

# **INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY**



**TECNOLÓGICO  
DE MONTERREY®**

**Análisis de la interacción entre estudiantes  
en ambientes de modelado colaborativo síncrono**

**Autor:**

**Mayra Fabiana Angeles Sánchez**

**Sometido al Programa de Graduados en Informática y  
Computación en cumplimiento parcial con los  
requerimientos para obtener el grado de:**

**Maestra en Ciencias de la Computación**

**Asesor:**

**Dr. Victor Hugo Zárate Silva**

**Cuernavaca, Morelos. Abril del 2007.**

# **Análisis de la interacción entre estudiantes en ambientes de modelado colaborativo síncrono**

Presentada por:

**Mayra Fabiana Angeles Sánchez**

Aprobada por:

---

*Dr. Victor Hugo Zárate Silva*

Director del Departamento de Electrónica y Mecatrónica

ITESM Campus Cuernavaca

Asesor de Tesis

---

*Dr. Fernando Ramos Quintana*

Director del Programa de Graduados en Informática y Computación

ITESM Campus Cuernavaca

Sinodal

---

*Dr. Cándido Manuel Juárez Pacheco*

Profesor del Departamento de Desarrollo Académico

CENIDET

Sinodal

*Dedico este trabajo a mis hijos:*

*Fabiana,*

*Natalia,*

*Juan Carlos y*

*Santiago*

*A mi esposo*

*A mis padres*

## *Agradecimientos*

*Agradezco ampliamente la guía y apoyo de mi asesor el Dr. Victor Hugo Zárate y los valiosos comentarios del Dr. Fernando Ramos y del Dr. Manuel Juárez.*

*Tengo un gran agradecimiento a los alumnos de Ingeniería: Rodrigo, Adriana, Lisbeth, Francisco, Gabriela, Alvaro, Christian, Omar, Angel, Gerardo, José Ramón y Octavio. Gracias por haber participado en este trabajo.*

*Gracias al Centro de Rehabilitación Infantil de Cuernavaca (CRIC) por abrir sus puertas y compartir sus experiencias y necesidades con nosotros. Mi agradecimiento especial al paciente Carlos por sus aportaciones y gran apertura.*

*Al Dr. Niels Pinkwart le estoy muy agradecida por alentarme siempre a realizar este trabajo y por brindarme sus comentarios y sugerencias.*

*A Dalila Hernández y al Dr. Frausto, mil gracias.*

*Gracias al Centro Electrónico de Cómputo del ITESM Campus Cuernavaca, especialmente a Carlos, por su gran actitud de servicio y sencillez. Su respaldo fue fundamental para lograr este trabajo.*

*Estoy muy agradecida por la oportunidad y apoyo que me brindó la Cátedra de Sistemas Colaborativos Distribuidos del ITESM Campus Cuernavaca dirigida por el Dr. Zárate.*

*Finalmente quiero expresar que me encuentro muy agradecida por el apoyo del ITESM Campus Cuernavaca y que siempre apreciaré la oportunidad que me brindó.*

## Resumen

Para el aprendizaje colaborativo apoyado por computadoras (CSCL del inglés Computer Supported Collaborative Learning) uno de los retos más importantes es el monitoreo de la colaboración para brindar apoyo a los estudiantes. Las investigaciones se han centrado principalmente en el estudio de los diálogos entre los estudiantes para modelar el proceso y de esta manera estar en posibilidad de apoyar la colaboración. Actualmente la computadora permite otras formas de trabajo como la creación de representaciones gráficas en forma conjunta empleando espacios virtuales compartidos. Mediante la creación de este tipo de representaciones los estudiantes externalizan sus ideas a los demás. Esta forma de comunicación está siendo investigada como una fuente de información adicional para analizar la colaboración.

En esta tesis se presenta un proceso de análisis empírico de la interacción entre parejas de estudiantes al crear representaciones gráficas. El análisis identifica las dimensiones de simetría, alineamiento y acuerdo a lo largo del proceso de trabajo en forma de indicadores de colaboración. Para lograr este objetivo se realizó la selección y adaptación de un modelo ya existente de análisis de diálogos en lenguaje natural. Los datos analizados se obtuvieron de un experimento que se diseñó con el modelo pedagógico del aprendizaje basado en problemas para favorecer la colaboración. Éste experimento se llevó a cabo con alumnos de ingeniería del ITESM Campus Cuernavaca.

La propuesta de análisis de la colaboración, que explora la comunicación mediante las representaciones gráficas, aporta al desarrollo de mecanismos de apoyo al proceso colaborativo en sistemas de CSCL. El presente trabajo es una propuesta a depurar, a extender, a implementar y a integrar en ambientes de CSCL mediante investigaciones posteriores.

## TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO .....	V
LISTA DE TABLAS.....	VIII
LISTA DE FIGURAS.....	IX
<b>CAPÍTULO 1.0 INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Motivación.....	1
1.2 Identificación del problema .....	2
1.3 Objetivos.....	4
1.4 Alcances y limitaciones.....	5
1.5 Descripción del trabajo .....	5
1.6 Organización de la Tesis .....	7
<b>CAPÍTULO 2.0 APRENDIZAJE COLABORATIVO .....</b>	<b>8</b>
2.1 Introducción.....	8
2.2 Teorías sociales del aprendizaje .....	11
2.2.1 Enfoque socio-cultural .....	12
2.3 Paradigma CSCL.....	15
2.4 Teoría de la actividad .....	17
2.5 Construcción colaborativa de conocimientos .....	20
2.6 Espacio de trabajo conjunto .....	22
2.7 El rol de las representaciones externas en el aprendizaje colaborativo .....	23
2.8 Representación compartida de la solución .....	24
2.9 Intervención pedagógica en aprendizaje colaborativo .....	26
2.9.1 Aprendizaje basado en problemas .....	26
<b>CAPÍTULO 3.0 ANÁLISIS DE LA COLABORACIÓN.....</b>	<b>29</b>
3.1 Introducción .....	29
3.2 Análisis de la colaboración en la resolución de problemas .....	30
3.2.1 Alineamiento .....	33
3.2.2 Simetría .....	34
3.2.3 Acuerdo .....	35
3.2.4 Colaboración.....	36

3.3	Análisis basado en las representaciones compartidas .....	37
<b>CAPÍTULO 4.0</b>	<b>DISEÑO Y REALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO .....</b>	<b>41</b>
4.1	Diseño propuesto.....	41
4.2	Realización del Experimento .....	44
4.2.1	Fase 1: inmersión al problema .....	47
4.2.2	Fase 2: preparación.....	47
4.2.3	Fase 3: lo que sabemos del problema.....	48
4.2.4	Fase 4: lo que no sabemos del problema e investigación documental.....	49
4.2.5	Fase 5: generación de alternativas .....	50
<b>CAPÍTULO 5.0</b>	<b>PROPUESTA DE ANÁLISIS .....</b>	<b>53</b>
5.1	Introducción.....	53
5.2	Componentes de la representación gráfica.....	54
5.3	Proceso de análisis .....	56
5.4	Filtrado de bitácoras y selección de las <i>acciones básicas</i> .....	57
5.5	Acciones derivadas .....	58
5.6	Cálculo de indicadores de colaboración.....	60
5.7	Cálculo del indicador de simetría.....	63
5.8	Cálculo del índice de alineamiento .....	64
5.9	Cálculo del índice de acuerdo .....	68
<b>CAPÍTULO 6.0</b>	<b>ANÁLISIS DE RESULTADOS .....</b>	<b>70</b>
6.1	Análisis empírico de la interacción basada en acciones.....	70
6.1.1	Caso 1: Colaboración sin trabajo de modelado individual previo .....	71
6.1.2	Caso 2: Colaboración con trabajo de modelado individual previo .....	76
<b>CAPÍTULO 7.0</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>82</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>		<b>85</b>

## APENDICES

<b><u>A.</u></b>	<b>TEORÍAS SOCIALES DEL APRENDIZAJE.....</b>	<b>88</b>
	Enfoque socio-constructivista .....	88
	Enfoque de la cognición compartida (aprendizaje situado).....	89
<b><u>B.</u></b>	<b>PARADIGMAS DE TECNOLOGÍA INSTRUCCIONAL .....</b>	<b>90</b>
<b><u>C.</u></b>	<b>UN MODELO DE CONSTRUCCIÓN COLABORATIVA DE CONOCIMIENTOS.....</b>	<b>93</b>
<b><u>D.</u></b>	<b>SCRIPTS COLABORATIVOS .....</b>	<b>96</b>
	“Script” malla .....	96
	“Script” temático .....	96
<b><u>E.</u></b>	<b>PASOS DEL CICLO DEL APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS.....</b>	<b>98</b>
<b><u>F.</u></b>	<b>DETALLES DEL EXPERIMENTO .....</b>	<b>99</b>

<b><u>G.</u></b> HERRAMIENTA DE MODELADO COLABORATIVO SÍNCRONO COOL MODES .....	105
<b><u>H.</u></b> MATERIALES DE APOYO A PBL.....	107
<b><u>I.</u></b> DIAGRAMAS COLABORATIVOS GRUPALES DE LA FASE 2.....	110
<b><u>J.</u></b> LISTADO DE DIÁLOGOS Y ACCIONES .....	111
<b><u>K.</u></b> ANÁLISIS DE LOS DIÁLOGOS EN LENGUAJE NATURAL.....	125
Caso 1: Colaboración sin trabajo individual previo.....	125
Caso 2: Colaboración con trabajo individual previo.....	128

## LISTA DE TABLAS

Tabla 2-1 Niveles jerárquicos de una actividad.....	18
Tabla 3-1 Formas de acuerdo y desacuerdo.....	36
Tabla 5-1 <i>Acciones básicas</i> para el análisis de la colaboración.....	57
Tabla 5-2 Tabla de <i>acciones derivadas</i> de las básicas con base en reglas .....	59
Tabla 5-3 Roles identificados en el análisis del trabajo colaborativo.....	59
Tabla 5-4 Aspectos relacionados con las <i>acciones derivadas</i> .....	61

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2-1 Formulación del modelo de Vygotsky de la acción mediada. ....	13
Figura 2-2 Estructura básica de un sistema de actividad [Engeström, 1987] .....	18
Figura 2-3 Dos sistemas de actividad interactuando [Univ. Helsinki, 2007] .....	19
Figura 2-4 El ciclo aprendizaje basado en problemas .....	27
Figura 3-1 Las tres dimensiones fundamentales de la resolución de problemas [Baker 2002] ....	31
Figura 3-2 Ocho formas básicas de cooperación en la actividad de solución de problemas [Baker, 2002] .....	33
Figura 3-3 Tareas de la resolución de problemas [Baker, 2002] .....	34
Figura 3-4 Zona de colaboración en la solución de problemas [Baker, 2002] .....	37
Figura 4-1 Diseño de actividad colaborativa .....	42
Figura 4-2 Actividad colaborativa de modelado síncrono por parejas en ambiente CSCL.....	43
Figura 4-3 Fases del experimento .....	44
Figura 4-4 Cool Modes con plug-in “chat” y plug-in “easy discuss” .....	52
Figura 5-1 Pasos generales del análisis de colaboración .....	54
Figura 5-2 Ejemplo de representación gráfica a analizar.....	55
Figura 5-3 Proceso de análisis de bitácoras .....	56
Figura 5-4 Obtención de indicadores de simetría, alineamiento y acuerdo.....	62
Figura 6-1 Diagrama propuesto por el equipo 1 .....	71
Figura 6-2 Análisis de la alternancia de roles .....	72
Figura 6-3 Diferencias en creación de propuestas y de retroalimentación .....	73
Figura 6-4 Análisis de los indicadores de colaboración .....	74
Figura 6-5 Análisis individual de propuestas.....	75
Figura 6-6 Diagrama colaborativo .....	76
Figura 6-7 Diagrama individual del estudiante 1, previo al diagrama colaborativo.....	77

Figura 6-8 Diagrama individual del estudiante 2, previo al diagrama colaborativo.....	77
Figura 6-9 Análisis de la alternancia de roles .....	78
Figura 6-10 Análisis de las diferencias en propuestas y retroalimentación.....	79
Figura 6-11 Análisis de los indicadores de colaboración .....	79
Figura 6-12 Análisis individual de propuestas.....	80

## **CAPÍTULO 1.0 INTRODUCCIÓN**

### **Resumen**

Este capítulo como su nombre lo indica, introduce al lector al tema y el desarrollo de este trabajo iniciando con una reseña de la necesidad de brindar apoyo al proceso de colaboración en ambientes CSCL y la identificación de un problema: la búsqueda de mecanismos para analizar el proceso colaborativo y los aspectos involucrados con el mismo. Posteriormente se definen los objetivos del trabajo y se detallan los alcances y las limitaciones del mismo. El lector puede encontrar en este capítulo una sección que describe el proceso que se siguió para realizar esta investigación y al final del mismo una breve descripción de la organización de este documento.

### **1.1 Motivación**

El creciente uso de las computadoras en el trabajo colaborativo ha motivado el interés por el estudio de las diferentes formas de apoyo que pueden brindar los ambientes computacionales colaborativos para el aprendizaje [Mühlenbrock et al. 1999]. El proceso colaborativo, complejo por si mismo, presenta nuevos retos cuando se integran ambientes computacionales. Estos retos pueden estar relacionados con la organización y guía del proceso de colaboración, con la comunicación o con el uso de la tecnología y requieren de grupos interdisciplinarios para abordarlos al involucrar aspectos de las ciencias computacionales, la educación y la pedagogía, así como las ciencias cognitivas.

El aprendizaje colaborativo ha sido aplicado en forma efectiva en las aulas de clase en donde el profesor es el facilitador que regula y guía el proceso tanto en los aspectos cognitivos como sociales. Al trabajar en un ambiente computacional a distancia los elementos con que se cuenta en el trabajo presencial cambian, especialmente los relacionados con la guía de la interacción entre los participantes por lo que el apoyo al grupo no resulta sencillo. Este aspecto ha sido identificado como uno de los principales puntos en la agenda de investigación [Dillenbourg, 1999] del aprendizaje colaborativo asistido por computadoras (CSCL de Computer Supported Collaborative Learning) y ha sido la motivación inicial de esta investigación.

## 1.2 Identificación del problema

Las investigaciones relacionadas con la obtención de modelos de análisis de la colaboración están orientadas a la búsqueda de formas de apoyo en los sistemas CSCL. Este apoyo puede darse en diferentes fases del proceso y con diferentes fines. Si el fin es mostrar a los integrantes o al tutor el estado actual de la interacción colaborativa, tenemos una herramienta de *monitoreo*. Otra de las posibilidades es mostrar el estado actual de la interacción en forma comparativa con el estado ideal deseado, estamos hablando de una herramienta *meta-cognitiva*. Finalmente si con base en la información colectada sobre la interacción se ofrece asesoría y guía al proceso colaborativo, tendremos un sistema de *guía* [Jermann et al., 2001]. Cada una de las tres formas de apoyo mencionadas requiere de mecanismos para representar el proceso colaborativo y mecanismos para lograr el objetivo de apoyo, ya sea en forma de monitoreo, como apoyo meta-cognitivo o como guía al proceso de colaboración. Este trabajo aborda precisamente el problema de desarrollar mecanismos para identificar y representar el proceso colaborativo.

Se ha encontrado que el modelado de estudiantes utilizadas en los sistemas tutoriales inteligentes en la que se tiene el paradigma estudiante-profesor o estudiante-tutor no son aplicables directamente al aprendizaje colaborativo pues se tiene adicionalmente el conocimiento

generado por el grupo, por lo que es necesario emplear una orientación diferente para modelar este conocimiento [Mühlenbrock, 2001].

Aunado a esto tenemos que en las actividades relacionadas con la colaboración aparecen nuevos elementos como son: el intercambio y la negociación del conocimiento, el conflicto, la argumentación, el cambio cognitivo, la construcción de nuevo conocimiento y el desarrollo de habilidades sociales [Baker, 1994]. Son estos nuevos elementos los que hacen que el análisis sea complejo y requiera ser abordado desde múltiples perspectivas.

Como área de investigación los sistemas CSCL permiten desarrollar y aplicar técnicas de representación sobre la interacción y el conocimiento generado por el grupo [Barros, 1999] y se identifica como necesaria la posibilidad de contar con una descripción explícita del proceso de colaboración para monitorear y visualizar la interacción del grupo de tal manera que con base en este modelo se puedan realizar intervenciones didácticas y de apoyo inteligente [Mühlenbrock, 2001]. En este punto hacemos énfasis en que es necesario considerar todo el proceso de colaboración y no sólo al resultado final para entender el valor de trabajar con compañeros de aprendizaje [Mühlenbrock, 1999].

Este proceso de análisis de la colaboración en sistemas CSCL inicialmente estuvo centrado principalmente en los diálogos, en los cuales se encuentran las interacciones argumentativas y negociaciones como parte de un proceso colaborativo de resolución de problemas. Uno de los principales retos del análisis de los diálogos es la creación de modelos que permitan identificar dichos procesos argumentativos que a su vez nos ayudan a conocer si se da la resolución de conflictos, la negociación y la regulación mutua entre los integrantes del grupo en la búsqueda de la resolución del problema que se les presenta. Sin embargo la complejidad del análisis de los diálogos en lenguaje natural ha motivado la búsqueda de nuevos enfoques, como es el uso de interfaces con diálogos estructurados o el análisis de la interacción mediante otras forma de comunicación diferentes al lenguaje, como son la interacción a través de representaciones gráficas creadas colaborativamente [Mühlenbrock, 2001].

Estudios anteriores [Suthers et al., 2003] han mostrado la importancia de las representaciones como apoyo al entendimiento individual y a la resolución de problemas, así como el rol de estas representaciones en el proceso de aprendizaje colaborativo. Estos autores han encontrado que las representaciones externas juegan roles importantes en las situaciones en las que el grupo las construye y las manipula como parte de la actividad constructiva, propician el inicio de la negociación de significados y proveen una forma implícita de conciencia (“awareness”) de lo que los otros integrantes realizan. Por este tipo de ventajas que ofrecen, hemos decidido explorar el problema de análisis de la interacción colaborativa en esta dirección, es decir, mediante representaciones gráficas.

### **1.3 Objetivos**

El análisis de la interacción colaborativa en la que intervienen las representaciones gráficas en el proceso colaborativo es explorado como una opción alternativa al análisis exclusivamente mediante los diálogos en lenguaje natural. En esta nueva dirección se presenta el problema de la interpretación de la magnitud colaborativa que tienen las acciones realizadas sobre la representación gráfica del grupo por cada uno de los integrantes.

Es entonces que el objetivo principal de este trabajo de investigación es analizar las interacciones colaborativas realizadas durante el proceso de creación de representaciones gráficas, para el caso específico de ambientes de modelado colaborativo síncrono planteando las siguientes preguntas a investigar:

¿Puede ser analizada la colaboración en las interacciones entre dos personas en la creación de representaciones gráficas en ambientes CSCL síncronos y a distancia?

¿Pueden adaptarse los conceptos de los modelos de análisis de colaboración para diálogos en lenguaje natural al caso del análisis de colaboración en la interacción realizada al crear representaciones gráficas?

#### **1.4 Alcances y limitaciones**

En este estudio se planteó el análisis de la colaboración basado en las interacciones colaborativas realizadas durante el modelado de representaciones gráficas, sin embargo se hace énfasis en que no se contempla el análisis formal del lenguaje natural de los intercambios escritos entre los estudiantes durante el proceso colaborativo, ni de los contenidos textuales de las representaciones gráficas. Para el análisis se realizó la adaptación empírica de un modelo existente, apoyado por datos de la interacción de dos parejas de estudiantes obtenidos durante un experimento realizado como parte de este trabajo. Esta adaptación no se automatizó ni se presentó como una propuesta final, sino como una primera aproximación, a partir de la cual puede avanzarse en trabajos posteriores, realizando nuevas experimentaciones para refinarla, extenderla, con la posibilidad de realizar implementaciones computacionales de la misma y adaptarla a representaciones gráficas más avanzadas.

Para este trabajo se analizaron únicamente las interacciones realizadas en la creación de representaciones gráficas simples con nodos unidos por enlaces, quedando fuera del alcance de esta investigación las representaciones gráficas de modelado más avanzadas como son los diagramas de entidad relación, los sistemas dinámicos o las redes de Petri.

#### **1.5 Descripción del trabajo**

Se comenzó por realizar un estudio de las teorías sociales del aprendizaje, del paradigma CSCL, del aprendizaje colaborativo, de la Teoría de la actividad y del rol de las representaciones gráficas en la colaboración con el fin de establecer un contexto teórico para la investigación. Se revisaron algunos modelos de intervención pedagógica para aprendizaje colaborativo y se realizó una búsqueda de los modelos de análisis de la colaboración.

Para obtener datos de interacción colaborativa al crear representaciones gráficas, necesarios para el estudio propuesto, se planeó una actividad colaborativa y se llevó a cabo un experimento basado en dicha planeación. En su diseño se incluyó una sesión de modelado colaborativo de representaciones gráficas por parejas en la que se recopiló la información de interacción colaborativa. Para la realización de dicha sesión fue necesaria la búsqueda de herramientas de modelado colaborativo síncrono a distancia para identificar aquellas que permitieran el registro de las acciones realizadas por cada estudiante durante el proceso de creación de las representaciones gráficas. El experimento se llevó a cabo en 4 sesiones en base al diseño que incluye trabajo grupal, individual y por parejas, con actividades presenciales y a distancia, así como modalidades síncronas y asíncronas. La sesión en que se empleó la herramienta de modelado colaborativo síncrono elegida fue a distancia, por parejas y se realizó en las computaulas del ITESM Campus Cuernavaca. La información a analizar en este trabajo provino precisamente de dicha sesión de modelado.

El modelo elegido de análisis de colaboración originalmente se basa en el cálculo de los indicadores de colaboración del diálogo en lenguaje natural: la simetría, el alineamiento y el acuerdo. Para la obtención de estos indicadores se realizó la adaptación del modelo para analizar las interacciones colaborativas al crear las gráficas simplificadas. Se realizó la descripción del modelo adaptado, incluyendo el proceso de filtrado, clasificación y cálculo de valores, para lo cual se incluyeron las formulas empleadas. Del experimento se eligieron los datos de dos parejas de estudiantes, los cuales se filtraron, se clasificaron y se analizaron de acuerdo a la adaptación propuesta. Posteriormente se realizó un **proceso empírico** de depuración de la adaptación empleando las interacciones colaborativas de las dos parejas de estudiantes elegidas, apoyando la depuración con la representación visual de los diagramas creados. Partiendo de la adaptación final del modelo se presenta el análisis de los datos de las dos parejas de estudiantes y el análisis e interpretación de los indicadores de colaboración.

## **1.6 Organización de la Tesis**

En el siguiente capítulo se realiza una introducción al aprendizaje, se describen brevemente las teorías sociales de aprendizaje, el paradigma CSCL, el rol de las representaciones gráficas y el modelo de aprendizaje basado en problemas. En el capítulo 3 se describe el modelo de análisis de diálogos elegido [Baker 2002]. El capítulo cuatro está relacionado con el diseño y desarrollo del experimento a partir del cual se obtiene información de la interacción colaborativa entre estudiantes, al modelar representaciones gráficas. En el capítulo 5 se describe la propuesta de análisis resultante de un proceso empírico de adaptación de un modelo de análisis de diálogos. Con el modelo adaptado se analiza la interacción de los estudiantes en el capítulo 5 y finalmente en el capítulo 6 se dan las conclusiones de este trabajo.

## **CAPÍTULO 2.0 APRENDIZAJE COLABORATIVO**

### **Resumen**

En este capítulo abordaremos el concepto de aprendizaje colaborativo y la teoría de aprendizaje socio-cultural por su énfasis en este tipo de aprendizaje, en el apéndice A se presenta información complementaria al tema. Para el estudio planteado es central el papel de la computadora en el proceso colaborativo, por lo que se incluyó una breve reseña del paradigma CSCL, el lector interesado en más detalles podrá encontrar un resumen de los paradigmas de tecnología instruccional en el apéndice B. Posteriormente se presenta al concepto de actividad y se detallan algunos puntos de la Teoría de la actividad así como la construcción colaborativa de conocimientos y el espacio de trabajo conjunto. Para mayores detalles sobre la construcción colaborativa de conocimientos puede consultarse el apéndice C. Como siguiente tema se hace referencia al rol que juegan las representaciones gráficas en el proceso de colaboración, lo cual tiene especial importancia para el trabajo de búsqueda de mecanismos de análisis de la representación gráfica creada por los alumnos durante un proceso colaborativo. Al final del capítulo el lector encontrará la descripción del modelo de aprendizaje basado en problemas y en el apéndice D el material complementario al tema.

### **2.1 Introducción**

Colaboración es un término ampliamente usado que nos sirve para describir una gran variedad de conductas, en un sentido muy general, la colaboración se dice que ocurre cuando más de una persona trabajan en una sola tarea.

Para Dillenbourg [1999] el *aprendizaje colaborativo* describe una situación en la que se espera que ocurran formas particulares de interacción entre las personas que a su vez desencadenen mecanismos de aprendizaje, pero sin tener garantía de que ocurran las interacciones esperadas. Es por esta razón que es importante desarrollar formas para incrementar la probabilidad de que ocurran dichas interacciones. De acuerdo a este autor, los mecanismos pueden ser de varias categorías:

**Establecer las condiciones iniciales.** Una primera forma de incrementar la probabilidad de que ocurran este tipo de interacciones es diseñar cuidadosamente la situación, incluyendo el tamaño óptimo del grupo, el criterio para agruparlos (por nivel, por sexo), el medio de interacción (cara a cara, a distancia). Todas estas condiciones interactúan entre si de tal forma que resulta difícil establecer condiciones iniciales que garanticen la efectividad del aprendizaje colaborativo.

**Definir el contrato de colaboración mediante la especificación de roles y escenarios.** Esta orientación tiende a convertir el aprendizaje colaborativo en un método. Algunos métodos se basan en establecer diferencias sistemáticas entre los estudiantes para desencadenar interacciones conflictivas o porque que el conocimiento complementario entre los estudiantes hace que se requiera mucha interacción.

**Apoyar las interacciones mediante reglas de acompañamiento en el medio.** En la colaboración cara a cara pueden especificarse reglas de interacción mediante instrucciones del profesor, en la colaboración mediada por computadoras, las reglas de interacción pueden ser “reforzadas” al integrarlas en el diseño del medio. En esta dirección se han creado varias interfaces semi-estructuradas en las que se provee al usuario de botones con textos predefinidos como “Propongo que...”, en los el estudiante debe completar la oración. El aspecto de flexibilidad con la que la interfaz debe dar forma a la interacción es una pregunta abierta actualmente a la investigación.

**Monitorear y regular las interacciones.** La realización de intervenciones pedagógicas mínimas (como por ejemplo dar consejos) para redireccionar el trabajo del grupo en una dirección productiva o monitorear a los miembros que se encuentran fuera de la interacción. En contextos de ambientes computacionales, se requieren herramientas específicas para monitorear dichas interacciones en diferentes formas y lugares. El diseño de este tipo de herramientas es señalado por Dillenbourg [1999] como uno de los puntos en la agenda de este tipo de sistemas.

Aprender no es un mecanismo aislado, refiriéndose esto al hecho de que cuando se habla de aprendizaje colaborativo, no se puede dejar de hablar de aprendizaje individual, ya que los individuos no aprenden simplemente porque están juntos, sino porque realizan algunas actividades que disparan mecanismos específicos de aprendizaje, incluyendo los individuales pues el proceso cognitivo individual no es cancelado por la interacción. La interacción entre las personas da lugar a actividades adicionales (explicación, desacuerdo, regulación mutua), que a su vez desencadenan mecanismos cognitivos extras (interiorización, reducción de carga cognitiva).

El aprendizaje colaborativo está precisamente relacionado con estas actividades y mecanismos, que ocurren mas frecuentemente en este tipo de aprendizaje que en condiciones de aprendizaje individual, sin embargo esto no quiere decir que haya garantía de que ocurran en la colaboración ni tampoco puede asumirse que estos mecanismos ocurran exclusivamente en el proceso colaborativo [Dillenbourg, 1999].

Es importante enfatizar que el aprendizaje colaborativo no es un método y esto se debe a que no es fácilmente predecible el tipo de interacciones que suceden. Una situación colaborativa puede verse como una especie de contrato social, tanto entre los compañeros como entre los alumnos y el profesor (contrato didáctico). En este contrato se especifican las condiciones bajo las cuales deben ocurrir las interacciones, sin embargo no hay garantía de que ocurran.

Para Suthers [2005], el beneficio de la colaboración radica en el proceso de articulación, conflicto y co-construcción de ideas que ocurre cuando se trabaja en grupo. Los participantes en una situación de problema deben hacer explícitas sus ideas (aseveraciones, hipótesis, negativas) a los otros colaboradores, así mismo en caso de desacuerdo, se debe dar la justificación y la

negociación. Es esta situación la que ayuda a los estudiantes a converger a un objeto común de entendimiento compartido.

La resolución de problemas en una actividad que puede realizarse colaborativamente y para ello se han definido metodologías que ayudan a guiar el proceso. En la resolución de problemas es importante hacer la distinción entre los términos cooperativo y colaborativo. El trabajo cooperativo se lleva a cabo haciendo división del trabajo entre los participantes, en donde cada persona es responsable de resolver una parte del problema, mientras que en el trabajo colaborativo hay un compromiso mutuo entre los participantes en un esfuerzo coordinado por resolver el problema juntos [Roschelle, 1995], *“la colaboración es una actividad coordinada, síncrona, resultado de un intento continuo de construir y mantener una concepción compartida de un problema”*.

Para abordar el tema del aprendizaje colaborativo se consideró principalmente la teoría socio-cultural que se introduce a continuación, sin embargo se consideró importante incluir en el Apéndice A una breve introducción de las diferentes teorías sociales del aprendizaje como son la socio-constructivista y la de la cognición compartida. En dichas teorías se abordan orientaciones que se diferencian en la forma de explicar el surgimiento del conocimiento así como la unidad de análisis.

## **2.2 Teorías sociales del aprendizaje**

En el aprendizaje colaborativo puede considerarse como unidad de análisis el individuo o el grupo. Por un lado puede considerarse que el objetivo de la investigación en esta área es entender cómo un sistema cognitivo es transformado por los mensajes que recibe de otro, mientras que en el otro extremo puede verse el grupo como unidad de análisis. El reto es entender cómo sucede que los sistemas cognitivos producen un entendimiento compartido del problema [Dillenbourg, 1996].

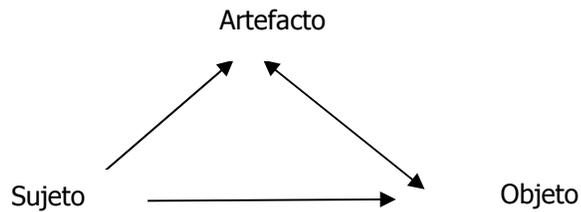
Según Dillenbourg [1999], las teorías del aprendizaje colaborativo deben considerar cuatro criterios principales, la *situación* en la que se desarrolla el aprendizaje (simetría, grado de división de la labor), las *interacciones* que suceden (simetría, negociabilidad), el *proceso* y no sólo el resultado final (entendimiento, modelado mutuo) así como los *efectos* que se tienen en los individuos como resultado del proceso.

A continuación se describen algunos aspectos de la teoría socio-cultural que considera que el desarrollo primero es interpersonal y posteriormente intrapersonal y en el apéndice A, la socio-constructivista que parte del desarrollo individual al social, la socio-cultural y la de la cognición compartida en la que el ambiente es considerado parte integral de la actividad cognitiva.

### **2.2.1 Enfoque socio-cultural**

Mientras que el enfoque socio-cognitivo se orienta al desarrollo individual en el contexto de la interacción social, el socio-cultural se centra en la relación causal entre la interacción social y el cambio cognitivo individual. Su unidad básica de análisis es la actividad social, a partir de la cual se desarrolla el funcionamiento mental individual. Para los piagetianos la interacción social funciona como un catalizador para el cambio individual que a su vez depende de su desarrollo individual, mientras que en la perspectiva de la teoría socio cultural, los procesos interpsicológicos son internalizados por los individuos.

Esta teoría también conocida como teoría cultural se inició por un grupo de psicólogos rusos revolucionarios en los 1920s y los 1930s. El concepto básico fue formulado por Vygotsky (1886-1934) para quien las dos orientaciones psicológicas dominantes, el psicoanálisis y el conductismo eran insatisfactorias [Univ. Helsinki, 2007]. Vygotsky y sus colegas Luria y Leont'ev plantearon un nuevo concepto teórico, el de la *acción mediada por artefactos y orientada a los objetos*. Un individuo nunca reacciona directamente al ambiente. Las relaciones entre un humano agente y un objeto del ambiente están mediadas por medios culturales, herramientas y signos.



**Figura 2-1** Formulación del modelo de Vigotsky de la acción mediada.

Los psicólogos culturales consideran que el medio donde se produce la actividad humana inteligente incluye los artefactos, tecnologías y rituales que se han adquirido y desarrollado socialmente, a lo largo de un proceso histórico. La cognición y el aprendizaje personal debe tener en cuenta el ámbito socialmente organizado, y por tanto se han de modelar también las interrelaciones entre pensamiento y los medios que ofrece el entorno cultural [Barros, 1999].

Desde la perspectiva de Vigotsky, los procesos interpsicológicos se vuelven intrapsicológicos, por lo que el desarrollo sucede en dos planos, el interpsicológico y el intrapsicológico, en donde la interiorización se refiere a la liga entre el plano social y el plano interno. El discurso social se utiliza para interactuar con los demás, el discurso interno para hablarnos a nosotros mismos, para reflexionar, para pensar y funcionar como auto-regulador [Dillenbourg, 1996]. Vigotsky situaba su interés principal en los procesos sociales interpsicológicos que implican pequeños grupos de individuos implicados en una interacción social determinada y explicable en términos de dinámica de grupos pequeños y práctica comunicativa. La relación estrecha entre la interiorización y los orígenes sociales de los procesos psicológicos individuales es evidente en el siguiente pasaje de Vigotsky citado por Wertsch [1985] en el que las funciones psicológicas superiores aparecen inicialmente en su forma externa, ya que son procesos sociales:

*“Es necesario que todo aquello que es interno en las formas superiores haya sido externo, es decir, que fuera para otros lo que ahora es para uno mismo. Toda función psicológica superior atraviesa necesariamente una etapa externa en su desarrollo, ya que inicialmente es una función social. Éste constituye el problema principal del comportamiento*

*externo e interno... Cuando nos referimos a un proceso, “externo” quiere decir “social”. Toda función psicológica superior ha sido externa porque ha sido social en algún momento anterior a su transformación en una auténtica función psicológica interna” [Wertsch, 1985].*

Algunas de las ideas más concretas de Vigotsky sobre las relaciones entre el funcionamiento interpsicológico y el funcionamiento intrapsicológico fueron puestas de manifiesto por él con relación al concepto de “zona de desarrollo próximo”. Vigotsky define ésta “como la distancia entre el nivel de desarrollo real del niño determinado a partir de la resolución independiente de problemas y el nivel de desarrollo potencial determinado por la resolución de problemas bajo la guía del adulto o en colaboración con compañeros más capacitados” [Vigotski, 1985].

Al considerar la instrucción, Vygotsky se centró en cómo el funcionamiento interpsicológico puede ser estructurado de tal manera que maximice el crecimiento del funcionamiento intrapsicológico: “La instrucción solamente es positiva cuando va más allá del desarrollo. Entonces, despierta y pone en funcionamiento toda una serie de funciones que, situadas en la zona de desarrollo próximo, se encuentran en proceso de maduración” [Wertsch, 1985].

El potencial de aprendizaje puede desarrollarse a partir de acciones e interacciones mediadas por un conjunto de herramientas, entre las que se puede destacar el lenguaje. Desde esta perspectiva, la unidad básica es la actividad social, que es donde se origina el desarrollo mental individual. Este concepto de actividad se resalta posteriormente en este capítulo dentro del apartado relacionado con la Teoría de la actividad en la que se propone la actividad humana como unidad de análisis.

## 2.3 Paradigma CSCL

Según Koschmann [2001], las tecnologías de la información y la comunicación aplicadas a la educación han dado lugar a propuestas que pueden enmarcarse en cuatro grandes paradigmas, tres de ellos considerados clásicos [Barros, 1999]: La enseñanza asistida por computadora (CAI), los sistemas tutores inteligentes (ITS), el LOGO-como-latín, y el cuarto en estado emergente denominado aprendizaje colaborativo asistido por computadoras (CSCL). A continuación describiremos el paradigma CSCL, por su importancia para este trabajo. El lector podrá encontrar una breve descripción de los paradigmas CAI, ITS y LOGO, en el apéndice B.

El paradigma CSCL está basado en una visión socio-cultural de la cognición y propugna la naturaleza esencialmente social de los procesos de aprendizaje. Desde este enfoque, la tecnología interesa en cuanto al potencial que ofrece para crear, favorecer o enriquecer contextos interpersonales de aprendizaje.

Surge como una rama emergente de las ciencias del aprendizaje relacionadas con el estudio de cómo las personas pueden aprender juntas con la ayuda de computadoras. Inicia en los noventa como una reacción al software que conducía a los estudiantes a aprender como individuos aislados [Stahl et al., 2006].

Su diferenciación con otras orientaciones se resume de la siguiente manera [Stahl, 2006]:

- No está centrado en el aprendizaje individual sino en el aprendizaje en pequeños grupos de estudiantes.
- La actividad del grupo no es trabajar sino construir entendimiento nuevo y significado dentro de los contextos de instrucción y aprendizaje.
- El aprendizaje no tiene lugar en aislamiento, sino con el apoyo de herramientas basadas en computadoras, micromundos, medios y redes de telecomunicaciones.
- Lo importante no es la transmisión de hechos sino la construcción de conocimiento personal significativo.

- La interacción de los participantes no es competitiva o accidental sino que involucra esfuerzos sistemáticos para trabajar y aprender juntos.
- La orientación es hacia la discusión, el debate, la argumentación y el entendimiento y no hacia la ejercitación y práctica de procedimientos.

La meta de diseño en CSCL es crear artefactos, actividades y ambientes que favorezcan las prácticas de construcción grupal de significados [Stahl et al., 2006]. Dentro de CSCL se da importancia al aprendizaje a través de la colaboración más que al aprendizaje mediante la exposición del profesor. El rol de la computadora cambia dejando de ser un medio para dar instrucción para convertirse en un medio de apoyo a la colaboración, ofreciendo medios de comunicación y sostén para una interacción productiva entre estudiantes. Los ambientes de software CSCL ofrecen diversas formas de apoyo pedagógico y de aprendizaje colaborativo, como es la posibilidad de monitorear el avance de la interacción entre los estudiantes y la creación de nueva información compartida, pudiendo dar retroalimentación a los estudiantes y favorecer la socialización. CSCL se plantea el reto de combinar aprendizaje colaborativo y apoyo computacional ó tecnología y educación para lograr mejorar el aprendizaje.

Las investigaciones en aprendizaje colaborativo se han dirigido a estudiar las interacciones entre los estudiantes a lo largo del trabajo para analizar e identificar las ventajas cognitivas del trabajo conjunto [Dillenbourg et al., 1996]. El beneficio de la colaboración radica en el proceso de articulación, conflicto y co-construcción de ideas que ocurre cuando se trabaja en grupo. Los participantes en una situación de problema deben hacer explícitas sus ideas (aseveraciones, hipótesis, negativas) a los otros colaboradores. Así mismo en caso de desacuerdo, se debe dar la justificación y la negociación. Es esta situación la que ayuda a los estudiantes a converger en un objeto común de entendimiento compartido. [Barros, 1999].

En este contexto, la computadora ofrece oportunidades para apoyar y mejorar este enfoque en un gran número de formas, ofreciendo la posibilidad de contar con espacios de problemas basados en computadora para crear conjuntamente las estructuras de conocimiento común y referencia compartida. Adicionalmente, las redes hacen posible la apertura de este marco colaborativo a las comunidades distribuidas dando la posibilidad de acceso remoto a estos

espacios, proveyendo también la facilidad de realizar la comunicación mediada por computadora para apoyar el intercambio y debate [Barros et al, 1999].

Si consideramos que la resolución colaborativa del problema ocurre en un espacio conceptual compartido, construido a través de un marco de lenguaje, situación y actividad comunes, esta orientación nos define en gran medida la situación del CSCL.

Según Koschmann [2001], el CSCL se basa en teorías del aprendizaje de orientación social como son: el constructivismo social, la Teoría de la actividad, el aprendizaje situado, la teoría del conflicto neo-Piagetiano, la teoría de aprendizaje observacional de Bandura y la teoría de la Cognición Distribuida.

## 2.4 Teoría de la actividad

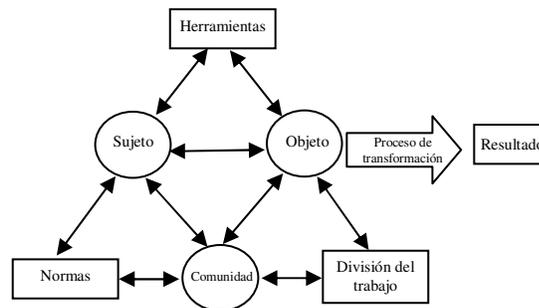
Tiene sus orígenes en la teoría histórico-cultural soviética. Alexei Leont'ev parte de la idea de mediación creada por Vigotsky e integra el aspecto de mediación a través de relaciones sociales, distinguiendo entre la actividad colectiva y la acción individual. Leont'ev parte de ideas de Marx sobre el concepto de labor, exponiendo que solamente a través de la relación con otras personas el hombre se relaciona con la naturaleza, lo que significa que el trabajo aparece desde sus inicios como un proceso mediado por herramientas y al mismo tiempo mediado socialmente.

La Teoría de la actividad estudia la estructura de una actividad, inspirada en el trabajo de Leont'ev: *actividad, acción y operación*. El nivel más alto, la *actividad*, está relacionado con el objeto y lo realiza la comunidad. El nivel medio, las *acciones* se conducen por una conciencia global y pueden ser individuales o colectivas. Finalmente el nivel mas bajo de *operaciones* automáticas se conduce por las condiciones y herramientas de la acción actual.

**Tabla 2-1** Niveles jerárquicos de una actividad

Nivel	Orientación	Realizado por
ACTIVIDAD	Objeto	Comunidad
ACCIÓN	Meta	Individuo o grupo
OPERACIÓN	Condiciones	Humano o Máquinas (hecho en forma rutinaria)

Engeström [1987] propone un modelo sistémico del concepto de actividad y de las relaciones culturales que median en él. Substituye las relaciones entre sujeto y objeto con relaciones ternarias, añadiendo un tercer elemento que es la comunidad. Tenemos entonces los elementos básicos de una actividad: sujeto, objeto, comunidad y las relaciones entre ellos mostrados en la Figura 2-2.

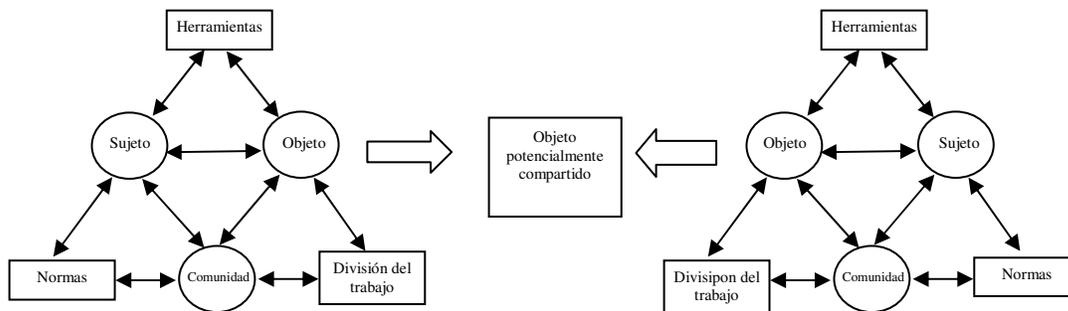


**Figura 2-2** Estructura básica de un sistema de actividad [Engeström, 1987]

En el modelo, el sujeto se refiere a un individuo o grupo y es con base en su punto de vista que se realiza el análisis. El objeto se refiere al material o espacio del problema hacia el cual se dirige la actividad y es el que es moldeado y transformado como resultado de la actividad con la ayuda de instrumentos físicos y simbólicos, externos e internos, incluyendo tanto herramientas como signos. La comunidad comprende múltiples individuos y sub-grupos que

comparten el mismo objeto general. La división del trabajo se refiere tanto a la división horizontal de tareas entre los miembros o comunidad así como a la división vertical de status y puede ser implícita o explícita para la comunidad relacionada con el proceso de transformación que lleva al resultado [Barros, 1999]. Las reglas se refieren a las regulaciones implícitas y explícitas, normas y convenciones sociales que regulan las acciones y las interacciones en el sistema de actividad [Univ. Helsinki, 2007]. Una herramienta puede ser cualquier elemento utilizado en el proceso de transformación, incluyendo tanto herramientas materiales como herramientas que ayudan a pensar.

Se tienen tres relaciones: la relación sujeto-objeto, mediada por las herramientas o artefactos, la relación sujeto-comunidad, mediada por las normas de funcionamiento y la relación comunidad-objeto, mediada por la división del trabajo. Esta actividad tiene un resultado que a su vez puede ser parte de otra actividad, es decir, los sistemas de actividad están relacionadas unas con otras. Un sistema de actividades no existe en el vacío, interactúa con otras redes de sistemas de actividades.



**Figura 2-3** Dos sistemas de actividad interactuando [Univ. Helsinki, 2007]

En un sistema de actividad hay una constante construcción y renegociación. Para asegurar la operación continua debe haber coordinación entre las diferentes versiones del objeto, deben reasignarse tareas y reinterpretarse las reglas. También existe un constante movimiento entre los nodos de la actividad. Lo que inicialmente aparece como un objeto puede transformarse rápidamente en una salida y convertirse en un instrumento de otra actividad o inclusive como una regla. Un sistema de actividades está trabajando constantemente a través de

contradicciones dentro y entre sus elementos, en este sentido un sistema de actividad es una máquina de producción de disturbios e innovaciones [Univ. Helsinki, 2007].

Una actividad es una formación sistémica y colectiva que tiene una estructura compleja. Produce acciones y es realizada por medio de acciones. Sin embargo no debemos reducir una actividad a simples acciones, pues éstas tienen una vida relativamente corta. Por el contrario, los sistemas de actividades evolucionan a través de largos periodos socio-históricos, llegando a tomar a lo largo del tiempo la forma de instituciones y organizaciones. Para Leont'ev no existe actividad sin objeto. Un objeto es tanto algo dado como algo que se anticipa. De esta forma, una cosa o un fenómeno puede ser el objeto de una actividad si es una necesidad humana. El objeto es el que determina las posibles metas y acciones de la actividad [Univ. Helsinki, 2007].

## **2.5 Construcción colaborativa de conocimientos**

Stahl [2002] menciona dos problemas principales con respecto al término *aprendizaje* especialmente en el marco teórico para CSCL: el aprendizaje está en todos lados y por esta razón no es posible ubicar los momentos en los que sucede ni observarlo pues se da en la mente de los individuos. En contraste la noción de *construcción colaborativa de conocimientos* resulta más tangible pues no puede aplicarse tan sencillamente dondequiera ya que se refiere a situaciones identificables y específicas, también puede observarse directa o empíricamente pues necesariamente tiene lugar en medios observables como es el habla. Adicionalmente produce objetos de conocimiento o artefactos, que proveen evidencia y bases para evaluar dicha *construcción de conocimiento*.

Stahl propone como hipótesis de investigación que el término *construcción de conocimiento* resulta más concreto y descriptivo que el término *aprendizaje*, especialmente cuando estamos interesados en colaboración y nos ayuda a evitar los aspectos individualistas favoreciendo el enfoque social.

La noción de *construcción de conocimiento* es atribuida a Scardamalia y Bereiter [1996] quienes proponen reestructurar la enseñanza en las escuelas como comunidades en las que la construcción de conocimiento sea una meta colectiva y el rol de la tecnología educativa reemplace los patrones de discurso actuales de los salones de clase. Los autores observan que la tecnología educativa se concentra por un lado en programas de práctica, tutoría y programas instruccionales, y por otro lado en una variedad de programas exploratorios se centran en el individuo por lo que no ofrecen los elementos adecuados al paradigma de CSCL, con su dimensión de construcción social del conocimiento.

De igual manera, proponen adoptar las formas dominantes de investigación en las comunidades científicas, en donde las teorías son progresivamente desarrolladas, involucrando revisiones y críticas de los artículos publicados en las revistas. De esta forma la comunidad científica aprende construyendo conocimiento colaborativamente. Actividades como cuestionamientos, propuestas, argumentación, crítica, negociación, reparación, acuerdos, son tan importantes como los artefactos alrededor de los cuales se da el discurso.

Varios modelos son compatibles con el concepto de *construcción colaborativa de conocimientos*. Un enfoque sistemático es el de aprendizaje basado en problemas (PBL de Problem Based Learning), que requiere que los grupos de estudiantes se conviertan en investigadores con el profesor o tutor como facilitador del proceso. Para la teoría de CSCL resulta muy adecuado el modelo de PBL que se centra en la discusión del grupo como la actividad central de la investigación. Esta discusión puede suceder verbalmente en el caso de reuniones presenciales o puede ser capturada textualmente en ambientes de redes virtuales asistidas por redes de computadoras.

Como la construcción colaborativa del conocimiento involucra el uso de conceptos cuyo significado cambia y crece continuamente, un observador con herramientas adecuadas puede ver cómo el conocimiento es construido paso a paso. Debido a que el conocimiento se construye por más de un participante, los cambios en entendimiento de los participantes se comparten con los demás y por lo tanto es factible de observarlo, registrarlo y consecuentemente permite su estudio y análisis posterior. Stahl [2006] propone un esquema de dicho proceso de construcción como

un intento de entender el aprendizaje, el cual hemos incluido en el apéndice C para que el lector pueda profundizar en estos conceptos.

## 2.6 Espacio de trabajo conjunto

Hemos denominado *espacio trabajo conjunto* al concepto *joint problem space* sugerido por Roschelle y Teasley [1995]. Los autores proponen que las interacciones sociales en el contexto de la actividad de resolución de problemas ocurren en este *espacio de trabajo conjunto*. Este espacio es una estructura de conocimiento compartida que soporta la actividad de resolución de problemas. La propuesta que hacen es que la actividad colaborativa fundamental en la resolución de problemas sucede a través del involucramiento con un conjunto de elementos de conocimiento emergentes y socialmente negociados que constituyen precisamente el llamado *espacio de trabajo conjunto*.

Así mismo consideran que la resolución colaborativa de problemas consiste de dos actividades concurrentes: resolver el problema conjuntamente y construir este *espacio de trabajo conjunto*. Estas actividades coexisten y la conversación en el contexto de solución del problema es el proceso mediante el cual los colaboradores construyen y mantienen este espacio.

Contrario a otras orientaciones, argumentan que la resolución colaborativa de problemas tiene lugar en ese espacio conceptual, negociado, compartido y construido a través de un marco externo de mediación de lenguaje, situaciones y actividades compartidas y no solamente dentro del contenido cognitivo de la mente de cada individuo.

## 2.7 El rol de las representaciones externas en el aprendizaje colaborativo

Las representaciones externas han sido objeto de estudio en el contexto del aprendizaje y la resolución de problemas [Suthers et al., 2003]. Se ha encontrado en las investigaciones que el uso de representaciones influye la concepción individual de un problema y facilita su solución. Sin embargo estas afirmaciones no pueden extrapolarse al trabajo en grupo en el que pueden involucrarse nuevos fenómenos emergentes en la actividad del grupo. Según los autores [Suthers et al., 2003], las representaciones externas juegan tres roles que son únicos a las situaciones en las cuales el grupo está construyendo y manipulando las representaciones compartidas como parte de su actividad constructiva:

1. Permiten la iniciación de las negociaciones de significado: un integrante que desea agregar o modificar algo en la representación compartida puede sentir obligación de obtener la aprobación de los otros miembros del grupo, conduciéndolo a negociaciones de significado y significado compartido que no serían necesarias en el caso individual.
2. Sirven como un medio de representación compartida: Los componentes de una representación construida colaborativamente, surgidas de negociaciones como se describe en el punto anterior, desencadenan en las mentes de los participantes muchos significados que van más allá de lo que puede observarse externamente por simple inspección de la representación por sí misma. Los componentes de la representación pueden servir como un medio sencillo de referirse a ideas previamente desarrolladas, realizándose esta referencia dirigiendo el apuntador más que por descripción verbal. Las representaciones externas construidas colaborativamente, de esta forma facilitan las negociaciones subsecuentes, incrementando la complejidad conceptual que puede ser manejada en las interacciones del grupo y facilitando la elaboración en información previamente representada.
3. Proveen un fundamento para la conciencia compartida. Las representaciones compartidas sirven como memoria del grupo, recordando a los participantes sus ideas previas y posiblemente sirviendo como una agenda para trabajo posterior. El trabajo

individual también se beneficia de esta memoria externa pero en el caso del grupo hay una conciencia adicional ya que el interlocutor podrá recordar por las representaciones de ideas previas y los integrantes podrán considerar los comentarios potenciales que otros realicen a sus propuestas. Será más difícil ignorar las implicaciones de ideas previas si se está conciente de que los otros interlocutores también están conscientes de ellas por la representación [Suthers et al., 2003]. Las notaciones de representación pueden diferir en cuanto a la información que son capaces de expresar y cuáles procesos promueven.

## 2.8 Representación compartida de la solución

Se han estudiado las interacciones entre los estudiantes a lo largo del trabajo colaborativo para analizar e identificar las ventajas cognitivas del trabajo conjunto [Dillenbourg et al., 1996]. Una de las posibilidades de investigar la colaboración es el análisis del discurso o diálogo, planteándose la *negociación* como un indicador del involucramiento en la tarea de búsqueda de soluciones y la *argumentación* como un posible medio para resolver el conflicto socio-cognitivo [Dillenbourg, 1999].

En la mayoría de las investigaciones relacionadas con la interacción en los espacios compartidos se analiza la interacción verbal o la comunicación cara a cara. Sin embargo, se ha observado que también las *acciones* de los usuarios tienen una dimensión comunicativa, por lo que basarse en el proceso de colaboración puede ayudar a entender mejor el trabajo y aprendizaje del grupo [Muhlenbrock, 2001]. Para el caso de ambientes multiusuario con *espacios de trabajo conjunto*, el control que el sistema tiene de la interacción del grupo es mínimo, pues para ello se requieren procesos que observen e interpreten la actividad del grupo.

Dentro de sus investigaciones, Suthers [2005] ha mostrado el valor y el rol de las representaciones externas para mediar la colaboración, encontrando que los colaboradores *en línea* consideran las representaciones gráficas como un medio a través del cual tiene lugar la colaboración, proponiendo nuevas ideas introduciéndolas directamente en la gráfica antes de

involucrarse en un diálogo con una herramienta de comunicación textual. En general las acciones en la representación gráfica parecen ser una parte importante de las conversaciones con los demás, siendo este medio en ocasiones la única forma de interacción. Estas observaciones han conducido a la pregunta sobre la calidad de las interacciones a través de las gráficas, abriendo la interrogante sobre si solamente los participantes están trabajando en paralelo en el mismo *espacio de trabajo* o están en alguna forma teniendo una conversación a través de la representación gráfica mencionada.

Las representaciones externas sirven como un medio en el que la información se va acumulando, transformando e interpretando, por lo que se busca investigar la forma en que dichas representaciones pueden servir como recursos para darle sentido a la colaboración y para identificar las implicaciones en el análisis.

El uso de las representaciones externas puede emplearse en un proceso de esquematización en la que los estudiantes deben presentar en forma de diagrama una propuesta o solución a un problema planteado. Este proceso nos permite ver la información clave a simple vista [Séjourné et al., 2004]. La actividad de esquematización conduce a los alumnos a analizar y explorar información para tratarla y organizarla con el fin de disponerla en forma visual. En el proceso de análisis para crear los esquemas, el estudiante realiza un resumen cognitivo mediante la aplicación de cuatro reglas de inferencia: una regla de **selección** de la información más importante, una regla de **supresión** de detalles y una regla de **construcción** en donde se completa la información faltante empleando sus conocimientos previos. La última regla está relacionada con el proceso tratamiento de la información en un esquema que implica **reestructuración** y en el que intervienen procesos argumentativos.

## 2.9 Intervención pedagógica en aprendizaje colaborativo

La colaboración puede ser influenciada anticipadamente, *estructurando* el proceso colaborativo para favorecer la aparición de interacciones productivas, o *regulando* las interacciones, como lo hacen los tutores.

Una forma de mejorar la efectividad del aprendizaje colaborativo es estructurar las interacciones mediante “scripts” bien definidos [Dillenbourg, 2002]. Un “*script*” de *colaboración* es un conjunto de instrucciones sobre cómo deben interactuar los miembros de un grupo, cómo deben colaborar y cómo deben resolver el problema. En el salón de clase, cuando un profesor organiza aprendizaje colaborativo comúnmente dan instrucciones globales como “hagan esta tarea en grupos de 3”. Un “script” es un contrato didáctico más detallado y explícito entre el profesor y el grupo de estudiantes, relacionado con el modo de colaboración. Este contrato puede ser definido por instrucciones dadas al inicio o puede estar inmerso en el ambiente CSCL.

A continuación describiremos brevemente el “script” basado en el modelo del aprendizaje basado en problemas, adicionalmente el lector podrá encontrar una breve introducción sobre otros “scripts” colaborativos como es el “script” de malla y el temático en el apéndice D.

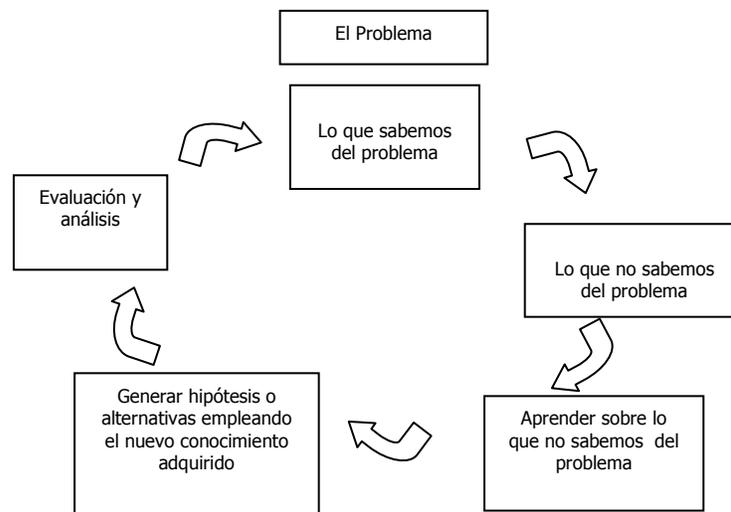
### 2.9.1 Aprendizaje basado en problemas

El Aprendizaje Basado en Problemas (PBL de Problem Based Learning) se desarrolló para hacer frente a problemas en la enseñanza tradicional en medicina. En PBL, reconociendo que el conocimiento adquirido en el contexto de su uso es más robusto y utilizable, se entrena a los estudiantes mediante un currículo basado en el estudio de una serie de casos clínicos [Koschmann et al., 1992]. Contrario a la educación tradicional, PBL comienza con un problema abierto con muchas soluciones posibles, siendo este tipo de problemas también denominados “mal estructurados”. Resolver este tipo de problemas requiere reflexión, consulta y búsqueda de información adicional, se enfocan más en la naturaleza del problema que en su solución. Tienen

una naturaleza compleja y son problemas que cambian al agregarse mayor información [Pedersen, 1998].

El uso curricular del modelo de PBL generalmente es en grupos, en los cuales trabaja conjuntamente un equipo pequeño de estudiantes y un tutor en la exploración de cada caso clínico. En PBL los roles tradicionales del profesor y el estudiante cambian. El estudiante asume mayor responsabilidad de su aprendizaje, dándole mayor motivación, estableciendo un patrón para convertirlo en aprendiz exitoso a lo largo de toda su vida. El objetivo central de PBL es la adquisición de una base amplia de conocimiento integrado que se pueda aplicar al análisis y solución de problemas.

El modelo de PBL es un proceso cíclico que, en síntesis, involucra los pasos mostrados en la figura 2-4. Al inicio con la ayuda de un tutor se explora del problema. Posteriormente los estudiantes, basados en sus conocimientos previos pertinentes tratan de analizar el problema e identificar áreas que requieren estudio individual adicional. Después los alumnos identifican y emplean recursos –consultas con expertos, recursos impresos y recursos electrónicos para investigar sobre los temas identificados. Posteriormente el grupo se reúne de nuevo para trabajar integrando al problema el conocimiento adicional adquirido.



**Figura 2-4** El ciclo aprendizaje basado en problemas

Este proceso de analizar el problema, identificar los nuevos aspectos para estudio, investigar en forma independiente los temas y aplicar el conocimiento adquirido se repite hasta que se ha explorado satisfactoriamente y entendido el problema. En el paso siguiente, se exploran las posibles alternativas o hipótesis para dar solución al problema, posteriormente se realizan las operaciones necesarias para comprobar la(s) hipótesis o analizar las alternativas y se emplea la mejor para solucionar el problema. Finalmente se realiza una fase de reflexión, en la que se discute si el proceso de solución ha sido el adecuado y si se logró resolver el problema. En caso de que la evaluación no sea positiva, se repetirá el ciclo nuevamente. En el apéndice E el lector encontrará una lista de los pasos de PBL relacionados con este diagrama.

## CAPÍTULO 3.0 ANÁLISIS DE LA COLABORACIÓN

### Resumen

En este capítulo se describe el modelo de análisis de diálogos entre parejas de Baker [2002] y el análisis basado en las representaciones de Suthers [2005] por haber sido elegidos entre otros modelos revisados para su posible adaptación al análisis de interacciones al crear representaciones gráficas.

### 3.1 Introducción

Una de las posibilidades de investigar la colaboración es mediante el análisis del discurso o diálogo, apoyándose en las investigaciones de la lingüística para dar un marco teórico al análisis, planteándose la *negociación* como un indicador del involucramiento en la tarea de búsqueda de soluciones y la *argumentación* como un posible medio para resolver el conflicto socio-cognitivo. Dentro de la negociación, podemos encontrar tres tipos de conductas principales: (1) co-construcción de la solución del problema por refinamiento mutuo, (2) exploración de las diferentes alternativas en la argumentación y (3) el empleo de la solución de otro como recurso [Dillenbourg, 1996].

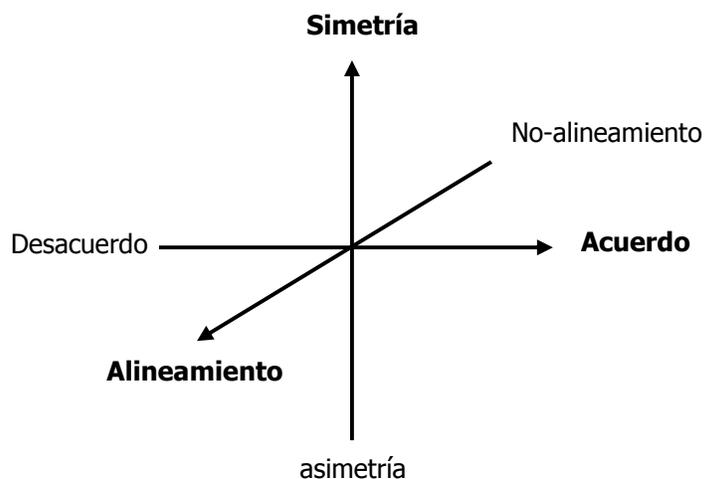
La mayoría de los sistemas de cómputo que realizan el análisis de este tipo de interacciones verbales utilizan interfaces basadas en menús o interfaces que emplean frases iniciadoras de diálogos para entender la interacción a los estudiantes y de esta forma dar ayuda basándose en un modelo ideal de diálogo [Constantino-Gonzalez, 2003].

El apoyo basado en diálogos restringidos ofrece varias ventajas como es la posibilidad potencial de aplicarlo a cualquier materia, una interpretación automática de las interacciones de los estudiantes y la restricción de dirigir la interacción hacia interacciones consideradas más productivas para el aprendizaje. Sin embargo, también se ha encontrado que los sistemas al utilizar iniciadores de diálogo (en inglés “sentence-openers”) presentan algunas desventajas como son la restricción del tipo de actos comunicativos, el alentamiento del proceso de comunicación y la mala interpretación de los diálogos cuando los botones son utilizados incorrectamente.

### **3.2 Análisis de la colaboración en la resolución de problemas**

La resolución colaborativa de problemas involucra el entendimiento del proceso de solución de problemas, la cooperación, comunicación e interacción así como un entendimiento de cómo estas actividades se encuentran ligadas a los procesos de aprendizaje. Baker [2002] propone un modelo simple descriptivo de resolución de problemas que denomina cooperativo y que satisface dos principales restricciones: 1) provee una descripción de las formas de cooperación que es suficientemente cercana a los datos de interacción que puede aplicarse al análisis de las interacciones empleando técnicas específicas, y 2) identifica las dimensiones de la interacción que son relevantes al aprendizaje.

Desde un punto de vista descriptivo, la resolución cooperativa de problemas puede verse como la intersección entre tres dimensiones fundamentales y graduales de dicha actividad: (el grado de) *simetría*, de *alineamiento* y *acuerdo*. Cada dimensión tiene diferentes valores o grados, es decir que hay un continuo entre sus dos valores extremos, simetría-asimetría, acuerdo-desacuerdo y alineamiento-no-alineamiento.



**Figura 3-1** Las tres dimensiones fundamentales de la resolución de problemas [Baker 2002]

*Grado de simetría:* se refiere a la extensión para la cual, para una secuencia dada de interacciones, las responsabilidades de los compañeros del grupo para realizar la resolución de problemas son iguales o diferentes, manifestado tanto por la comunicación verbal como no verbal así como por los actos no comunicativos relacionados que tienen como fin la resolución del problema. A dichas responsabilidades les denominaremos *roles*.

*Grado de acuerdo:* se refiere al grado con el que difieren los integrantes que manifiestan públicamente o externalizan, actitudes propositivas (creencias, no-creencias, aceptación, no-aceptación) respecto a los diferentes aspectos de la resolución de problemas (soluciones, metas, métodos, acciones).

*Grado de alineamiento:* se refiere a la medida en la que los integrantes están “en fase” con respecto a los aspectos de su actividad, incluyendo los pasos de la resolución de problemas, el grado de entendimiento mutuo y la conceptualización del problema.

En el modelo de cooperación en parejas Baker [2002], ha identificado las siguientes dinámicas de interacción:

a) *Co-elaboración aparente* que significa que el integrante A elabora una solución solo, la propone al integrante B y éste le retroalimenta, lo que representa refuerzo positivo para A.

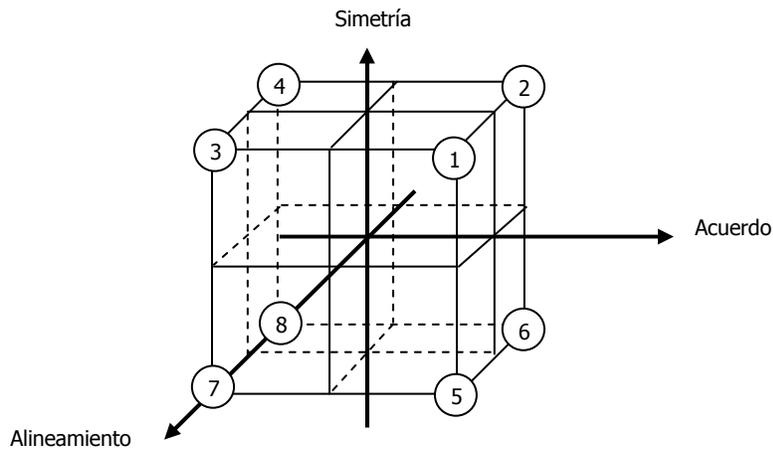
b) La *co-construcción* se presenta cuando se alterna la iniciativa entre los participantes, reforzándose uno al otro.

c) *Confrontación y desacuerdo*, que se presentan cuando un estudiante propone algo que el otro le contradice, rechazando la propuesta sin dar argumentos ni hacer otra propuesta.

d) *Confrontación con contradicción* que es similar a la anterior, excepto que el otro integrante en este caso si argumenta la razón de su desacuerdo y propone una solución alternativa.

Las ocho formas básicas de cooperación en el proceso de solución de problemas en parejas son las siguientes (los números corresponden a los vértices del cubo) de la figura 3-2:

1. *Co-construcción*: la interacción es alineada y simétrica, los estudiantes están de acuerdo.
2. *Co-construcción aparente*: similar a 1, solamente que aquí la co-construcción es aparente y no alineada, los estudiantes resuelven el problema en paralelo sin un entendimiento adecuado de las propuestas de los otros o sin un intento real de construir y trabajar con las soluciones de los otros.
3. *Co-argumentación*: en este caso la interacción es alineada y simétrica, los estudiantes no están de acuerdo (usualmente una argumentación en la que cada integrante propone una solución alternativa y dichas soluciones se contraponen).
4. *Co-argumentación aparente*: como su nombre lo indica, la argumentación es aparente y los estudiantes no están alineados, en realidad no entienden a su compañero ni se involucran con las propuestas de los otros.
5. *Co-elaboración aceptada*: en este caso la interacción es asimétrica (por ejemplo, un estudiante propone una solución y el otro da retroalimentación) y alineada, los estudiantes están básicamente de acuerdo.
6. *Co-elaboración aceptada aparente*: similar a 5, solamente que la interacción no está alineada, es decir, no hay un genuino entendimiento mutuo.
7. *Argumentación unilateral*: la interacción es asimétrica y alineada. Existe desacuerdo que da lugar a la argumentación.
8. *Argumentación unilateral aparente*: similar a 7, pero la interacción no es alineada.



**Figura 3-2** Ocho formas básicas de cooperación en la actividad de solución de problemas [Baker, 2002]

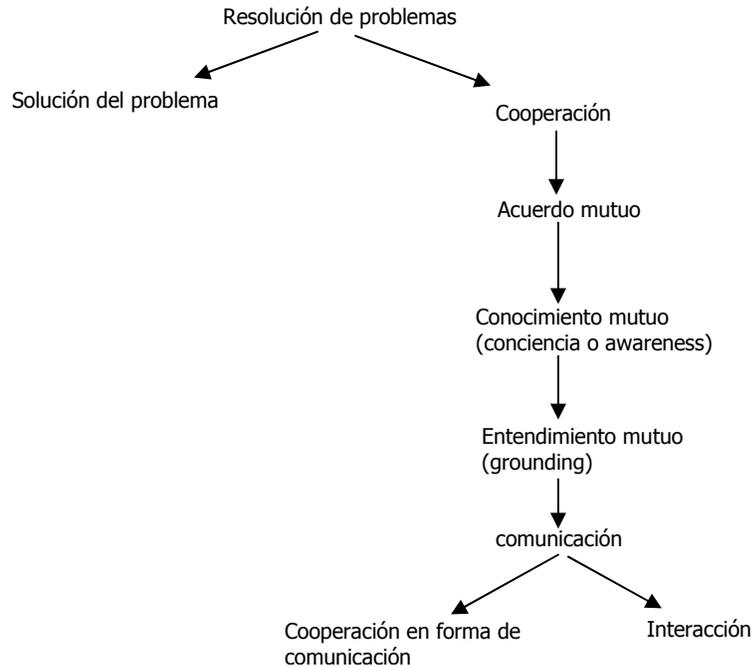
### 3.2.1 Alineamiento

Esta dimensión pretende captar la medida en que los participantes trabajan genuinamente juntos. Esta noción está relacionada al concepto de “grounding” y al de colaboración. A su vez se relaciona con el aspecto de estar “en fase”, refiriéndose esto tanto a las fases clásicas de PBL o de la resolución de problemas (fig. 3.3), como ejemplo, el entendimiento mutuo respecto a una propuesta. Es común en una sesión que los participantes alternen entre alineamiento y no-alineamiento.

Una interacción no alineada, queriendo decir fuera de fase, generalmente es asimétrica, pues aunque los estudiantes se encuentren haciendo propuestas, éstas se refieren a aspectos diferentes. Este sería un caso de simetría aparente pues aún cuando el número de propuesta sea igual, no hay alineamiento.

Aún cuando los estudiantes se encontrasen “en fase” en los dos sentidos mencionados, quizá no tienen el entendimiento adecuado de las actividades del otro. El proceso de entendimiento mutuo que se logra en las interacciones verbales se le conoce como “grounding”. El criterio de “grounding” se refiere a que “Tanto el que contribuye como sus compañeros

consideran que los demás entienden lo que el compañero que contribuye quiso decir, en un criterio suficiente para los propósitos de ese momento. La colaboración aparece como un equivalente a una interacción en la que existe “grounding” [Baker 2002].



**Figura 3-3** Tareas de la resolución de problemas [Baker, 2002]

### 3.2.2 Simetría

Esta dimensión se define en términos de los roles que adoptan los participantes, con respecto al logro del algún aspecto de la tarea de solución de problemas. Simetría no se refiere a conocimiento o metas simétricas entre los participantes, sino a la secuencia de interacción. Una secuencia es simétrica si los participantes adoptan ciertos roles en forma más o menos equitativa en la secuencia en análisis, y es asimétrica si los participantes adoptan completamente diferentes roles. Una forma de simetría es el intercambio de roles mas o menos en forma regular.

Los principales roles de esta dimensión a considerar para el análisis de una secuencia son:

- a) **PROPONER**: proponer soluciones.
- b) **REACCIONAR**: hacerlo positivamente será **CONFIRMAR**, hacerlo negativamente será **CRITICAR**.
- c) **ADMINISTRAR**: proponer cómo se manejará el proceso de solución, como por ejemplo diferir ciertas metas para después.
- d) **IMPLEMENTAR**: proponer o llevar a cabo acciones para resolver el problema, como por ejemplo la realización de dibujos de la solución.
- e) **EXPLICAR/JUSTIFICAR**: relacionado con la solución propuesta. Se considera justificar cuando responde a una propuesta.

Existen algunas variantes de estos roles, como por ejemplo cuando una propuesta (**PROPONER**) está más bien relacionada con la calidad de la propuesta, el rol se convierte en un rol de **VERIFICADOR**. Cuando uno de los participantes tiene el control por ejemplo del teclado o del ratón, el estudiante está adoptando naturalmente el rol de **EJECUTOR** de soluciones, pudiendo tomar otros roles a la vez.

### **3.2.3 Acuerdo**

El acuerdo puede ser explícito o tácito. El explícito puede ser visto como una aceptación mutua de una propuesta. El acuerdo explícito puede tomar diferentes valores, considerar que creencia mutua es más fuerte que la aceptación mutua. El acuerdo tácito verse como la ausencia de desacuerdos externalizados. El desacuerdo es el tipo de interacción que da lugar a la interacción argumentativa. En términos dialécticos la argumentación puede considerarse como un juego verbal que se gana o se pierde. Procede del conflicto de opiniones encontradas respecto a una declaración realizada. Si sólo hay una tesis, el conflicto es simple. La argumentación involucra el uso de actos del habla que producen efectos cognitivos tanto en los que hablan como en los que escuchan. El juego verbal de la argumentación debe jugarse de acuerdo a ciertas reglas. Algunas veces no se da el desacuerdo abierto por lo que se da el desacuerdo “implícito”, sin

embargo esta dimensión solamente considera que el desacuerdo debe ser expresado o externalizado. El desacuerdo no expresado, se considera que sucede por una falta de alineamiento. Estas ideas las encontramos resumidas en la tabla 3-1.

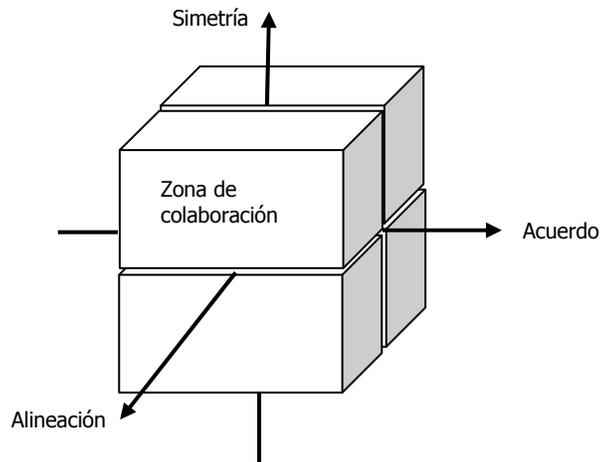
**Tabla 3-1 Formas de acuerdo y desacuerdo**

	<i>Conflicto (diferencias entre actitudes)</i>	<i>Acuerdo (actitudes mutuas)</i>
Expresado explícitamente	<b>Desacuerdo: argumentación</b>	Acuerdo explícito
No expresado explícitamente	No-alineamiento	Acuerdo tácito

### 3.2.4 Colaboración

Como hemos citado anteriormente para Roschelle y Teasley [1995] la *colaboración es una actividad coordinada, síncrona, resultado de un intento continuo de construir y mantener una concepción compartida de un problema.*

Complementariamente a esta primera definición general, tomaremos la siguiente de carácter más específico y que considera las diferentes dimensiones de la resolución cooperativa de problemas propuesta por Baker [2002], esta definición plantea que la colaboración es *una forma simétrica y alineada de cooperación en la resolución de problemas, independientemente de si los participantes llegan a un acuerdo o no.* La zona considerada como colaboración puede apreciarse claramente en la siguiente figura 3-4 por el autor.



**Figura 3-4** Zona de colaboración en la solución de problemas [Baker, 2002]

### 3.3 Análisis basado en las representaciones compartidas

Para este trabajo la representación gráfica creada en forma compartida tiene un papel central, por lo que incluimos las ideas abordadas por Suthers [2005]. El autor plantea en sus investigaciones el valor y el rol de las representaciones externas para mediar la colaboración, encontrando que los colaboradores “en línea” consideran las representaciones gráficas como un medio a través del cual tiene lugar la colaboración, proponiendo nuevas ideas, introduciéndolas directamente en la gráfica, antes de involucrarse en un diálogo con una herramienta textual como el “chat”. En general las acciones en la representación gráfica parecen ser una parte importante de las conversaciones con los demás, siendo este medio, en ocasiones, la única forma de interacción. Estas observaciones han conducido a las preguntas sobre la calidad de las interacciones a través de las gráficas, abriendo la interrogante sobre si solamente los participantes están trabajando en paralelo en el mismo espacio de trabajo o están en alguna forma teniendo una conversación a través de la representación gráfica [Suthers, 2005].

Para el autor, la construcción de conocimiento se evidencia por acreditación de interpretaciones en una base de conocimientos que se expande simultáneamente tanto por la búsqueda de información como por las transformaciones. Esta construcción tiene lugar cuando

múltiples participantes contribuye a esta acreditación de contribuciones, construyendo, comentando, transformando e integrando una base de información compartida.

Las representaciones externas sirven como un medio en el que la información se va acumulando, se transforma y se interpreta [Suthers, 2005], por lo que se busca investigar la forma en que dichas representaciones pueden servir como recursos para darle sentido a la colaboración y para identificar las implicaciones en el análisis.

El autor propone un análisis de dichas interpretaciones basándose en la orientación de diferentes teorías. En primer lugar el autor translada el modelo de “grounding” de la teoría lingüística al análisis de las representaciones. Las acciones en la representación (la gráfica) se enumeran de la siguiente manera: un participante expresa una idea en la representación, otro participante actúa en dicha representación de tal manera que se evidencie su entendimiento del intento del primer participante, el primer participante puede considerar esto como una forma de entendimiento o si no lo considera así, puede proceder a iniciar la reparación.

Desde esta perspectiva, puede orientarse el análisis a la búsqueda de *secuencias de acciones en las que las acciones de un participante en una representación, son consideradas por otro participante como una forma de entendimiento de significado, y donde el primer participante manifiesta aceptación.*

Desde la perspectiva de la teoría del conflicto socio-cognitivo puede verse que el uso de representaciones que externalizan las creencias de cada quién hacen dichas creencias suficientemente explícitas de tal forma que los conflictos se hacen evidentes, iniciándose de esta forma un proceso socio-cognitivo de aprendizaje. Es decir, que si varios participantes externalizan sus creencias en un sistema de representación que hace explícito el conflicto, y el proceso de elaboración y re-conceptualización puede ser externalizado en interacciones entre los participantes a través de la representación compartida. Bajo esta perspectiva se podrían *identificar las situaciones en las que la externalización de ideas conduzca a identificar diferencias de interpretación que son subsecuentemente tomadas en cuenta por al menos uno de los individuos involucrados.*

La perspectiva de la cognición distribuida sugiere que las actividades cognitivas tales como la construcción del conocimiento se distribuyen entre los individuos y los artefactos de información por medio de los cuales interactúan. En esta perspectiva, la información-transformativa y los componentes interpretativos de una actividad cognitiva pueden ocurrir entre varios individuos vía una representación externa. Un individuo puede realizar un acto cognitivo que resulta en la creación o cambio a una representación compartida con otro individuo, quien subsecuentemente utiliza esta información y le agrega, la transforma o la interpreta en una nueva forma, resultando nuevamente en un cambio si la representación que puede ser nuevamente considerado por el otro individuo. Por lo tanto dentro de la perspectiva de la cognición distribuida, pueden *buscarse transformaciones de la representación entre individuos cuya transformación pueda ser interpretada como un proceso cognitivo inter-subjetivo tal como construcción del conocimiento*. Como ejemplos de este tipo de transformación tenemos la unión, revisión y conexión entre representaciones de ideas.

Partiendo de las ideas de la Teoría de la actividad que considera a la actividad situada en un contexto, el objeto de interés y las herramientas tales como las representaciones externas. Incluye a su vez la comunidad, las normas, el rol que se juega en la actividad. Desde esta perspectiva podemos buscar *formas en las cuales la representación juega el papel de mediadora (hace posible y guía) las interacciones entre los participantes*.

Adicionalmente el autor con base en sus trabajos anteriores ha identificado otros roles que juegan las representaciones externas que son únicas de las situaciones en las que un grupo construye y manipula una representación compartida como parte de su actividad constructiva.

1. Iniciar y capturar el resultado de negociaciones de significado, por ejemplo cuando un integrante quiere agregar o modificar una representación compartida y tiene el sentimiento de obtener la aprobación del grupo, lo que conduce a negociaciones. Una implicación para el análisis en este caso es la búsqueda *de interacciones a través de la representación y medios lingüísticos, por ejemplo la identificación de discusiones iniciadas cuando un participante se prepara para actuar en una representación*.

2. Apoyar la conversación. Las representaciones externas facilitan las negociaciones subsecuentes, incrementando la complejidad conceptual que puede manejarse en las interacciones del grupo y facilitando la elaboración al basarse en información previamente representada. Una implicación para el análisis es que debemos identificar formas en las que los participantes usan las representaciones para referirse a ideas. Esto puede tomar la forma de manipulaciones directas a la representación más que la referencia verbal o apuntando a ellas.

## **CAPÍTULO 4.0 DISEÑO Y REALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO**

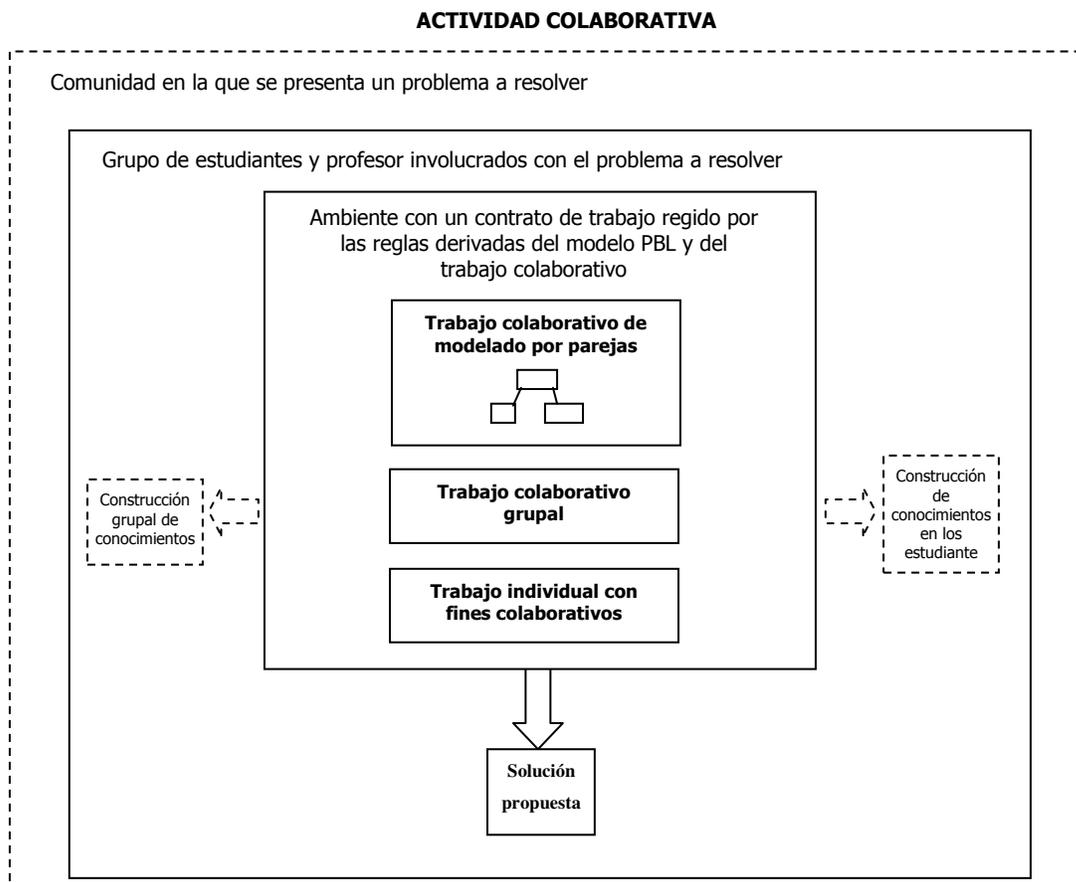
### **Resumen**

En este capítulo se presenta el diseño pedagógico de la actividad colaborativa que aún sin ser el objetivo directo de esta tesis resulta de particular importancia para poder establecer el marco adecuado para el experimento ya que en él se generan los datos de interacción colaborativa a analizar. El diseño se realizó empleando el modelo de PBL. En la segunda parte del capítulo describimos el experimento y como se llevaron a cabo cada una de las fases, se incluye el detalle de la organización de la fase de generación de alternativas en que se integró el uso de una herramienta computacional para modelar las alternativas de solución y que registró automáticamente las acciones de la interacción colaborativa. Los detalles adicionales del diseño del experimento se encuentran en el apéndice F.

### **4.1 Diseño propuesto**

En la figura 4-1 se presenta una representación del diseño, podemos ver en el cuadro exterior que la actividad se ubica en el contexto de una comunidad que presenta una problemática a resolver. Dentro de este contexto tenemos a un grupo de alumnos junto con su profesor que trabajan en la búsqueda de la solución al problema de la comunidad, para este grupo de estudiantes y su profesor se establece un ambiente de trabajo regulado por el trabajo colaborativo y la metodología basada en el modelo de PBL. El grupo de trabajo busca la solución al problema, teniendo episodios de trabajo grupal, episodios de trabajo por parejas y episodios de trabajo individual con un fin colaborativo. El proceso de trabajo incluirá a su vez la

combinación de trabajo presencial para el caso de las sesiones grupales y trabajo a distancia para las sesiones por parejas que detallaremos a continuación. La actividad tiene como resultado una propuesta de solución, así como la construcción colaborativa de conocimientos y aprendizaje individual.

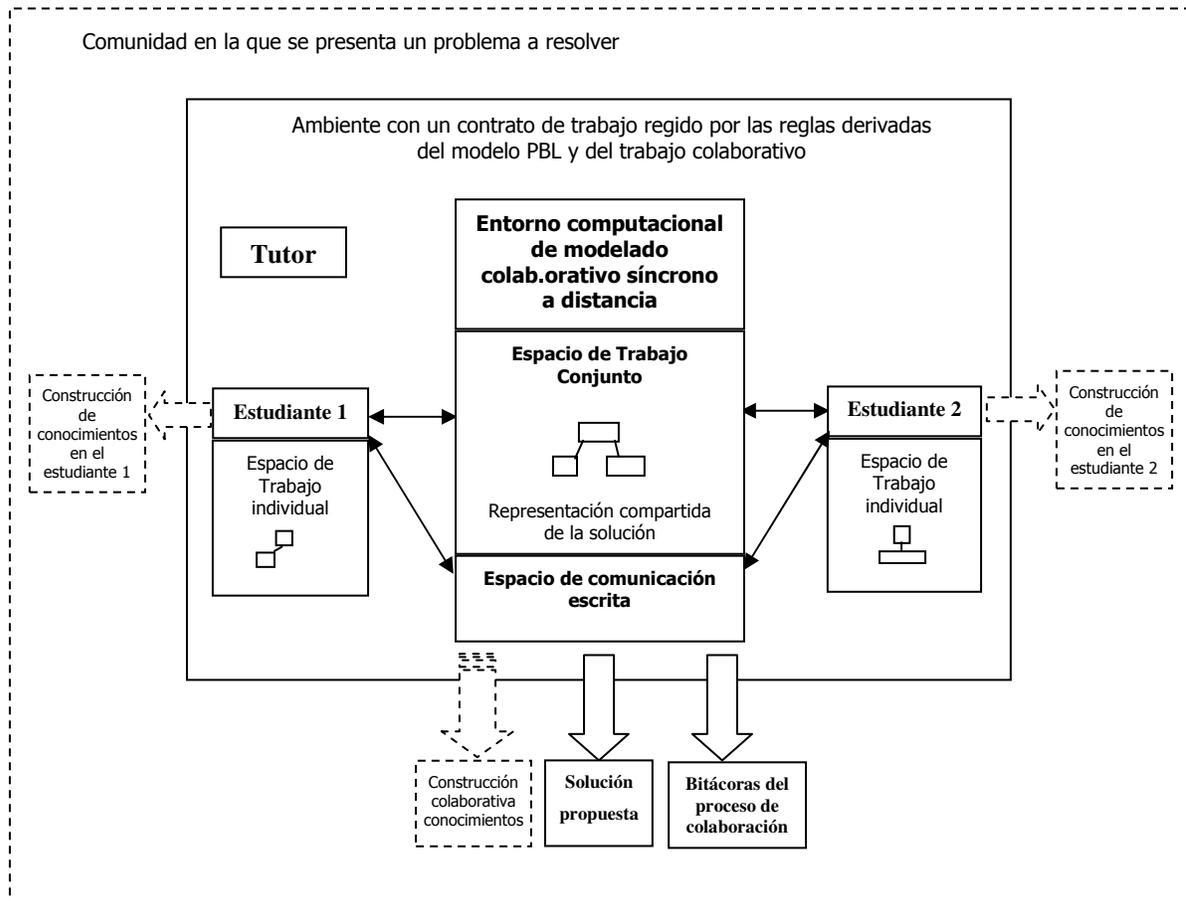


**Figura 4-1** Diseño de actividad colaborativa

Por ser de especial importancia para esta investigación, incluimos el detalle del diseño de la actividad de una pareja de estudiantes (ver figura 4-2) que interactúa en forma síncrona por medio de una herramienta colaborativa, modelando una representación gráfica. El modelado colaborativo se da en un espacio de trabajo conjunto y como parte del ambiente de trabajo los estudiantes cuentan con un espacio de interacción escrita mediante el cual pueden comunicarse. La herramienta computacional brinda la posibilidad de realizar trabajo individual que se podrá combinar con el trabajo colaborativo. Como resultado del trabajo se da una construcción

colaborativa de conocimientos y como resultado se obtiene una representación gráfica. La herramienta computacional realiza un registro detallado de cada una de las acciones que los estudiantes realizaron en forma colaborativa y es ese registro el que permitirá realizar un análisis del proceso seguido por los estudiantes. Hacemos énfasis que la construcción colaborativa de conocimientos no será estudiada en esta investigación pero se incluye por estar en el contexto de la actividad colaborativa.

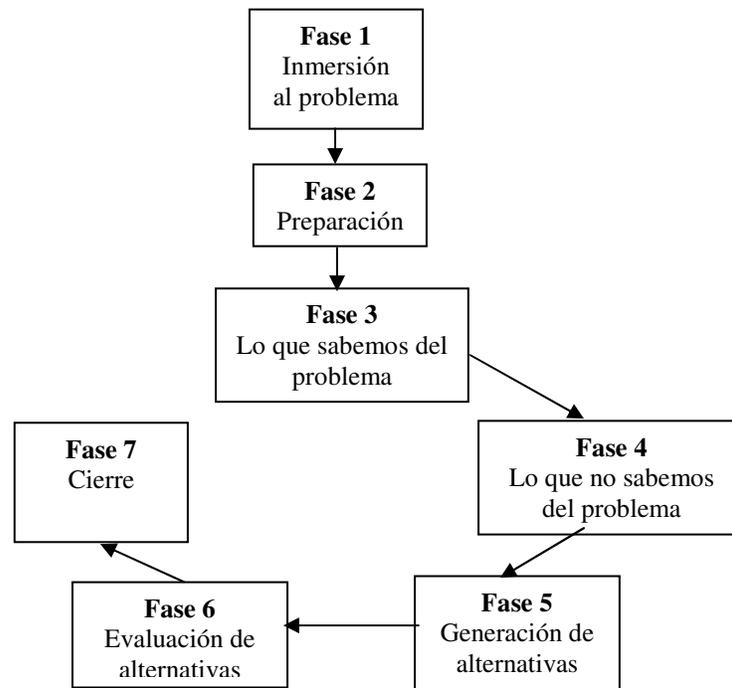
#### ACTIVIDAD DE MODELADO COLABORATIVO SÍNCRONO POR PAREJAS



**Figura 4-2** Actividad colaborativa de modelado síncrono por parejas en ambiente CSCL

## 4.2 Realización del Experimento

La realización del experimento permite obtener el registro de la interacción colaborativa para su análisis posterior. Sus fases principales se muestran en la figura 4-3 en donde se muestra que el experimento sólo fue diseñado para un ciclo del modelo de PBL por cuestiones de disponibilidad de tiempo de los estudiantes participantes. En el apéndice F se presentan las tablas con la organización detallada del mismo.



**Figura 4-3** Fases del experimento

El experimento se realizó en el contexto de la materia denominada “Proyectos de Ingeniería” de Instituto Tecnológico de Monterrey Campus Cuernavaca, incluida en los semestres finales de las carreras de ingeniería con el fin de preparar a los alumnos para trabajar con problemas abiertos y planeación de proyectos. Se eligió esta materia por su disponibilidad y por su adecuación para emplear el modelo de PBL. El experimento se realizó en horarios normales de clase durante el semestre de otoño del 2006. El grupo estuvo formado por 12

alumnos de octavo semestre pertenecientes a tres carreras diferentes: Ingeniería Electrónica y Comunicaciones (2 alumnos), Mecatrónica (9 alumnos) y Sistemas Electrónicos (1 alumno). La composición por sexo del grupo fue de 3 mujeres y 9 hombres.

Se eligió trabajar con el Centro de Rehabilitación Infantil de Cuernavaca (CRIC), que frecuente tiene problemas para obtener, manejar y mantener equipos de rehabilitación para sus pacientes.

En la fase 1 de inmersión se realizó una visita al Centro de Rehabilitación, dicha visita estuvo guiada por el personal del Centro y su finalidad fue la de sensibilizar a los alumnos con las problemáticas y establecer un contexto común entre los estudiantes que favoreciera las interacciones colaborativas en las siguientes fases de la experimentación. La fase 2 de preparación consistió en una revisión de PBL y un entrenamiento al uso de la herramienta colaborativa de modelado síncrono y a distancia. Como parte de la metodología basada en PBL, en la fase 3 se organizó la información sobre lo que sabemos del problema, se desarrolló una sesión en la que el grupo organizó la información conocida sobre el CRIC, sobre los equipos y terapias de rehabilitación y se estructuró ese conocimiento en un mapa conceptual grupal. En esta fase no se empleó herramienta computacional.

Posteriormente a la sesión anterior se realizó la fase 4 en la que se analizó el problema a resolver y lo que se sabe del mismo para encontrar los puntos que se desconocen y que requieren mayor investigación, esta investigación se encargó como trabajo individual con la entrega de un breve reporte escrito. Como siguiente paso se realizó la fase **5 que resulta de especial importancia para la obtención de datos para este trabajo, esta fase consistió en aplicar los conocimientos adquiridos anteriores para plantear por parejas las posibles alternativas de solución al problema, modelándolas con una herramienta computacional mediante representaciones gráficas**. Las fases finales son las de evaluación de alternativas y reflexión las cuales desafortunadamente no fueron realizadas por cuestiones de disponibilidad de tiempo dentro de la materia.

En esta fase la colaboración se realizó en forma síncrona y a distancia, empleando el ambiente de modelado computacional colaborativo **Cool Modes**<sup>1</sup> (ver apéndice G). La elección de la herramienta de modelado síncrono y a distancia se hizo siguiendo los criterios de: disponibilidad, facilidad de uso, compatibilidad con equipo disponible en las aulas del ITESM campus Cuernavaca, generación de bitácoras de las acciones de interacción, con posibilidad de comunicación escrita durante el proceso de modelado y facilidad para extender e integrar nuevos módulos.

Cool Modes fue elegida por cumplir con las necesidades del experimento: disponibilidad para fines de investigación, compatibilidad con el equipo de las compuaulas de ITESM Campus Cuernavaca, posibilidad de modelar colaborativamente representaciones gráficas en forma síncrona y a distancia así como por su sincronización de los espacios de trabajo privados y compartidos. La herramienta ofrece espacios de coordinación por medio de comunicación escrita y proporciona bitácoras de todas las acciones realizadas por los estudiantes en el proceso de colaboración. Adicionalmente es extensible mediante la integración de Plug-ins.

El apéndice F incluye el detalle del diseño realizado. La tabla F-1 resume la secuencia de fases y como se interrelacionan entre si, en la descripción podemos ver que el resultado de una actividad puede convertirse en parte de otra. La tabla F-2 resume la información relacionada con la formación de grupos de trabajo, el modo de interacción y la duración de las sesiones. En la parte final del apéndice F se muestran los documentos de trabajo del diseño de las sesiones los cuales se incluyen por la claridad que aportaron para la organización del experimento.

A continuación describiremos el desarrollo de cada una de las fases de la experimentación.

---

<sup>1</sup> COLlaborativa Open Learning and MODElling System, [Pinkwart 2003]

#### **4.2.1 Fase 1: inmersión al problema**

La inmersión al problema se realizó como mencionamos, en una visita de una duración aproximada de tres horas, guiada por el Director del Centro de Rehabilitación Infantil de Cuernavaca (CRIC Cuernavaca). En el recorrido se visitaron las diferentes áreas del CRIC haciendo énfasis en el tipo de terapia de esa sección, el equipo con que cuenta el centro y el equipo del que carece, los procedimientos generales de terapia así como las problemáticas encontradas principalmente en la adquisición de equipo, la carencia del mismo y los problemas de mantenimiento y adaptación del existente. Las áreas visitadas fueron la de mecano-terapia, hidro-terapia, electro-terapia y la de terapia ocupacional. Durante la visita el centro se encontraba en un día de operación normal, con los pacientes recibiendo sus terapias en forma habitual por el personal.

En la segunda parte de la visita, el director del Centro de Rehabilitación preparó una reunión con un paciente del centro que dirigió una breve plática enfatizando su punto de vista sobre las necesidades de equipo de rehabilitación y su experiencia sobre el tipo de equipo. El paciente invitó a los estudiantes a establecer comunicación y enfatizó la importancia de la participación de grupos de la comunidad en proyectos para apoyar al centro.

#### **4.2.2 Fase 2: preparación**

La preparación abarcó dos aspectos, el de la metodología de enseñanza basada en PBL y el uso de la herramienta de modelado colaborativo que se emplearía en el trabajo en parejas.

Respecto al primero se realizó una sesión de reflexión sobre los puntos principales de la metodología. Los materiales presentados a los alumnos se encuentran en el apéndice H. El énfasis de esta sesión se centró en explicar a los alumnos que PBL parte de un problema no estructurado así como sus en el que no existe una única solución correcta y posteriormente se realizó una revisión del ciclo de PBL. Uno de los puntos resaltados en la sesión con los alumnos

fue el aspecto de que Aprendizaje Basado en Problemas no es lo mismo que Resolución de Problemas, pues al PBL le importa el proceso en si y no únicamente la solución a la que se llega.

Como parte de la introducción a la herramienta de modelado colaborativo Cool Modes (ver apéndice G) se explicó a los estudiantes los aspectos centrales de la misma, seguida de una breve sesión de su uso. Por cuestiones técnicas de la configuración de la red del aula empleada, la primera sesión de uso grupal de la herramienta no pudo desarrollarse adecuadamente, por lo que la sesión de práctica se repitió en la siguiente sesión de clase una vez resueltos los problemas de comunicación encontrados en la instalación del Software.

### **4.2.3 Fase 3: lo que sabemos del problema**

Para iniciar, se planteó a los alumnos el problema abierto a resolver. Su planteamiento se basó en las guías para el alumno y para el tutor de la Universidad de Maricopa [Maricopa Center for Learning and Instruction: Problem Based Learning, 2006], adaptadas al problema planteado (Apéndice H). La guía para los alumnos se entregó en forma impresa a cada uno y en ella se incluye el enunciado del problema, los puntos principales del proceso de PBL, lo que se espera de cada alumno en el proceso, el significado de algunos aspectos del enunciado del problema y una lista de recursos en Web para profundizar en el tema relacionado al problema. El enunciado del problema es el siguiente:

*El CRIC está interesado en adquirir un nuevo equipo de rehabilitación.*

*¿Qué equipo de rehabilitación estaría en posibilidades de adquirir el CRIC para dar apoyo al problema de rehabilitación del brazo izquierdo de uno de sus pacientes?*

En torno al enunciado del problema se realizó una breve sesión grupal para analizar su significado y responder a las dudas de los alumnos. Las respuestas a las dudas de los alumnos estuvieron guiadas por el manual del tutor, adaptado también de la Universidad de Maricopa e incluido en el Apéndice H. Se aclaró a los estudiantes que en el enunciado del problema la palabra *adquirir* no esta asociada únicamente a la acción de *comprar*. Podría haberse empleado un término más general como *tener* en la redacción del problema.

Una vez introducido el problema, se procedió a la fase de organización de lo que sabemos del problema. En ella los estudiantes realizaron grupalmente un mapa conceptual en el integraron la información que conocían en ese momento. Originalmente la sesión se realizaría grupalmente empleando la herramienta colaborativa, como práctica para su manejo pero por cuestiones técnicas la herramienta no se pudo usar y se realizó en forma manual, empleando el pizarrón. Uno de los estudiantes estuvo al frente, organizando la participación de los demás y registrando sus aportaciones en un diagrama en el pizarrón. La participación del tutor se centró en guiar el proceso, buscando principalmente apoyar la colaboración en forma no intrusiva. Los alumnos en este proceso de organizar la información mostraron una alta coordinación y participación, interactuando en forma muy natural, organizada y entusiasta. Los diagramas obtenidos en este proceso grupal colaborativo presencial se encuentran en el Apéndice I.

#### **4.2.4 Fase 4: lo que no sabemos del problema e investigación documental**

Posteriormente a la organización de la información de lo que sabemos del problema, resumida en los diagramas grupales obtenidos y mostrados en la sección anterior, se pidió a los estudiantes organizarse por parejas, las parejas fueron elegidas libremente y se comunicó que se conservarían para el resto del trabajo en equipo. Se pidió a cada pareja realizar una lista de la información necesaria que consideraba desconocer para poder abordar la resolución del problema, para ello se proporcionó material impreso para registrar esta información. A cada pareja se le encargó realizar una investigación sobre los puntos listados y entregar un breve reporte escrito para la sesión siguiente a realizarse en una semana. La semana siguiente, cada pareja expuso al grupo su investigación documental y se organizó una breve grupal para compartir la información.

#### 4.2.5 Fase 5: generación de alternativas

Como hemos dicho en esta fase se empleó la herramienta computacional de modelado síncrono y a través de ésta se realizó el registro del proceso de colaboración para analizarlo empleando el modelo propuesto.

Los alumnos se orientaron al objetivo de generar alternativas de solución para el problema planteado. El profesor fungió como tutor proporcionando apoyo sobre la metodología, sin intervenir en la generación de las alternativas ni en la regulación del proceso colaborativo entre las parejas, no emitió opiniones sobre la calidad de las mismas ni sobre las decisiones de la forma de trabajo de los equipos. Como resultado de esta actividad cada pareja obtuvo las alternativas planteadas en forma esquemática en una representación gráfica creada con la herramienta Cool Modes. Esta sesión de trabajo colaborativo se realizó a distancia y por parejas.

En el ambiente computacional la comunicación entre los dos estudiantes se realizó mediante la representación gráfica creada colaborativamente en el espacio de trabajo conjunto así como mediante la interacción escrita del espacio de coordinación de la herramienta, siendo estas las principales *herramientas* empleadas. Las normas y organización del trabajo para la actividad fueron las del trabajo colaborativo y PBL. Una parte central de la investigación es precisamente el análisis de la forma de trabajo y la interacción de las parejas, en este experimento se dio libertad para que ellos mismos tomen sus decisiones a este respecto, esperando ver su propia interpretación del trabajo colaborativo.

La herramienta se empleó en un aula equipada con computadoras y red local dentro de las instalaciones del ITESM Campus Cuernavaca. La sesión se diseñó para trabajo a distancia, por lo que se consideró el uso de dos aulas diferentes, una para cada integrante del equipo. Por cuestiones técnicas del manejo interno de la red local no fue posible la comunicación entre las dos aulas por lo que se realizó una adaptación del planteamiento original y se simuló el trabajo a distancia mediante distribución interna en el aula de manera que los integrantes de cada equipo quedaran separados para evitar su comunicación oral y de esta manera tener condiciones similares a la distancia, aunque se conoce que no son necesariamente las mismas que en la distancia real y pudo haber repercusiones en los resultados difíciles de medir.

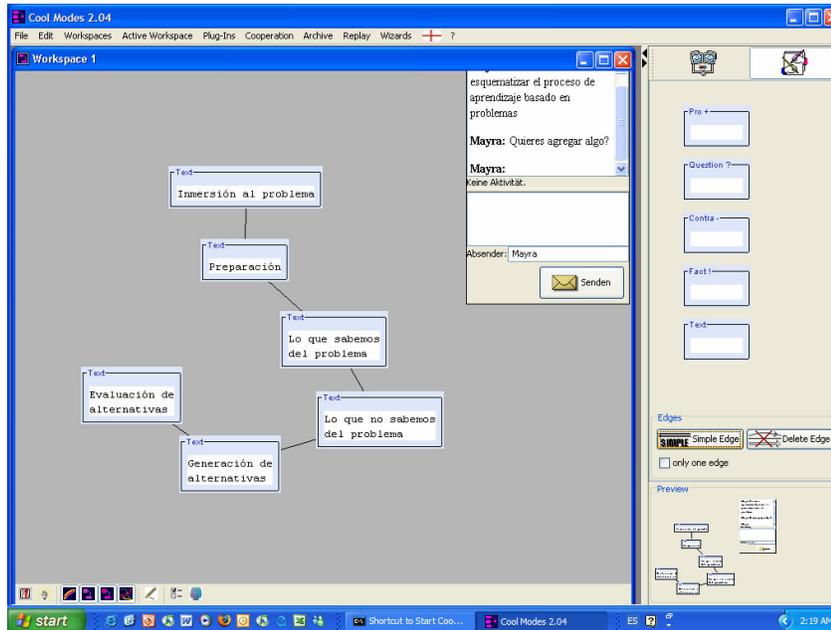
Cuando los alumnos se presentaron a la sesión, los lugares estaban previamente asignados con sus nombres y se les comunicó que la razón de la distancia entre los dos integrantes del equipo era para adecuar el trabajo a distancia a las condiciones del aula disponible. Se solicitó que la comunicación fuera realizada por medio del espacio de coordinación de la herramienta (Chat) con el fin de que toda la interacción quedara registrada.

Previamente a la sesión se realizó la instalación del software colaborativo Cool Modes. En la fase de preparación se enseñó el manejo básico de la herramienta y los alumnos tuvieron a su disposición una guía escrita en el pizarrón con los pasos adecuados para abrir el software, los plug-ins, iniciar el servidor, la asignación de nombre a la bitácora y los pasos para guardar la sesión para que en esta fase estuvieran familiarizados con su manejo. En cada equipo, uno de los alumnos tomó el papel de servidor por lo que inició la aplicación MatchMaker adicionalmente a Cool Modes y el otro integrante se unió a la sesión por lo que sólo ejecutó Cool Modes.

Para nuestro experimento, integramos a la herramienta colaborativa Cool Modes un plug-in para interacción escrita y el plug-in denominado “easy discuss” el cual fue empleado para diagramas en los que no se tiene una semántica subyacente. Los diagramas que pueden ser creados con este plug-in permiten el uso de pequeñas cajas de texto que pueden interconectarse entre sí mediante líneas sin punta de flecha. En el plug-in existen diferentes tipos de cajas de texto pero para el experimento no fue indispensable la distinción entre cada una de ellas y sólo se emplearon como pequeñas cajas de texto que tomaron sentido por el texto escrito por los alumnos dentro de ellas. En la figura 4-4 se muestra el ambiente de trabajo con los dos “plug-ins” mencionados y un pequeño diagrama en el espacio de trabajo.

Dentro del trabajo por parejas se incluyó una variante. La mitad de las parejas trabajó individualmente durante 10 minutos en la generación de alternativas y posteriormente continuaron en forma colaborativa con su pareja iniciando dicho con la integración de su aportación individual a la exploración de la generación de alternativas. Toda la sesión se realizó mediante la herramienta computacional. Para la modalidad de trabajo individual previo se emplearon los espacios de trabajo individuales y posteriormente se compartieron para crear el

espacio de trabajo conjunto, las otras parejas emplearon desde el inicio el espacio de trabajo conjunto.



**Figura 4-4** Cool Modes con plug-in “chat” y plug-in “easy discuss”

Como resultado de esta fase se obtuvieron los diagramas de las alternativas de solución, así como las bitácoras de registro de la interacción. Dos equipos tuvieron problemas con el manejo del software por lo que su aportación se perdió así como las bitácoras por lo que no pudieron ser analizadas posteriormente, por otra parte uno de los equipos no grabó adecuadamente las bitácoras de interacción, los dos estudiantes restantes trabajaron en forma individual ya que no asistieron sus compañeros de equipo. La realización de las fases finales de evaluación de alternativas y selección de la más adecuada no se llevaron a cabo por cuestiones de disponibilidad de tiempo en la materia en que se incluyó el experimento.

## **CAPÍTULO 5.0 PROPUESTA DE ANÁLISIS**

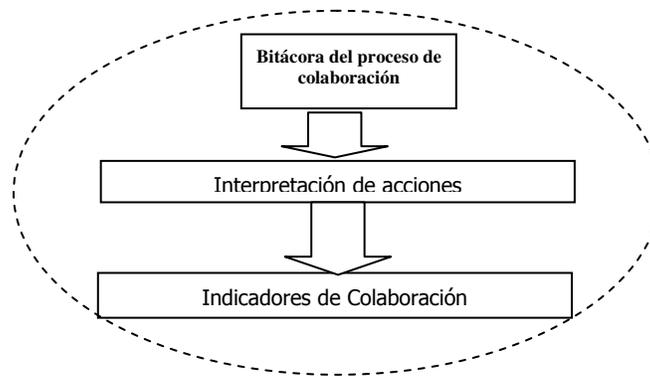
### **Resumen**

En este capítulo se describe la adaptación empírica realizada al modelo de análisis de diálogos de Baker [2002]. En primer lugar se definen las características de las representaciones gráficas y posteriormente las acciones asociadas. Se describe la categorización de dichas acciones en una serie de reglas y se expone la interpretación que se da a cada una de ellas. Al final del capítulo, se explican los cálculos de los tres indicadores de colaboración: simetría, alineamiento y acuerdo, incluyendo las formulas empleadas para dicho cálculo.

### **5.1 Introducción**

La propuesta de análisis se realizó mediante la adaptación del modelo para diálogos presentado en el capítulo anterior [Baker, 2002], integrando ideas presentadas por Suthers [2005] relacionadas con la construcción de conocimiento en representaciones gráficas.

En la figura 5-1 se muestran los pasos generales para analizar la colaboración, como podemos ver parte de la bitácora que contiene las acciones de interacción entre los estudiantes. Partiendo de las acciones contenidas en la bitácora se procede a una interpretación de las mismas para poder realizar el siguiente paso de cálculo de los indicadores de colaboración.



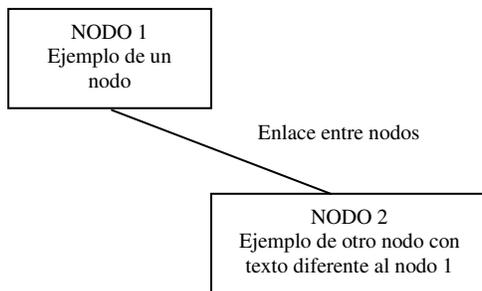
**Figura 5-1** Pasos generales del análisis de colaboración

El análisis se realiza a lo largo de la interacción, no sólo del resultado final pues como hemos mencionado, el énfasis de la colaboración ésta precisamente en el proceso. La información obtenida en el análisis representa un *monitoreo* de lo sucedido en el proceso desde el aspecto de la colaboración y ésta información podría emplearse para desarrollo de herramientas de apoyo a la colaboración o en desarrollo de sistemas de guía para la colaboración [Jermann et al., 2001]. Esta propuesta no pretende realizar una evaluación de la calidad de la solución propuesta por los alumnos, pues para ello se requeriría del análisis del lenguaje natural contenido en la representación gráfica propuesta, lo que no está contemplado en este estudio.

## 5.2 Componentes de la representación gráfica

En la representación gráfica para modelar las alternativas se incluyen dos componentes, *nodos* y *enlaces* entre nodos, lo cuales pueden ser agregados, borrados o modificados por los dos estudiantes participantes en forma síncrona y a distancia, manteniendo ambos una representación visual actualizada de la representación. A los nodos es posible asignarles información escrita de cualquier longitud. La figura 5-2 presenta un diagrama ilustrativo del tipo de representaciones gráficas que se analizan, el ejemplo presentado incluye únicamente dos nodos unidos por un enlace pero los estudiantes podrán realizar representaciones con cualquier número de nodos. Los

diagramas no necesariamente deben ser jerárquicos, es decir, pueden tener enlaces entre cualquiera de los nodos. Tampoco está restringido el número de enlaces que parten de un nodo.



**Figura 5-2** Ejemplo de representación gráfica a analizar

Los nodos tienen asociado un identificador, un autor, una posición y un contenido textual. Los enlaces tienen igualmente asociado un identificador, un autor y los identificadores de los nodos que se encuentra uniendo.

La herramienta de modelado colaborativo a emplearse debe sincronizar las acciones de los estudiantes sobre el espacio de trabajo conjunto para que ambos mantengan una representación actualizada del diagrama en todo momento y a su vez permite la modificación libre de los componentes sin necesidad de solicitud de autorización de modificación, es decir, en todo momento, cualquiera de los dos estudiantes puede agregar, editar o borrar en el esquema o diagrama creado aún cuando se trate de componentes agregados por su compañero de trabajo. Dentro del estudio no se incluye el análisis del contenido textual de los nodos creados por los estudiantes, por lo que no se evalúa la calidad de la propuesta de solución presentada por los estudiantes, sino únicamente el proceso seguido en la creación de la misma.

A continuación describiremos el proceso de análisis, comenzando por el filtrado de bitácoras, la identificación de acciones básicas y derivadas y finalmente el cálculo de los indicadores de colaboración que pueden dar orientación sobre el tipo de trabajo colaborativo realizado en a lo largo del proceso.

### 5.3 Proceso de análisis

Podemos resumir el proceso de análisis de la siguiente manera: partiendo de las bitácoras, se seleccionan las *acciones básicas* consideradas relevantes para la interacción colaborativa (por ejemplo crear un nodo) eliminando las no relevantes (por ejemplo explorar el menú de opciones de la herramienta) y posteriormente se realiza un interpretación de las mismas a partir de las cuales se obtienen los indicadores de simetría, alineamiento y acuerdo-desacuerdo. Como muestra la figura 5-3, estos tres indicadores son útiles para conocer el tipo de colaboración entre estudiantes sin hacer referencia a detalles individuales ni diferencias específicas entre el trabajo de los dos estudiantes participantes. Para el análisis individual se analiza la información sobre su participación y se da información del desempeño comparativo entre los dos estudiantes, partiendo del listado de acciones básicas.

A continuación detallaremos el proceso de filtrado, selección e interpretación de acciones, así como los procedimientos empleados para cuantificar los indicadores y proporcionar mediciones de las dimensiones colaborativas.

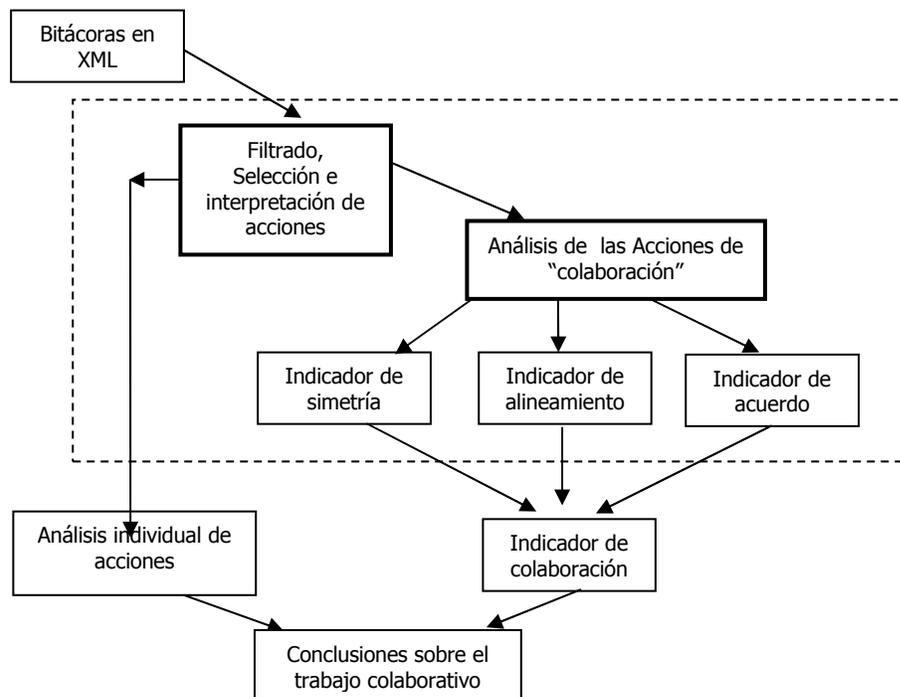


Figura 5-3 Proceso de análisis de bitácoras

#### 5.4 Filtrado de bitácoras y selección de las *acciones básicas*

La bitácora que contiene el registro de todas las acciones realizadas por la pareja de estudiantes debe contener información sobre quien la realizó y la estampa de tiempo en que sucedió. Para el análisis propuesto hemos seleccionado una lista de las acciones que se consideran relevantes para el análisis y que se denominan *acciones básicas*, todas ellas están relacionadas con los nodos y los enlaces (tabla 5-1). Dentro de la lista de acciones de la bitácora se tienen también acciones que resultan muy frecuentes como son los movimientos involuntarios del cursor cuando se trabaja en ambientes computacionales. El análisis propuesto no contempla la interpretación de este tipo de acciones por lo que se realiza un proceso de filtrado para seleccionar únicamente las *acciones básicas* referidas en la tabla 5-1.

**Tabla 5-1** *Acciones básicas* para el análisis de la colaboración

<b>Acción</b>
Crear un nodo
Modificar un nodo
Modificar la posición de un nodo
Borrar un nodo
Crear un enlace entre nodos
Borrar un enlace entre nodos

A los nodos y enlaces se les asigna un identificador a través del cual se hace referencia a ellos en las acciones, cada acción tiene asociados varios parámetros como se indica a continuación:

*Crear Nodo (Id\_Nodo, Actor, Texto)*

*Modificar Nodo (Id\_Nodo, Actor, Texto)*

*Modificar Posición Nodo (Id\_Nodo, Actor, Posición)*

*Borrar Nodo (Id\_Nodo, Actor)*

*Crear Enlace (Id\_Enlace, Actor, Id\_Nodo1, Id\_Nodo2)*

*Borrar Enlace (Id\_Enlace, Actor)*

Siendo *Id\_Nodo*, *Id\_Enlace* los identificadores asociados al elemento en cuestión (nodo o enlace). *Actor* es el identificador de estudiante que realizó la acción, *Texto* es el contenido textual asignado a un Nodo y *Posición* las coordenadas que indican la posición de un Nodo.

Una vez seleccionadas este tipo de *acciones básicas*, tenemos entonces una *lista secuencial* en el tiempo que representa la interacción, no cuenta con la información de la duración de cada acción sino únicamente la secuencia en el tiempo, en *un intervalo de 1 a n*, en donde *n es entero*. Es a partir de esta lista de *acciones básicas* que se realiza un segundo proceso de interpretación de acciones a partir de las cuales se obtienen una serie de *acciones derivadas* que explicamos en el siguiente apartado.

## 5.5 Acciones derivadas

Cada una de las *acciones básicas* como son crear, modificar o borrar un nodo, así como crear o borrar enlaces entre nodos, pueden ser interpretadas de acuerdo al significado que poseen y este se los proporciona el contexto, es decir, su relación con los demás componentes del diagrama.

En la tabla 5-2 hemos incluido las siete reglas definidas para identificar las acciones que consideramos relevantes para los aspectos relacionados con la colaboración (*acciones derivadas*). Estas reglas se aplican a la secuencia de *acciones básicas* y constituyen una segunda fase del trabajo de análisis en el que se da interpretación a las mismas.

Como detallaremos mas adelante cada acción que hemos considerado como *acción derivada* tiene un significado multidimensional, por lo que la misma acción puede proporcionar información sobre varios aspectos relevantes que apoyen la obtención de los tres indicadores principales: simetría, alineamiento y acuerdo-desacuerdo.

**Tabla 5-2** Tabla de *acciones derivadas* de las básicas con base en reglas

<b>Regla</b>	<b>Condición</b>	<b>Acción derivada</b>
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Si</b> (Crea un nodo <b>o</b> Crea enlace entre nodos creados por el mismo)</li> </ul>	<b>entonces</b> Realiza propuestas propias
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Si</b> (Modifica un nodo creado por el mismo <b>o</b> Borra nodo creado por el mismo <b>o</b> Modifica enlace creado por el mismo <b>o</b> Borra enlace creado por el mismo)</li> </ul>	<b>entonces</b> Refina propuestas propias
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Si</b> (Hace enlace entre dos nodos creados por el otro estudiante <b>ó</b> hace un enlace entre un nodo creado por él y un nodo creado por el otro estudiante)</li> </ul>	<b>entonces</b> Considera las propuestas del otro
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Si</b> (Modifica nodos creados por el otro estudiante <b>ó</b> hace un nodo y un enlace para conectarlos a un nodo del otro estudiante)</li> </ul>	<b>entonces</b> Continúa las propuestas del otro
5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Si</b> (Borra nodos o enlaces propuestos por el otro estudiante <b>y</b> crea otro nodo o enlace en substitución)</li> </ul>	<b>entonces</b> Rebate las propuestas del otro
6	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Si</b> (Borra nodos o enlaces propuestos por el otro estudiante y no crea ningún nodo ni enlace para substituirlos)</li> </ul>	<b>entonces</b> Desestima las propuestas del otro
7	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Si</b> (no modifica las propuestas o nodos del otro estudiante )</li> </ul>	<b>entonces</b> Acepta implícitamente propuestas del otro

Para el modelo adaptado los roles que se identifican son los mostrados en la tabla 5-3:

**Tabla 5-3** Roles identificados en el análisis del trabajo colaborativo.

<b>PROPONER</b>	Nodos, enlaces entre nodos y modificaciones a nodos y enlaces.
<b>ACEPTAR</b>	Puede ser aceptación implícita y explícita de nodos y enlaces creados por el compañero de trabajo o por ambos.
<b>RECHAZAR</b>	Rechazo explícito de nodos y enlaces creados por el compañero de trabajo o por ambos

Estos roles no se refieren a los roles asignados en el diseño pedagógico, sino a una interpretación de los adoptados por los alumnos a lo largo del proceso, independientemente de si se le asignó un rol a desempeñar durante el trabajo. En la colaboración la asignación de roles puede ser benéfica en la colaboración sin embargo también se ha encontrado puede tener algunos efectos negativos en algunos casos [Dillenbourg, 2002] pudiendo convertirla en instrucción.

## 5.6 Cálculo de indicadores de colaboración

La obtención de los indicadores a partir de las *acciones derivadas* se realiza de la siguiente manera:

- El indicador de simetría está dado por la alternancia de roles entre un estudiante y otro.
- El índice de alineamiento se mide con base en los niveles de retroalimentación y el nivel de propuestas realizadas, teniendo mayor importancia las propuestas colaborativas.
- El índice de acuerdo se establece con base en los niveles de acuerdos y desacuerdos.

Las *acciones derivadas* agrupan acciones con significados semánticos similares y permiten organizar la identificación de los aspectos, en la tabla 5-4 mostramos las siete acciones derivadas y se presenta la información relacionadas con respecto a a) los roles que representan, b) el tipo de propuesta (EXPlícita o IMPlícita) c) su carácter individual o colaborativo y d) la retroalimentación (FB) asociada a dicha acción (+ positiva, - negativa ). Esta información será de utilidad para las siguientes secciones en las que se describe el cálculo de los indicadores.

**Tabla 5-4** Aspectos relacionados con las *acciones derivadas*

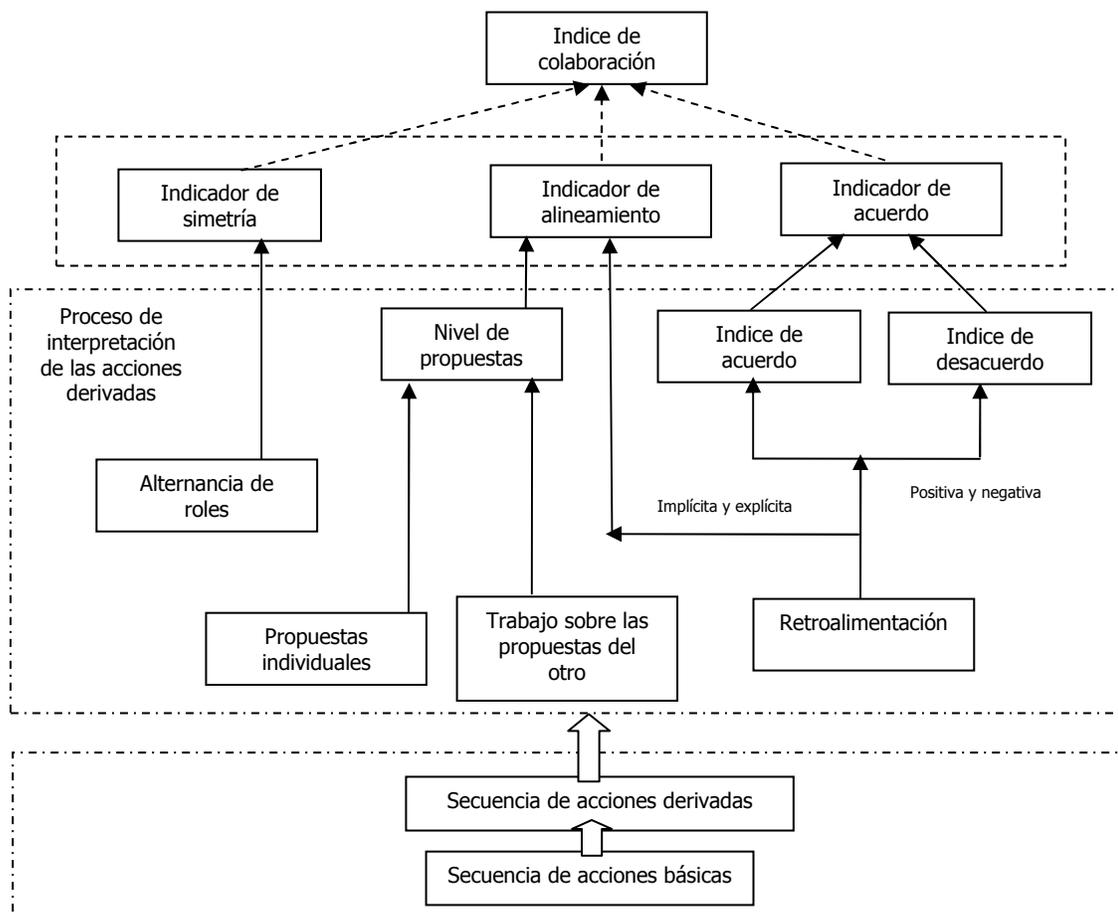
	<b>Acciones derivadas</b>	<b>Rol E1</b>	<b>Tipo de FB EXPlícita/ IMPlícita</b>	<b>Dimensión INDIVIDual/ COLABorativa</b>	<b>FB de E1 hacia E2</b>
1	E1 Realiza propuestas propias	PROPONER		INDIV	
2	E1 Refina propuestas propias	PROPONER		INDIV	
3	E1 Considera las propuestas de E2	ACEPTAR PROPONER	EXP	COLAB	+
4	E1 Continúa las propuestas de E2	ACEPTAR PROPONER	EXP	COLAB	+
5	E1 Rebate las propuestas de E2	RECHAZAR	EXP.	COLAB	-
6	E1 Destruye las propuestas de E2	RECHAZAR	EXP.	COLAB	-
7	E1 Acepta implícitamente propuestas de E2	ACEPTAR	IMP.	COLAB	+

Las *acciones derivadas* están relacionadas con los roles, con la retroalimentación y con los aspectos individuales y colaborativos de las propuestas. Las *acciones derivadas* 1, 2, 3, 4 y 5 están asociadas con el rol PROPONER, siendo 1 y 2 propuestas consideradas individuales y 3, 4 y 5 propuestas de “colaboración” ya que en estos tres últimos casos, el estudiante trabaja sobre la propuesta iniciada por el otro estudiante. A su vez, las acciones 3 y 4 se califican también como acciones de ACEPTACIÓN explícita al referirse al trabajo de un alumno sobre las propuestas previas del otro estudiante. Las acciones 5 y 6 se identifican como un RECHAZO explícito, expresado de cambios o eliminación de componentes que el otro estudiante propuso.

La acción 7 se considera una acción de ACEPTACIÓN implícita, representa la situación en que un alumno no realiza ninguna acción sobre los elementos de la representación gráfica que su compañero agrega o modifica, por lo que estamos asumiendo en ese caso que se encuentra implícitamente de acuerdo. En otro aspecto, las *acciones derivadas* 3, 4 y 7 representan acuerdo o retroalimentación positiva mientras que las acciones 5 y 6 se interpretarán como acciones de desacuerdo o retroalimentación negativa.

En esta tabla hacemos notar que las *acciones derivadas* 1 y 2, así como 3 y 4 presentan características similares (ver tabla 5-4) y que podrían agruparse como una sola acción derivada sin embargo, se han dejado como acciones separadas para que en adaptaciones posteriores con representaciones más complejas o conjuntos de roles más completos se identifiquen sus características, ya que desde el punto de vista colaborativo no son iguales.

En las secciones siguientes se presenta el cálculo de los indicadores de colaboración esquematizado en la figura 5-4.



**Figura 5-4** Obtención de indicadores de simetría, alineamiento y acuerdo

El cálculo de los indicadores se describe para analizar las acciones realizadas al modelar representaciones con las características descritas en la figura 5-2, considerando los roles de la tabla 5-3, las acciones básicas de la tabla 5-5 y las acciones derivadas descritas en la tabla 5-2 y 5-4. La lista analizada es una lista secuencial de acciones básicas realizadas por los estudiantes *E1* y *E2* que contiene una estampa de tiempo (entre 1 y  $n$ , donde  $n$  es el total de acciones básicas) y la acción con los parámetros descritos en la tabla 5-5.

### 5.7 Cálculo del indicador de simetría

De acuerdo al modelo empleado, la simetría se define en términos de los roles que adoptan los participantes con respecto al logro de algún aspecto de la tarea de solución de problemas. Simetría no se refiere a conocimiento o metas simétricas entre los participantes, sino a la secuencia de interacción. De acuerdo con Baker [2002], podemos tener una referencia sobre la simetría observando si los participantes adoptan roles en forma regularmente alternada en la secuencia analizada siendo asimétrica en caso contrario.

Partiendo de esta idea, para el cálculo del indicador de simetría consideramos lo que denominamos la alternancia de roles, calculando un índice del cambio entre PROPONER y ACEPTAR/RECHAZAR (tabla 5-3) adoptado por ambos estudiantes y se establece la relación siguiente: **mayor simetría a mayor índice de alternancia de roles.**

Normalmente en una secuencia de acciones los roles entre los estudiantes cambian a lo largo del tiempo, ese cambio puede ocurrir después de un gran número de acciones en las que los estudiantes permanecen con el mismo rol o dicho cambio puede ocurrir, inclusive, entre cada una de las acciones, el primer caso tendría un índice bajo de alternancia mientras que el segundo tendría un índice mayor.

La alternancia de roles entre el estudiante *E1* y *E2* en el conjunto de acciones  $[I, t]$  para una lista de acciones dada se calcula con la fórmula (1):

$$\text{Índice de Alternancia de Roles}_{E1 E2 [1, t]} = \text{Total de cambios de rol}_{E1 E2 [1, t]} / \text{Total de Acciones}_{E1 E2 [1, t]} \quad (1)$$

Donde:

- $E1$  y  $E2$  son los estudiantes que realizan las acciones
- $[1, t]$  es el conjunto de acciones en el intervalo de 1 a  $t$ , donde  $t$  es un entero tal que  $t \leq n$
- $n$  es un entero que representa el total de acciones de la secuencia
- *Total de cambios de rol* $_{E1 E2 [1, t]}$  es el número de cambios de rol entre  $E1$  y  $E2$  en el intervalo de acciones  $[1, t]$
- *Total de Acciones* $_{E1 E2 [1, t]}$  el número de *acciones básicas* realizadas por  $E1$  y  $E2$  en el intervalo de acciones  $[1, t]$

## 5.8 Cálculo del índice de alineamiento

El alineamiento de acuerdo al modelo de Baker [2002] se refiere principalmente a dos aspectos de la colaboración: a) la medida en la que los integrantes están “en fase” con respecto a su actividad, incluyendo los pasos de la resolución de problemas y b) el grado de entendimiento mutuo (“grounding”). En nuestro análisis basado en las acciones la medición de ambos conceptos abstractos debe estar relacionada con las operaciones que realizaron los estudiantes sobre los nodos y los enlaces. Asociaremos el alineamiento directamente con las propuestas realizadas, dando especial valor a las propuestas colaborativas considerando que reflejan que los estudiantes están teniendo entendimiento mutuo al participar conjuntamente en la creación de una solución al problema, sin embargo, resulta muy difícil evaluar la calidad y grado de entendimiento que tengan entre sí, así como averiguar si realmente están trabajando en la misma fase del trabajo. Como una posible fuente de información relevante en los dos aspectos del alineamiento analizaremos el nivel de retroalimentación entre los estudiantes como complemento para identificar si trabajan conjuntamente y en lo mismo.

Observamos entonces el alineamiento considerando la retroalimentación y las propuestas realizadas. Damos mayor relevancia a la retroalimentación explícita (acciones 3, 4, 5 y 6 de la tabla 5-4) y a las propuestas en las que se observa que los estudiantes toman en consideración el trabajo del compañero (acciones 3 y 4 de la tabla 5-4). Se establece la hipótesis de que a mayor retroalimentación y consideración del trabajo del otro hay mayor alineamiento. Sin embargo, debido a que no se tiene una referencia para estos valores, proponemos hacer una comparación del trabajo de ambos estudiantes calculando las *diferencias* entre los niveles de retroalimentación y sus propuestas. **A menor diferencia entre el nivel de propuestas y retroalimentación, mayor alineamiento, mientras que una gran diferencia en estos niveles se interpreta como indicador de menor alineamiento.** Para calcular de las diferencias entre propuestas y retroalimentación es necesario considerar primero las propuestas y retroalimentación **individuales** detalladas a continuación en las fórmulas (2) y (3).

Para el cálculo de propuestas y retroalimentación de cada estudiante se plantea la hipótesis de que las propuestas colaborativas tienen mayor valor que las propuestas individuales, considerando que se analiza colaboración. En forma similar se plantea que la retroalimentación explícita es más valiosa que la retroalimentación implícita por la naturaleza colaborativa comunicación en las explícitas, contraria a la forma pasiva de comunicación que asumimos que existe en la retroalimentación implícita.

Las **propuestas** para el estudiante  $E$  en el conjunto de acciones  $[I, t]$  para una secuencia de acciones dada se calculan con la fórmula (2):

$$Propuestas_{E[I, t]} = Total Prop Indiv_{E[I, t]} *j + Total Prop Colab_{E[I, t]} *k \quad (2)$$

Donde

- $E$  es el estudiante que realiza las acciones
- $[I, t]$  es el conjunto de acciones en el intervalo de 1 a  $t$ , donde  $t$  es un entero tal que  $t \leq n$
- $n$  es un entero que representa el total de acciones de la secuencia
- $Total Prop Indiv_{E[I, t]}$  está dado por el total de propuestas individuales del estudiante  $E$  en el intervalo de acciones  $[I, t]$

- $j$ , es la ponderación asignada a cada propuesta individual
- $Total Prop Colab_{E [l, t]}$  está dado por el total de propuestas colaborativas explícitas del estudiante  $E$  en el intervalo de acciones  $[l, t]$
- $k$ , es la ponderación asignada a cada propuesta colaborativa explícita, donde  $k > j$

La **retroalimentación** del estudiante  $E$  en el conjunto de acciones  $[l, t]$  para una secuencia de acciones dada se calcula con la formula (3):

$$fb_{E [l, t]} = Total fb explícita_{E [l, t]} * l + Total fb implícita_{E [l, t]} * m \quad (3)$$

Donde

- $E$  es el estudiante que realiza las acciones
- $[l, t]$  es el conjunto de acciones en el intervalo de 1 a  $t$ , donde  $t$  es un entero tal que  $t \leq n$
- $n$  es un entero que representa el total de acciones de la secuencia
- $Total fb explícita_{E [l, t]}$  está dado por el Total de retroalimentaciones explícitas que realizó el estudiante hasta el tiempo  $t$
- $l$ , es la ponderación de las retroalimentaciones explícitas.
- $Total fb implícita_{E [l, t]}$  está dado por el Total de retroalimentaciones implícitas del estudiante hasta el tiempo  $t$
- $m$ , es la ponderación de las retroalimentaciones implícitas, donde  $m < l$ .
- $E$  es el estudiante

Las constantes de ponderación incluidas tanto en las propuestas como en la retroalimentación se definieron en forma empírica, asignando a 1 a las ponderaciones individuales y 3 a las colaborativas. Estos valores se fijaron por observación entre el comportamiento de los valores calculados y su correspondencia con la lista de acciones.

El cálculo de las diferencias en propuestas entre los estudiantes E1 y E2 en el conjunto de acciones en el intervalo  $[l, t]$  dada por (4) y se obtiene a partir de la fórmula de cálculo de propuestas (2) para cada estudiante E1 y E2.

$$\text{Diferencia Propuestas}_{E1 E2 [1,t]} = \text{ABS} (\text{Propuestas}_{E1 [1,t]} - \text{Propuestas}_{E2 [1,t]}) / \text{Total de propuestas}_{E1 E2 [1,t]} \quad (4)$$

Donde:

- $E$  es el estudiante que realiza las acciones
- $[1, t]$  es el conjunto de acciones en el intervalo de 1 a  $t$ , donde  $t$  es un entero tal que  $t \leq n$
- $n$  es un entero que representa el total de acciones de la secuencia
- $\text{Propuestas}_{E1 [1,t]}$  se calcula con la formula (2) para el estudiante  $E1$  en el intervalo de acciones  $[1, t]$
- $\text{Propuestas}_{E2 [1,t]}$  se calcula con la formula (2) para el estudiante  $E2$  en el intervalo de acciones  $[1, t]$
- $\text{Total de propuestas}_{E1 E2 [1,t]} = \text{Propuestas}_{E1 [1,t]} + \text{Propuestas}_{E2 [1,t]} \quad (5)$   
es el total de propuestas realizadas entre  $E1$  y  $E2$  en el intervalo de acciones  $[1, t]$
- $\text{ABS}$  es la función valor absoluto

El cálculo de las diferencias en retroalimentación (fb) entre los estudiantes  $E1$  y  $E2$  en el conjunto de acciones en el intervalo  $[1, t]$  está dada por (6) .

$$\text{Diferencia fb}_{E1 E2 [1,t]} = \text{ABS} (\text{fb}_{E1 [1,t]} - \text{fb}_{E2 [1,t]}) / \text{Total fb}_{E1 E2 [1,t]} \quad (6)$$

Donde:

- $E$  es el estudiante que realiza las acciones
- $[1, t]$  es el conjunto de acciones en el intervalo de 1 a  $t$ , donde  $t$  es un entero tal que  $t \leq n$
- $n$  es un entero que representa el total de acciones de la secuencia
- $\text{fb}_{E1 [1,t]}$  se calcula con la formula (3) para el estudiante  $E1$  en el intervalo de acciones  $[1, t]$
- $\text{fb}_{E2 [1,t]}$  se calcula con la formula (3) para el estudiante  $E2$  en el intervalo de acciones  $[1, t]$
- $\text{Total fb}_{E1 E2 [1,t]} = \text{fb}_{E1 [1,t]} + \text{fb}_{E2 [1,t]} \quad (7)$   
es el total de retroalimentación entre  $E1$  y  $E2$  en el intervalo de acciones  $[1, t]$

- *ABS es la función valor absoluto*

## 5.9 Cálculo del índice de acuerdo

Se consideran dos tipos de retroalimentación, la positiva y la negativa. La positiva refleja una aceptación del trabajo del otro, mientras que en la negativa se rebate o rechaza lo propuesto por el otro estudiante. Como indicador de acuerdo, se observan las diferencias entre retroalimentaciones positivas ( $fb^+$ ) dadas por 3, 4, 7 de la tabla 5-4 y negativas ( $fb^-$ ) dadas por 5 y 6 de la tabla 5-4.

Las diferencias en retroalimentación positiva ( $fb^+$ ) entre los estudiantes E1 y E2 en el conjunto de acciones en el intervalo  $[1, t]$  está dada por (8).

$$\text{Diferencia } fb^+_{E1 E2 [1,t]} = ABS (fb^+_{E1 [1,t]} - fb^+_{E2 [1,t]}) / Total fb^+_{E1 E2 [1,t]} \quad (8)$$

Donde:

- *E1 y E2 son los estudiantes que realizan las acciones*
- *$[1, t]$  es el conjunto de acciones en el intervalo de 1 a t, donde t es un entero tal que  $t \leq n$*
- *n es un entero que representa el total de acciones de la secuencia*
- *$fb^+_{E1 [1,t]}$  es el total de retroalimentaciones positivas de E1 en el intervalo de acciones  $[1, t]$*
- *$fb^+_{E2 [1,t]}$  es el total de retroalimentaciones positivas de E2 en el intervalo de acciones  $[1, t]$*
- *$Total fb^+_{E1 E2 [1,t]} = fb^+_{E1 [1,t]} + fb^+_{E2 [1,t]}$  es el total de retroalimentación positiva de E1 y E2 en el intervalo de acciones  $[1, t]$*  (9)
- *ABS es la función valor absoluto*

En forma similar se calculan las diferencias en retroalimentación negativa  $fb^-$ .

$$\text{Diferencia } fb^-_{E1 E2 [1,t]} = ABS (fb^-_{E1 [1,t]} - fb^-_{E2 [1,t]}) / \text{Total } fb^-_{E1 E2 [1,t]} \quad (10)$$

Donde:

- $E1$  y  $E2$  son los estudiantes que realizan las acciones
- $[1, t]$  es el conjunto de acciones en el intervalo de 1 a  $t$ , donde  $t$  es un entero tal que  $t \leq n$
- $n$  es un entero que representa el total de acciones de la secuencia
- $fb^-_{E1 [1,t]}$  es el total de retroalimentaciones negativas de  $E1$  en el intervalo de acciones  $[1, t]$
- $fb^-_{E2 [1,t]}$  es el total de retroalimentaciones negativas de  $E2$  en el intervalo de acciones  $[1, t]$
- $\text{Total } fb^-_{E1 E2 [1,t]} = fb^-_{E1 [1,t]} + fb^-_{E2 [1,t]} \quad (11)$   
es el total de retroalimentación negativa de  $E1$  y  $E2$  en el intervalo de acciones  $[1, t]$
- $ABS$  es la función valor absoluto

## **CAPÍTULO 6.0 ANÁLISIS DE RESULTADOS**

### **Resumen**

En este capítulo se incluye el análisis de las acciones basado en la propuesta de adaptación presentada. Se presentan dos casos: uno en el que los estudiantes trabajaron en forma colaborativa sin previo trabajo individual y el otro en el que se realizó trabajo individual previo al de parejas. A partir del cálculo de los indicadores de colaboración según la adaptación del modelo se da una interpretación de los mismos y se complementa con el análisis individual. Como parte del proceso exploratorio de la sesión colaborativa se realizó un análisis empírico de los diálogos en lenguaje natural (apéndice K). Se incluye solamente como referencia ya que formó parte del proceso, sin embargo no se realizó con fines comparativos con el análisis propuesto, pues representa información complementaria.

### **6.1 Análisis empírico de la interacción basada en acciones**

Para presentar el proceso de análisis hemos elegido el trabajo de dos equipos diferentes, un equipo que realizó trabajo exclusivamente trabajo “colaborativo” y el otro con trabajo individual previo al “colaborativo”. Para ambos casos presentamos la representación gráfica creada por la pareja de estudiantes y las gráficas de análisis de los indicadores basadas en los cálculos realizados sobre las acciones.

En el capítulo 5 se presentó el diagrama general del cálculo de los indicadores de colaboración y en la figura 5-4 se detalló el proceso de análisis empírico propuesto para el

cálculo de los indicadores, cuyos valores se encuentran en el rango [0,1]. Un valor de 0 indica ausencia de alternancia de roles mientras que valores mayores a cero indican cambio de roles. Para el análisis el rango de valores de los índices (de 0 a 1) se subdividirá en tres zonas: a) de 0 a 1/3 zona baja, b) de 1/3 a 2/3 zona media y c) de 2/3 a 1 zona alta. Las tablas de las acciones pueden ser consultadas en el apéndice J, las cuales como indica el proceso han sido filtradas a partir de las bitácoras originales en XML creadas por la herramienta colaborativa.

### 6.1.1 Caso 1: Colaboración sin trabajo de modelado individual previo

El diagrama creado durante la sesión colaborativa por la pareja de estudiantes empleando la herramienta de modelado Cool Modes se muestra en la figura 6-1. Adicionalmente al diagrama, como hemos mencionado anteriormente, se tiene el registro tanto de la interacción escrita de la pareja de estudiantes como la secuencia de acciones realizadas. Del filtrado de la bitácora de acciones se obtuvo una lista de 39 *acciones básicas* a partir de las cuales se realizó el proceso de análisis, en el Apéndice J, Tabla J-1 se encuentra el listado de acciones.

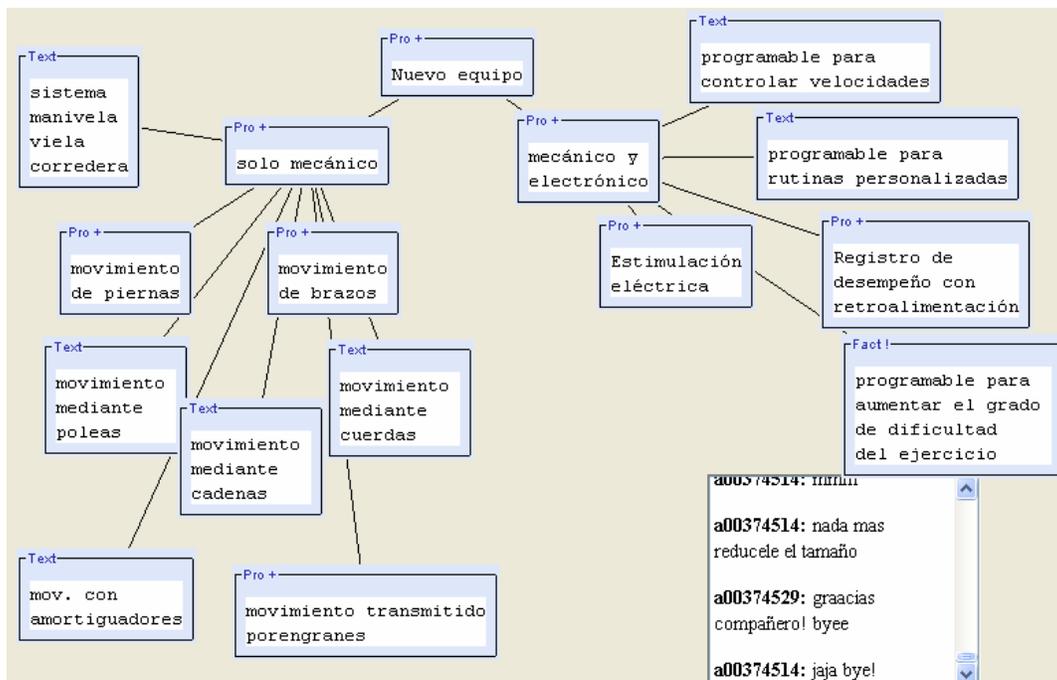
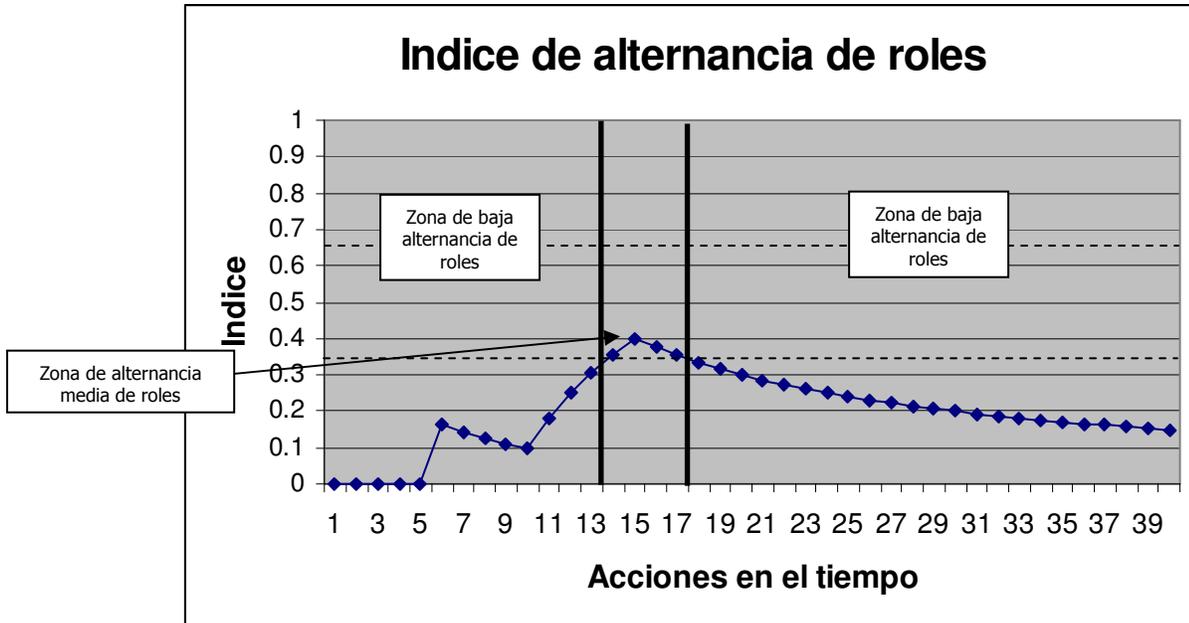


Figura 6-1 Diagrama propuesto por el equipo 1

En la gráfica 6-2 dividimos el rango de valores de la alternancia en tres zonas: bajo, medio y alto como se propuso anteriormente. Se observa que la pareja de estudiantes al inicio no tuvo alternancia de roles, después aumenta y tiene sus valores más altos entre las acciones 13 y 17, y después desciende. Se tiene **simetría baja, media y baja** a lo largo de los tres periodos marcados.



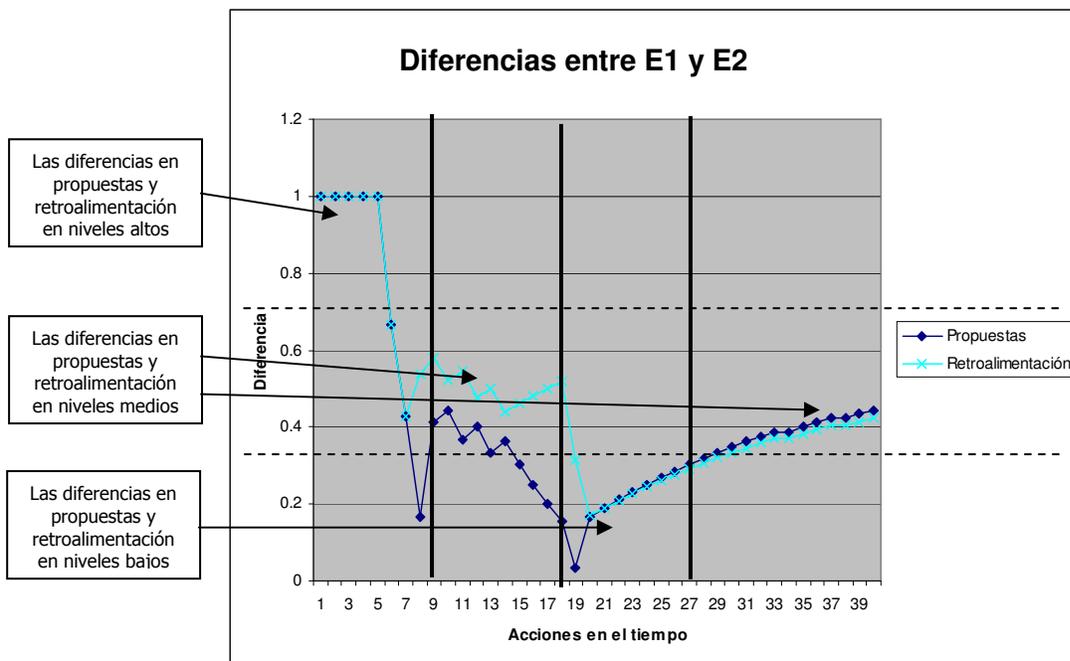
**Figura 6-2** Análisis de la alternancia de roles

Para el alineamiento el intervalo de valores se divide similarmente en tres secciones horizontales para su análisis (figura 6-3), en donde:

- a) para las diferencias altas (de  $2/3$  a  $1$ ) se considera un alineamiento bajo
- b) para diferencias de porcentaje entre ( $1/3$  y  $2/3$ ) alineamiento medio
- c) para las diferencias más bajas entre ( $0$  y  $1/3$ ) se tomará como un alineamiento alto.

En la grafica de la figura 6.3 identificamos cuatro periodos principales interpretados de la siguiente manera: **alineamiento bajo, medio, alto y medio**.

Respecto al nivel de acuerdo y desacuerdo encontramos que en el análisis de las acciones no se identificaron situaciones de argumentación con desacuerdos involucrados, que en nuestro caso se identificarían como el borrado de nodos o enlaces creados por el otro alumno o su sustitución por nuevos enlaces. Para este caso la dimensión de acuerdo-desacuerdo no registró acciones hacia el desacuerdo por lo que no fue posible establecer diferencias, pues todas las acciones representan acuerdo.



**Figura 6-3** Diferencias en creación de propuestas y de retroalimentación

A continuación analizaremos las dimensiones de simetría y alineamiento en forma conjunta, considerando las zonas principales. El aspecto de acuerdo-desacuerdo no se incluye pues no se identificaron acciones asociadas con el mismo por lo que en este momento consideraremos acuerdo a lo largo de la sesión. La carencia de desacuerdo se ve también reflejada en el análisis de los diálogos, siendo la interacción escrita de argumentación la más baja de todas.

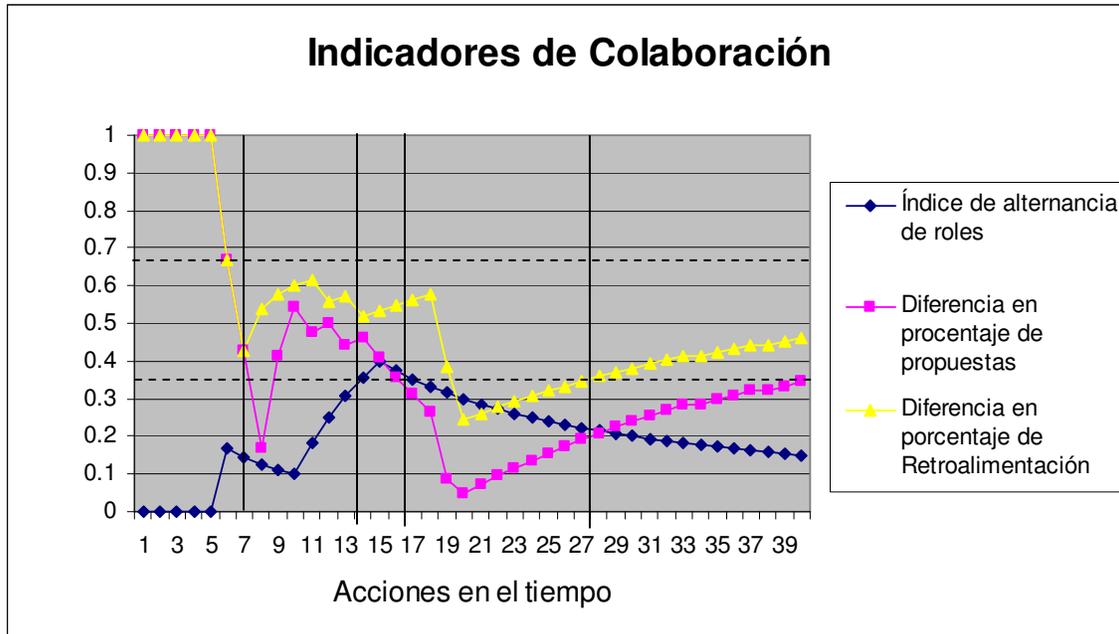


Figura 6-4 Análisis de los indicadores de colaboración

En la primera zona (figura 6-4) tenemos prácticamente nulo intercambio de roles, por lo tanto es una zona de trabajo **asimétrico**, que se confirma por la gran diferencia entre los porcentajes tanto de propuestas como de retroalimentación indicando **no-alineamiento**. Esta combinación junto con el acuerdo, nos indican una zona de *co-elaboración aceptada aparente*, sin un verdadero entendimiento mutuo. La siguiente zona es muy similar pues el alineamiento es medio pero la alternancia de roles es muy baja, teniendo **alineamiento medio y asimetría**, dando una zona de *co-elaboración aceptada* en la que uno propone una solución y el otro da retroalimentación, ambos están básicamente de acuerdo.

En la tercera zona la alternancia de roles indicando una breve periodo **simetría media** pero solamente durante 5 acciones consecutivas. Este periodo se caracteriza por un **alineamiento medio** debido a la diferencia media en la creación de propuestas y retroalimentación por lo que se tiene un periodo muy breve de *colaboración* incipiente denominada *co-construcción*.

Después de este breve momento de colaboración, tenemos un periodo de **alineamiento alto y simetría baja**, dando una zona de *co-elaboración aceptada* que se acentúa en la zona final al bajar más la simetría.

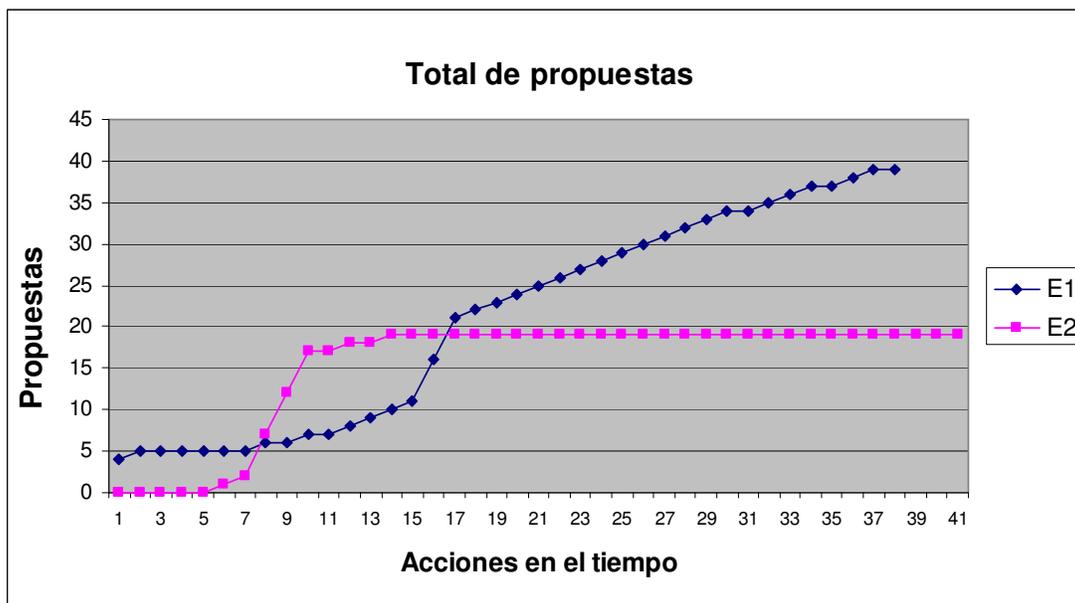


Figura 6-5 Análisis individual de propuestas

En el análisis individual, realizado exclusivamente respecto al nivel de propuestas, podemos ver que se tienen dos periodos que se entrecruzan. Inicialmente el estudiante 1 es el que propone, después del primer cruce, a partir de la acción 8, el estudiante 2 participa proponiendo, mientras que a partir de la acción 13 este mismo estudiante ya no realiza ninguna nueva propuesta directamente en el diagrama y es únicamente el estudiante 1 el que continúa haciendo propuestas en la representación gráfica. El estudiante 1 participa proponiendo en la representación gráfica en forma significativamente mayor que el estudiante 2.

Por observación de ambas gráficas vemos que el comportamiento del estudiante 2 se ve reflejado en el desarrollo de la colaboración al tener periodos muy marcados en el que no realiza propuestas en la representación, generando periodos de asimetría y no alineamiento. El estudiante 1 realiza un trabajo de aportación de propuestas continuo. Complementando con la información del análisis de los diálogos (ver apéndice K), podemos notar que los estudiantes tuvieron mucha interacción (66%) escrita no relacionada con la búsqueda de alternativas de

solución (de relación social, sobre la herramienta y ajenas a la tarea), en porcentajes casi iguales ambos estudiantes (gráfica K-2 y K3). Sin embargo, la relación de los diálogos con las acciones en la representación gráfica se pone de manifiesto al tener que el 35% de las interacciones se relaciona con la gráfica (K-4).

### 6.1.2 Caso 2: Colaboración con trabajo de modelado individual previo

Para el caso del segundo grupo en el que la fase colaborativa fue precedida por una fase individual, se muestran diagrama colaborativo (figura 6-6) y los diagramas individuales (figuras 6-7 y 6-8) que le precedieron. En el apéndice J, Tabla J-2 se encuentra la lista de acciones básicas encontradas a partir de las bitácoras.

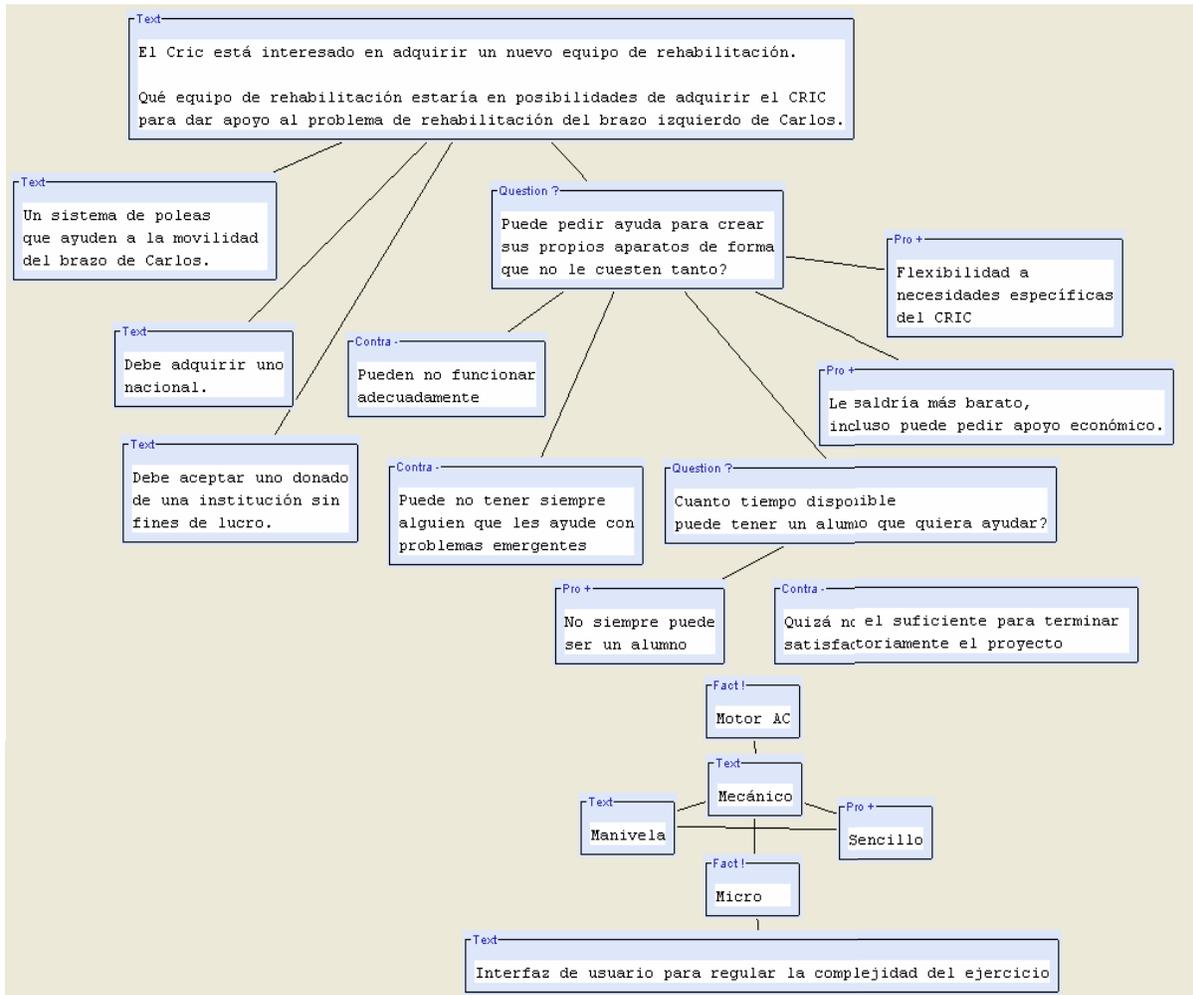
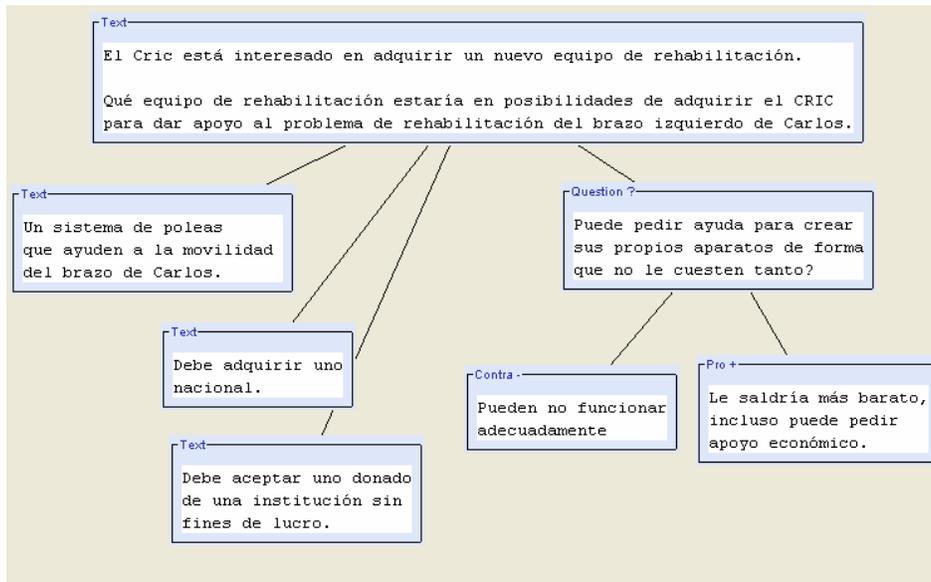
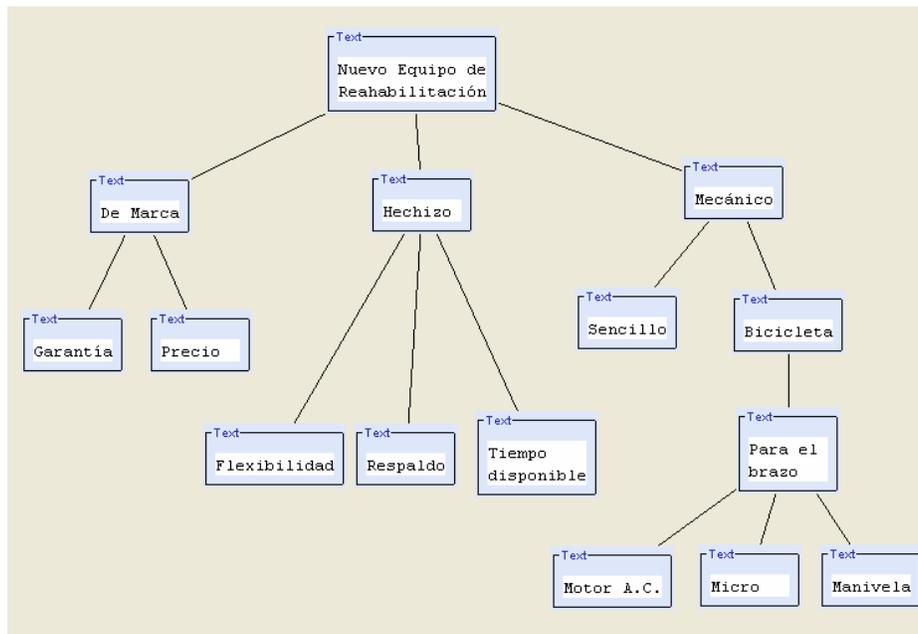


Figura 6-6 Diagrama colaborativo

Como podemos observar en los diagramas individuales (Figuras 6-7 y 6-8) creados antes del encuentro con el compañero de equipo, ambos integrantes hicieron una propuesta individual y en la propuesta colaborativa llegan a un acuerdo de integrar y modificar ambos diagramas. Al inicio de la sesión colaborativa los estudiantes básicamente se dedican a integrar sus propuestas al espacio de trabajo conjunto y posteriormente inician la integración de ambas propuestas.



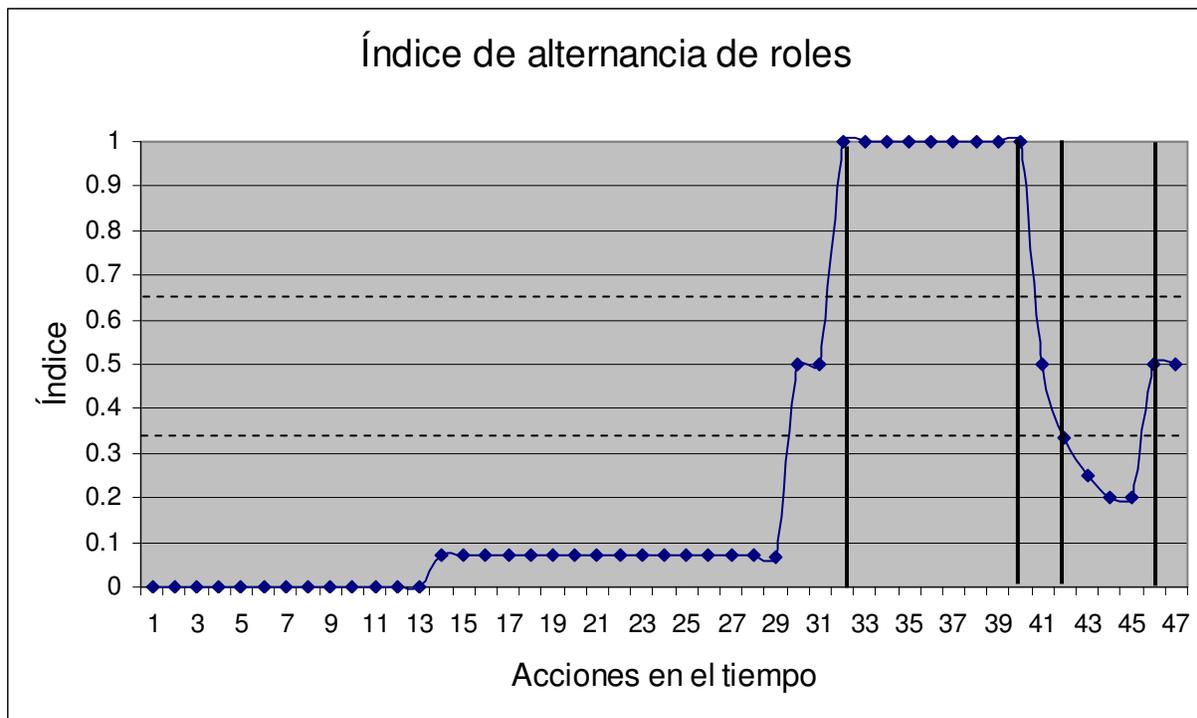
**Figura 6-7** Diagrama individual del estudiante 1, previo al diagrama colaborativo



**Figura 6-8** Diagrama individual del estudiante 2, previo al diagrama colaborativo

Al inicio del trabajo colaborativo se tienen gran número de acciones relacionadas con la integración del trabajo individual al espacio de trabajo conjunto, proceso en el cual los alumnos tuvieron algunos problemas técnicos. Para el análisis hemos omitido las acciones relacionadas con esta primera fase ya que es un problema relacionado con el manejo de la herramienta.

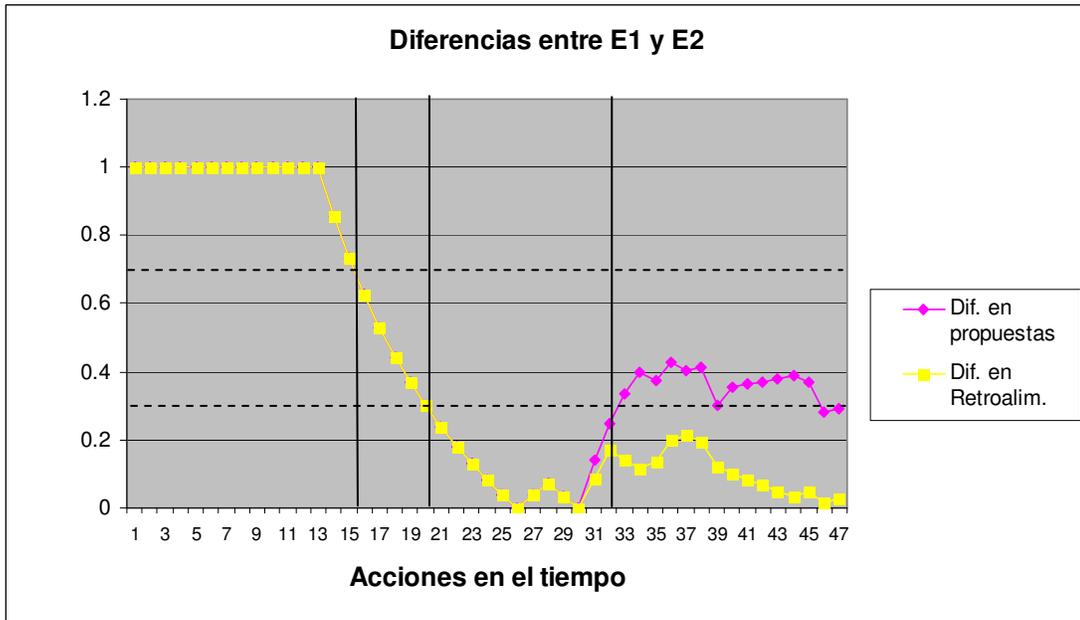
En forma similar al caso 1, comenzamos por analizar la alternancia de roles con la división horizontal de tres intervalos iguales. En la primera zona de la figura 6-9, se identifica una secuencia de asimetría, simetría media, simetría, simetría media, asimetría y finalmente simetría media. El mayor intercambio de roles se da entre las acciones 32 y 40.



**Figura 6-9** Análisis de la alternancia de roles

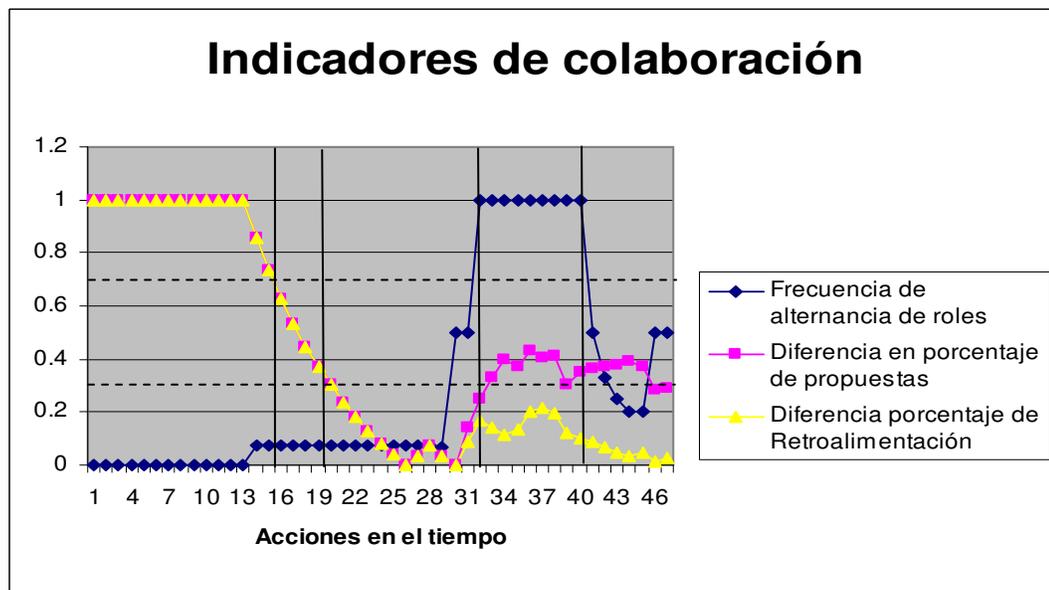
Respecto al alineamiento podemos observar en la gráfica 6-10 que el primer periodo, entre la acción 1 y la 15 se presenta un alto grado de diferencias entre las aportaciones y retroalimentación entre los dos estudiantes involucrados, indicando no-alineamiento. El segundo periodo que hemos marcado está caracterizado por alineamiento medio, seguido de alineamiento bajo y después medio nuevamente. En forma similar al caso 1, tampoco se identificaron acciones de argumentación de acuerdo a las reglas propuestas en el diseño del modelo de análisis que en

forma similar corresponden con la ausencia de argumentación escrita del análisis de diálogos (gráfica K-5)



**Figura 6-10** Análisis de las diferencias en propuestas y retroalimentación

Finalmente analizaremos juntos los indicadores para caracterizar el tipo de interacción que se registro en los diferentes periodos (gráfica 6-10).



**Figura 6-11** Análisis de los indicadores de colaboración

El primer periodo, asimétrico y no alineado: *co-elaboración aceptada aparente*. Después con asimetría y alineación media: *co-elaboración aceptada*. En el tercer periodo, entre la acción 20 y la acción 32, tenemos asimetría y alineamiento alto: *co-elaboración aceptada*. La cuarta zona, con simetría alta y alineamiento medio nos identifica un periodo colaborativo de *co-construcción*, Finalmente los estudiantes cierran la sesión en forma menos alineada convirtiéndose en *co-elaboración aceptada* al disminuir la simetría en su trabajo.

Se observa en general un trabajo de *co-elaboración aceptada*, en la que uno propone y el otro retroalimenta, generalmente están de acuerdo lo que coincide con la ausencia de argumentaciones y desacuerdos.

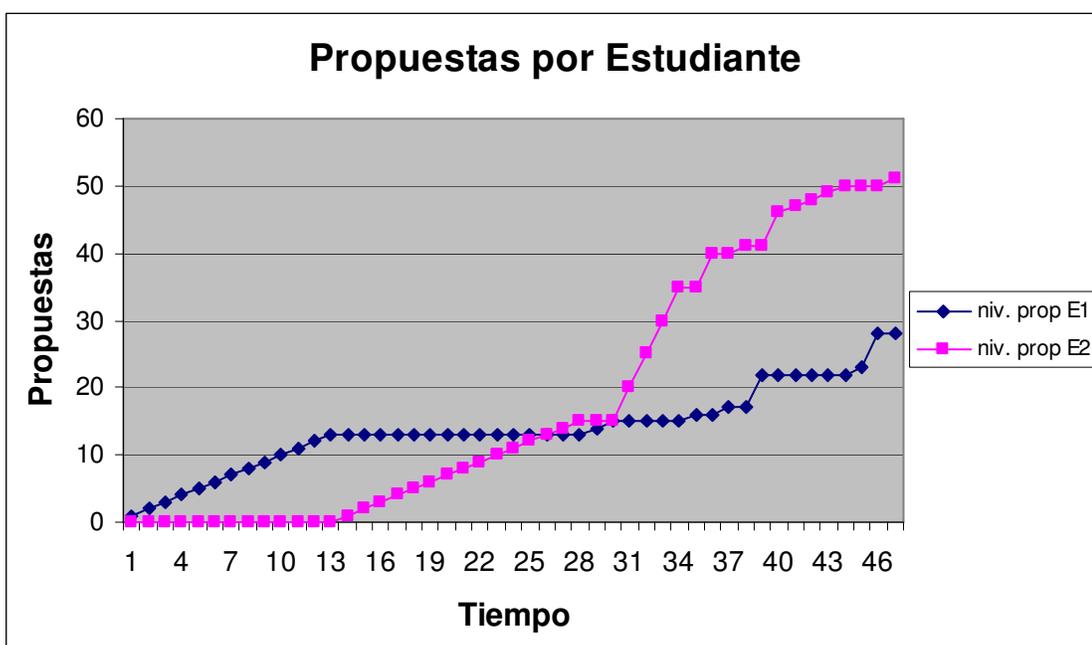


Figura 6-12 Análisis individual de propuestas

El análisis individual en los niveles de propuestas de cada estudiante revela la influencia de las condiciones de la experimentación. Observamos que se inició prácticamente con trabajo individual, en un trabajo de integración de su propuesta individual. Sin embargo, a partir del punto de cruce las propuestas comienzan a ser mayores por parte del estudiante 2 que por parte del estudiante 1, siendo el estudiante 2 más propositivo que el 1. Comparando con el análisis de

la colaboración, se observa que el fin de la integración del trabajo individual coincide con el inicio del breve periodo colaborativo.

Relacionando con el análisis de diálogos escritos, en forma similar se tiene una pareja de estudiantes con gran cantidad (59%) de interacciones escritas no relacionadas con la tarea (figura K-6). En este caso, el estudiante 1 es el que realiza mas comunicación no relacionada con la tarea, mientras que el estudiante 2 se comunica más en forma escrita con relación a la tarea, lo que corresponde con la mayor realización de propuestas en la representación gráfica (fig 6-12). De las interacciones escritas, se tiene que el 57% tenían alguna relación con la representación gráfica evidenciando la importancia que tuvo la representación gráfica en su comunicación comunicación.

## CAPÍTULO 7.0 CONCLUSIONES

En esta tesis se ha abordado el problema de desarrollar mecanismos para identificar y representar el proceso colaborativo haciendo énfasis en la necesidad de considerar todo el proceso y no sólo el resultado final. Este trabajo se ha enfocado a la búsqueda de fuentes adicionales al lenguaje natural mediante el análisis de la interacción realizada en la creación de representaciones gráficas. Se presenta una primera adaptación del modelo de análisis de colaboración basada en diálogos de Baker [2002] con el cual se analizaron los datos obtenidos mediante la realización de un experimento diseñado con un modelo pedagógico para favorecer la colaboración.

La problemática encontrada en torno al análisis realizado se relacionó con:

- La elección de un modelo de la colaboración para el análisis que manejara conceptos claros y factibles de cuantificar mediante las acciones. Se encontró que, por lo general, los estudios sobre la colaboración son amplios y muy subjetivos, lo que dificulta un análisis cuantitativo.
- La identificación de los conceptos relacionados con los indicadores de colaboración, la asociación de estos conceptos subjetivos con las acciones realizadas y su cuantificación.
- Los aspectos técnicos durante la instalación de la herramienta colaborativa usada, sin embargo dichos problemas fueron solucionados en su mayoría permitiendo su realización del experimento. También se presentaron problemas por el incipiente manejo de la herramienta colaborativa por parte de los estudiantes, lo que produjo pérdida de información al no realizarse el registro correcto de todas las bitácoras para su posterior análisis.

- La disponibilidad de los alumnos, debido a las condiciones en que se realizó el experimento (dentro de un curso regular de ingeniería), lo que impidió realizar el cierre del diseño planteado. Aún cuando los primeros pasos se realizaron adecuadamente, pedagógicamente resulta inconveniente truncar las actividades ya que crea confusión y desmotiva a los alumnos.
- La comprensión del concepto de colaboración por parte de los estudiantes y su confusión con división del trabajo así como la dificultad asociada al proceso de PBL y a los problemas débilmente estructurados.

El análisis realizado empleando esta primera adaptación del modelo para diálogos de Baker [2002] brinda información general sobre el desarrollo de la colaboración relacionada con la creación de la gráfica, sin embargo se hace evidente que dicho análisis no puede verse como una representación completa de la colaboración sucedida y que es indispensable complementarla con el análisis de los diálogos escritos. Conjuntar ambos análisis puede proporcionar un panorama más completo de lo sucedido en la interacción colaborativa. El análisis se llevó a cabo únicamente para dos casos, lo que resulta insuficiente para presentar una evaluación completa del modelo y la propuesta por lo que se plantea una primera adaptación del modelo y se reservan conclusiones más generales para investigaciones posteriores.

Considerando que se preparó un diseño pedagógico para favorecer la colaboración, se encontró que solamente se manifestó en forma incipiente y en intervalos breves de acciones, lo que evidencia la necesidad de mejorar por un lado a) la preparación de los alumnos para trabajar con modelos de aprendizaje como PBL, b) la elaboración del diseño pedagógico de este tipo de sesiones y c) la adaptación del modelo. En ambas sesiones se observó ausencia de argumentación y debate entre los estudiantes, tanto en el análisis de acciones como en el diálogo, se requiere mayor investigación para conocer la causa de esta situación.

Las principales contribuciones de este trabajo son:

- Una primera propuesta de adaptación del modelo de análisis de diálogos en lenguaje natural de Baker [2002], para el caso de interacciones de modelado colaborativo de representaciones gráficas simples, planteada en un contexto teórico.
- La presentación de los pasos y detalles de cálculo para facilitar una primera implementación del análisis que permita integrarlo en un ambiente de modelado colaborativo. La integración ofrecería la posibilidad de monitorear la colaboración y emplear esta información para fines informativos o de guía de la colaboración.
- El diseño de un experimento con modelos educativos y herramientas computacionales colaborativas en un contexto interdisciplinario.

Identificamos como posibles continuaciones al presente trabajo:

- Refinamiento de la propuesta en la adaptación de conceptos relacionados con la colaboración, como son la argumentación y negociación, así como en los mecanismos de cálculo de los indicadores de colaboración.
- Extensión del modelo de análisis en los siguientes aspectos: para modelar la interacción entre más de dos estudiantes, para identificar roles diferentes a los de PROPONER, ACEPTAR/RECHAZAR, para la creación de diagramas más complejos que los contemplados en este trabajo (nodo, enlace), para considerar mayor número de conceptos subjetivos relacionados con la colaboración.
- Definición de una metodología de experimentación que permita validar el modelo analizando un número mayor de casos y con variantes en el diseño pedagógico del experimento.
- Implementación del modelo de análisis adaptado como un agente de análisis para monitorear el estado de la colaboración en la herramienta de modelado, considerando la posibilidad de que visualice los resultados del análisis.

## BIBLIOGRAFÍA

- Baker, M.J. (2002). Forms of cooperation in dyadic problem-solving. *Revue d'Intelligence Artificielle*, 16, N°4-5, 587-620.
- Baker, M.J., Quignard, M., Lund, K., Séjourné, A. (2003). Computer-supported collaborative learning in th espace of debate. In B. Wasson, S. Ludvigsen & U. Hoppe (Eds). *Designing for Change in Networked Learning Environments: Proceedings of the International Conference on Computer Support for Collaborative Learning 2003*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, pp. 22-20.
- Barros, B. (1999). *Aprendizaje colaborativo en enseñanza a distancia: entorno genérico para configurar, realizar y analizar actividades en grupo*. Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Madrid, España.
- Barros, B., Verdejo, M. F.. (1999), An approach to analyze collaboration when shared structured workspaces are used for carrying out group learning processes. *AIED'99: Artificial Intelligence Open Learning Environments*. IOS Press, pp. 449-456.
- Constantino-González, M. A. (2000). *A computer coach to support collaboration in a web-based synchronous collaborative learning environment*. Tesis Doctoral no publicada. ITESM, México.
- Constantino-González, M., Suthers, D., Escamilla, J. (2003). Coaching Web-based Collaborative Learning based on Problem Solution Differences and Participation. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 13, 263-299.
- Dillenbourg, P., Baker, M., Blaye, A., O'Malley, C. (1996). The Evolution of Research on Collaborative Learning. In: Spada, E., Reiman, P., (Eds). *Learning in Humans and Machine: Towards an interdisciplinary learning science*. Elsevier, Oxford, pp. 189-211.
- Dillenbourg, P. (1999). What do you mean by “collaborative learning”? In: Dillenbourg, P. (Ed). *Collaborative Learning: Cognitive and Computational Approaches*. Pergamon, Amsterdam, pp. 1-19.
- Dillenbourg, P. (2002). Over-scripting CSCL: The risks of blending collaborative learning with instructional design. In P. A. Kirschner (Ed.). *Three worlds of CSCL. Can we support CSCL*. Heerlen: Open Universiteit Nederland, pp. 61-91.

- Engeström, Y. (1987). Learning by expanding: An Activity-Theoretical Approach to Developmental Research, Helsinki, Orienta-Konsultit. Consultado el 3 de julio del 2006 en <http://lhc.ucsd.edu/MCA/paper/Engestrom/expanding/toc.htm>.
- Jermann, P., Soller, A., & Mühlenbrock, M. (2001). From mirroring to guiding: A review of the state of art technology for supporting collaborative learning. In P. Dillenbourg, A. Eurelings, & Kai Hakkarainen, Hrsg.: Proceedings of the European Conference on Computer-Supported Collaborative Learning, (EuroCSCL-2001). Maastricht, The Netherlands, March, pp. 324-331.
- Koschmann, T., Feltovich, P., Myers, A., Barrows, H. (1992). Implications of CSCL for Problem-Based Learning. SIGCUE Outlook, ACM. Vol. 21 # 3, Spring 92, pp. 32-35
- Koschmann, T. (2001). Revisiting the paradigms of instructional technology. In: Kennedy, G., Keppell, M., McNaught, C., Petrovic, T. (Eds). Meeting at the Crossroads. Proceedings of the 18<sup>th</sup> Annual Conference of the Australian Society for Computers in Learning in Tertiary Education. The University of Melbourne: Biomedical Multimedia Unit, Melbourne.
- Mühlenbrock, M., Hoppe, U. (1999). Computer Supported Interaction analysis of Group Problem Solving, Proceedings of the Conference on Computer Supported Collaborative Learning, CSCL-99. Palo Alto, CA., pp. 398-405.
- Mühlenbrock, M. (2001). *Action-based collaboration analysis for group learning*. Doctoral Dissertation. University of Duisburg, Germany.
- Pedersen, S. (1998). Using hypermedia to facilitate problem based learning. Southeast Educational Research Association Annual Meeting. Houston, Texas.
- Pinkwart N., (2003). A plug-in architecture for graph based collaborative modeling systems. Proceedings of the 11th International Conference on Artificial Intelligence in Education. IOS Press, Amsterdam, The Netherlands.
- Roschelle, J., Teasley, S. (1995). The construction of shared knowledge in collaborative problem solving. In: O'Malley, C.E., (Ed). Computer supported collaborative learning. Springer-Verlag, Heidelberg, pp. 69-197.
- Scardamalia, M., Bereiter, C. (1996). Computer support for knowledge-building communities. In: Koschmann, T., (Ed). CSCL: Theory and Practice of an Emerging Paradigm. Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, NJ, pp. 249-268.
- Séjourné, A., Baker, M., Lund, K., Molinari, G. (2004). Schématisation argumentative et co-élaboration de connaissances : le cas des interactions médiatisées par ordinateur. Actes du colloque international « Faut-il parler pour apprendre ? », pp. 1-14.
- Stahl, G. (2002). Contributions to a Theoretical Framework for CSCL, Proceedings of Computer Supported Collaborative Learning. Lawrence Erlbaum, Boulder. Colorado, Hillsdale, NJ.

- Stahl, G. (2006). *Group cognition: Computer support for building collaborative knowledge*. MIT Press. Cambridge MA.
- Stahl, G., Koschmann, T., Suthers, D. (2006). Computer-supported collaborative learning: An historical perspective. In: Sawyer R.K. (Ed.). *Cambridge handbook of the learning sciences*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Suthers, D., and Hundhausen, C. (2003). An Empirical Study of the Effects of Representational Guidance on Collaborative Learning. *Journal of the Learning Sciences*, 12(2), pp. 183-219.
- Suthers, D. (2005). Collaborative Knowledge Construction through Shared Representations. *Proceedings of the 38<sup>th</sup> Hawaii International Conference on System Sciences*. Wakoloa, Hawaii.
- Univ. of Helsinki (2007). Center for Activity Theory and Developmental Work Research. Faculty of Behavioural Sciences Consultado el 21 de Abril del 2007 en <http://www.edu.helsinki.fi/activity>.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*. Harvard University Press. Cambridge, Massachusetts.
- Wertsch, J. (1985). *Vygotsky y la formación social de la mente, Cognición y desarrollo humano*. Paidós, España.
- Maricopa Center for Learning and Instruction: Problem Based Learning (2006). Accesado el 8/Octubre/2006 en <http://www.mcli.dist.maricopa.edu/pbl/problem.html>.

## APÉNDICE A

### TEORÍAS SOCIALES DEL APRENDIZAJE

#### **Enfoque socio-constructivista**

La teoría de Piaget se centra principalmente en los aspectos cognitivos individuales, sin embargo los estudios posteriores realizados por sus seguidores orientaron su investigación hacia la forma en que la interacción social afecta el desarrollo cognitivo, tomando de la teoría de Piaget el marco estructural y los conceptos centrales, como son el conflicto y la coordinación de puntos de vista. Esta nueva orientación surgida como constructivismo social enfatiza el rol de las interacciones con los demás y no sólo las acciones por sí solas. Esta teoría plantea que el conocimiento es algo que se construye en el proceso social y no sólo individualmente. Un nivel de desarrollo individual permite participar en interacciones sociales que dan lugar a nuevos estados individuales que hacen posible interacciones más complejas y así sucesivamente [Dillenbourg, 1996].

El elemento clave para el desarrollo está caracterizado en esta teoría en términos de conflicto y coordinación. Un posible desacuerdo actúa como catalítico para desencadenar una coordinación de puntos de vista, de esta forma, no es el conflicto lo que importa en sí sino la comunicación que genera en el grupo. Para ellos el lenguaje es el medio para estos procesos de regulación mutua que llevan a la interiorización de la regulación por parte de cada uno [Barros, 1999].

## **Enfoque de la cognición compartida (aprendizaje situado)**

En él el ambiente es parte integral de la actividad cognitiva y no solamente un conjunto de circunstancias independientes de los procesos cognitivos. El ambiente incluye un contexto físico y un contexto social, con orientación principal en el contexto social, es decir, las comunidades en las que participan los colaboradores, no sólo en los grupos temporales que puedan formarse. Se plantea que adquirimos una estructura de significados sociales y relaciones que son fundamentales para las futuras interacciones sociales.

Como es citado por Dillenbourg (1996) la cognición compartida cuestiona las bases teóricas sobre las cuales se basan las dos teorías anteriormente mencionados, “los paradigmas de investigación construidos en una supuesta distinción clara entre lo que es social y lo que es cognitivo tienen una debilidad inherente, debido a la causalidad entre los procesos sociales y cognitivos es circular o quizá aún más compleja”. La colaboración es vista como un proceso de construir y mantener una concepción compartida del problema y no en el plano individual, la cognición compartida está dirigida al plano social, donde las concepciones emergentes se analizan como producto del grupo. Por ejemplo, se ha observado que dar explicaciones conduce a mejorar el conocimiento, viendo desde la perspectiva individualista, podemos explicarlos por el efecto de auto-explicación, mientras que desde la perspectiva de grupo, la explicación no es algo que sucede desde el que explica al que recibe la explicación, sino que se construye conjuntamente entre ambos participantes tratando de entenderse uno al otro.

## APÉNDICE B

### PARADIGMAS DE TECNOLOGÍA INSTRUCCIONAL

Utilizaremos el término “paradigma” para denotar un “avance científico” que una comunidad en particular reconoce por un periodo de tiempo como el fundamento para sus prácticas, como lo ha descrito Kuhn (Koschmann 2001). Usando el término en este sentido, consideraremos que un experimento en particular o una investigación debe reunir dos condiciones básicas para ser considerado un paradigma: debe ser novedoso y debe ser abierto dejando toda una gama de problemas que la comunidad de investigación resuelva.

Las dimensiones propuestas por Koschmann para definir estos paradigmas son: *la teoría de aprendizaje* sobre la que se sustenta el paradigma, *el modelo pedagógico* que utiliza y en particular el papel de la tecnología en dicho modelo, *la metodología de investigación* que se aplica y *los problemas que se consideran objeto principal* de investigación del paradigma (Barros, 1999).

El paradigma CAI, acuñado en los 50, diseñado para reproducir el modelo tradicional de enseñar y aprender, en donde *el aprendizaje se ve como el resultado de un proceso de adquisición* (pasiva) de información por parte del alumno y *la enseñanza se concibe como un proceso de transmisión de información*.

La enseñanza programada propone al diseñador educativo tres actividades fundamentales: formulación de los objetivos terminales, secuenciación de la materia y

evaluación de los objetivos. Gran parte del software educativo sigue los principios del diseño instructivo conductista: descomposición de la información en unidades, secuenciación de actividades de interacción con el usuario seguida de un refuerzo.

Tabla B.1 Paradigmas de investigación en tecnología instruccional (Koschmann 2001)

	<b>Evento que marca el surgimiento del paradigma</b>	<b>Teoría de aprendizaje</b>	<b>Modelo de instrucción</b>	<b>Puntos de investigación</b>	<b>Estudios Paradigmáticos</b>
CAI (Computer Aided Instruction)	Introducción de Coursewriter 1 (1960)	Conductivismo	Instrucción programada, diseño instruccional	Eficacia instruccional	Coulsen et al., 1962; Gilman, 1967; Merrill et al., 1980; More & Ralph, 1992; Riding & Chambers, 1992
ITS (Intelligent Tutoring Systems)	Tesis de Carbonell (1970)	Teoría de Procesamiento de la Información	Tutoría uno a uno, interactiva	Competencias instruccionales	VanLehn 1982; Clancey, 1983; Wolf & McDonald, 1984; Koedinger & Anderson, 1990
LOGO-as-Latin	Publicación de Mindstorms (1980)	Construccionismo cognitivo	Aprendizaje basado en el descubrimiento	Trasferencia instruccional	Clements & Glullo, 1984; Lehrer & Littlefield, 1993; DeCorte et al., 1992; Verzoni & Swan, 1995
CSCL (Computer Supported collaborative Learning)	NATO Workshop (1989)	Teorías socio-culturales del aprendizaje	Aprendizaje colaborativo	Instrucción como una práctica instituida	Roschelle, 1996; Glenn et al., 1995;

El paradigma ITS, surgió en los años setenta como fruto del trabajo de investigadores en Inteligencia Artificial (IA) con especialistas en educación, buscando generar propuestas individualizadas de enseñanza considerando de forma dinámica el estado y la situación de cada alumno.

En este paradigma la mayoría de las aplicaciones son tutores inteligentes que se pueden considerar sistemas expertos en el proceso de instrucción y en la materia a enseñar. Se basan en la noción central de modelo de procesamiento de conocimiento, diferenciándose de los sistemas CAI pues el modelo del dominio no es una descripción de la materia sino un componente dinámico.

Para este paradigma, aprender es un proceso cognitivo mediante el cual el alumno va construyendo su modelo mental del dominio de forma que al final del proceso de aprendizaje sea un modelo comparable a un experto. El proceso de enseñanza consiste en realizar un conjunto de tareas diseñadas para facilitar al alumno la adquisición de ese conocimiento.

El paradigma LOGO-como latín engloba una buena parte del constructivismo y recibe su nombre del lenguaje LOGO, de Papert. Así como históricamente la enseñanza del latín se consideró el pilar formativo básico, Papert defiende que el desarrollo de habilidades aritméticas y lógicas puede jugar ese papel para desarrollar y alcanzar objetivos globales de aprendizaje.

Para los constructivistas, el aprendizaje no es un proceso de reproducción de conocimiento sino un proceso activo de construcción individual del significado por parte de cada sujeto. El conocimiento se construye a través de la experiencia personal. En contraste con los dos paradigmas anteriores de aprendizaje por instrucción, la intervención se limita a crear las condiciones adecuadas para que el alumno pueda explorar por sí mismo, controlando con autonomía en todo momento su propio proceso. En esta teoría los errores se consideran como una ocasión de reflexión y un factor positivo para el aprendizaje.

Papert concretó sus ideas en el proyecto LOGO, un micro-mundo que incluye una “tortuga”, en el que el alumno puede diseñar, construir y depurar programas en LOGO y ponen en juego estrategias de resolución de problemas que se espera que el alumno pueda transferir a nuevas situaciones en otros dominios o tareas. Las críticas mas importantes respecto a este paradigma se refieren a la transferencia de estrategias y señalan la dificultad de generalizar y extrapolar los conceptos (Barros, 1999).

## APÉNDICE C

### UN MODELO DE CONSTRUCCIÓN COLABORATIVA DE CONOCIMIENTOS

Stahl [2006] presenta el siguiente diagrama del proceso de construcción colaborativa de conocimientos como un intento por entender el aprendizaje como un procesos social en el que se incorporan fases que constituyen un ciclo tanto de construcción individual así como de construcción social. El autor propone este diagrama como un planteamiento para permitir que se hagan cuestionamientos al respecto y de esa forma lograr un mejor entendimiento del proceso. Incorpora aspectos de varias teorías en un esquema simplista buscando ofrecer un marco conceptual para el diseño de software para CSCL, específicamente para ambientes de construcción colaborativa de conocimientos.

En el diagrama las flechas representas procesos transformativos y los rectángulos representan los productos de dichos procesos, es decir, formas de conocimiento. Aún cuando el diagrama de la impresión de un proceso secuencial, el autor enfatiza que las formas en la realidad son más complejas, pues el diagrama no pretende ser completo.

La esquina inferior izquierda del diagrama muestra el ciclo de entendimiento personal, mientras que el resto muestra cómo las creencias individuales en la actividad pueden ser articuladas en el lenguaje y cómo entran en un misterioso proceso social de interacción con las demás personas y con la cultura que comparten. Esta cultura entra en nosotros formando parte de nuestro entendimiento personal, dando lugar a nuevas formas de pensamiento, motivaciones e influencias. La cognición personal y la actividad social no pueden ser separadas, aunque en el diagrama diseñado para análisis estén separadas artificialmente (Stahl, 2006).

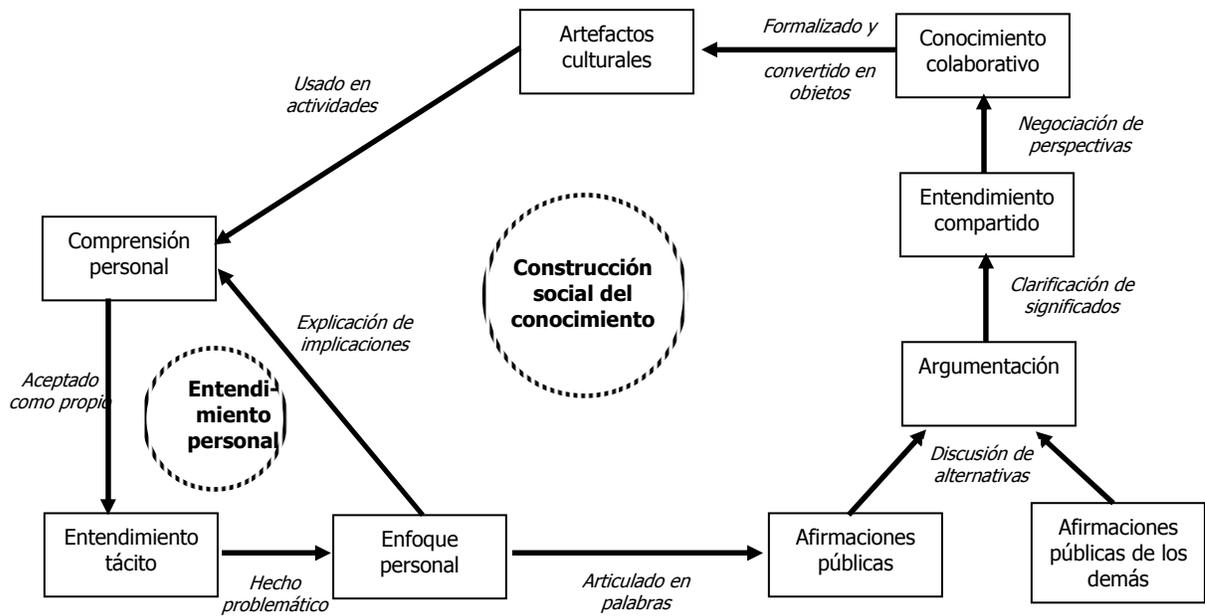


Figura C.1 Diagrama del proceso de construcción de conocimiento (Stahl 2006)

El ciclo de entendimiento personal y el social está mediado por herramientas como se mencionó en las teorías sociales del aprendizaje y en la Teoría de la actividad, descritas en apartados anteriores. El autor propone una serie de herramientas y sistemas para dicha mediación, resumidas en la siguiente figura.

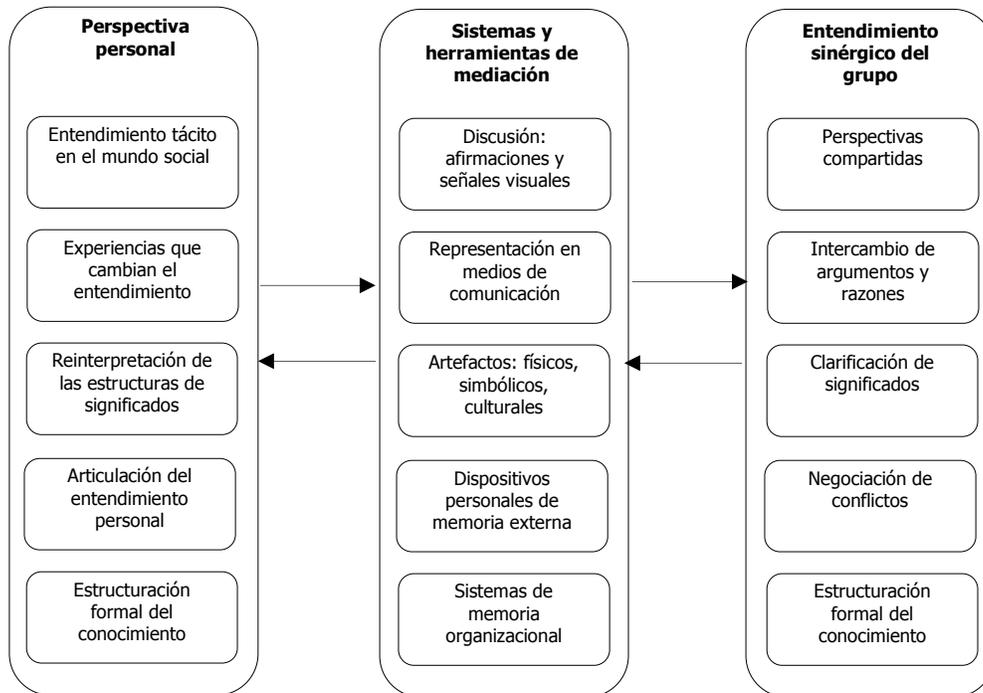


Figura C.2 Mediación entre el entendimiento personal y el grupal [Stahl, 2006]

## APÉNDICE D

### SCRIPTS COLABORATIVOS

#### **“Script” malla**

El ejemplo más conocido de “script” colaborativo es el “*Jigsaw*”, en el cual cada miembro del grupo tiene acceso únicamente a un subconjunto de la información necesaria para resolver el problema, por lo que ninguno puede resolver el problema solo. Los integrantes pueden pasar la información a los demás, pero el que recibe la información debe procesarla para convertirse en experto en ese subdominio y de esa manera usarla para solucionar el problema. En este “script”, cada conjunto de información define el rol que se debe jugar.

#### **“Script” temático**

Este “script” se uso inicialmente en educación en medicina, específica en el área de salud comunitaria. Los estudiantes se dividen en grupos temáticos y cada grupo incluye integrantes con alguna característica diferente (por ejemplo de países diferentes) y un tutor. Para el área de salud por ejemplo, cada “script” incluye siete fases, iniciando con un caso clínico (fase 1 y 2), abordamiento de los principales puntos de la salud pública (fases 3 a 5), discusión de aspectos metodológicos en epidemiología (fases 5 y 6) y finalmente (fase 7) se analizan estrategias para hacer frente a los principales problemas de salud pública.

El diseño aprovecha las diferencias entre los aprendices, tanto naturales (por ejemplo diferencias entre las políticas de salud pública en cada país), así como diferencias creadas por los

diseñadores (por ejemplo, diferencias entre los casos del “script”). Estas diferencias constituyen una versión del paradigma de solución de conflicto.

## APÉNDICE E

### PASOS DEL CICLO DEL APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS

1. Entender el problema
  - 1.1 Identificar el problema
    - ¿Qué es lo que se está pidiendo encontrar/resolver?
  - 1.2 Identificar la información que se conoce
    - Definir términos
    - Qué se puede asumir
    - Otro conocimiento previo
    - Qué información es relevante/irrelevante
2. Identificar la información que se desconoce
  - 2.1 Recopilar información adicional
  - 2.2 Integrar conocimiento adquirido
3. Esbozar un plan
  - 3.1 Realizar una figura o diagrama de las posibles alternativas o hipótesis para solucionar el problema
  - 3.2 Determinar las operaciones necesarias para cada alternativa o hipótesis
4. Llevar a cabo el plan
  - 3.1 Escribir cada paso a seguir
  - 3.2 Realizar las operaciones
5. Evaluar
  - 4.1 ¿Se resolvió el problema?

## **APÉNDICE F**

### **DETALLES DEL EXPERIMENTO**

**Tabla F-1** Fases del experimento

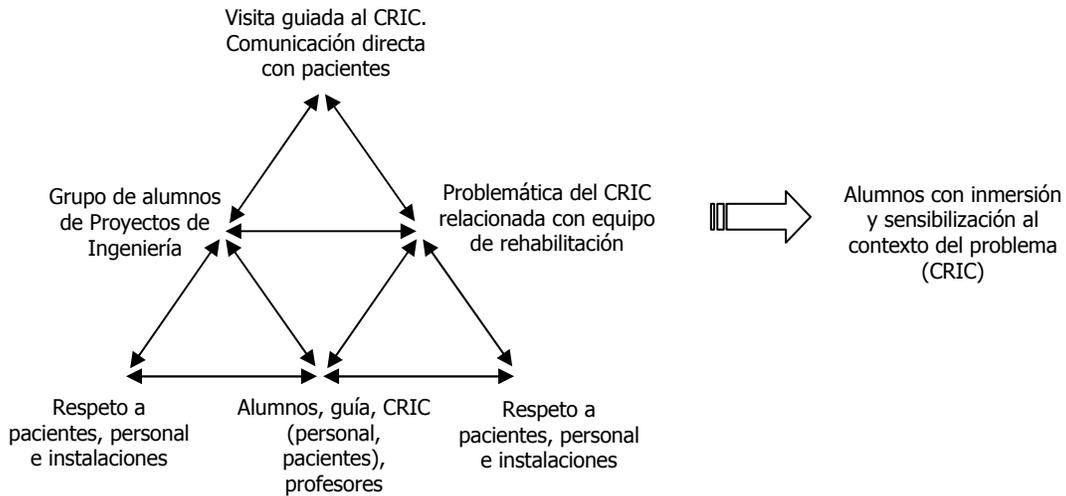
<p><b>Fase 1</b> Inmersión al contexto del problema.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> </ul>	<p>El objeto de esta fase es que los alumnos se sensibilicen al contexto del problema abierto planteado antes de proceder a la fase 3.</p>
<p><b>Fase 2</b> Preparación</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• a) Actividad de revisión de metodología PBL .</li> <li>• b) Inmersión al uso de la herramienta de modelado colaborativo COOL MODES.</li> </ul>	<p>Su objeto es que los alumnos tengan claridad sobre el modelo de PBL, necesaria para todas las fases siguientes. Necesario para que los alumnos trabajen la fase 3.</p> <p>Su objeto es que los alumnos tengan la habilidad de manejar en forma básica la herramienta de modelado colaborativo COOL MODES que se empleará en la fase 5.</p>
<p><b>Fase 3</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lo que sabemos del problema.</li> </ul>	<p>Su objeto es que los alumnos ya sensibilizados al contexto del problema mediante la fase 1 discutan sobre la información relacionada al problema abierto planteado, apoyados por su conocimiento personal y creen un mapa conceptual del CRIC y un mapa conceptual sobre los tipos de terapias de rehabilitación. Esta fase es necesaria para que los alumnos procedan a la fase 4 con el conocimiento estructurado en dichos mapas.</p>
<p><b>Fase 4</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• a) Identificación de lo que no sabemos del problema</li> <li>• b) Investigación documental sobre lo que no sabemos del problema y aprender sobre lo que se investigó</li> <li>• c) Aprender sobre el material investigado</li> </ul>	<p>Su objeto es que los alumnos identifiquen los aspectos que desconocen del problema y obtengan un listado de los mismos, necesario para la fase 4b.</p> <p>Los alumnos que ya identificaron los aspectos que desconocen del tema, guiados por la lista obtenida en 4a) realizan una investigación documental independiente empleando los medios que consideren convenientes (libros, sitios de Internet, entrevistas, visitas). De la investigación documental se realiza un breve reporte para proceder a la fase 4c.</p> <p>Con apoyo del material investigado, los alumnos comparten la información encontrada para enriquecer su conocimiento sobre el problema antes de proceder a la fase 5.</p>
<p><b>Fase 5</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Generación de alternativas de solución</li> <li>• Registro de la interacción colaborativa</li> </ul>	<p>El objeto de la fase es que parejas de estudiantes creen una representación gráfica de las alternativas de solución posibles empleando un ambiente computacional de modelado síncrono colaborativo (COOL MODES). El uso de esta herramienta genera automáticamente el registro de la interacción.</p>
<p><b>Fase 6</b> Evaluación de alternativas y selección</p>	<p>El objeto de esta fase es que los alumnos revisen las alternativas propuestas y evalúen cada una de ellas. Necesaria para poder realizar la fase 7 de reflexión.</p>
<p><b>Fase 7</b> Reflexión sobre la solución y posible reinicio del ciclo de PBL.</p>	<p>El objeto de esta fase es que la evaluación de las alternativas conduzca a la reflexión para la posibilitar la elección de la solución más adecuada, o en caso de no haber encontrado una solución satisfactoria, iniciar nuevamente el ciclo.</p>

En esta tabla F-2 la formación del grupo para cada fase, el modo de interacción y la duración.

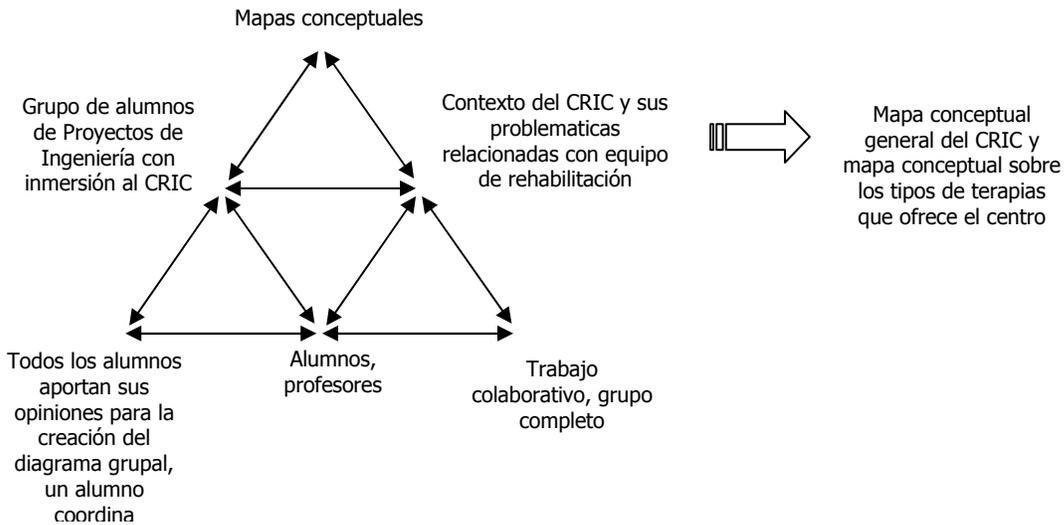
**Tabla F-2** Organización del experimento

	<b>Definición del grupo</b>	<b>Modo de interacción</b>	<b>Duración</b>
<b>Fase 1</b> Inmersión al contexto del problema	Grupal	Presencial, visita guiada	3 horas
<b>Fase 2</b> a. Actividad de revisión de metodología PBL (2b).  b. Inmersión al uso de la herramienta de modelado colaborativo COOL MODES (2c)	a. Grupal  b. Grupal	a. Presencial  b. Presencial	20 minutos  20 minutos + 30 minutos
<b>Fase 3</b> Lo que sabemos del problema.	Grupal	c. Presencial	30 minutos
<b>Fase 4</b> a. Identificación de lo que no sabemos del problema b. Investigación documental sobre lo que no sabemos del problema (4a) y c. y aprender sobre lo que se investigó (4b).	Por parejas (elegidas libremente)  Por parejas	Síncrono, cara a cara  Asíncrono, trabajo de documentación a realizar en casa	20 minutos
<b>Fase 5</b> a. Generación de alternativas de solución modeladas en un diagrama empleando ambiente computacional de modelado síncrono colaborativo (COOL MODES). b. Registro de la interacción colaborativa	Por parejas (las mismas de la fase 2 y 3 salvo excepciones)	Síncrono, a distancia, mediado por un ambiente computacional de modelado colaborativo  *por cuestiones técnicas, la condición de distancia se generó artificialmente distribuyendo a las parejas en lugares distantes dentro del mismo salón para evitar que se comunicaran en forma oral y la interacción quedara registrada en la sesión, tanto en el espacio de coordinación escrita (Chat) como en el espacio para modelar.	30 minutos (primera sesión) + 30 minutos (segunda sesión)  El registro de la interacción se realiza automáticamente
<b>Fase 6</b> Evaluación de alternativas y selección	Estas fases no se llevaron a cabo		
<b>Fase 7</b> Reflexión sobre la solución y posible reinicio del ciclo de PBL.	Estas fases no se llevaron a cabo		

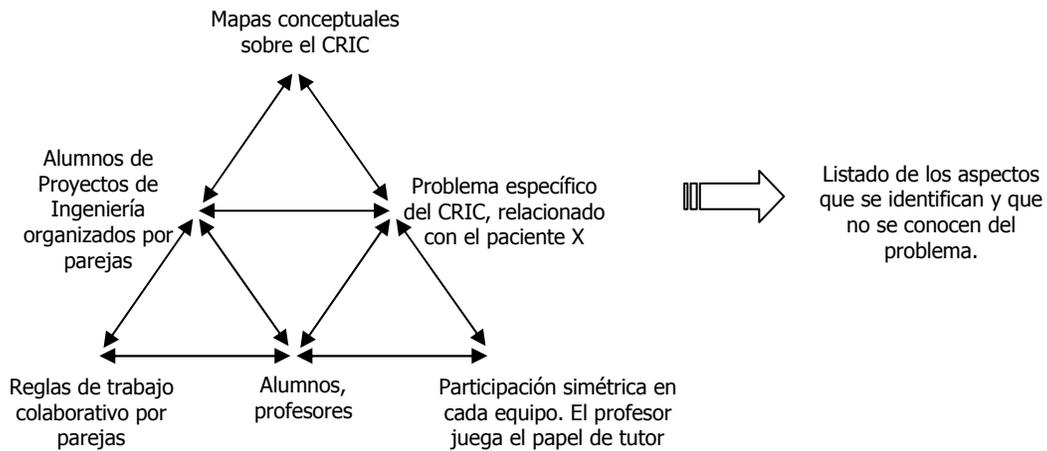
Los siguientes diagramas se realizaron como parte del proceso de diseño, sin embargo no pretenden ser un diseño completo siguiendo la Teoría de la actividad. Se incluyen por la claridad que brindaron sobre los elementos involucrados en cada fase el experimento, fueron diagramas internos de diseño que no fueron presentados a los estudiantes durante el experimento.



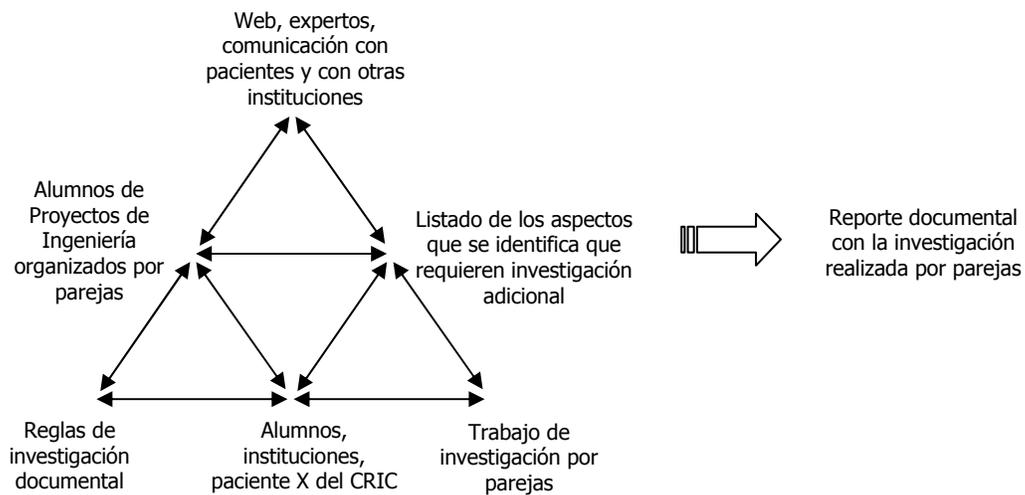
### Fase 1 Inmersión y sensibilización al contexto del problema



### Fase 3 Organización de lo que sabemos del problema

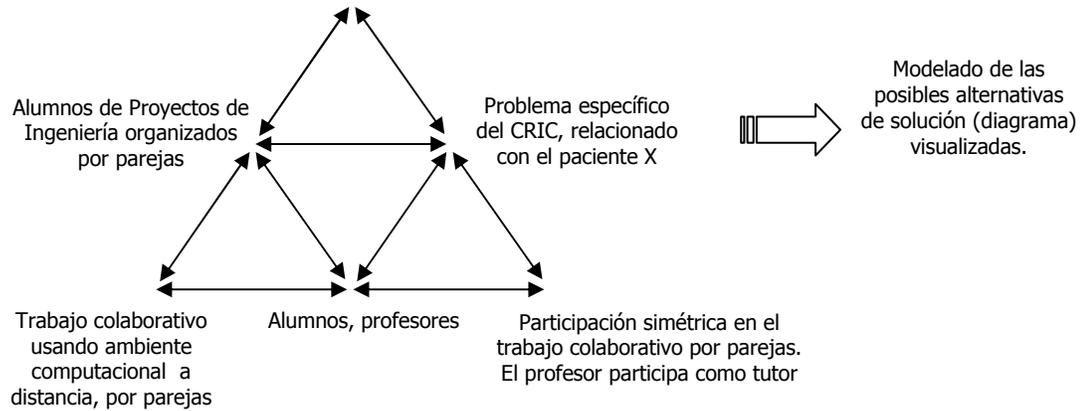


#### Fase 4a Identificación de lo que no sabemos del problema



#### Fase 4b Investigación sobre lo que no sabemos del problema

- Información sobre CRIC (mapas conceptuales, información proporcionada por el paciente X, investigación documental)
- Ambiente computacional de modelado colaborativo COOL MODES, con espacio de coordinación (Chat) y espacio de trabajo compartido para modelar diagramas en forma síncrona y a distancia



## Fase 5 Generación de alternativas de solución

## APÉNDICE G

### HERRAMIENTA DE MODELADO COLABORATIVO SÍNCRONO COOL MODES

Cool Modes (Collaborative Open Learning and MODELing System) es una herramienta colaborativa diseñada para realizar modelado con representaciones gráficas en espacios de trabajo compartido e individuales con sincronización en los objetos para que cada estudiante tenga el espacio de trabajo actualizado en todo momento. Así mismo ofrece un espacio de comunicación escrita para apoyar el proceso de colaboración entre los estudiantes.

Esta herramienta ofrece el potencial de mezclar diferentes representaciones, como son gráficas de argumentación, redes de Petri o mapas conceptuales, en los que se tienen nodos y aristas entre los nodos, cada una con diferente semántica. Los objetos sincronizados junto con su representación visual y semántica pueden ser definidos externamente por medio de “marcos de referencia”, lo que ofrece la posibilidad de desarrollar “plug-ins” diferentes, en los que existe una representación visual, mecanismos de interpretación y apoyo inteligente a los usuarios. Estas extensiones al sistema pueden diferir en su semántica (por ejemplo Redes de Petri vs. dibujos a mano libre) y aún así poder usarse en forma síncrona y de una manera integrada, permitiendo mezclar diferentes representaciones conceptuales con el objetivo de apoyar las actividades de modelado en forma abierta.

Cool Modes fue desarrollado en la Universidad de Duisburg-Essen en Alemania, por el Dr. Niels Pinkwart [2003] y ha sido empleado en diferentes cursos en escuelas y universidades, en dominios diferentes que van desde la enseñanza de lenguas hasta las matemáticas. Se han implementado una serie de marcos de referencia algunos como proyectos de tesis y algunos con

fin de enseñanza. Estos marcos de referencia se clasifican en cuatro categorías, en la primera tenemos a aquellos que apoyan la colaboración en los cuales los plug-ins no interpretan ningún modelo sino que son los alumnos los que le dan el sentido.

El segundo grupo son los lenguajes de modelado como son las Redes de Petri o los Sistemas Dinámicos que pueden ser usados en combinación con los primeros. La tercera categoría puede caracterizarse con el nombre de “meta operaciones”, y su funcionalidad se basa en la de otros marcos de referencia. Un ejemplo de un marco de referencia de esta categoría puede ser para el análisis de las interacciones de los usuarios. El cuarto grupo incluye a aquellos que integran dispositivos de entrada y salida no estándar de manera que mejoren la usabilidad del sistema ofreciendo formas flexibles y apropiadas de interactuar con el sistema. En esta dirección ya se han realizados adaptaciones de todo el ambiente Cool Modes para su uso con PDAs.

Otra de las características de este ambiente es que permite registrar el proceso de colaboración en un archivo XML en el que quedan registradas las interacciones escritas así como las acciones realizadas en los objetos modelados. Esta bitácora puede ser obtenida al cierre de la sesión para su análisis. La siguiente figura ilustra la mezcla de elementos con representaciones conceptuales diferentes, cada una con su propia semántica. La figura muestra una situación prototípica en la que los estudiantes comparten un espacio de trabajo compartido en el que se han integrado varios plug-ins, uno para el apoyo a la discusión, otro que da retroalimentación a los usuarios sobre los porcentajes de participación de cada uno (gráfica de pie) y otro que ofrece las características de programación de la tortuga (logo), las tres empleadas dentro del mismo marco de trabajo.

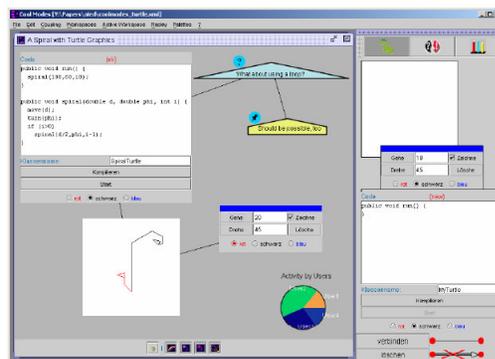


Figura F1 Ambiente de modelado colaborativo Cool Modes

## **APÉNDICE H**

### **MATERIALES DE APOYO A PBL**

En este apéndice incluimos los materiales que se emplearon en la fase 2 de preparación sobre la metodología de Aprendizaje Basado en Problemas y en la fase 3 de organización de la información. En primer lugar reproducimos la presentación empleada en la sesión interactiva de revisión de la metodología y posteriormente las guías para el alumno y el tutor adaptadas a partir de las guías de la Universidad de Maricopa (Maricopa Center for Learning and Instruction: Problem Based Learning).

## H.1 FILMINAS PRESENTADAS SOBRE EL MODELO DE PBL

### Aprendizaje Basado en Problemas (PBL)

- Tiene sus orígenes en los años 50's en el proceso de reestructuración de la enseñanza de la medicina.
- Contrario a la instrucción tradicional, PBL comienza con un problema abierto con muchas posibles soluciones correctas.

### Objetivos de PBL

- La adquisición de una base amplia de conocimiento integrado que se pueda aplicar al análisis y la solución de problemas (*aprendizaje profundo*).

### El ciclo de PBL



### El ciclo de PBL



### PBL, un enfoque diferente

- No busca solamente una respuesta específica a determinado problema.
- Las respuestas son importantes pero el proceso de aprendizaje es el foco principal
- No solo se concentra en el conocimiento sino en las habilidades y actitudes que se requieren para resolver problemas de la vida real

### Lo que PBL no es

- PBL no es "Resolución de Problemas".
- Como mencionamos, la respuesta es importante pero el enfoque principal está en el proceso de aprendizaje.

## **H.2 MANUAL DE PBL PARA EL ALUMNO Y EL TUTOR**

## APÉNDICE I

### DIAGRAMAS COLABORATIVOS GRUPALES DE LA FASE 2

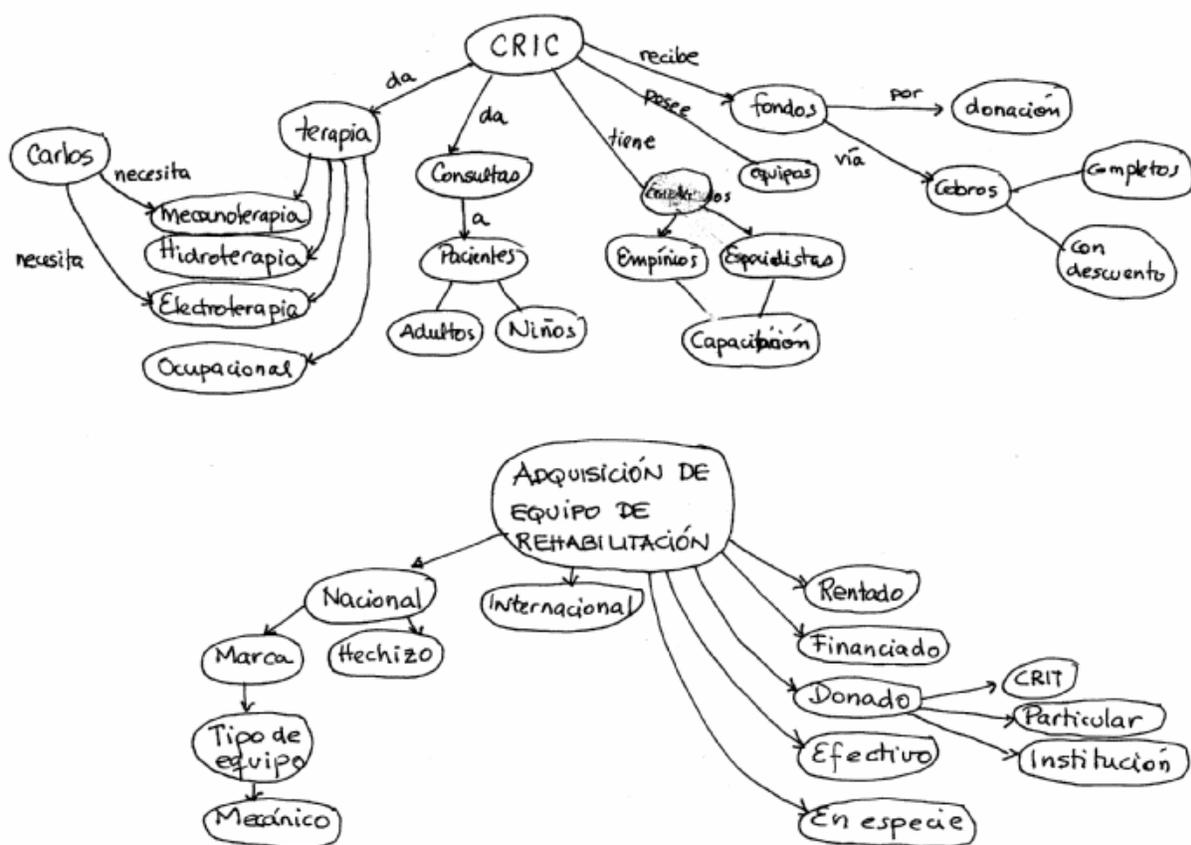


Figura II Mapas conceptuales creados grupalmente en la sesión colaborativa presencial

## APÉNDICE J

### LISTADO DE DIÁLOGOS Y ACCIONES

**Tabla J-1 Acciones de la colaboración sin trabajo individual previo**

No	Acción
1	Crear Nodo (N1, E1, "Nuevo equipo")
2	Crear Nodo (N2, E1, "solo mecánico")
3	Crear Nodo (N3, E1, "mecánico y electrónico")
4	Crear Enlace (L1, E1, N1, N3)
5	Crear Enlace (L2, E1, N1, N2)
6	Crear Nodo (N4, E2, "Estimulación Eléctrica")
7	Crear Nodo (N5, E2, "Registro de desempeño")
8	Crear Enlace (L3, E2, N3, N4)
9	Crear Enlace (L4, E2, N3, N5)
10	Modificar Nodo (N5, E2, "Registro de desempeño <b>con retroalimentación</b> ")
11	Crear Nodo (N6, E1, "Programable para rutinas personalizadas")
12	Crear Nodo (N7, E2, "Movimiento de brazos")
13	Crear Nodo (N8, E1, "programable para aumentar el grado de dificultad del ejercicio")
14	Crear Nodo (N9, E2, "Movimiento de piernas")
15	Crear Nodo (N10, E1, "programable para controlar velocidades")
16	Crear Enlace (L5, E1, N3, N6)
17	Crear Enlace (L6, E1, N3, N9)
18	Crear Enlace (L7, E1, N3, N8)
19	Crear Enlace (L8, E1, N2, N7)
20	Crear Enlace (L9, E1, N2, N9)
21	Crear Nodo (N11, E1, "Movimiento mediante poleas")
22	Crear Nodo (N12, E1, "Movimiento mediante cuerdas")
23	Modificar Nodo (N12, E1, "Movimiento mediante cuerdas")
24	Crear Nodo (N13, E1, "Movimiento mediante cadenas")
25	Crear Nodo (N14, E1, "Sistema manivela viela corredera")

26	Modificar Pos Nodo (N11, E1)
27	Modificar Pos Nodo (N12, E1)
28	Modificar Pos Nodo (N13, E1)
29	Crear Enlace (L10, E1, N2, N14)
30	Crear Enlace (L11, E1, N2, N12)
31	Crear Enlace (L12, E1, N2, N13)
32	Crear Enlace (L13, E1, N2, N11)
33	Modificar Pos Nodo (N8, E1)
34	Crear Nodo (N15, E1, "mov. Con amortiguadores")
35	Crear Enlace (L14, E1, N2, N15)
36	Modificar Nodo (N15, E1, "Minimov. con amortiguadores")
37	Modificar Nodo (N15, E1, "mov. con amortiguadores")
38	Crear Nodo (N16, E1, "movimiento transmitido por engranes")
39	Crear Enlace (L15, E1, N2, N16)

**Tabla J-2 Acciones de colaboración con trabajo individual previo**

No.	Acción
1	Crear Nodo (N1, E1, WS1, "El cric está interesado en adquirir un nuevo equipo de rehabilitación. Que equipo de rehabilitación estaría en posibilidades de adquirir el CRIC para dar apoyo al problema de rehabilitación del brazo izquierdo de Carlos")
2	Crear Nodo (N2, E1, WS1, "Un sistema de poleas que ayude a la movilidad del brazo de Carlos")
3	Crear Nodo (N3, E1, WS1, "Puede pedir ayuda para crear sus propios aparatos hechizos de forma que no le cuenten tanto")
4	Crear Nodo (N4, E1, WS1, "Le saldría mas barato, incluso puede pedir apoyo económico")
5	Crear Nodo (N5, E1, WS1, "Pueden no funcionar adecuadamente")
6	Crear Nodo (N6, E1, WS1, "Debe adquirir uno nacional")
7	Crear Nodo (N7, E1, WS1, "Debe aceptar uno donado de una institución sin fines de lucro")
8	Crear Enlace (L1, E1, WS1, N1, N2)
9	Crear Enlace (L2, E1, WS1, N1, N3)
10	Crear Enlace (L3, E1, WS1, N3, N4)
11	Crear Enlace (L4, E1, WS1, N3, N5)
12	Crear Enlace (L5, E1, WS1, N1, N6)
13	Crear Enlace (L6, E1, WS1, N1, N7)
14	Move Nodo (N6, E2, WS3, N8, WS1, "Flexibilidad")
15	Move Nodo (N7, E2, WS3, N9, WS1, "Respaldo")
16	Modificar Nodo (N9, E2, WS1, "Puede no tener siempre alguien que les ayude con problemas emergentes ")

17	Move Nodo (N13, E2, WS3, N10, WS1, "Motor AC")
18	Move Nodo (N10, E2, WS3, N11, WS1, "Bicicleta")
19	Move Nodo (N12, E2, WS3, N12, WS1, "Tiempo Disponible")
20	Move Nodo (N9, E2, WS3, N13, WS1, "Sencillo")
21	Move Nodo (N14, E2, WS3, N14, WS1, "Micro")
22	Move Nodo (N15, E2, WS3, N15, WS1, "Manivela")
23	Move Nodo (N8, E2, WS3, N16, WS1, "Mecánico")
24	Move Nodo (N5, E2, WS3, N17, WS1, "Hechizo")
25	Move Nodo (N1, E2, WS3, N18, WS1, "Nuevo equipo de rehabilitación")
26	Delete Nodo (N18, E2, WS1, "Nuevo Equipo de Rehabilitación")
27	Delete Nodo (N17, E2, WS1, "Hechizo")
28	Delete Nodo (N11, E2, WS1, "Bicicleta")
29	Modificar Posición (N12, E1, WS1, "Tiempo disponible")
30	Modificar Posición (N1, E1, WS1, "El cric está interesado en adquirir un nuevo equipo de rehabilitación. Que equipo de rehabilitación estaría en posibilidades de adquirir el CRIC para dar apoyo al problema de rehabilitación del brazo izquierdo de Carlos")
31	Crear Enlace (L7, E2, WS1, N3, N9)
32	Crear Enlace (L8, E2, WS1, N3, N8)
33	Modificar Nodo (N8, E2, WS1, "Flexibilidad a necesidades específicas el CRIC ")
34	Modificar Nodo (N12, E2, WS1, "Cuanto tiempo disponible puede tener algún alumno que quiera ayudar")
35	Modificar Posición Nodo (N1, E1, WS1, "El cric está interesado en adquirir un nuevo equipo de rehabilitación. Que equipo de rehabilitación estaría en posibilidades de adquirir el CRIC para dar apoyo al problema de rehabilitación del brazo izquierdo de Carlos")
36	Crear Enlace (L9, E2, WS2, N3, N12)
37	Crear Nodo (N19, E1, WS1, "No siempre puede ser un alumno")
38	Crear Enlace (L10, E2, WS1, N16, N13)
39	Crear Enlace (L11, E1, WS1, N12, N19)
40	Crear Enlace (L12, E2, WS1, N16, N15)
41	Crear Enlace (L13, E2, WS1, N16, N10)
42	Crear Enlace (L14, E2, WS1, N16, N14)
43	Crear Nodo (N21, E2, WS1, "Interfaz de usuario para regular complejidad del ejercicio")
44	Crear Enlace (L15, E2, WS1, N14, N21)

45	Crear Nodo (N20, E1, WS1, "Quizá no el suficiente para terminar satisfactoriamente el proyecto")
46	Crear Enlace (L17 , E1, WS1, N12, N20)
47	Crear Enlace (L16, E2, WS1, N15, N13)

En la Tabla J-2 se ha incluido en las acciones un parámetro referente el espacio de trabajo (WS) en el que sucede la acción ya que cada estudiante trabaja previamente en un espacio individual (WS1 y WS2) y posteriormente realizan el trabajo en forma conjunta (WS3).

**Tabla J-3 Diálogos y Acciones en la colaboración sin trabajo individual previo**

1	E1	HOLA	
2	E2	hello	
3	E1	no veo nada	
4	E1	Solo esta pantallita	
5	E1	Q hago	
6	E2	No agregaste los plugins?	
7	E1	Como voy a agregar casillitas	
8	E1	Mm no	
9	E2	Mmm agregalos	
10	E2	Creo que se puede sin salir	
11	E1	Yaaaa :- ) q felicidad!	
12	E2	ok	
13	E1	Ayyyy tiene caritaaaaaaaasssss jijijijiji	
14	E2	Ja hay emoticons	
15	E1	:D :D :D :D :D :D :D	
16	E1	d	
17	E2	:-)	
18	E1	:-)	
19	E1	jiji	
20	E2	Ja te gane	
21	E1	Yq yq yo saque el primero	
22	E1	:-)	
23	E2	Ja y todo queda registrado	
24	E1	Yo sake el primerooo	
25	E1	:-)	
26	E2	No te sientes como raton de laboratorio?	
27	E1	si	
28	E1	shhhhhhhhhh	
29	E2	Mm que quiere decir Pro+?	
30	E1		Create Node (N1, E1)
31	E1		Modify Node (N1, E1, "Nuevo equipo")
32	E1		Create Node (N2, E1)

33	E1		Modify Node (N2, E1, "solo mecánico")
34	E1	No idea	
35	E1		Create Node (N3, E1)
36	E1		Modify Node (N3, E1, "mecánico y electrónico")
37	E1		Create Link (L1, E1, N1, N3)
38	E1		Create Link (L2, E2, N1, N2)
39	E2	Ja nos toco mas divertido	
40	E1	oye	
41	E1	Te laten esos o q onda?	
42	E2	Ahh deja veo	
43	E1	Cri-cri!!	
44	E2	Mm pues esta bien	
45	E1	Alguno no te gusta o tienes otra propuesta?	
46	E2	Pues tambien podria ser solo electronico...	
47	E1	Hacemos los tres o nos kedamos con dos?	
48	E2	Mmm pues como prefieras, no se que tan util sea a comparación de los otros	
49	E2		
50	E2		
51	E1	Puede ser como un juego d video y q tengas q mover la palanca (joystik o como se llame) o el bolante, esto le ayuda y lo divierte y entretiene	
52	E1		
53	E1	Volante	
54	E1	Jajaja chale, se va a guardar mi mala ortografia :-)	
55	E2	Ja si ya ni modo, a mi ya se me pasaron varios acentos	
56	E1	Tons q?	
57	E2	Estaba viendo que todavía no esta el logfile, o no se si lo grabe al salir nada mas	
58	E1	2 o 3?	
59	E1	Q es eso de logfile	
60	E2	Electronico nada mas seria como solo dar impulsos electricos, pero creo que ta tenian algo asi, asi que como que no tiene caso	
61	E2		
62	E2	El logfile es donde se guarda todo esto que hacemos para que lo revisen despues	
63	E1	El mecanico = ya tienen peero me da la impresión d q nunca esta de mas	
64	E1		
65	E1	Hay q preguntar, no?	

66	E2	Mm si ese si	
67	E2	Mm pues tal vez si porque si veo logfiles de otros anteriores pero no este	
68	E1	Meca y elect es como una mejora a los q ya puede haber, so tampoco esta d mas	
69	E1		
70	E2	Paco ya lleva como 1000 cuadritos....	
71	E1	Nosotros estamos trabajando diferente, mas divertido y todo discutido por eso, el solo tiene q pelear con su conciencia :-)	
72	E2	Jeje si	
73	E1	Bueno, va vele poniendo cositas sale?	
74	E1	Yo =	
75	E2	ya	
76	E2		Create Node (N4, E2)
77	E1	Si alguna no nos parece entonces ya la comentamos	
78	E2	Ok parece que esta bien lo del logfile entonces	
79			
80	E1	(ja ja) jijji como arthur	
81	E1	Bueno entonces a poner cositas	
82	E2	No vamos a dibujar?	
83	E2	Es divertido...	
84	E1	Solo q voy al baño xq tome mucho agua jijji espera, bueno si kieres ponerle cuadritos comienzale	
85	E1		
86	E2	mmmmm	
87	E2	Pus ya que	
88	E2	Noo alrato jugaos y hacemos mas otras d arte, mientras vamos a hacer esto, andaleeee	
89	E2	Jaja ok	
90	E2	corre	
91	E1	Para q nos vayamos a comer tacos jijji	
92	E2	Que aquí se guarda la hora	
93	E2		Modify Node (N4, E2, "Registro de Desempeño")
94	E2		Create Node (N5, E2)
95	E2		Modify Node (N5, E2, "Estimulación Eléctrica")
96	E2		Create Link (L3, E2, N3, N4)
97	E2		Create Link (L4, E2, N3, N5)
98	E2	Ja ya regresaste	
99	E1		Create Node (N5.5, E1)
100	E1		Mdify Node (N5.5, E1, "Felicitaciones de avance")

101	E2	Y como ves ya tenemos 2 cuadros mas, a ver que te parecen	
102	E2	Gracias	
103	E2	jajaja	
104	E1	D donde salio ese gracias?	
105	E1	O xq fue?	
106	E2	Mmm no se, ha de haber alguien mas ahí moviendole	
107	E2	jajaja	
108	E2	No!!!	
109	E2	No hay	
110	E1	.-.	
111	E1	Jajajajaja yaaaaaaaaa!!	
112	E2	Era las gracias por tu cuadrito de arriba jaja	
113	E1	Ya entendi	
114	E1	No juegues con mis sentimientos	
115	E2	Lo que quisiste decir	
116	E1	Sapeeee!!	
117	E2	Pero eso iria despues de registro de desempeño no?	
118	E1	O sea q al paciente, la maquina le diga que felicidades porque ahora avanzo mmm x cosas	
119	E1	Una cosa es el registro y otra q lo felicite como tal	
120	E2	Osea en base a su desempeño	
121	E2	No nada mas porque si	
122	E1	Mm ok entonces ponemos registro con feedback?	
123	E1		
124	E2	Mm cuando salen los letreritos parece que va a hablar el Fhurer	
125	E2	Mmm pues si quieres si	
126	E2	Fuhrer jaja	
127	E1	No se q es eso	
128	E2		Modify Node (N5, E2, "Registro de desempeño <b>con retroalimentación</b> ")
129	E2	Mmm nada mas es por que está en aleman esto	
130	E1	Siento raro el brazo izq. Se me esta como entumiendo	
131	E1	Pero bueno x hay q seguirle	
132	E2	Mm un infarto?	
133	E2	Asi empiezan...	
134	E1	callateeeeeeeeeeeeeee!!	
135	E2	Es la verdad!	
136	E1	.-.	

137	E1	:-)	
138	E1		Create Node (N6, E1)
139	E1		Modify Node (N6, E1, "Programable Para rutinas personalizadas")
140	E2		Create Node (N7, E2)
141	E2		Modify Node (N7, E2, "Movimiento de brazos")
142	E1		Create Node (N8, E1)
143	E2		Create Node (N9, E2)
144	E2		Modify Node (N9, E2, "movimiento de piernas")
145	E1		Modify Node (N8, E1, "programable para aumentar el grado de dificultad del ejercicio")
146	E2	A ver como ves? A colores?	
147	E1	no	
148	E2	Hay que copiarle a paco...	
149	E2	jajaja	
150	E1		Create Node (N10, E1)
151	E1		Modify Node (N10, E1, "programable para controlar velocidades")
152	E2	Ya no hay mucho lugar	
153	E1		Create link (L5, E1, N3, N6)
154			
155	E2	mmm	
156	E1		Create link (L6, E1, N3, N9)
157	E1		Create link (L7, E1, N3, N8)
158	E1		Create link (L8, E1, N2, N8)
159	E1		Create link (L9, E1, N2, N9)
160	E1		Create Node (N11, E1)
161	E1		Modify Node (N11, E1, "Movimiento mediante poleas")
162	E2	Ya le cambio la fecha al trabajo este paco	
163	E1		Create Node (N12, E1)
164			
165	E1	ok	
166	E1		Modify Node (N12, E1, "Movimiento mediante cuerdas")
167	E1		Create Node (N13, E1)
168	E1		Modify Node (N13, E1, "Movimiento mediante cadenas")
169	E1		Create Node (N14, E1)
170	E2	Aaa no fotos	
171	E1		Modify Node (N15, E1, "Sistema manivela viela corredera")
172			
173	E1	Jajaja eso de la manivela viela corredera no te recuerda a ovi?	
174	E1		Modify Coord. Node (N11, E1)
175	E1		Modify Coord. Node (N12, E1)

176	E1		Modify Coord. Node (N13, E1)
177	E2	Mm si, pero no será demasiado específico?	
178	E1		
179	E1		Create Link (L10, E1, N2, N14)
180	E1		Create Link (L11, E1, N2, N12)
181	E1		Create Link (L12, E1, N2, N13)
182	E1		Create Link (L13, E1, N2, N11)
183	E1	Mmmm no se	
184	E1	Q mas ponemos	
185	E1		Modify Coord Node (N8, E1)
186	E2	Mm solo vi los jajas de paco	
187	E2		E2, modifica ventana de espacio de trabajo (se distrae)
188	E1	Cri-cril!	
189	E2	mmmmmmmmmm	
190	E1	Como se llama el sistema q tienen las bicicletas?	
191	E1		Create Node (N15, E1)
192	E1		Modify Node (N15, E1, "mov. Con amortiguadores")
193	E1		Create Link (L14, E1, N2, N15)
194	E2	Pues es una cadena con estrellas	
195	E1	Viste como salieron cosas raras	
196	E2	Mm donde?	
197	E1	Eran unos cuadritos y desaparecieron instantaneamente	
198	E1	En esta ventana	
199	E1	Cuando enviaste el mensaje salieron	
200	E1	Mmmmq raro q miedo	
201	E1	Jajaj si las viii, no estoy loca eh!!!	
202	E2	Mmm de que es tu agua?	
203	E1	--	
204	E2	Mm nad mas preguntaba	
205	E2	ja	
206	E1	:@	
207	E1	Ya hay q seguirle	
208	E2	:-P	
209	E2	Ja de este lado se puede	
210	E1		Modify Node (N15, E1, "Minimov. con amortiguadores")
211	E1		Modify Node (N15, E1, "mov. con amortiguadores")
212	E1		Create Node (N16, E1)
213	E1		Create Link (L15, E1, N2, N16)
214	E2	Minimiza la parte de la derecha para tener mas lugar	
215	E1		Modify Node (N16, E1, "movimiento transmitido por engranes")
216	E1	Ya cabe mas	

217	E2	Me referia a los plugins	
218	E1	--	
219	E2		E2 ajusta ventanas del espacio de trabajo
220	E1	No veooo	
221	E2	Si ves bien?	
222	E1	mmm	
223	E2	Nada mas reducele el tamaño	
224	E1	Gracias compañero! byee	
225	E2	Jaja bye!	

**Tabla J-4 Diálogos y Acciones en la colaboración con trabajo individual previo**

1	E2	Ves el mio?	
2	E1	Si	
3	E1	Como ves?	
4	E1	Sobre cual trabajamos?	
5	E1	Escribееееее aquí!	
6	E1	Que haces????	
7	E1	Abrimos uno nuevo? O lo hacemos aqui	
8	E2	En el tuyo...	
9	E2	O cual prefieres?	
10	E2	En los dos?	
11	E1	Bueno, voy a mezclar	
12	E1	Y lo checas	
13	E2	Abrimos uno nuevo y le pegamos los dos?	
14	E1	Seee	
15	E1	A ver, los mezclo y checas? O lo mezclas y checo?	
16	E2	Mezclamos y checamos..	
			//E2 crea un nuevo espacio de trabajo WS3
17			Create Workspace (WS3, E2)
18	E2	Jala del mio al nuevo...	
19	E2	Jala del tuyo al nuevo..	
20	E1	Ok	
21	E2	Mejor los dos jalamos del mismo (por el programilla:S)	
22	E1	mmm.. sip	
			//E2 copia su diagrama al nuevo workspace WS3 pero finalmente este WS3 se descarta (sin links)
23	E2		Create Node (N1, E2, WS3, "Nuevo equipo de rehabilitación")
24	E2		Create Node (N2, E2, WS3, "De marca")

25	E2		Create Node (N3, E2, WS3, "Hechizo")
26	E2		Create Node (N4, E2, WS3, "Garantía")
27	E2		Create Node (N5, E2, WS3, "Precio")
28	E2		Create Node (N6, E2, WS3, "Flexibilidad")
29	E2		Create Node (N7, E2, WS3, "Respaldo")
30	E2		Create Node (N8, E2, WS3, "Tiempo Disponible")
31	E2		Create Node (N9, E2, WS3, "Mecánico")
32	E2		Create Node (N10, E2, WS3, "Sencillo")
33	E2		Create Node (N11, E2, WS3, "Bicicleta")
34	E2		Create Node (N12, E2, WS3, "Para el brazo")
35	E2		Create Node (N13, E2, WS3, "Motor A.C.")
36	E2		Create Node (N14, E2, WS3, "Micro")
37	E2		Create Node (N15, E2, WS3, "Manivela")
38	E2	Que opinas?	
39	E1	Ya terminaste con el tuyo?	
40	E2	Si si	
41	E1	Pongo el mio?	
42	E1	O lo jalas tu?	
43	E2	Jajajaja	
44	E2	En lugar de jalar del mio, hubieramos puesto uno en otro	
45	E2	No necesitabamos otra workspace...	
46	E2	Doooooh	
47	E1	Ouuuch!	
48	E2	LOL	
49	E2	JAJAJAJAJAJA	
50	E1	Ni pex	
51	E2	Pusimos lo mismo	
52	E2	Solo que tu eres mas chorera..	
53	E1	Jajaja, eso veo	
54	E2	Comprate un cerebro (h)	
55	E2	8-	
56	E1	(sacada de lengua)	
			//Trabajan sobre el espacio de E1 WS1.
			//Al trabajar en WS1, quedan integradas todas las aportaciones de E1
57	E1		Create Node (N1, E1, WS1, "El cric está interesado en adquirir un nuevo equipo de rehabilitación. Que equipo de rehabilitación estaría en posibilidades de adquirir el CRIC para dar apoyo al problema de rehabilitación del brazo izquierdo de Carlos")
58	E1		Create Node (N2, E1, WS1, "Un sistema de poleas que ayude a la movilidad del brazo de Carlos")

59	E1		Create Node (N3, E1, WS1, "Puede pedir ayuda para crear sus propios aparatos hechizos de forma que no le cuenten tanto")
60	E1		Create Node (N4, E1, WS1, "Le saldría mas barato, incluso puede pedir apoyo económico")
61	E1		Create Node (N5, E1, WS1, "Pueden no funcionar adecuadamente")
62	E1		Create Node (N6, E1, WS1, "Debe adquirir uno nacional")
63	E1		Create Node (N7, E1, WS1, "Debe aceptar uno donado de una institución sin fines de lucro")
64	E1		Create Link (L1, E1, WS1, N1, N2)
65	E1		Create Link (L2, E1, WS1, N1, N3)
66	E1		Create Link (L3, E1, WS1, N3, N4)
67	E1		Create Link (L4, E1, WS1, N3, N5)
68	E1		Create Link (L5, E1, WS1, N1, N6)
69	E1		Create Link (L6, E1, WS1, N1, N7)
			//E1 copia de WS3 nodo Respaldo y nodo Flexibilidad al de E2 y los borra del WS3
70	E2		Move Node (N6, E2, WS3, N8, WS1, "Flexibilidad")
71	E2		Move Node (N7, E2, WS3, N9, WS1, "Respaldo")
72			Modify Node (N9, E2, WS1, "Puede no tener siempre alguien que les ayude con problemas emergentes ")
73	E1	Pon la redacción del problema como si fuera un titulo	
74	E1	Y ya de ahi repartimos entre las ramas	
75	E2		Delete Node (N11, E2, WS3, "Para el brazo")
76	E2	:P	
77	E1	Bien bien, como que tienes practica en esto de lidiar con new programs	
78	E2	Por 8-)	
79	E2		Move Node (N13, E2, WS3, N10, WS1, "Motor AC")
80	E2		Move Node (N10, E2, WS3, N11, WS1, "Bicicleta")
81	E2		Move Node (N12, E2, WS3, N12, WS1, "Tiempo Disponible")
82	E2		Move Node (N9, E2, WS3, N13, WS1, "Sencillo")
83	E2		Move Node (N14, E2, WS3, N14, WS1, "Micro")

84	E2		Move Node (N15, E2, WS3, N15, WS1, "Manivela")
85	E2		Move Node (N8, E2, WS3, N16, WS1, "Mecánico")
86	E2		Move Node (N5, E2, WS3, N17, WS1, "Hechizo")
87	E2		Move Node (N1, E2, WS3, N18, WS1, "Nuevo equipo de rehabilitación")
88	E1	Ajam y ahora?	
89	E2		Delete Node (N18, E2, WS1, "Nuevo Equipo de Rehabilitación")
90	E2		Delete Node (N17, E2, WS1, "Hechizo")
91	E2		Delete Node (N11, E2, WS1, "Bicicleta")
92	E1		Modify Position (N12, E1, WS1, "Tiempo disponible")
93	E1		Modify Position (N1, E1, WS1, "El cric está interesado en adquirir un nuevo equipo de rehabilitación. Que equipo de rehabilitación estaría en posibilidades de adquirir el CRIC para dar apoyo al problema de rehabilitación del brazo izquierdo de Carlos")
94	E2		Create Link (L7, E2, WS1, N3, N9)
95	E2		Create Link (L8, E2, WS1, N3, N8)
96	E2		Modify Node (N8, E2, WS1, "Flexibilidad a necesidades específicas el CRIC ")
97	E2		Modify Node (N12, E2, WS1, "Cuanto tiempo disponible puede tener algún alumno que quiera ayudar")
98	E1		Modify Position (N1, E1, WS1, "El cric está interesado en adquirir un nuevo equipo de rehabilitación. Que equipo de rehabilitación estaría en posibilidades de adquirir el CRIC para dar apoyo al problema de rehabilitación del brazo izquierdo de Carlos")
99	E2		Create Link (L9, E2, WS2, N3, N12)
100	E1		Create Node (N19, E1, WS1, "No siempre puede ser un alumno")
101	E2		Create Link (L10, E2, WS1, N16, N13)
102	E1		Create Link (L11, E1, WS1, N12, N19)
103	E2		Create Link (L12, E2, WS1, N16, N15)
104	E2		Create Link (L13, E2, WS1, N16, N10)
105	E2		Create Link (L14, E2, WS1, N16, N14)
106	E2		Create Node (N21, E2, WS1, "Interfaz de usuario para regular complejidad del ejercicio")
107	E2		Create Link (L15, E2, WS1, N14, N21)
108	E1		Create Node (N20, E1, WS1, "Quizá no el suficiente para terminar satisfactoriamente el proyecto")
109	E1	Eso del motor que?	

110	E1	Esta volando ahi	
111	E2		Create Link (L16, E2, WS1, N15, N13)
112	E1	Sale pues	
113	E2	Nooooo	
114	E2	guardaaaaaaaaa	
115	E1	Fue un placer trabajar contigo	
116	E2	:-)	
117	E2	Yo se	
118	E2	:D :D :D :D	
119	E2	:-) :P :9 :9 :-) 8-(	

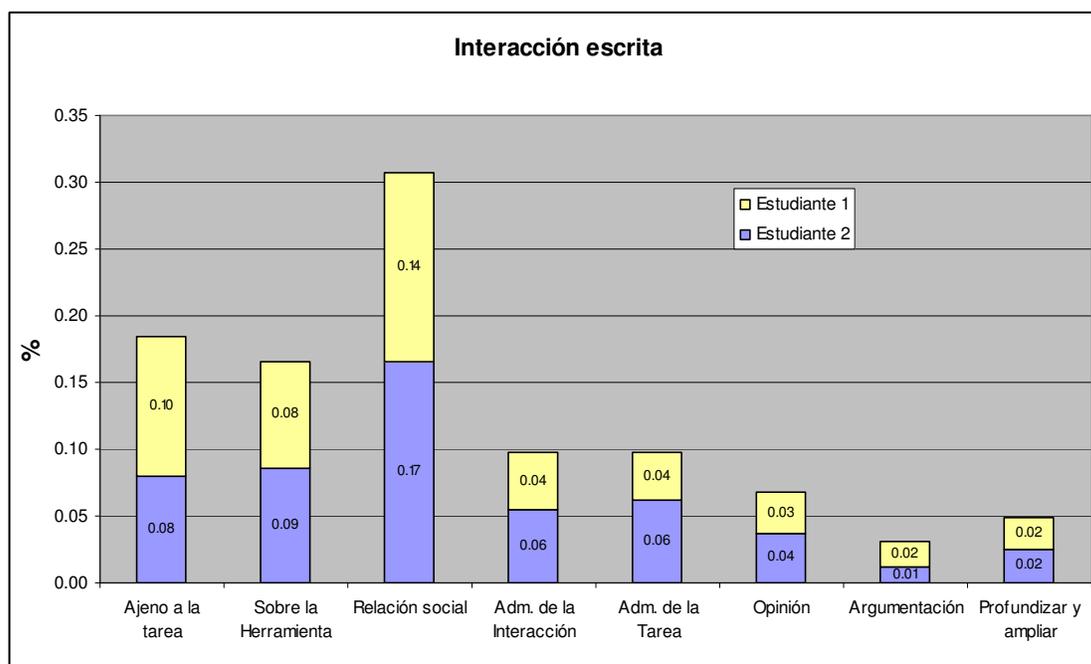
## APÉNDICE K

### ANÁLISIS DE LOS DIÁLOGOS EN LENGUAJE NATURAL

Como parte del desarrollo del trabajo se realizó el análisis de la interacción escrita ya que nos permite profundizar en aspectos fundamentales del trabajo colaborativo, como es la argumentación y la socialización. Se basó en las categorías de agrupación propuestas por Baker (Séjourné et al., 2003). El análisis se presenta para las dos condiciones de trabajo establecidas en el experimento, la primera de ellas en la que se pide a la pareja de estudiantes que modele las alternativas de solución directamente en forma colaborativa y en la segunda condición se asigna un tiempo de trabajo individual previo al colaborativo.

#### **Caso 1: Colaboración sin trabajo individual previo**

La sesión de trabajo para este caso incluye la creación del diagrama presentado anteriormente en la figura 6.2 y una serie de interacciones escritas realizadas durante el proceso de creación del mismo. Para su consulta el lector puede encontrar el listado de interacciones en el apéndice J (Tabla J-3). Para este caso se tienen 163 contribuciones escritas, distribuidas entre ambos estudiantes. Cada contribución escrita se clasificó de acuerdo a las siete categorías propuestas por Baker (Baker et al., 2003) a las cual hemos agregado un categoría adicional que denominados *sobre la herramienta*, en la cual agrupamos las interacciones relacionadas con aspectos operativos de la herramienta de modelado empleada ya que observamos que este tipo de aspectos son frecuentes en el diálogo escrito y hemos preferido diferenciarlas para apreciar su magnitud.

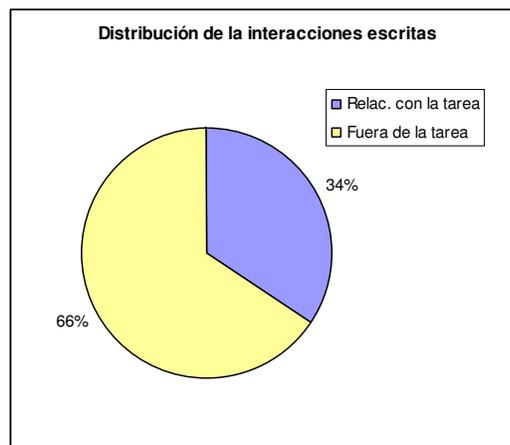


**Figura K-1** Distribución de aportaciones escritas (Caso 1)

De las 8 categorías en que se ha clasificado la comunicación escrita, consideramos que las cinco categorías finales se encuentran relacionadas con el proceso de aprendizaje basado en problemas y la resolución de problemas misma, mientras que las tres primeras categorías son solamente complementarias al proceso. Clasificándolas de esta manera, podemos observar que un gran porcentaje de interacciones escritas son de carácter ajeno a la tarea, de relación social y de aspectos operativos de la herramienta. En la gráfica K-2 podemos ver la diferencia entre ambos tipos de interacciones: relacionadas y no relacionadas con la tarea. Para este caso tenemos un alto porcentaje (66%) de interacciones escritas no relacionadas con la tarea y un 34% de interacciones escritas relacionadas con la tarea. Recordamos al lector que en este análisis no están consideradas las acciones que los estudiantes realizaron para crear el diagrama, sino sólo su comunicación escrita. Para el análisis de acciones consideramos que todas las acciones están relacionadas con la tarea.

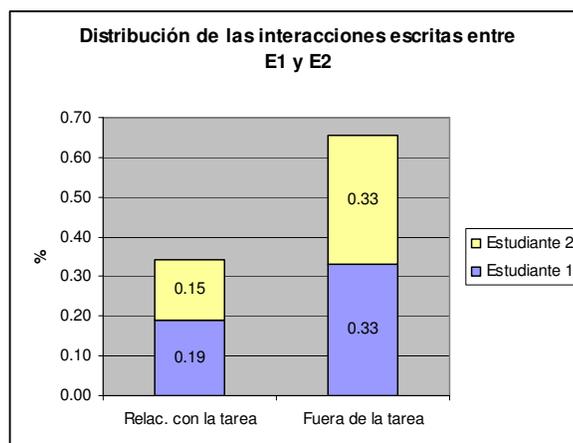
Dentro de las categorías relacionadas con la solución al problema planteado podemos ver que las de mayor porcentaje son las de Administración, incluida la de administración de la interacción y de la tarea, lo cual resulta una actividad natural asociada a la comunicación escrita.

Los estudiantes se comunicaron para ponerse de acuerdo sobre la organización del trabajo y sobre la forma de interactuar para trabajar. Las categorías de textos relacionadas con opiniones y profundizaciones sobre el trabajo presentado se encuentran muy relacionadas con el diagrama creado. La categoría de menor porcentaje es la de argumentación que nos refleja al igual que en el análisis de las acciones en el que no se presentaron acciones de desacuerdo, que muy probablemente los estudiantes requieren mayor preparación para aprender a trabajar colaborativamente.



**Figura K-2** Distribución de interacciones escritas (Caso 1)

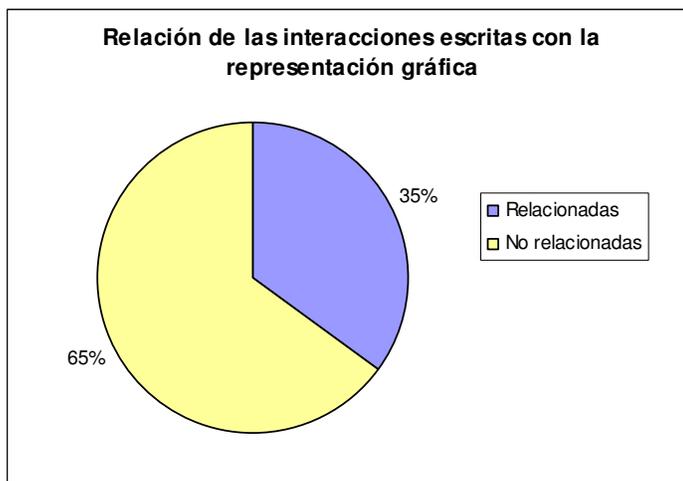
Dentro de esta distribución de interacciones, se presenta en la figura K-3 el análisis de la participación de cada estudiante dentro de esta agrupación.



**Figura K-3** Distribución de las interacciones entre E1 y E2 (Caso 1)

Dentro de las interacciones relacionadas con la tarea (34%), el estudiante 1 (19%) tuvo una participación mayor que el estudiante 2 (15%). Resulta interesante observar que en el análisis de las acciones individual, el estudiante 1 también presenta un mayor nivel de participación en el proceso de creación de la representación gráfica (ver gráfico 6.8), mientras que el estudiante 2, participa en la fase inicial y posteriormente deja de realizar aportaciones.

Hemos clasificado las interacciones escritas en dos categorías, aquellas que están relacionadas con la representación gráfica y las que no. Para este caso podemos ver en la gráfica K-4 que los estudiantes tienen solamente el 35% de su comunicación relacionada directamente con la gráfica que se encontraban creando mientras que el 65% fueron interacciones no relacionadas a la tarea de modelado.



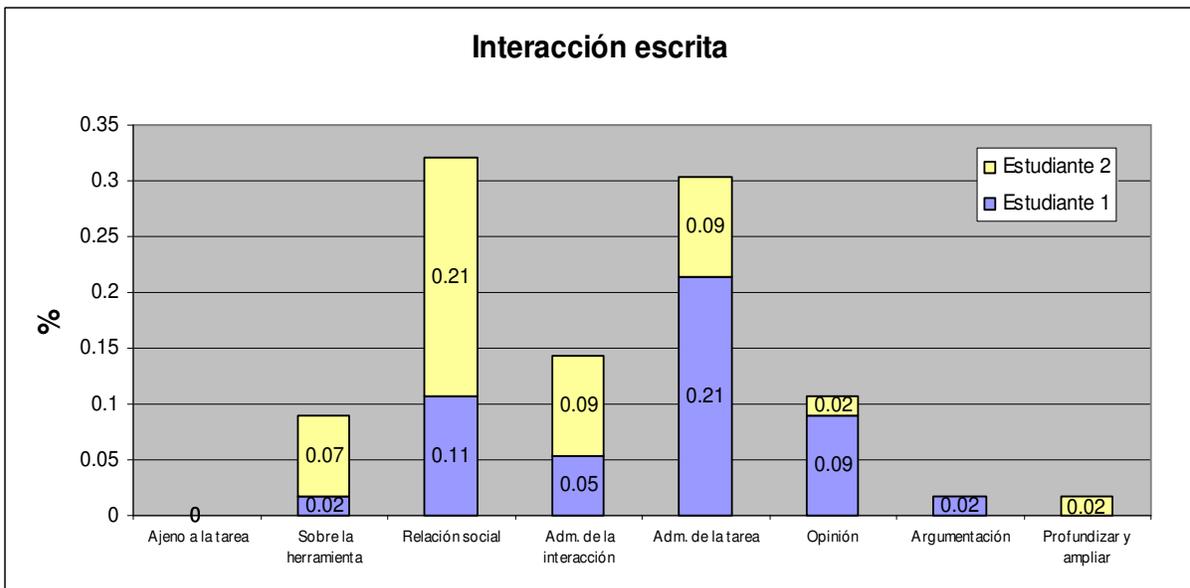
**Figura K-4** Porcentajes de interacciones relacionadas con la representación gráfica (caso 1)

## **Caso 2: Colaboración con trabajo individual previo**

La comunicación escrita entre esta pareja de estudiantes (ver tabla J-4) fue mucho menor que entre los estudiantes que no realizaron trabajo individual previo, teniendo solamente 56 intercambios escritos (136 para el caso 1). La clasificación de las interacciones escritas fue realizada en forma similar al caso 1, de acuerdo a las siete categorías propuestas por Baker [Baker et al., 2003] con la categoría adicional que denominados *sobre la herramienta*, en la cual

agrupamos las interacciones relacionadas con aspectos operativos de la herramienta de modelado (gráfica K-5).

En forma similar al análisis del caso 1, se agrupan las primeras tres primeras categorías que representan interacciones no relacionadas con la resolución del problema mientras que las cinco restantes tienen una relación directa con la resolución del problema y mostramos la distribución de las mismas en la gráfica K-6. Mediante esta gráfica podemos observar nuevamente que gran parte de las interacciones escritas son sobre aspectos ajenos a la tarea (59%), quedando el 41% para interacciones relacionadas con la tarea.

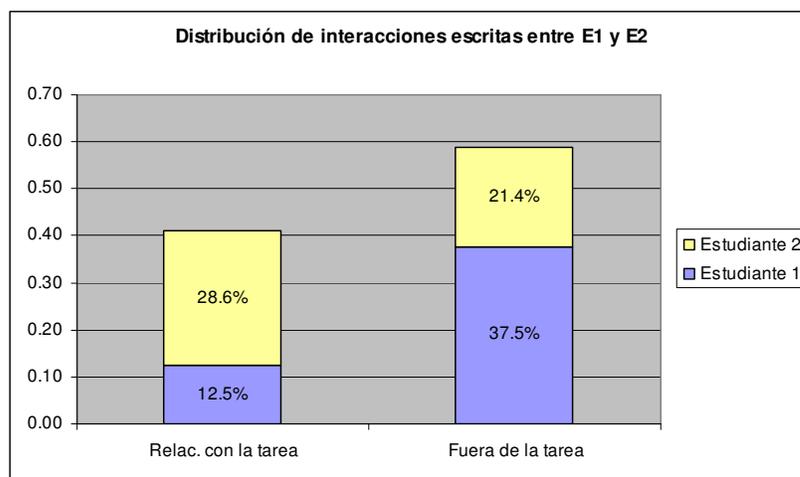


**Figura K-5** Distribución de aportaciones escritas (Caso 2)

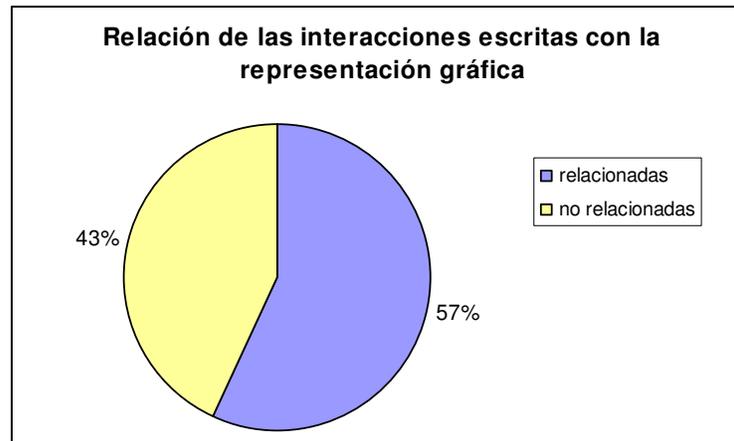


**Figura K-6** Distribución de interacciones escritas (Caso 2)

La distribución entre estudiantes de las interacciones escritas (ver gráfica K-7) nos muestra una diferencia entre los porcentajes de cada estudiantes, coincidiendo que el estudiante que realiza mayor comunicación escrita ajena a la tarea (el estudiante 2 con 28.6%) es también el que aporta menos en interacción escrita relacionada con la tarea (estudiante 2 con 21.4%). Mientras que es estudiante 1 aporta más a la tarea en forma escrita e interactúa menos en aspectos no relacionados con el trabajo.



**Figura K-7** Distribución de las interacciones entre E1 y E2 (Caso 2)



**Figura K-8** Porcentajes de interacciones relacionadas con la representación gráfica (caso 2)

En la figura K-8 analizamos finalmente las interacciones escritas en dos categorías, relacionadas con la representación gráfica o no relacionadas con la misma. Para esta condición de experimentación encontramos que una gran cantidad de interacciones escritas (57%) estuvo relacionada en alguna manera con la representación gráfica creada, mientras que 43% de dichas interacciones no tuvieron nada que ver con la representación.