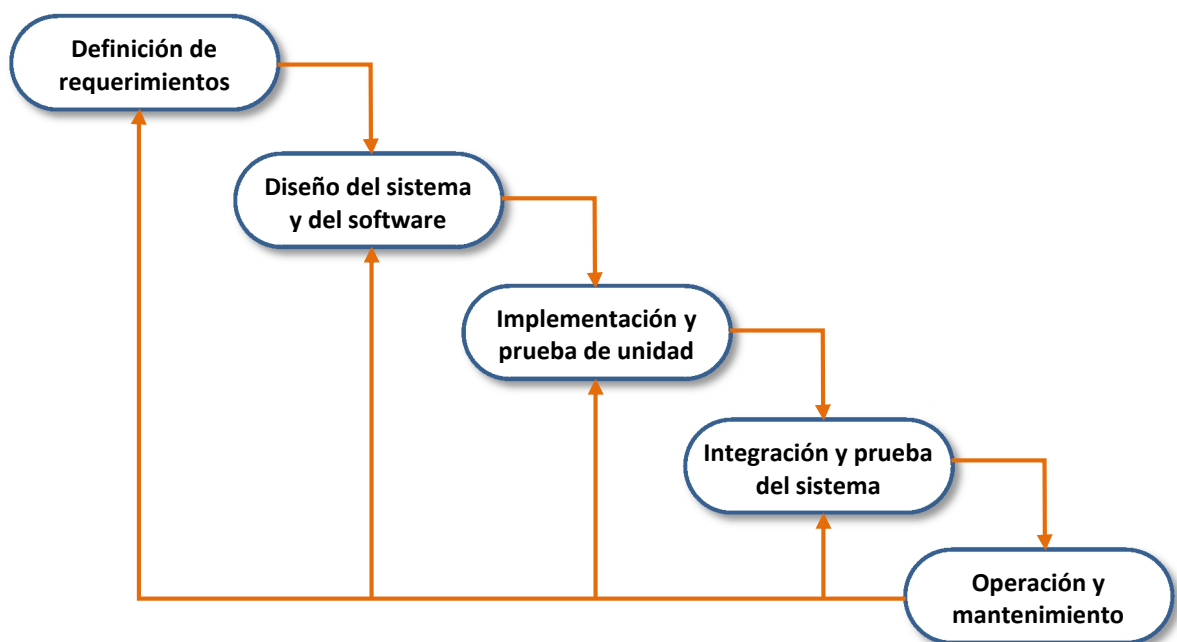
Figura I-1. Ejemplo de contexto y semántica en investigación cualitativa.



1. El modelo en cascada

Se desarrolla a través de fases separadas que representan las principales actividades del proceso de especificación. Cada fase posterior solo inicia hasta cuando está completamente concluida la anterior, aunque no es un proceso completamente lineal sino que hay retroalimentación entre las fases que van generando ajustes donde se requiera¹ (ver Figura J-1).

Figura J-1. Modelo en cascada



FUENTE: SOMMERVILLE, Ian. Ingeniería del software. p. 30.

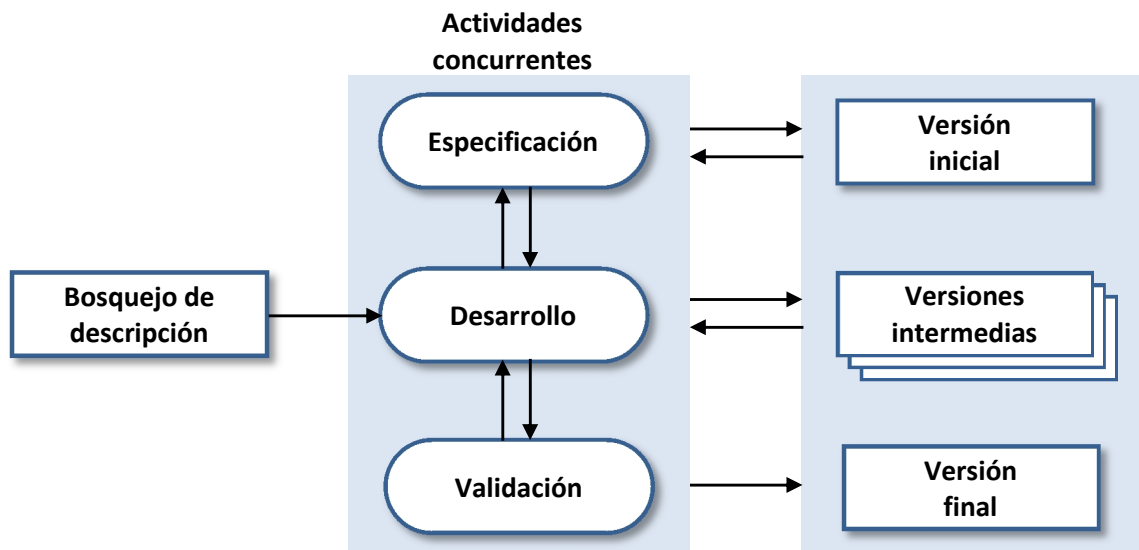
2. Desarrollo incremental

En este enfoque, la definición de especificaciones, el desarrollo y la validación del software se realizan de manera concurrente y articulada, de manera que el sistema es una evolución de versiones o incrementos, donde cada nueva versión representa nuevas funcionalidades o mejoras respecto a la versión anterior. Este tipo de desarrollo permite dar respuesta a los

¹ Ibid. pp. 29, 31.

objetivos más urgentes del usuario y, posteriormente desarrollar otros aspectos, incluidos algunos que se identifican a partir del uso de la versión previa² (ver Figura J-2).

Figura J-2. Desarrollo incremental



FUENTE: SOMMERVILLE, Ian. Ingeniería del software. p. 33.

3. Ingeniería de software orientada a la reutilización

En este enfoque, se aprovecha la existencia de componentes reutilizables para integrarlos al sistema, en lugar de desarrollarlos desde cero³. Funciones o procedimientos diseñados para un propósito dentro de una aplicación pueden ser incorporados en una nueva aplicación para realizar la misma tarea o una diferente.

Algunos de los usos incluyen la *interoperabilidad* entre aplicaciones, por ejemplo, administrar las propiedades de un documento mediante un software de base de datos o enviar correos personalizados en un procesador de texto a través del servidor de correo electrónico, la incorporación de *módulos* para tareas específicas, o la ejecución de una aplicación dentro de otra (ver Figura J-3).

² Ibid. pp. 30, 33.

³ Ibid. p. 30.

Figura J-3. Ingeniería de software orientada a la reutilización



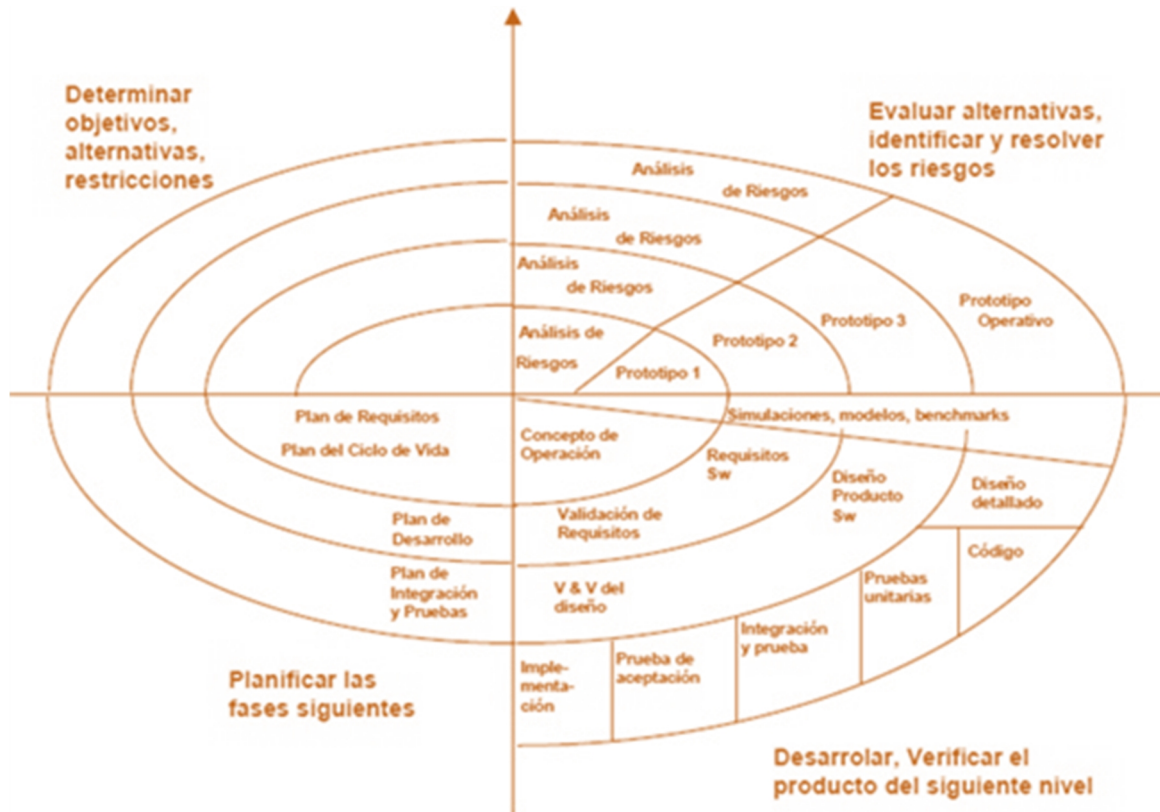
FUENTE: SOMMERVILLE, Ian. Ingeniería del software. p. 35.

4. Modelo en espiral

Este modelo parte del reconocimiento del riesgo que implica responder simultáneamente a objetivos como rendimiento y funcionalidad. El proceso de software se representa como una espiral donde se va de lo más general (la parte más interna de la espiral) a lo más específico, analizando los riesgos subyacentes a cada ciclo y proponiendo diversas alternativas de solución, que se materializan en prototipos. Cada ciclo en la espiral representa una fase del proceso y se divide en cuatro secciones: i) Establecimiento de objetivos, ii) Valoración y reducción del riesgo, iii) Desarrollo y validación, y iv) Planeación⁴ (ver Figura J-4).

⁴ Ibid. pp. 48-50

Figura J-4. Modelo en espiral



FUENTE: SOMMERVILLE, Ian. Ingeniería del software. p. 49.

5. El Proceso Unificado Racional (RUP)

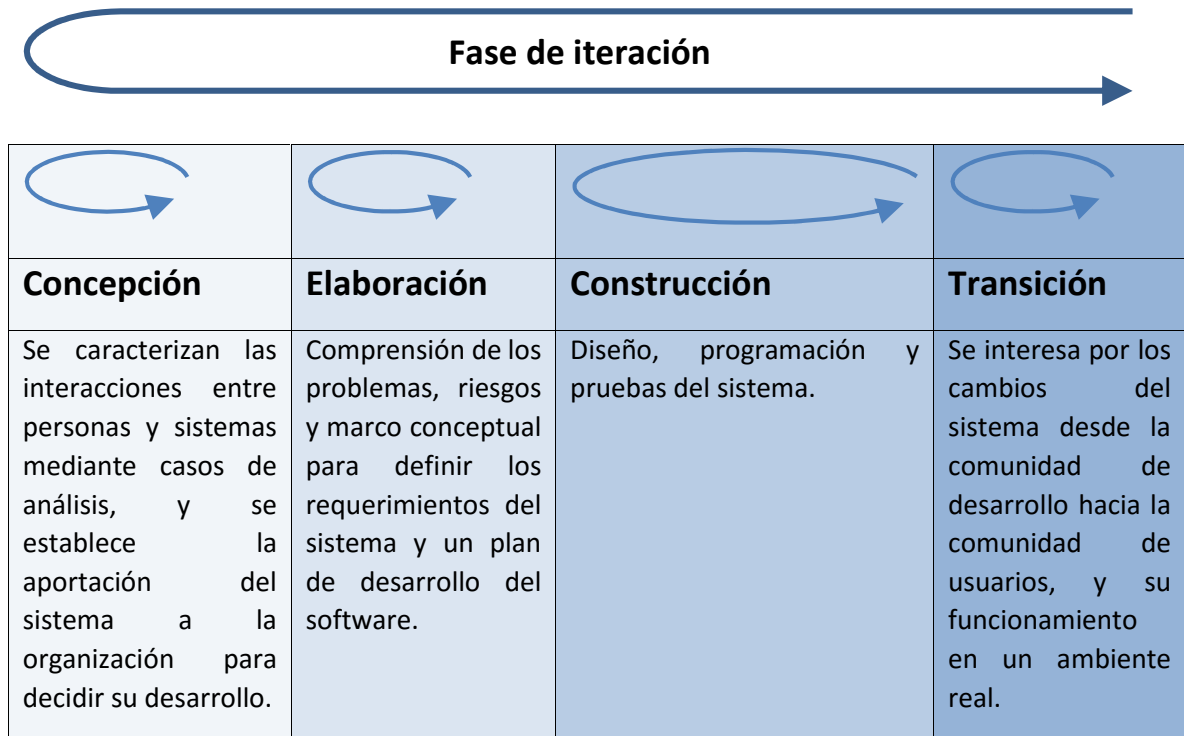
Es una hibridación de los anteriores modelos pero, a diferencia de aquellos, no se limita a un solo enfoque del proceso sino que aborda varias perspectivas:

- Una perspectiva dinámica, muestra las fases del modelo a través del tiempo.
- Una perspectiva estática que presenta las actividades establecidas del proceso.
- Una perspectiva práctica que sugiere buenas prácticas a usar durante el proceso⁵.

En el RUP se identifican 4 fases centradas en las necesidades de la organización y no tanto en el proceso técnico de desarrollo del software: Concepción, Elaboración, Construcción y Transición. Las fases pueden iterar sobre sí mismas o entre aquellas, conformando una fase de iteración (ver Figura J-5).

⁵ Ibid. p. 50.

Figura J-5. Fases del Proceso Unificado Racional



FUENTE: Adaptado de SOMMERVILLE, Ian. Ingeniería del software. p. 51.

6. Métodos ágiles

Bajo esta categoría se agrupan diversas metodologías de desarrollo de software, basadas en el desarrollo incremental, y orientadas al diseño de aplicaciones sometidas a cambios frecuentes en los requerimientos. Tras estos métodos se ven nuevas filosofías de desarrollo, a partir de la flexibilización del trabajo y la aparición de comunidades de programadores independientes, que buscan simplificar procedimientos burocráticos, centrándose en el trabajo que agrega valor al producto. En estas comunidades se evidencia el NMC.

Estas metodologías surgen como respuesta a las demandas que usuarios individuales y pequeñas empresas empezaron a plantear a partir de la masificación del acceso al computador personal. Los principios de los métodos ágiles se resumen en el *Manifiesto Ágil*, adoptado por muchos desarrolladores en el mundo:

Estamos descubriendo formas mejores de desarrollar software tanto por nuestra propia experiencia como ayudando a terceros. A través de este trabajo hemos aprendido a valorar:

Individuos e interacciones sobre procesos y herramientas
Software funcionando sobre documentación extensiva

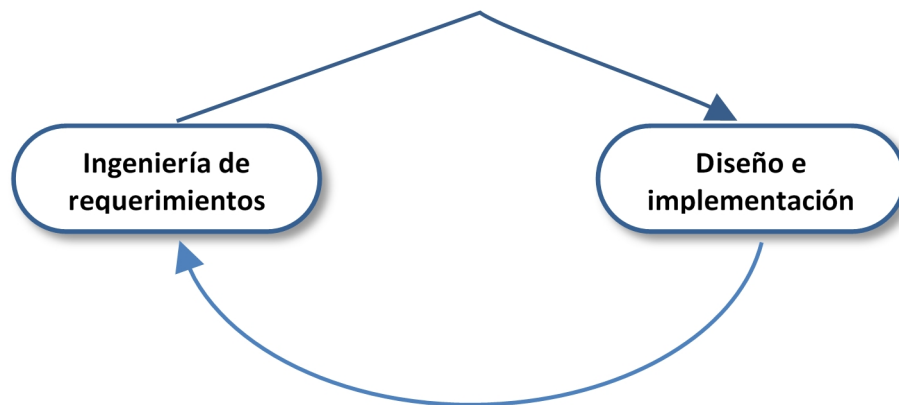
Colaboración con el cliente sobre negociación contractual
Respuesta ante el cambio sobre seguir un plan

*Esto es, aunque valoramos los elementos de la derecha, valoramos más los de la izquierda*⁶.

El involucramiento activo del cliente en el desarrollo del software, planteado por los enfoques ágiles, constituye un punto de articulación con el rol del profesional informatizado, que hace deseable las competencias de modelamiento. De hecho, Sommerville⁷ indica que este principio suele ser difícil de cumplir, entre otros factores, porque los enlaces del cliente en el equipo de desarrollo no logran representar adecuadamente la perspectiva de la organización o interactuar al ritmo que el desarrollo demanda.

La esencia del enfoque ágil es centrar el desarrollo del software en el diseño y la implementación⁸, dando más importancia a las capacidades y habilidades de los integrantes del equipo de desarrollo que en procesos pre-establecidos⁹. El resultado es un ambiente de alta interactividad. La simplicidad buscada por el desarrollo ágil puede representarse como aparece en la Figura J-6.

Figura J-6. Esquema básico de desarrollo ágil



FUENTE: SOMMERVILLE, Ian. Ingeniería del software. p. 63.

⁶ BEEDLE, Mike *et al.* Manifiesto por el desarrollo ágil de software [en línea]. [recuperado el 10/10/2015]. Disponible en: <http://www.agilemanifesto.org/iso/es/>

⁷ SOMMERVILLE, I. op. cit. p. 60.

⁸ Ibid. p. 62

⁹ Ibid. p. 60.

ANEXO K. EJEMPLO DE MODELADO DIRIGIDO POR DATOS

El modelo de monitoreo de las actividades de un proyecto sirve para ilustrar este tipo de procesamiento. Supóngase el cumplimiento de un indicador referido al número de participantes en un tipo de actividad, debiendo replicarse la actividad hasta alcanzar cierto nivel de participación (ver Cuadro K-1).

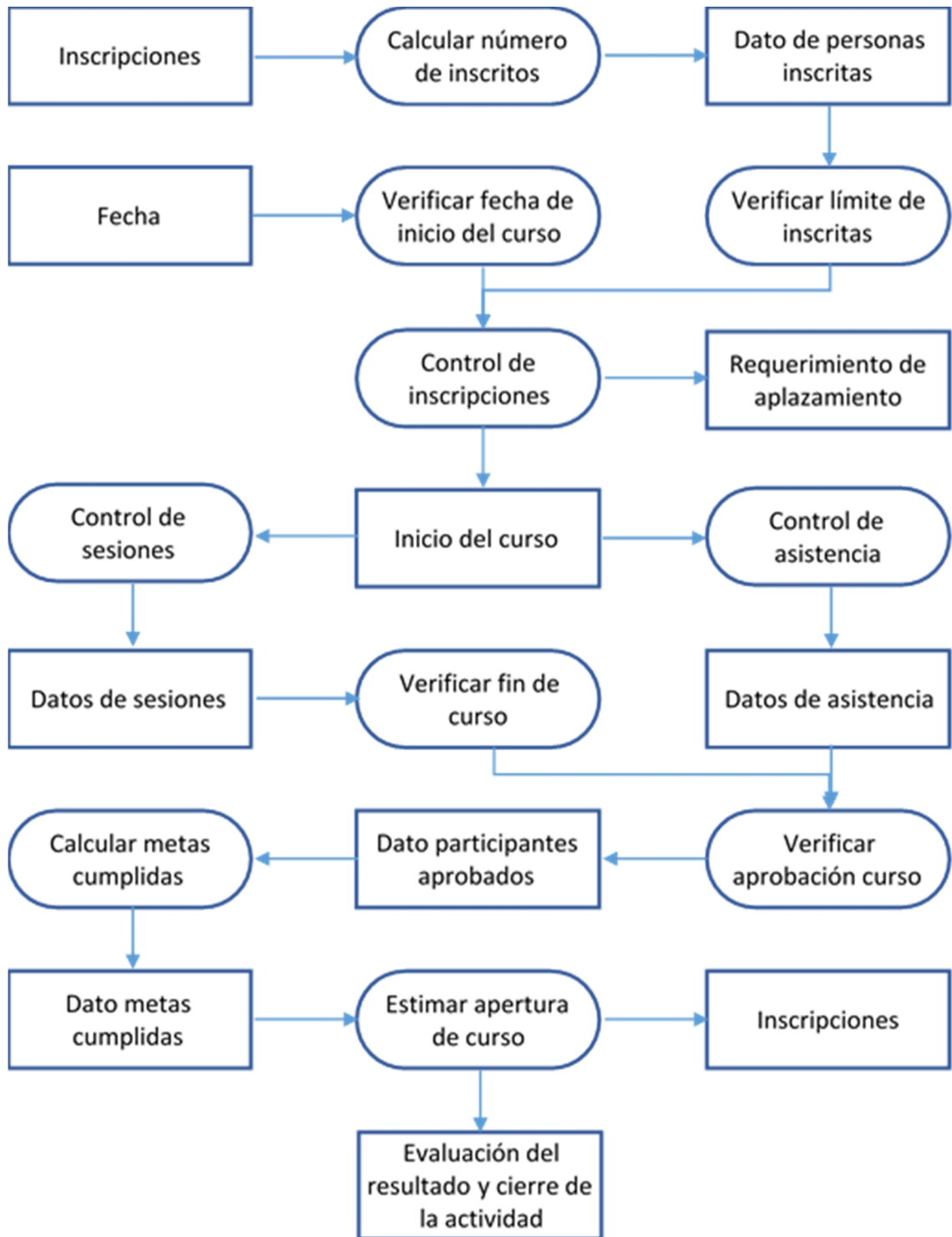
Cuadro K-1. Ejemplo de monitoreo de proyectos para modelamiento dirigido por datos

Proyecto	Fortalecimiento de capacidades sociojurídicas de actores sociales ^(*)
Resultado 1	Líderes sociales reciben formación en mecanismos de protección de derechos humanos.
Actividad	Curso de formación en DDHH y DIH para líderes sociales.
Indicador	Al menos el 80% de las personas participantes aprueban el proceso de formación en DDHH y DIH.
Meta	200 personas
Observaciones	<ul style="list-style-type: none">• Cada grupo o cohorte de formación estará conformada por mínimo 20 participantes y máximo 30 participantes.• La inscripción de participantes debe completarse al menos una semana antes del inicio del curso.• Cada curso se iniciará en la fecha programada si se ha alcanzado el número mínimo de participantes en la fecha establecida. En caso contrario se aplazará en periodos de una semana hasta alcanzar el mínimo de participantes requerido.• La aprobación del curso por cada participante está condicionada a su asistencia al 70% de la duración del curso.• Cada curso tendrá una duración de 10 sesiones, con un máximo de 2 sesiones por semana.• Todos los cursos deben haber concluido 90 días antes de la finalización del proyecto.• Al finalizar la actividad se hará una evaluación de todo el proceso.

Una vista del modelo guiado por datos puede apreciarse en la Figura K-1.

^(*) Caso hipotético basado en situaciones reales.

Figura K-1. Modelo dirigido por datos de la actividad para monitoreo de metas de un proyecto.



Durante la implementación de un programa que haga los cálculos respectivos para un sistema automático de alertas orientado a la toma de decisiones, se diseña un algoritmo

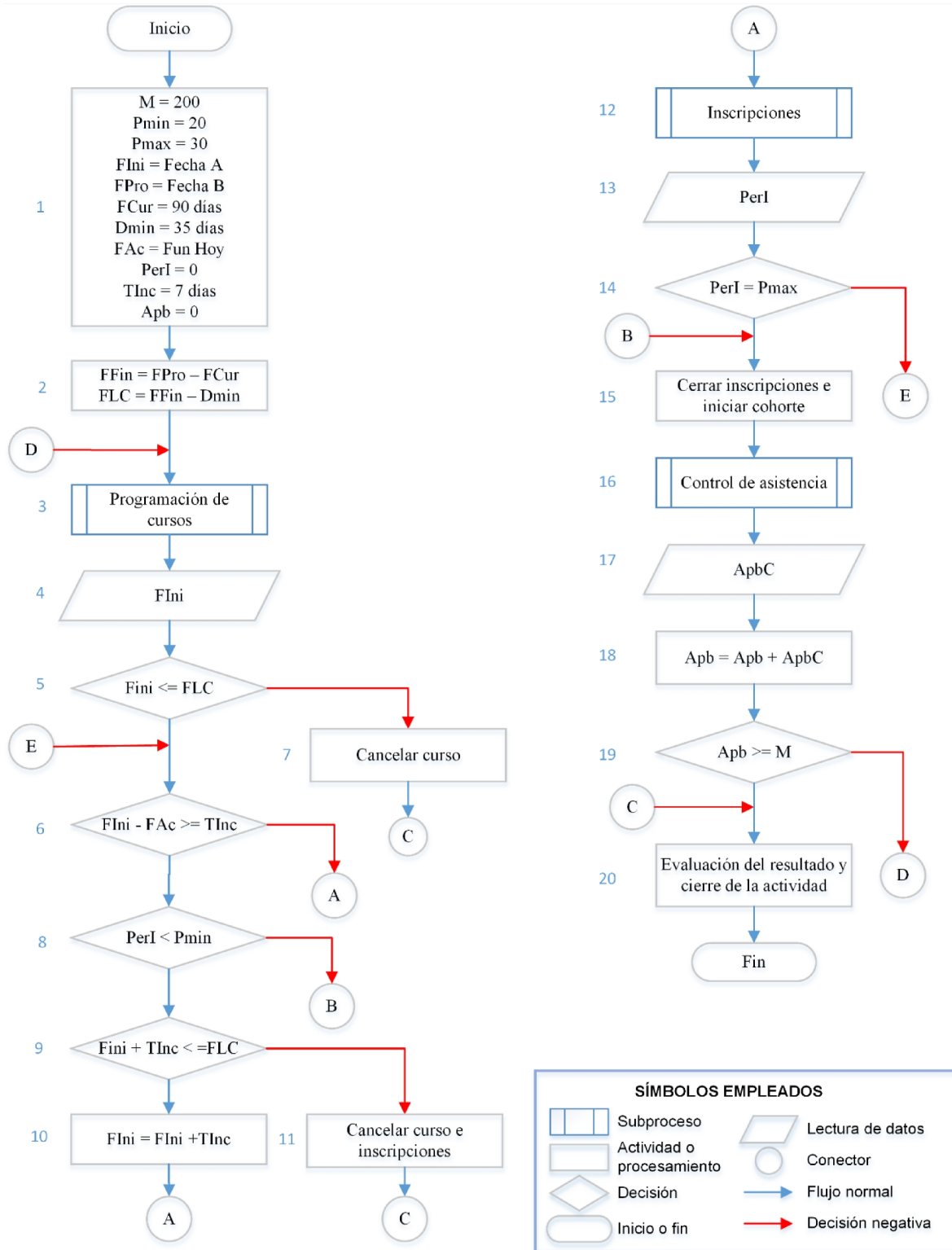
como el presentado en la Figura K-2. Las variables a considerar se muestran en el Cuadro K-2.

Cuadro K-2. Definición de variables para diseño de algoritmo de monitoreo de metas de un proyecto.

M	Meta del proyecto (número de personas que han aprobado el curso al final del proyecto).
Pmin	Número mínimo de participantes por cohorte.
Pmax	Número máximo de participantes por cohorte.
FIni	Fecha de inicio programado de la cohorte (es una Fecha A determinada externamente).
FCur	Periodo entre la finalización de una cohorte y la finalización del proyecto.
FFin	Fecha de finalización de los cursos.
FPro	Fecha de finalización del proyecto (es una Fecha B determinada externamente).
FAc	Fecha actual (se calcula automáticamente mediante una función con base en el reloj del sistema).
FLC	Fecha límite para inicio de la última cohorte.
PerI	Personas inscritas para una cohorte.
TInc	Tiempo mínimo requerido entre el cierre de inscripciones y el inicio de la cohorte.
AsAp	Porcentaje de asistencia para aprobación del curso.
TSes	Total de sesiones que conforman un curso.
Dmin	Duración mínima de un curso.
CSes	Cuenta de sesiones en un momento determinado.
ApbC	Total de personas que aprobaron la cohorte.
Apb	Total de personas que han aprobado los cursos.
CAs	Cuenta de la asistencia de un participante en un momento determinado.

La duración mínima de un curso se obtiene al considerar el máximo de sesiones semanales que pueden programarse, es decir dos sesiones por semana. Como cada curso consta de 10 sesiones entonces un curso no durará menos de 5 semanas o 35 días.

Figura K-2. Diagrama de flujo de un proceso de monitoreo dirigido por datos



Descripción del diagrama de flujo.

El proceso inicia con la asignación de valores iniciales a las variables del sistema (paso 1). Se calcula la fecha de finalización de los cursos y la fecha límite para el inicio de la última cohorte (paso 2). En el subproceso de programación de cursos se establece la fecha de inicio de cada cohorte (paso 3). El sistema toma este dato (paso 4) y evalúa si la fecha de inicio de la cohorte se encuentra dentro de la fecha límite para el inicio de la última cohorte (paso 5). En caso negativo se cancela el curso (paso 7) y se va al cierre de la actividad (conector C al paso 20). En caso afirmativo, se calcula la diferencia entre la fecha de inicio de la siguiente cohorte y la fecha actual, y se verifica si ya se cumplió el tiempo mínimo requerido entre el cierre de inscripciones y el inicio de la cohorte (paso 6). Si no se ha alcanzado este límite, se mantiene abierto el subproceso de inscripciones (conector A al paso 12) hasta que se alcance el número máximo de participantes (paso 14), para lo cual el sistema consulta el dato de personas inscritas (paso 13) arrojado por el subproceso de inscripciones.

Mientras no se haya alcanzado el número máximo de inscritos, el sistema consulta si se encuentra dentro del periodo de inscripciones (conector E al paso 6). Si ya se cumplió este plazo, se evalúa si el número de inscritos es menor al mínimo requerido (paso 8). En caso afirmativo, se evalúa si es posible aplazar el inicio una semana (paso 9), es decir, si al aplazar el inicio de la cohorte se mantendrá dentro de la fecha límite para inicio de cursos. De ser así, se procede al aplazamiento (paso 10). En caso contrario, se cancela la cohorte programada y las inscripciones realizadas para aquella (paso 11) y se pasa a la evaluación final y cierre de la actividad (conector C al paso 20).

Si se ha aplazado el inicio de la actividad (paso 10), se mantiene abierto el proceso de inscripciones (paso 12) y se sigue el flujo descrito anteriormente. Cuando se cumple el plazo de inscripciones (paso 6) y en ese periodo se ha alcanzado el mínimo de inscripciones requerido (paso 8) o se ha alcanzado el máximo permitido (paso 14) se procede a cerrar inscripciones e iniciar la cohorte (paso 15). Durante cada cohorte se adelanta el subproceso de control de asistencia (paso 16), que envía al sistema el dato del total de personas que aprobaron la cohorte (paso 17). El sistema calcula el total de personas que han aprobado los cursos (paso 18) y evalúa si ya se cumplió la meta del proyecto (paso 19). En caso afirmativo, procede a la evaluación del resultado y cierre de la actividad (paso 20). En caso contrario, inicia un nuevo ciclo de programación de una cohorte (conector D al paso 3).

ANEXO L. EJEMPLO DE MODELADO DIRIGIDO POR UN EVENTO

Un ejemplo de modelado dirigido por un evento corresponde a los estados de una actividad dentro del ciclo de gestión de proyectos. Los siguientes estados se refieren al desarrollo de una actividad en relación con el tiempo y el avance en su ejecución, desde una perspectiva de procesos bajo control:

- **No programada:** Estado de una actividad definida a la que no se han asignado fechas de inicio y finalización.
- **Programada:** Estado de una actividad a la que se ha asignado una fecha futura de inicio.
- **Iniciada:** Estado de una actividad en la que se ha cumplido la fecha de inicio pero no se ha verificado el inicio de la ejecución de la actividad, es decir, corresponde a la activación del tiempo para la mencionada actividad.
- **Suspendida o en espera:** Estado de una actividad programada o en curso^(*) cuya ejecución se ha detenido provisionalmente como resultado de la decisión de un actor con la autoridad para hacerlo. Dependiendo de los parámetros del sistema, puede conllevar la aplicación de una pausa en la cuenta del tiempo de la actividad mientras se mantiene tal estado y la reprogramación de la fecha de finalización.
- **Retrasada:** Estado de una actividad en curso, cuyo nivel de ejecución real es inferior al esperado o proyectado, en función del tiempo asignado y el transcurrido desde su inicio.
- **Adelantada:** Estado de una actividad en curso, cuya conclusión ha sido anticipada en el futuro, por cualquier motivo, o se proyecta anticipada como resultado de un nivel de ejecución real superior al esperado, en función del tiempo asignado y empleado en su ejecución.
- **A tiempo:** Estado de una actividad en curso, cuyo nivel de ejecución real corresponde al esperado o proyectado, en función del tiempo asignado y transcurrido desde su inicio.
- **Cancelada:** Estado de una actividad no concluida, cuya ejecución se ha detenido de manera definitiva, como resultado de la decisión de un actor con la autoridad para hacerlo, o por la desaparición del marco formal o material en el que se inscribía la actividad.

^(*) Para efectos de las definiciones de los estados, se entenderá como *actividad en curso*, la que habiendo sido iniciada, no ha sido aún concluida, ni ha sido suspendida ni cancelada antes de tomar el respectivo estado.

- **Concluida:** Estado de una actividad en la que se presenta una o varias de las siguientes condiciones, definidas como requisitos por los parámetros del sistema: i) el nivel de ejecución corresponde a la totalidad del esperado; ii) el tiempo asignado a la actividad se ha completado; y iii) la actividad se ha considerado formalmente terminada por un actor con la autoridad para hacerlo.

En este ejemplo, los estados *suspendida*, *retrasada* y *adelantada* pueden corresponder a operaciones de reprogramación, rastreables con propósitos evaluativos o de control de la gestión. Algunos estados de las actividades pueden ser establecidos por el usuario, tales como *suspendida*, *cancelada* o *concluida*, en tanto otros pueden ser generados automáticamente por el sistema, de acuerdo a funciones que se activan con el reloj del sistema informático o cuando el usuario modifica fechas.

En la asignación de fechas de una acción, pueden plantearse al menos tres criterios:

- vi. **Fecha fija:** Al establecer este tipo de fecha, se obliga a que el usuario registre la fecha de inicio real, que puede coincidir o no con la programada, generándose, por ejemplo, el conteo automático del retraso.
- vii. **Fecha móvil:** Permite programar acciones no críticas, sujetas a cambios frecuentes, sin que generen alertas o conteos de reprogramación.
- viii. **Límite de periodo:** Permiten que el sistema genere automáticamente los estados iniciada y concluida de una acción cuando las fechas programadas corresponden a las del reloj del sistema. Un tipo de fecha límite de periodo puede utilizarse en la programación de tareas de las que se sabe deben iniciar o terminar en determinada fecha, independientemente del resultado final de la misma.

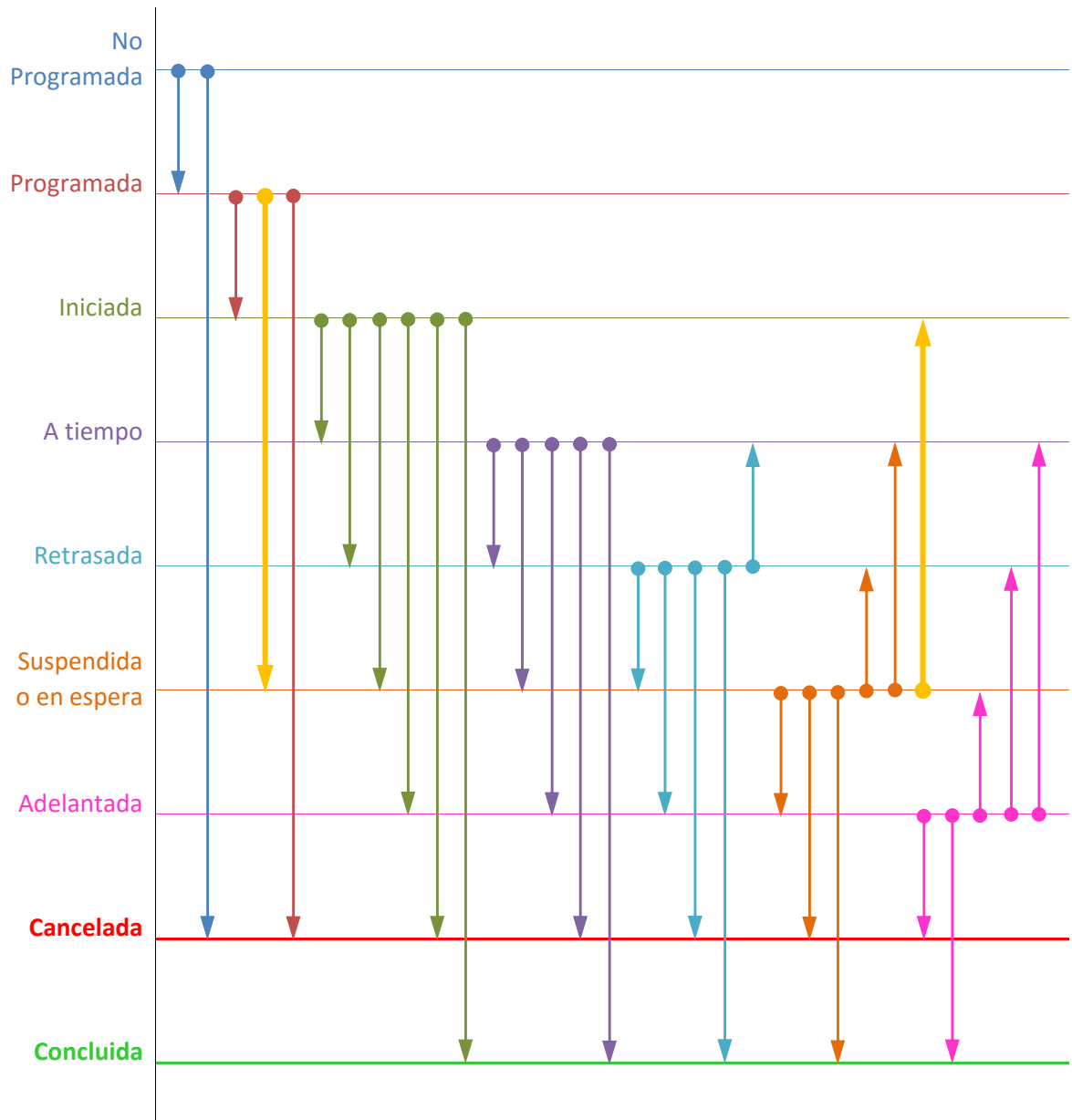
Algunos casos que ilustran la aplicación de estas definiciones corresponden a procedimientos como la realización de sesiones de atención a usuarios de un servicio, o la solicitud al equipo de trabajo de una investigación para que haga observaciones a un documento, caso en el que la emisión de un concepto por parte de los consultados es optativo, pero que, en caso afirmativo, debe hacerse en las fechas establecidas. Los diferentes tipos de fecha se pueden combinar en la programación del momento de inicio y fin de una acción.

El diagrama de transición de los estados de una actividad puede verse en la Figura L-1.

El registro de los cambios de estado de una actividad puede ser útil, entre otros aspectos, para analizar el rendimiento del proyecto y de los equipos de trabajo, identificar actividades críticas, afinar los procesos de monitoreo, comprender la dinámica real de la ejecución o visibilizar momentos del proyecto en que se dieron condiciones particulares que facilitaron

o dificultaron la ejecución, para su posterior evaluación. De manera particular es útil a su trazabilidad.

Figura L-1. Diagrama de transición de estados de una actividad en el ciclo de gestión de proyectos



En el anterior ejemplo puede apreciarse las transiciones permitidas entre un estado y otro. Se ha señalado un caso especial, la transición entre actividad *programada* y *suspendida*, y entre esta e *iniciada* (flechas amarillas). Normalmente, una actividad *suspendida* ha sido

previamente iniciada, y una actividad *programada* también puede ser *suspendida*. Sin embargo, cuando una actividad abandona el estado de suspensión no debería ser posible retornar al estado *iniciada*, lo que plantea una inconsistencia para el caso de las actividades programadas-suspendidas, para las cuales se estableció una excepción, permitiendo pasar de suspendida a iniciada, excepción que disminuye la calidad semántica del modelo.

Una solución, en este caso, sería introducir un nuevo estado, *actividad reprogramada*, de manera que las actividades puedan cumplir el flujo establecido entre los distintos estados, sin excepciones, y flexibilizar los cambios en las fechas de las actividades, de manera que reflejen los acuerdos que normalmente se producen en la práctica. Así, una actividad programada no sería nunca suspendida o adelantada sino reprogramada, lo que también puede hacerse con cualquier actividad en curso. La trazabilidad de los cambios de estado de una actividad puede registrarse en una matriz como la mostrada en la Tabla L-1.

Tabla L-1. Ejemplo de matriz de registro de cambios de estado de una actividad.

ACTIVIDAD: Elaboración de un informe de resultados del análisis de encuesta sobre vinculación de niños al conflicto armado.				
ESTADO	Fecha inicio	Fecha fin	Fecha estado	Motivo / Observaciones(*)
No programada	NP	NP	06/04/2015	[Actividad agregada al proyecto]
Programada	15/06/2015	15/08/2015	01/05/2015	[Programación de la actividad]
Reprogramada	20/06/2015	21/08/2015	19/06/2015	No se había logrado contratar al responsable de elaborar el informe.
Iniciada	20/06/2015	21/08/2015	20/06/2015	[Inicio generado por el reloj del sistema]
A tiempo	20/06/2015	21/08/2015	21/07/2015	Se presenta informe de avance por el ejecutor.
Suspendida	20/06/2015	21/08/2015	5/08/2015	Incapacidad médica de responsable del informe (5 días)
Retrasada	20/06/2015	21/08/2015	14/08/2015	Ejecutor informa que no entregará en fecha establecida por incapacidad médica anterior.
Reprogramada	20/06/2015	29/08/2015	18/08/2015	Coordinador del proyecto autoriza extender el plazo 8 días por la incapacidad médica.
A tiempo	20/06/2015	29/08/2015	21/08/2015	Coordinador y responsable revisan avance y acuerdan estado de la actividad.
Concluida	20/06/2015	29/08/2015	29/08/2015	Responsable hace entrega del informe a satisfacción del coordinador.

(*) Entre corchetes se identifican los mensajes que pueden ser generados por defecto, de manera automática, por el sistema.

ANEXO M. EJEMPLO DE ITERACIÓN Y RECURSIVIDAD

Para ilustrar la aplicación de la iteración y recursividad se expone un ejemplo hipotético relacionado con la labor adelantada por un programa de entrega de alimentos a familias con déficit nutricional. Como parte de los planes de apoyo nutricional, es común realizar un diagnóstico de línea base del estado nutricional y hábitos alimenticios de la población, con base en listados de alimentos agrupados en las siguientes categorías:

1. Cereales y derivados, preferentemente integrales.
2. Verduras y legumbres frescas.
3. Frutas frescas.
4. Aceites y grasas.
5. Productos lácteos.
6. Carnes, pescados, mariscos y legumbres secas.

Sin embargo, interesa conocer en detalle el consumo discriminado de varios alimentos de cada grupo, por ejemplo carnes rojas, blancas y pescado, para analizar las dinámicas de distribución de la canasta básica y articular el apoyo del programa a procesos productivos y de distribución local y regional. Al efecto se han definido 15 grupos especiales de alimentos, e interesa saber cuáles son todas las dietas posibles que pueden obtenerse con estos alimentos para obtener un listado precodificado de aquellas. Estos grupos especiales son: Carnes Rojas, Carnes Blancas, Pescado y Mariscos, Huevos, Verduras y hortalizas, Leguminosas, Frutas, Arroz, Trigo, Lácteos, Chocolate, Panela, Otros cereales, Otros carbohidratos y Azúcar procesada.

PROGRAMA PARA CREAR CONFIGURACIONES DE DIETAS A PARTIR DE LA COMBINACIÓN DE GRUPOS ALIMENTICIOS.

Lenguaje: VBA (Visual Basic para Aplicaciones)

Entorno de Aplicación: Microsoft Access 2007+

Option Compare Database

Option Explicit

Nota: Cada elemento de una dimensión de una matriz se identifica por un número de índice. Los números de índice se cuentan desde cero en adelante.

Procedimiento que crea todas las combinaciones posibles de dietas a partir de grupos de alimentos definidos para caracterización de consumo en hogares:

```
Private Sub MxAlimentos ()
```

Se crea una matriz de 2 dimensiones, de 15 filas por 3 columnas, para almacenar 1) el nombre de cada grupo de alimentos, 2) su valor binario y 3) una letra que lo identifique:

```
Dim Grupos (14, 2) As Variant
```

Se crea una matriz para almacenar 1) cada combinación de alimentos posible (Dietas), 2) su código de suma binaria, 3) la combinación de letras de los grupos que integran la dieta, y 4) la cuenta de grupos alimenticios que conforman la dieta. Las dimensiones de la matriz podrán ser ampliadas posteriormente para agregar todas las dietas posibles:

```
Dim Dietas () As Variant
```

Se definen las variables a utilizar en los cálculos:

1. strAlfaDieta: Almacena el valor de la concatenación de letras clave de grupos alimenticios como clave mnemotécnica de cada dieta.
2. lngBinDieta: Almacena el valor de la suma de binarios de grupos alimenticios para generar código numérico de la dieta.
3. strDscDieta: Almacena el valor de la concatenación de nombres de grupos alimenticios para la descripción de la dieta.
4. bytNumCats: Almacena el valor de la cuenta de grupos alimenticios integrados en cada dieta
5. lngValorBin: Almacena el valor de la potencia binaria de cada ciclo de cálculo en la descomposición del código numérico de cada dieta.
6. lngResBin: Almacena el valor residual de cada ciclo de cálculo en la descomposición del código numérico de cada dieta.
7. bytBinExp: Almacena el exponente de la potencia binaria obtenida en cada ciclo de cálculo.
8. i: Variable para control de ciclos
9. varMxTam: Almacena el valor del tamaño de una matriz.
10. strSQL: Crea la instrucción SQL para agregar cada dieta a una tabla en la base de datos.

```
Dim strAlfaDieta As String
Dim lngBinDieta As LongPtr
Dim strDscDieta As String
Dim bytNumCats As Byte
Dim lngValorBin As LongPtr
Dim lngResBin As LongPtr
Dim bytBinExp As Byte
Dim i As Long
Dim varMxTam As Variant
Dim strSQL As String
```

Se asigna a cada grupo alimenticio el nombre respectivo, en lenguaje natural:

```
Grupos (0, 0) = "Carne Roja"  
Grupos (1, 0) = "Carne Blanca"  
Grupos (2, 0) = "Pescado y mariscos"  
Grupos (3, 0) = "Huevos"  
Grupos (4, 0) = "Verduras y hortalizas"  
Grupos (5, 0) = "Leguminosas"  
Grupos (6, 0) = "Frutas"  
Grupos (7, 0) = "Arroz"  
Grupos (8, 0) = "Trigo"  
Grupos (9, 0) = "Lácteos"  
Grupos (10, 0) = "Chocolate"  
Grupos (11, 0) = "Panela"  
Grupos (12, 0) = "Otros cereales"  
Grupos (13, 0) = "Otros carbohidratos"  
Grupos (14, 0) = "Azúcar procesada"
```

Se asigna un valor binario a cada grupo:

```
For i = 0 To 14  
Grupos (i, 1) = 2 ^ i  
Next
```

Se asigna un código alfabético a cada grupo:

```
Grupos (0, 2) = "R"  
Grupos (1, 2) = "B"  
Grupos (2, 2) = "M"  
Grupos (3, 2) = "H"  
Grupos (4, 2) = "V"  
Grupos (5, 2) = "G"  
Grupos (6, 2) = "F"  
Grupos (7, 2) = "A"  
Grupos (8, 2) = "T"  
Grupos (9, 2) = "L"  
Grupos (10, 2) = "C"  
Grupos (11, 2) = "P"  
Grupos (12, 2) = "X"  
Grupos (13, 2) = "Y"  
Grupos (14, 2) = "Z"
```

Llama a la función COMBINA para calcular el tamaño que tendrá la matriz de dietas con todas las combinaciones posibles de los 15 grupos alimenticios:

```
varMxTam = Combina (15) - 1
```

Redimensiona la matriz dietas para agregar las combinaciones posibles:

```
ReDim Dietas (varMxTam, 3)
```

Recorre cada elemento de la matriz de dietas y le asigna los valores de cada combinación:

```
For i = 0 To varMxTam
```

Establece valores iniciales de las variables de cálculo:

```
lngBinDieta = 0  
strDscDieta = ""  
strAlfaDieta = ""  
bytNumCats = 0
```

Establece el valor residual inicial de la rutina:

```
lngResBin = i + 1
```

Busca los grupos alimenticios que conforman cada configuración de dieta. Establece que mientras haya un valor residual mayor a cero se ejecute la rutina:

```
While lngResBin > 0
```

Calcula el exponente de la potencia binaria igual o próximo inferior al valor residual, a ser utilizado como índice para la búsqueda de los valores de base de la matriz Grupos, que luego se agregarán en la matriz Dietas:

```
bytBinExp = bytExpBin (lngResBin)
```

Calcula el valor binario resultante de elevar 2 al anterior exponente:

```
lngValorBin = 2 ^ bytBinExp
```

Calcula el valor residual para el control del siguiente ciclo:

```
lngResBin = lngResBin - lngValorBin
```

Calcula el valor del índice del registro a ser agregado a la matriz Dietas:

```
lngBinDieta = lngBinDieta + lngValorBin
```

Define el caracter de separación entre valores de cada dieta:

```
If strDscDieta <> "" Then strDscDieta = "; " & strDscDieta
```

Concatena los descriptores de los grupos de la dieta hallados en cada ciclo de la rutina:

```
strDscDieta = Grupos (bytBinExp, 0) & strDscDieta
```

Concatena las letras identificadores de los grupos de la dieta hallados en cada ciclo de la rutina:

```
strAlfaDieta = Grupos (bytBinExp, 2) & strAlfaDieta
```

Cuenta el número de grupos agregados a la Dieta:

```
byNumCats = byNumCats + 1
```

```
Wend
```

Agrega los valores hallados en la subrutina anterior a la matriz dietas. La clave alfabética es previamente ordenada:

```
Dietas(i, 0) = strDscDieta  
Dietas(i, 1) = lngBinDieta  
Dietas(i, 2) = OrdenCadena(strAlfaDieta)  
Dietas(i, 3) = byNumCats
```

```
Next
```

Elimina todos los registros en la tabla de la BD, antes de ingresar las configuraciones de dietas:

```
strSQL = "DELETE * FROM tblMxDieta;"
```

```
Call RunSQL(strSQL)
```

Agrega cada registro en la matriz dietas a la tabla en la base de datos:

```
For i = 0 To varMxTam
```

```
strSQL = "INSERT INTO tblMxDieta (kBinDieta, dscDieta,  
kAlfaDieta, " & _  
"numCats) SELECT " & Dietas(i, 1) & ", " & Dietas(i, 0) & _  
", " & Dietas(i, 2) & ", " & Dietas(i, 3) & ";"
```

```
Call RunSQL(strSQL)
```

```
Next
```

```
End Sub
```

Función que calcula el exponente de una potencia en base 2, que es el máximo divisor de un número dado:

```
Function byExpBin(lngNumBin As LongPtr) As Byte
```

```
byExpBin = 0
```

```
While (2 ^ byExpBin) <= lngNumBin Mientras la potencia de base 2  
sea menor o igual al número dado...
```

```
byExpBin = byExpBin + 1 Incrementar el exponente una unidad
```

```
Wend
```

Al final del ciclo anterior siempre se habrá excedido el exponente en una unidad, por lo cual se reduce en una unidad al final de la función:

```
bytExpBin = bytExpBin - 1
```

```
End Function
```

Procedimiento que ejecuta una consulta de inserción SQL en la BD de Access:

```
Sub RunSQL(Sentencia As String, Optional Advertencias As Boolean = False)
```

```
    Dim dbs As Database
```

```
    DoCmd.SetWarnings Advertencias
```

```
    Set dbs = CurrentDb
```

```
    dbs.Execute Sentencia, dbFailOnError
```

```
    DoCmd.SetWarnings True
```

```
    Set dbs = Nothing
```

```
End Sub
```

Función que establece el número de combinaciones de un conjunto de elementos, considerando todos los tamaños posibles de los conjuntos resultantes:

```
Public Function Combina(bytNum As Byte) As LongPtr
```

```
    Combina = (2 ^ bytNum) - 1
```

```
End Function
```

Función que ordena alfabéticamente una cadena de caracteres. Esta función hace uso de las funciones OrdenArray y ConcatenarMatrizIteracion.

```
Function OrdenCadena(ByVal strCadena As String) As String
```

```
    Dim bytLargoCadena As Byte
```

```
    Dim i As Byte
```

```
    Dim strArrayCadena() As String
```

```
    bytLargoCadena = Len(strCadena) Calcula el largo de la cadena de texto.
```

```
ReDim strArrayCadena (bytLargoCadena - 1) Redimensiona la matriz
donde se agregaran los caracteres.
```

```
For i = 0 To bytLargoCadena - 1 Recorre cada caracter de la cadena
y cada posición en la matriz.
```

```
    strArrayCadena (i) = Mid (strCadena, i + 1, 1) Agrega el
    caracter a la matriz.
```

```
Next
```

```
Call OrdenArray (strArrayCadena) Llama a la función que ordenará los
caracteres en la matriz.
```

```
OrdenCadena = ConcatenarMatrizIteracion (strArrayCadena) Llama a la
función que devuelve la cadena ordenada.
```

```
End Function
```

Función que ordena los caracteres en la matriz y devuelve la matriz ordenada. Se hace uso de un pivote, que es un elemento de referencia a partir del cual se hace la ordenación. La posición inicial del pivote es el primer elemento de la matriz.

```
Function OrdenArray (ByRef strArrayCadena () As String, _
    Optional bytPosPivote As Byte = 0) As String
```

```
    Dim i As Integer
    Dim bytUltimoElemento As Byte
    Dim strPivote As String
```

```
    bytUltimoElemento = UBound (strArrayCadena) Recupera el índice del
    último elemento de la matriz.
```

```
    strPivote = strArrayCadena (bytPosPivote) Recupera el valor del
    elemento en la posición del pivote en la matriz.
```

```
    If bytUltimoElemento - bytPosPivote > 0 Then Si el pivote no es el
    último elemento de la matriz, entonces
```

```
        For i = bytUltimoElemento To bytPosPivote + 1 Step -1 Recorre
        la matriz desde el final hasta el segundo elemento, a partir del
        pivote.
```

```
            If strPivote > strArrayCadena (i) Then Si el pivote es
            mayor que el elemento comparado, entonces...
```

```
                strPivote = strArrayCadena (i) el valor comparado se
                convierte en el nuevo pivote.
```

```
strArrayCadena(i) = strArrayCadena(bytPosPivote) y el anterior pivote pasa a ocupar la posición que tenía el valor comparado.
```

```
strArrayCadena(bytPosPivote) = strPivote se asigna un nuevo valor a la posición del pivote.
```

```
End If
```

```
Next
```

Una vez ordenado el anterior pivote, el nuevo pivote es el siguiente elemento en la matriz:

```
bytPosPivote = bytPosPivote + 1
```

```
Call OrdenArray(strArrayCadena, bytPosPivote) Llama nuevamente a la función, con el nuevo valor de pivote.
```

```
Else
```

Si el actual pivote es el último elemento de la matriz, sale de la función:

```
Exit Function
```

```
End If
```

```
End Function
```

Función recursiva que toma los elementos ordenados de una matriz y los convierte en una cadena de texto.

```
Function ConcatenarMatrizRecursiva(strArrayCadena() As String, _  
Optional bytElemento As Byte = 0, _  
Optional strCadena As String = "") As String
```

```
Dim bytUltimoElemento As Byte
```

```
bytUltimoElemento = UBound(strArrayCadena) Obtiene el índice del último elemento de la matriz.
```

```
If bytElemento <= bytUltimoElemento Then Si el índice del elemento a comparar es anterior o igual al índice del último elemento de la matriz, entonces...
```

```
strCadena = strCadena & strArrayCadena(bytElemento) Concatena el elemento al final de la cadena de texto.
```

```
Call ConcatenarMatrizRecursiva(strArrayCadena, bytElemento + 1, strCadena) Identifica el siguiente elemento en la matriz y llama nuevamente a la función.
```

```
End If
```

ConcatenarMatrizRecursiva = strCadena Asigna como resultado de la función el valor final de la cadena.

End Function

 Función iterativa que toma los elementos ordenados de una matriz y los convierte en una cadena de texto:

Function ConcatenarMatrizIteracion (strArrayCadena () As String) As String

Dim bytUltimoElemento As Byte
 Dim i As Byte

bytUltimoElemento = UBound (strArrayCadena) Obtiene el índice del último elemento de la matriz.

ConcatenarMatrizIteracion = ""

For i = 0 To bytUltimoElemento Recorre la matriz desde el primero al último elemento.

ConcatenarMatrizIteracion = ConcatenarMatrizIteracion & strArrayCadena (i) Concatena el valor hallado a la cadena y asigna el valor resultante a la función.

Next

End Function

 El resultado final es una tabla con 32.767 registros con todas las posibles combinaciones de dietas. La parte principal del programa que realiza este cálculo corresponde a unas 30 líneas de código, cuyo resultado toma solo unos cuantos segundos obtener en un computador personal convencional.

Tabla M-1. Sección de tabla generada por programa para crear configuraciones de dietas a partir de grupos básicos de alimentos.

kBinDieta	kAlfaDieta	NumCats	dscDieta
368	FGTV	4	Verduras y hortalizas; Leguminosas; Frutas; Trigo
369	FGRTV	5	Carnes Rojas; Verduras y hortalizas; Leguminosas; Frutas; Trigo
370	BFGTV	5	Carnes Blancas; Verduras y hortalizas; Leguminosas; Frutas; Trigo

kBinDieta	kAlfaDieta	NumCats	dscDieta
371	BFGRTV	6	Carnes Rojas; Carnes Blancas; Verduras y hortalizas; Leguminosas; Frutas; Trigo
372	FGMTV	5	Pescado y mariscos; Verduras y hortalizas; Leguminosas; Frutas; Trigo

Los campos de la BD son:

- **kBinDieta:** Clave principal o identificador único del registro
- **kAlfaDieta:** Clave nemotécnica de la composición de la dieta respectiva.
- **NumCats:** Número de categorías o grupos especiales alimenticios que conforman cada dieta.
- **dscDieta:** Descripción de la dieta. Listado de grupos especiales de alimentos que conforman cada dieta.

ANEXO N. USUARIOS Y ADMINISTRADORES DE BASES DE DATOS

(Extracto de SILBERSCHATZ, Abraham *et al.* Fundamentos de bases de datos¹)

Uno de los objetivos principales de los sistemas de bases de datos es recuperar información de la base de datos y almacenar en ella información nueva. Las personas que trabajan con una base de datos se pueden clasificar como usuarios o administradores de bases de datos.

1. Usuarios de bases de datos e interfaces de usuario

Hay cuatro tipos diferentes de usuarios de los sistemas de bases de datos, diferenciados por la forma en que esperan interactuar con el sistema. Se han diseñado diferentes tipos de interfaces de usuario para los diferentes tipos de usuarios.

Los usuarios normales son usuarios no sofisticados que interactúan con el sistema invocando alguno de los programas de aplicación que se han escrito previamente. Por ejemplo, un cajero bancario que necesita transferir 50 e de la cuenta A a la cuenta B invoca un programa llamado transferencia. Ese programa le pide al cajero el importe de dinero que se va a transferir, la cuenta desde la que se va a transferir el dinero y la cuenta a la que se va a transferir el dinero.

Como ejemplo adicional, considérese un usuario que desea averiguar el saldo de su cuenta en World Wide Web. Ese usuario puede acceder a un formulario en el que introduce su número de cuenta. Un programa de aplicación en el servidor Web recupera entonces el saldo de la cuenta, usando el número de cuenta proporcionado, y devuelve la información al usuario.

La interfaz de usuario habitual para los usuarios normales es una interfaz de formularios, donde el usuario puede rellenar los campos correspondientes del formulario. Los usuarios normales también pueden limitarse a leer informes generados por la base de datos.

Los programadores de aplicaciones son profesionales informáticos que escriben programas de aplicación. Los programadores de aplicaciones pueden elegir entre muchas herramientas para desarrollar las interfaces de usuario.

Las herramientas de desarrollo rápido de aplicaciones (DRA) son herramientas que permiten al programador de aplicaciones crear formularios e informes con un mínimo esfuerzo de programación.

¹ SILBERSCHATZ, Abraham *et al.* Fundamentos de bases de datos. Madrid: McGraw-Hill Interamericana, 2006. pp. 21-22

Los usuarios sofisticados interactúan con el sistema sin escribir programas. En su lugar, formulan sus consultas en un lenguaje de consultas de bases de datos. Remiten cada una de las consultas al procesador de consultas, cuya función es dividir las instrucciones LMD en instrucciones que el gestor de almacenamiento entienda. Los analistas que remiten las consultas para explorar los datos de la base de datos entran en esta categoría.

Los usuarios especializados son usuarios sofisticados que escriben aplicaciones de bases de datos especializadas que no encajan en el marco tradicional del procesamiento de datos. Entre estas aplicaciones están los sistemas de diseño asistido por computadora, los sistemas de bases de conocimientos y los sistemas expertos, los sistemas que almacenan datos con tipos de datos complejos (por ejemplo, los datos gráficos y los datos de sonido) y los sistemas de modelado del entorno.

2. Administrador de bases de datos

Una de las principales razones de usar SGBDs es tener un control centralizado tanto de los datos como de los programas que tienen acceso a esos datos. La persona que tiene ese control central sobre el sistema se denomina administrador de bases de datos (ABD). Las funciones del ABD incluyen:

La definición del esquema. El ABD crea el esquema original de la base de datos mediante la ejecución de un conjunto de instrucciones de definición de datos en el LDD.

La definición de la estructura y del método de acceso.

La modificación del esquema y de la organización física. El ABD realiza modificaciones en el esquema y en la organización física para reflejar las necesidades cambiantes de la organización, o para alterar la organización física a fin de mejorar el rendimiento.

La concesión de autorización para el acceso a los datos. Mediante la concesión de diferentes tipos de autorización, el administrador de bases de datos puede regular las partes de la base de datos a las que puede tener acceso cada usuario. La información de autorización se guarda en una estructura especial del sistema que el SGBD consulta siempre que alguien intenta tener acceso a los datos del sistema.

El mantenimiento rutinario. Algunos ejemplos de las actividades de mantenimiento rutinario del administrador de la base de datos son:

- Realizar copia de seguridad periódica de la base de datos.
- Asegurarse de que se dispone de suficiente espacio libre en disco para las operaciones normales y aumentar el espacio en disco según sea necesario.
- Supervisar los trabajos que se ejecuten en la base de datos y asegurarse de que el rendimiento no se degrade.

ANEXO O. EL LENGUAJE UNIFICADO DE MODELADO (UML)

(Extracto de RUMBAUGH, James *et al.* El lenguaje Unificado de Modelado: Manual de referencia¹)

Qué es UML

El Lenguaje Unificado de Modelado (UML) es un lenguaje de modelado visual que se usa para especificar, visualizar, construir y documentar artefactos de un sistema de software. Captura decisiones y conocimiento sobre los sistemas que se deben construir. Se usa para entender, diseñar, hojear, configurar, mantener, y controlar la información sobre tales sistemas. Está pensado para usarse con todos los métodos de desarrollo, etapas del ciclo de vida, dominios de aplicación y medios. El lenguaje de modelado pretende unificar la experiencia pasada sobre técnicas de modelado e incorporar las mejores prácticas actuales en un acercamiento estándar. UML incluye conceptos semánticos, notación, y principios generales. Tiene partes estáticas, dinámicas, de entorno y organizativas. Está pensado para ser utilizado en herramientas interactivas de modelado visual que tengan generadores de código así como generadores de informes. La especificación de UML no define un proceso estándar pero está pensado para ser útil en un proceso de desarrollo iterativo. Pretende dar apoyo a la mayoría de los procesos de desarrollo orientados a objetos.

UML también contiene construcciones organizativas para agrupar los modelos en paquetes, lo que permite a los equipos de software dividir grandes sistemas en piezas de trabajo, para entender y controlar las dependencias entre paquetes, y para gestionar las versiones de las unidades del modelo, en un entorno de desarrollo complejo. Contiene construcciones para representar decisiones de implementación y para elementos de tiempo de ejecución en componentes.

UML no es un lenguaje de programación. Las herramientas pueden ofrecer generadores de código de UML para una gran variedad de lenguajes de programación, así como construir modelos por ingeniería inversa a partir de programas existentes.

UML no es un lenguaje altamente formal pensado para probar teoremas. Hay varios lenguajes de ese tipo, pero no son fáciles de entender ni de usar para la mayoría de los propósitos. UML es un lenguaje de modelado de propósito general. Para dominios especializados, tales como la composición de 1GU, diseño de circuitos VLSI, o inteligencia artificial basada en reglas, podría ser más apropiada una herramienta especializada con un lenguaje especial. UML es un lenguaje de modelado discreto.

¹ RUMBAUGH, James *et al.* El lenguaje Unificado de Modelado: Manual de referencia. Madrid: Pearson Educación, 2000. pp. xviii, 3-10.

No se creó para modelar sistemas continuos como los basados en ingeniería y física. UML quiere ser un lenguaje de modelado universal, de propósito general, para sistemas discretos, tales como los compuestos por software, firmware o lógica digital.

UML se ha diseñado realizando combinaciones de una gran cantidad de estándares, si bien se rige a través de tres metodologías procedentes de la colaboración de los tres creadores de UML, J. Rumbaugh, G. Booch e I. Jacobson, así como del análisis y estudio de alrededor de 20 métodos estándares que a su vez se han integrado en otro estándar, en este caso, UML; esta fue una gran iniciativa de los tres creadores que pusieron las especificaciones de UML a la consideración de la comunidad informática mundial, antes de su publicación.

El diseño de UML ha sido completo desde el principio, al contrario que HTML que ha cambiado gradualmente, de forma que XML ha tratado de resolver los problemas de HTML y Java. Al contrario que HTML/XML que son lenguajes de marcación (markup) UML es un lenguaje para modelar, que es el procedimiento que emplean los ingenieros para el diseño de software antes de pasar a su construcción, al igual que sucede con cualquier producto manufacturado o fabricado en serie.

Propiedades de UML

UML ayuda al usuario a entender la realidad de la tecnología y la posibilidad de que reflexione antes de invertir y gastar grandes cantidades en proyectos que no estén seguros en su desarrollo, reduciendo el coste y el tiempo empleado en la construcción de las piezas que constituirán el modelo.

Sin embargo, desde el punto de vista puramente tecnológico, UML tiene una gran cantidad de propiedades que han sido las que, realmente, han contribuido a hacer de UML el estándar de facto de la industria que es en realidad. Algunas de las propiedades de UML como lenguaje de modelado estándar son:

- Concurrencia, es un lenguaje distribuido y adecuado a las necesidades de conectividad actuales y futuras.
- Ampliamente utilizado por la industria desde su adopción por OMG^(*).
- Reemplaza a decenas de notaciones empleadas con otros lenguajes.
- Modela estructuras complejas.

(*) Object Management Group

- Las estructuras más importantes que soportan tienen su fundamento en las tecnologías orientadas a objetos, tales como objetos, clase, componentes y nodos.
- Emplea operaciones abstractas como guía para variaciones futuras, añadiendo variables si es necesario.
- Comportamiento del sistema: casos de uso, diagramas de secuencia y de colaboraciones, que sirven para evaluar el estado de las máquinas.

¿Qué significa unificado?

La palabra unificado tiene los siguientes significados relevantes para UML.

A través de los métodos históricos y notaciones. UML combina conceptos comúnmente aceptados por muchos métodos orientados a objetos, seleccionando una definición clara para cada concepto, así como una notación y una terminología. UML puede representar la mayoría de los modelos existentes tan bien o mejor que como lo hacían los métodos originales.

A través del ciclo de vida de desarrollo. UML no tiene saltos ni discontinuidades desde los requisitos a la implantación. Se puede utilizar el mismo conjunto de conceptos y notación en las diferentes etapas del desarrollo, incluso mezcladas en un solo modelo. No es necesario traducir de una etapa a otra. Esta continuidad es crítica para un desarrollo iterativo e incremental.

A través de los dominios de aplicación. UML está pensado para modelar la mayoría de los dominios de aplicación, incluyendo aquellos que implican sistemas grandes, complejos, de tiempo real, distribuidos, con tratamiento intensivo de datos o con cálculo intensivo, entre otras propiedades. Puede haber áreas especializadas en las cuales un lenguaje especial para ese propósito resulte más útil, pero UML pretende ser tan bueno o mejor que cualquier otro lenguaje de modelado de propósito general para la mayoría de las áreas de aplicación.

A través de los lenguajes de implementación y plataformas. UML está pensado para ser usado en sistemas desarrollados en varios lenguajes de implementación y plataformas, incluyendo lenguajes de programación, bases de datos, 4GLs, documentos de organización, firmware, y otros. El trabajo de la capa superior debería ser idéntico o similar, mientras que el trabajo de la capa inferior diferirá en algo para cada medio.

A través de procesos de desarrollo. El UML es un lenguaje, no una descripción de un proceso de desarrollo detallado. Se pretende que sea usado como lenguaje de modelado subyacente a la mayoría de los procesos de desarrollo existentes o de nueva creación, de la misma forma que un lenguaje de programación de propósito general puede ser usado en

varios estilos de programación. Está especialmente pensado para apoyar un estilo de desarrollo iterativo e incremental, que es el que recomendamos.

A través de los conceptos internos. En la construcción del metamodelo de UML, hicimos un esfuerzo deliberado para descubrir y representar las relaciones subyacentes entre varios conceptos, intentando captar conceptos de modelado de manera abierta, aplicable a muchas situaciones conocidas y desconocidas. Este proceso permitió comprender mejor los conceptos y hacerlos más aplicables. Éste no fue el propósito original de la unificación, pero sí uno de los resultados más importantes.

Áreas conceptuales de UML

Los conceptos y modelos de UML pueden agruparse en las siguientes áreas conceptuales.

Estructura estática. Cualquier modelo preciso debe primero definir el universo del discurso, esto es, los conceptos clave de la aplicación, sus propiedades internas, y las relaciones entre cada una. Este conjunto de construcciones es la vista estática. Los conceptos de la aplicación son modelados como clases, cada una de las cuales describe un conjunto de objetos discretos que almacenan información y se comunican para implementar un comportamiento. La información que almacenan es modelada como atributos; el comportamiento que realizan es modelado como operaciones. Varias clases pueden compartir una estructura común usando generalización. Una clase hija añade nuevas estructuras y comportamientos a las estructuras y comportamientos que obtiene por herencia de la clase padre. Los objetos también tienen conexión durante la ejecución con otros objetos individuales. Tales relaciones “Objeto a Objeto” son modeladas como asociaciones entre clases.

Algunas relaciones entre elementos se agrupan como relaciones de dependencia, incluyendo las relaciones para modelar desplazamientos en los niveles de abstracción, enlace de parámetros del modelo, concesión de permisos, y uso de un elemento por parte de otro. Otras relaciones son la combinación de casos de uso y el flujo de datos. La vista estática se expresa con diagramas de clases y puede usarse para generar la mayoría de las declaraciones de estructuras de datos en un programa. Hay muchos tipos de elementos en los diagramas UML, tales como interfaces, tipos de datos, casos de uso y señales. En conjunto, se les llama clasificadores, y se comportan de forma muy parecida a las clases, con ciertas restricciones en cada tipo de clasificador.

Comportamiento dinámico. Hay dos formas de modelar el comportamiento. Una es la historia de la vida de un objeto, que muestra la forma en que interactúa con el resto del mundo; la otra son los patrones de comunicación de un conjunto de objetos conectados, que muestra cómo interactúan para implementar su comportamiento.

La visión de un objeto aislado es una máquina de estados —una vista de un objeto que muestra la forma en que responde a los eventos en función de su estado actual, realiza acciones como parte de su respuesta y transiciones a un nuevo estado—. Las máquinas de estados se representan en un diagrama de estados.

La visión de la interacción de los objetos de un sistema es una colaboración: una vista dependiente de contexto, de los objetos y los enlaces entre ellos, junto con el flujo de mensajes entre los objetos mediante los enlaces de datos. Este punto de vista unifica la estructura de los datos, el control de flujo y el flujo de datos en una sola vista. Las colaboraciones e interacciones se muestran mediante los diagramas de secuencia y los diagramas de colaboración. Guiando todas las vistas de comportamiento se encuentra un conjunto de casos de uso. Cada uno es una descripción de una porción de la funcionalidad del sistema como la percibe un actor, un usuario externo del sistema.

Construcciones de implementación. Los modelos de UML tienen significado para el análisis lógico y para la implementación física. Algunos constructores representan elementos de implementación. Un componente es una parte física reemplazable de un sistema y es capaz de responder a las peticiones descritas por un conjunto de interfaces. Se pretende que sea fácilmente sustituible por otro componente que cumpla la misma especificación.

Un nodo es un recurso computacional que define una localización durante la ejecución del sistema. Pueden contener componentes y objetos. La vista de despliegue describe la configuración de los nodos de un sistema en ejecución y la organización de los componentes y objetos en él, incluyendo posibles migraciones de contenido entre nodos.

Organización del modelo. Los ordenadores pueden manejar grandes modelos “planos”, pero los humanos no. En un sistema grande, la información del modelo debe ser dividida en piezas coherentes, para que los equipos puedan trabajar en las diferentes partes de forma concurrente. Incluso en un sistema más pequeño, el conocimiento humano requiere que se organice el contenido del modelo en paquetes de tamaño modesto.

Los paquetes son unidades organizativas, jerárquicas, y de propósito general de los modelos de UML. Pueden usarse para almacenamiento, control de acceso, gestión de la configuración, y construcción de bibliotecas que contengan fragmentos de código reutilizable. Una dependencia entre paquetes resume las dependencias entre los contenidos del paquete. Una dependencia entre paquetes puede ser impuesta por la arquitectura global del sistema. Por lo tanto, los contenidos de los paquetes deben adaptarse a las dependencias del paquete y a las impuestas por la arquitectura del sistema.

Mecanismos de extensión. No importa cuán completo sea el conjunto de "facilidades" de un lenguaje, la gente querrá hacer extensiones. Hemos dotado a UML de una limitada capacidad de extensión, que creemos suficiente para la mayoría de las extensiones que requiere el "día a día", sin la necesidad de un cambio en el lenguaje básico.

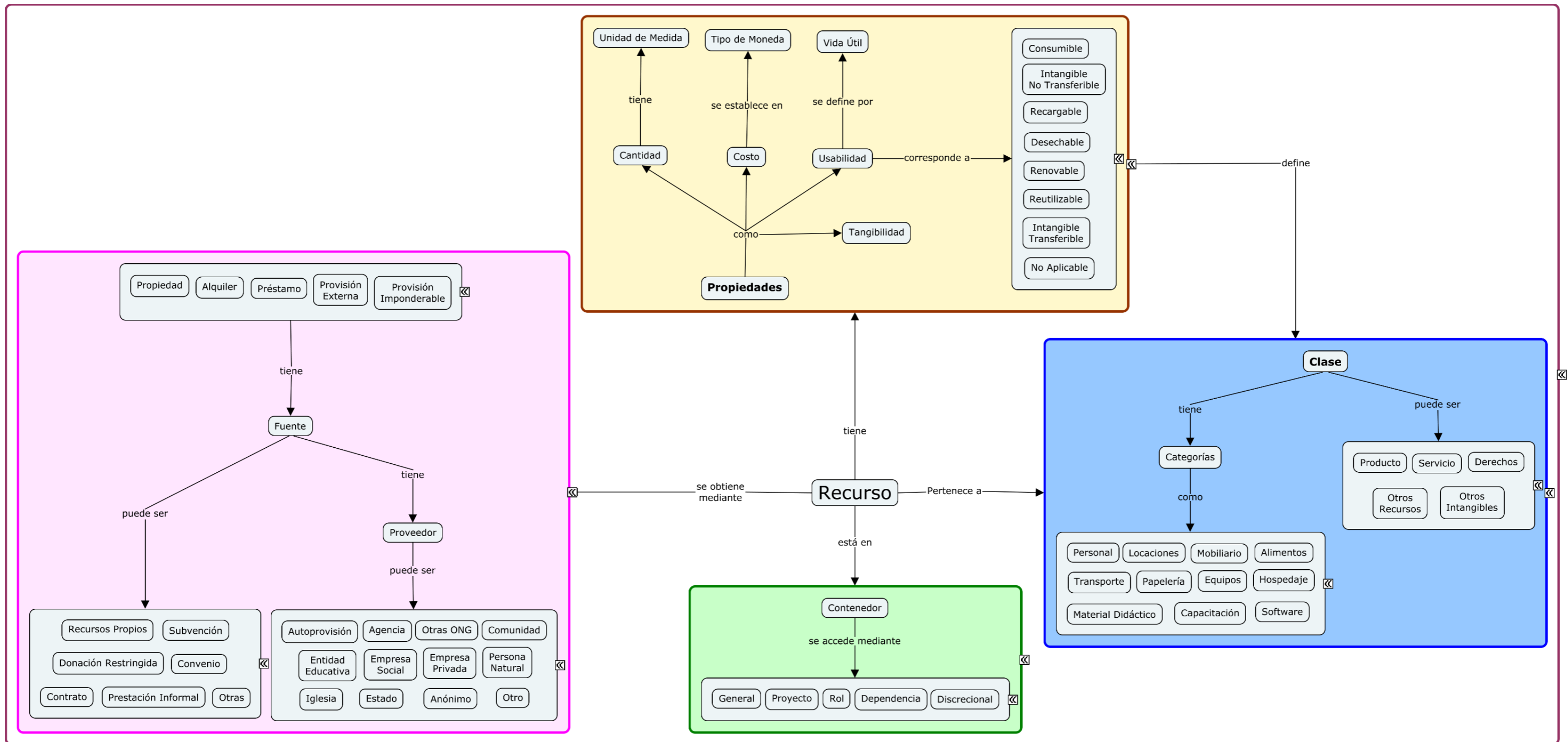
Un estereotipo es una nueva clase de elemento de modelado con la misma estructura que un elemento existente pero con restricciones adicionales, una interpretación diferente de un icono, y un tratamiento diferente por los generadores de código y otras herramientas de bajo nivel.

Un valor etiquetado es un par arbitrario de cadenas etiqueta-valor, que pueden enlazarse a cualquier tipo de elemento de modelado, para almacenar información arbitraria, como información de gestión de proyecto, guías para los generadores de código, y valores requeridos por los estereotipos. La etiqueta y el valor son representadas como cadenas.

Una restricción es una condición "bien formada" expresada en una cadena de texto en algún lenguaje restringido, tal como un lenguaje de programación, un lenguaje especial limitado, o lenguaje natural. UML incluye un lenguaje de restricciones llamado OCL^(*). Como con cualquier mecanismo de extensión, estos mecanismos deben usarse con cuidado debido al riesgo de producir un dialecto privado ilegible por los demás. Pero a la vez pueden evitar la necesidad de cambios más radicales.

^(*) Object Constraint Language, "Lenguaje de Restricción de Objetos".

ANEXO P. MAPA CONCEPTUAL AMPLIADO PARA ANÁLISIS DE LA GESTIÓN DE RECURSOS



ANEXO Q. MAPA CONCEPTUAL DEL PROCESO TERAPÉUTICO

MAPA CONCEPTUAL
ESTRUCTURA Y CONTENIDOS APLICACIÓN
DE REGIISTRO TERAPÉUTICO

Elaborado por: Jesús Alberto Plata Pinilla

