



Experiencias

Modelo para el aprendizaje colaborativo del análisis y **diseño orientado a objetos**

Jaime Muñoz Arteaga*
Francisco Álvarez Rodríguez*
Laura A. Garza González*
Francisco J. Pinales Delgado*

PALABRAS CLAVES: ambientes de aprendizaje colaborativo, análisis y diseño orientado a objetos, procesos de concepción, UML y socio-constructivismo.

* Departamento de Sistemas de Información de la Universidad Autónoma de Aguascalientes.
Correos electrónicos: jmunozar@correo.uaa.mx,
la@correo.uaa.mx y fpinales@correo.uaa.mx



RESUMEN

Las etapas de análisis y diseño orientado a objetos (ADOO) implican definir en términos de modelos el problema y la solución del *software* del sistema a desarrollar. Estas dos etapas requieren una alta curva de aprendizaje, en particular para los estudiantes de ingeniería de *software* a nivel de licenciatura, quienes no cuentan con experiencia para resolver problemas en términos de modelos, así como para justificar sus propuestas ante un equipo de trabajo. El presente trabajo propone un modelo conceptual basado en el socioconstructivismo para fundamentar el aprendizaje colaborativo del ADOO, en particular fuera del salón de clases, donde los estudiantes tienen mayores posibilidades de colaborar entre ellos y realizar a distancia proyectos de *software*.

INTRODUCCIÓN

Hoy en día, en un curso de ingeniería de *software* de nivel de licenciatura, el maestro cuenta con diferentes herramientas CASE que facilitan la puesta en práctica de métodos de concepción y de lenguajes de programación. Sin embargo, para un alumno de este nivel de estudios, el problema para desarrollar el *software* de un sistema no reside en dominar una notación de una metodología o la sintaxis de un lenguaje de programación, sino en adquirir experiencia en plantear tanto el problema como la propuesta de una solución que permita pasar después al desarrollo del *software*. Dentro del paradigma orientado a objetos, las técnicas de análisis y diseño orientado a objetos (ADOO) permiten gestionar la complejidad del *software* (Weinberg 2002), independientemente de un lenguaje de programación. La etapa de análisis consiste en identificar los requerimientos del problema de concepción del sistema a desarrollar, mientras que la etapa de diseño consiste en especificar la solución propuesta, en términos de modelos, orientada a objetos conforme a una metodología, como OMT (Rumbaugh, Blaha, Premerlani y Lorenson 1991), OOD (Booch 1994) y UML (Quatrani 1997). Sin embargo, la curva de aprendizaje del ADOO es pronunciada, en particular para los estudiantes iniciados en el desarrollo de *software*, quienes generalmente no cuentan con la experiencia que se requiere para resolver problemas del mundo real en términos de modelos orientados a objetos y además carecen de la experiencia de trabajo en equipo necesaria para confrontar y argumentar sus propuestas del ADOO.

PROBLEMÁTICA

Desafortunadamente, el aprendizaje del ADOO centrado en el maestro predomina actualmente en el nivel de licenciatura (Cybulski 2000). En esta forma de aprendizaje los estudiantes únicamente aprenden lo que el maestro les imparte durante el tiempo de las sesiones de clases y, peor aún, los estudiantes trabajan sin comunicar para argumentar sus propuestas (Díaz Barriga y Hernández Rojas 1998). Conforme al reporte sobre modelos curriculares de nivel licenciatura de la ANIEI (2002) y la IEEE (2001: 1-224), las instituciones de educación superior (IES) se han preocupado más de una década por impartir las técnicas del ADOO a los estudiantes de licenciatura interesados en las áreas de informática y computación. Desafortunadamente, el modelo pedagógico centrado en el maestro predomina aún en la enseñanza-aprendizaje del ADOO. En este modelo pedagógico los estudiantes juegan un rol pasivo, la experiencia que pueden adquirir en el desarrollo de *software* está en función de los conocimientos impartidos por el maestro dentro del salón de clases. Ahora bien, el maestro generalmente no cuenta con herramientas de *software* para evaluar las aptitudes de análisis y de síntesis de los estudiantes, ni tampoco cuenta con el tiempo suficiente para ofrecer una asesoría personalizada, en particular tratándose de grupos numerosos.

Con el fin de ofrecer un mejor aprendizaje del ADOO, el presente trabajo propone el paradigma del aprendizaje colaborativo de análisis y diseño orientado a objetos como una alternativa para el soporte del aprendizaje colaborativo del ADOO. El término aprendizaje aquí hace referencia a las interacciones creativas resultado de las colaboraciones entre los estudiantes y el maestro fuera de las sesiones de clases, situación en que los estudiantes tienen mayor posibilidad de colaborar entre ellos y pueden adquirir su propia experiencia en el ADOO.

TEORÍA

Las actividades de análisis y diseño orientado a objetos implican resolver eficientemente un problema de *software* utilizando modelos. El llegar a ser competente en estas dos actividades requiere no sólo identificar el problema y diseñar modelos, sino también analizar, discutir y defender propuestas dentro de un equipo de personas interesadas en el ADOO de *software* (Kolodner, Chrismond, Gray y Puntambekar 1998).

El aprendizaje colaborativo del ADOO implica el aprendizaje como un acto social en el que es necesario un instructor que organice las actividades de aprendizaje y gestione los proyectos de *software* a realizar por los estudiantes. El diseño orientado a objetos es una actividad que se realiza mejor en equipo, ya que el equipo de trabajo puede ofrecer mejores propuestas que un solo individuo. Un grupo puede discutir la organización, la selección de argumentos, etcétera. Finalmente, los miembros del grupo pueden ayudarse unos a otros y analizar el trabajo de los demás.

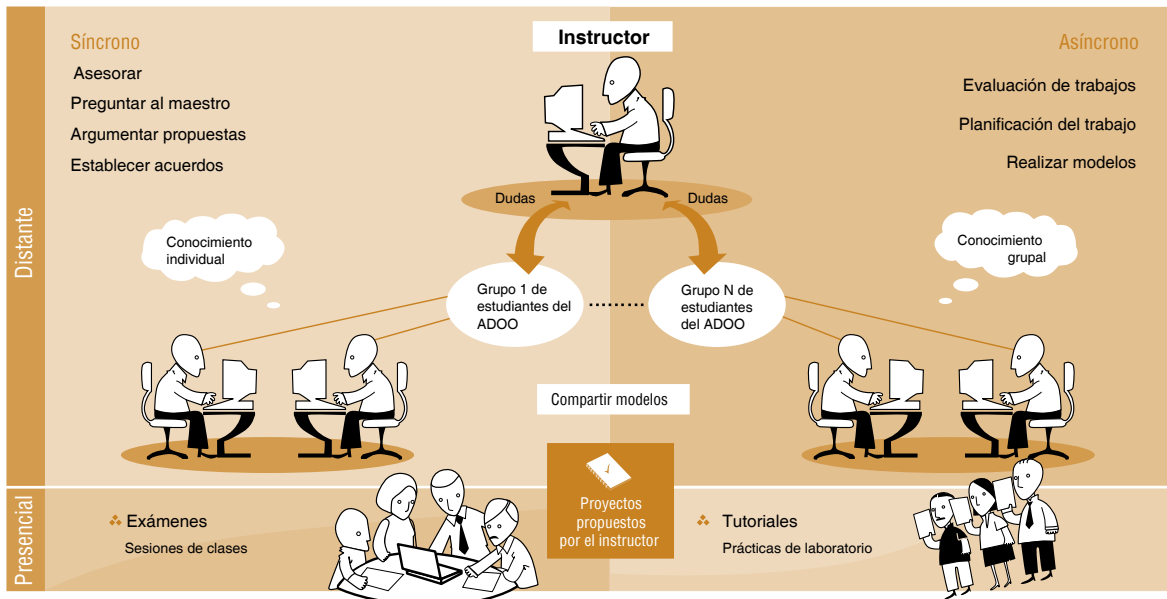


Figura 1. Esquematización del aprendizaje colaborativo del ADOO.

PROBLEMÁTICA

Desafortunadamente, el aprendizaje del ADOO centrado en el maestro predomina actualmente en el nivel de licenciatura (Cybulski 2000). En esta forma de aprendizaje los estudiantes únicamente aprenden lo que el maestro les imparte durante el tiempo de las sesiones de clases y, peor aún, los estudiantes trabajan sin comunicar para argumentar sus propuestas (Díaz Barriga y Hernández Rojas 1998). Conforme al reporte sobre modelos curriculares de nivel licenciatura de la ANIEI (2002) y la IEEE (2001: 1-224), las instituciones de educación superior (IES) se han preocupado más de una década por impartir las técnicas del ADOO a los estudiantes de licenciatura interesados en las áreas de informática y computación. Desafortunadamente, el modelo pedagógico centrado en el maestro predomina aún en la enseñanza-aprendizaje del ADOO. En este modelo pedagógico los estudiantes juegan un rol pasivo, la experiencia que pueden adquirir en el desarrollo de *software* está en función de los conocimientos impartidos por el maestro dentro del salón de clases. Ahora bien, el maestro

generalmente no cuenta con herramientas de *software* para evaluar las aptitudes de análisis y de síntesis de los estudiantes, ni tampoco cuenta con el tiempo suficiente para ofrecer una asesoría personalizada, en particular tratándose de grupos numerosos.

Con el fin de ofrecer un mejor aprendizaje del ADOO, el presente trabajo propone el paradigma del aprendizaje colaborativo de análisis y diseño orientado a objetos como una alternativa para el soporte del aprendizaje colaborativo del ADOO. El término aprendizaje aquí hace referencia a las interacciones creativas resultado de las colaboraciones entre los estudiantes y el maestro fuera de las sesiones de clases, situación en que los estudiantes tienen mayor posibilidad de colaborar entre ellos y pueden adquirir su propia experiencia en el ADOO.

TEORÍA

Las actividades de análisis y diseño orientado a objetos implican resolver eficientemente un problema de *software* utilizando modelos. El llegar a ser competente en estas dos actividades requiere no sólo identificar el problema y diseñar modelos, sino también analizar, discutir

y defender propuestas dentro de un equipo de personas interesadas en el ADOO de *software* (Kolodner, Chrismond, Gray y Puntambekar 1998).

El aprendizaje colaborativo del ADOO implica el aprendizaje como un acto social en el que es necesario un instructor que organice las actividades de aprendizaje y gestione los proyectos de *software* a realizar por los estudiantes. El diseño orientado a objetos es una actividad que se realiza mejor en equipo, ya que el equipo de trabajo puede ofrecer mejores propuestas que un solo individuo. Un grupo puede discutir la organización, la selección de argumentos, etcétera. Finalmente, los miembros del grupo pueden ayudarse unos a otros y analizar el trabajo de los demás.

Para fines de este trabajo, se requiere que el aprendizaje colaborativo del ADOO se base en un modelo conceptual a partir de una matriz espacio-temporal, donde intervienen los siguientes elementos:

- Las personas, conformado por el instructor y los estudiantes, que son los actores principales del proceso de aprendizaje colaborativo del ADOO.
- El producto, que implica el conjunto de modelos, orientado a objetos, que deben realizar los estudiantes para fundamentar un proyecto de *software*.
- El proceso de aprendizaje, que es el conjunto de actividades colaborativas a realizar por los estudiantes y organizadas por el instructor.
- El modelo pedagógico, que ofrece las bases pedagógicas para realizar el proceso de enseñanza-aprendizaje.
- El proyecto, conformado por el conjunto de metas y objetivos de aprendizaje a alcanzar por los estudiantes. Todo proyecto debe ser gestionado por el instructor.
- Un ambiente de aprendizaje colaborativo, el soporte tecnológico que permite acceder fácilmente a los modelos, orientado a objetos e interactuar a distancia con el instructor y los compañeros de equipo de trabajo.

MÉTODO Y RESULTADOS

La puesta en práctica del modelo conceptual propuesto en la sección anterior implica concretar cada uno de los elementos que lo componen.

El instructor y estudiantes de ingeniería de *software* a nivel licenciatura

Las personas que participan son un instructor y 24 estudiantes de ingeniería de *software* a nivel de licenciatura. La aplicación del presente modelo conceptual les permitirá obtener los siguientes resultados:

- Consolidar las habilidades y las actitudes de los estudiantes para analizar, discutir y defender propuestas dentro de un equipo del ADOO.
- Motivar a los estudiantes a desarrollar su propia experiencia en el ADOO.
- Los cursos presenciales de ingeniería de *software* orientado a objetos son tomados en cuenta.
- El ritmo de aprendizaje está fijado en función de las participaciones de cada uno de los estudiantes en las actividades del ADOO coordinadas por el maestro.
- Los resultados obtenidos son resultado de la creatividad de los estudiantes y no exactamente de lo solicitado por el maestro.
- El maestro puede evaluar la participación de trabajo en equipo de cada uno de los estudiantes.
- Disponer de recursos en línea actualizados para dar un mejor soporte a la colaboración entre los estudiantes y el maestro.
- Formar profesionistas actualizados en el desarrollo del *software*.

Los aspectos anteriores hacen de la presente aportación una alternativa para superar los problemas del aprendizaje tradicional del ADOO.



Los modelos de análisis y diseño orientado a objetos como producto

Para fines de este trabajo, las características del modelo pedagógico centrado en el maestro son incompatibles con la naturaleza del ADOO. Para que un estudiante de licenciatura llegue a tener habilidades en el ADOO ha de pasar por un proceso de aprendizaje activo que se caracterice por ser creativo, incremental, iterativo y particularmente colaborativo (Weinberg 2002). El ADOO es un proceso creativo, porque requiere capturar los objetos del mundo real en términos de abstracciones (o especificaciones en modelos orientados a objetos), con el fin de definir el problema y la solución de la manera más general posible. Ahora bien, una vez que el problema y la solución se han especificado en términos de modelos OO, la colaboración entre los miembros de un equipo de desarrollo de *software* se facilita utilizando como medio de comunicación los modelos OO, que a la vez permiten razonar y consensuar la solución. Por último, una estrategia incremental iterativa del ADOO hace necesario integrar paulatinamente los requerimientos del usuario y los mecanismos internos en el *software* del sistema a desarrollar.

Un modelo pedagógico fundamentado en la teoría del socioconstructivismo

Dado que el ADOO del *software* de un sistema es una actividad intrínsecamente colaborativa, el presente trabajo preconiza que el aprendizaje del ADOO debe ser también colaborativo en particular en modalidades de aprendizaje

a distancia, donde los estudiantes tienen mayores posibilidades de colaborar entre ellos y adquirir su propia experiencia en el ADOO. La presente propuesta se fundamenta en el socioconstructivismo (Koschmann 1996), según el cual el alumno construye su conocimiento no sólo a partir de las enseñanzas del maestro del curso, sino también a partir de las experiencias pasadas y de la relación con su medio ambiente (compañeros, recursos bibliográficos, experiencias en trabajos, uso de recursos en la Internet, etcétera). El socioconstructivismo considera el aprendizaje como un proceso en el cual el individuo es resultado de la experiencia individual más la del trabajo en grupo. Las actividades en grupo son coordinadas por el instructor y realizadas por los estudiantes que conforman el grupo de trabajo. En el contexto de aprendizaje del ADOO, las actividades de trabajo en equipo facilitarán a los estudiantes iniciados a formarse un enfoque crítico sobre los problemas a resolver. En caso de dudas, los estudiantes pueden consultar al maestro, exponiendo cuestiones mucho más precisas y acertadas sobre los modelos de análisis y diseño realizados.

Los proyectos provenientes de la industria de *software*

Los convenios academia-industria son de alto beneficio para los estudiantes de las IES, ya que pueden tener a su disposición recursos provenientes de los proyectos resueltos por las empresas o por la industria de *software*, o por ambas. Estos recursos permiten aprender problemas rea-

	Tareas del aprendizaje del ADOO	Actividades colaborativas	Interacción	Ambiente de aprendizaje
Antes de la clase	<ul style="list-style-type: none"> - Planificar la próxima sesión de clases - Definir grupos de trabajo 	<ul style="list-style-type: none"> - Poner recursos en línea sobre la transacción de punto de venta - Consulta de recursos en línea por parte de los estudiantes 	<ul style="list-style-type: none"> - Asíncrona y distante 	<ul style="list-style-type: none"> - Mensajería - Sitio <i>web</i> - Editor de modelos ○○
En clase	<ul style="list-style-type: none"> - Sesión de la clase - Prácticas de laboratorio - Actividades grupales 	<ul style="list-style-type: none"> - Preguntas al maestro - Dinámicas de grupo - Respuesta a los estudiantes 	<ul style="list-style-type: none"> - Cara a cara 	
Después de la clase	<ul style="list-style-type: none"> - Requerimientos del problema a solucionar - Crear y modificar modelos ○○ - Refinar modelos ○○ - Argumentar propuestas - Evaluaciones de estudiantes - Asesoría a estudiantes 	<ul style="list-style-type: none"> - Planteamiento del problema y argumentaciones de la solución. - Preguntar al maestro - Enviar trabajos en equipo - Asistencia diferida de los estudiantes 	<ul style="list-style-type: none"> - Síncrona y distante - Asíncrona y distante 	<ul style="list-style-type: none"> - Chat - Foro de discusión - Editor de modelos ○○ - Mensajería - Sitio <i>web</i>

Tabla 1. Tareas de aprendizaje colaborativo del ADOO dentro y fuera de sesiones de clases.

les ya resueltos para identificar el problema de análisis y diseño de *software* de los proyectos que se tengan que resolver en equipo, ya sea dentro o fuera del salón de clases. El objetivo es aprovechar las oportunidades de aprender el ADOO tanto en modalidad presencial como a distancia, de tal manera que es posible completar y enriquecer las actividades colaborativas del ADOO que se llevan a cabo dentro del salón de clases (sesiones del curso, prácticas de laboratorio y exámenes, por ejemplo) con las actividades colaborativas fuera del salón de clases, como la realización de proyectos, argumentación de propuestas y preguntas al maestro y compañeros de equipo de trabajo. Cuando los alumnos egresan o realizan su servicio, la industria se beneficia en gran medida, pues ya cuenta con profesionistas altamente preparados en el desarrollo de *software* orientado a objetos y, si es posible, familiarizados con el desarrollo tecnológico del giro de la empresa.

El Proceso Unificado de Rational

El presente trabajo propone la adaptación del Proceso Unificado de Rational (o Rational Unified Process) para mejorar el aprendizaje del ADOO en un ambiente colaborativo a distancia. Un ejemplo de cómo el Proceso Unificado de Rational se adapta al aprendizaje colaborativo es la plani-

ficación de las tareas previas y posteriores a cada sesión de clases a realizar tanto por los estudiantes como por el instructor, ambos asistidos por un ambiente de aprendizaje colaborativo (tabla 1).

Las actividades colaborativas previas a la sesión de la clase se caracterizan por ser distantes y asíncronas, donde los estudiantes podrán acceder en línea a los recursos (ayuda, transparencias, bibliografía relacionada, etcétera) indicados por el instructor. En cada una de estas actividades el instructor facilita, evalúa y guía las actividades que requieren los estudiantes. Gracias a la información disponible, los estudiantes pueden tener un primer acercamiento sobre el tema, y las inquietudes que de ahí surjan serán aclaradas en la sesión de la clase impartida por el maestro. En la clase presencial los estudiantes participan en dinámicas de equipos de trabajo tales como presentación de trabajos, rondas de preguntas, defender y evaluación de propuestas. En las actividades grupales el maestro encauza la evolución del aprendizaje del ADOO, guía las inquietudes y responde a las preguntas de los estudiantes. Dada la limitación del espacio y tiempo de una sesión de clases, las actividades colaborativas que se iniciaron dentro del salón pueden continuar y extenderse fuera del salón de clases

a través de un ambiente de colaboración. El objetivo es consolidar la experiencia de los estudiantes para analizar problemas reales, desarrollar sus competencias de trabajo en equipo y adquirir nuevas destrezas en la realización de soluciones en términos de modelos orientados a objetos.

ACADOO: un sistema para el aprendizaje colaborativo del ADOO

El presente trabajo propone un sistema como soporte tecnológico para el modelo del aprendizaje colaborativo de análisis y diseño orientado a objetos (ACADOO). Este sistema ofrece la posibilidad de usar la computadora no sólo como una herramienta individual en la que el alumno puede poner en práctica sus conocimientos en el ADOO, sino también como un ambiente de aprendizaje colaborativo a través del cual cada alumno puede colaborar con otros alumnos y con el mismo maestro.

El sistema ACADOO consta de una arquitectura cliente-servidor (véase figura 2). El servidor ofrece un conjunto de servicios que aseguran el intercambio de información entre los estudiantes y el maestro. Ejemplos de estos servicios son el *chat*, un tutorial interactivo, la ayuda en línea, un foro de discusión, la mensajería y el servicio para informar al maestro sobre las interacciones de los estudiantes.

Ahora bien, cada instancia cliente tiene tres módulos (véase figura 2), a saber: un repositorio para almacenamiento de modelos en UML; un módulo de control que coordina las interacciones entre estudiantes y maestro y permite la comunicación entre el repositorio y la interfaz del usuario, y finalmente, el módulo de la interfaz, que ofrece al usuario un espacio de trabajo visual e interactivo para dar soporte al aprendizaje socioconstructivista tanto individual como en grupo. Esta interfaz ofrece un editor de diagramas de UML y los componentes gráficos de co-

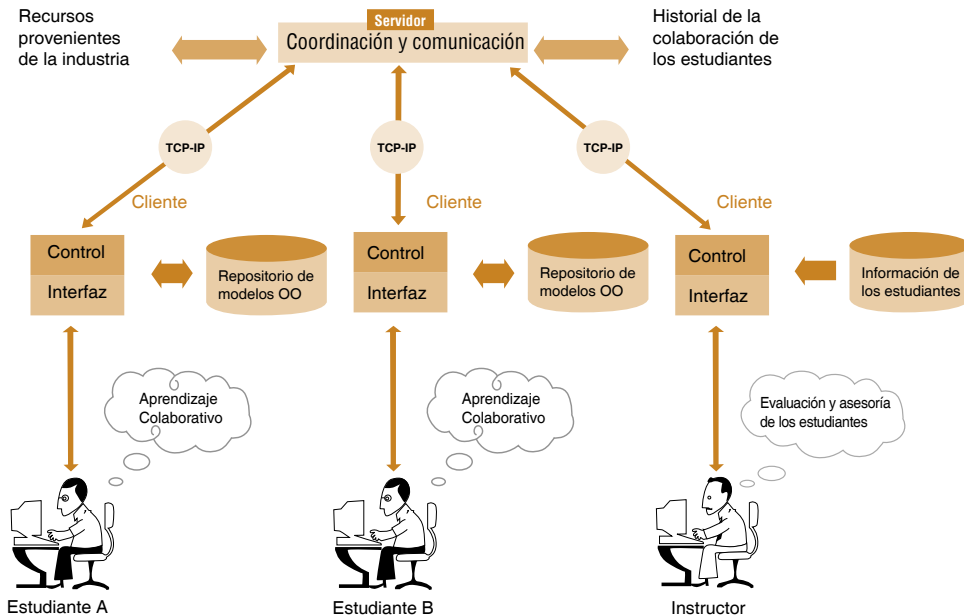


Figura 2. Arquitectura cliente-servidor del sistema ACADOO.

municación reactivos para el foro de discusión, *chat* y mensajería que permiten a un estudiante interactuar y compartir los modelos OO con otros estudiantes del curso de ingeniería de *software* orientado a objetos.

El conjunto de servicios del sistema ACADOO tiene por objetivo dar soporte a las actividades de aprendizaje colaborativas de los estudiantes. En resumen, las actividades son agrupadas en la tabla 2 con base en el modelo propuesto en la figura 1.

La tabla 2 muestra una lista de actividades colaborativas para el ADOO tanto para los estudiantes como para el instructor del curso. El maestro puede impartir un aprendizaje activo utilizando diversas técnicas

de grupo, como la lluvia de ideas y la práctica de escenarios sobre el ADOO, por ejemplo. El objetivo es consolidar la experiencia del alumno mediante la práctica, y el seguimiento paso a paso del proceso para el desarrollo de *software* de calidad.

La figura 3 muestra un ejemplo de la colaboración de los estudiantes Claudia y Carlos, del equipo 2, para realizar el caso de estudio de compraventa utilizando el sistema ACADOO. En el proceso de la ventana Carlos es quien recibe el modelo del caso de uso propuesto por Claudia (ventana interior superior derecha) y se muestra también la ventana del *chat* donde Carlos pregunta a Claudia por qué el ac-

	Colaboración síncrona	Colaboración asíncrona
Distante	Estudiantes	Estudiantes
	<ul style="list-style-type: none"> - Argumentar propuestas - Hacer preguntas al maestro - Lluvia de ideas y escenarios - Establecer acuerdos en equipo - Dinámicas de grupo 	<ul style="list-style-type: none"> - Planear, crear y modificar modelos OO - Refinar los modelos OO - Analizar propuestas de los compañeros - Acceso a recursos en línea (código, problemas resueltos, ayuda, etcétera)
	Instructor	Instructor
	<ul style="list-style-type: none"> - Visualización de la colaboración de los estudiantes - Asistencia en línea a los estudiantes - Responder las preguntas de los estudiantes a través del <i>chat</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - Responder preguntas de los estudiantes - Determinar grupos de trabajo participantes - Asistencia diferida a los estudiantes - Evaluar la colaboración de los estudiantes - Poner recursos en línea
Presencial	Estudiantes	Estudiantes
	<ul style="list-style-type: none"> - Hacer preguntas al maestro - Dinámicas de grupo 	<ul style="list-style-type: none"> - Tutoriales, artículos y cursos en la <i>web</i> - Prácticas de laboratorio
	Instructor	Instructor
	<ul style="list-style-type: none"> - Impartir curso - Responder preguntas de estudiantes - Exámenes del ADOO 	<ul style="list-style-type: none"> - Asistencia a seminarios y congresos - Prácticas de laboratorio de <i>software</i>

Tabla 2. Actividades colaborativas implementadas por los servicios del sistema ACADOO.



Figura 3. Colaboración entre dos estudiantes para resolver el caso de estudio de compraventa.

tor cajero interviene en la compra de productos. Una vez que Claudia recibe la pregunta, expone inmediatamente sus argumentos desde su estación de trabajo. El sistema ACADOO envía la información sobre la interacción de estos dos estudiantes al maestro. Así el maestro contará con información para realizar una evaluación basada en la experiencia de los estudiantes adquirida fuera de la sesión de clases.

CONCLUSIONES

El objetivo del modelo conceptual para el aprendizaje colaborativo del ADOO aquí propuesto es ofrecer una alternativa para superar los problemas del aprendizaje tradicional del ADOO, logrando los siguientes resultados: 1) consolidar las habilidades y actitudes de los estudiantes para analizar, discutir y defender propuestas dentro de un equipo del ADOO; 2) motivar a los estudiantes a desarrollar su propia experiencia en el ADOO; 3) los cursos presenciales de ingeniería de *software* orientado a objetos son tomados en cuenta; 4) el ritmo de aprendizaje está fijado en función de la participación de los estudiantes en las actividades del ADOO coordinadas por el maestro; 5) los resultados obtenidos son resultado de la creatividad de los estudiantes y no exactamente de lo solicitado por el maes-

tro; 6) el maestro puede evaluar la participación de trabajo en equipo de cada uno de los estudiantes; 7) disponer de recursos en línea actualizados para dar un mejor soporte a la colaboración entre los estudiantes y el maestro, y 8) formar profesionistas actualizados en el desarrollo del software.

Un medio factible para poner en práctica los aspectos anteriores es el ambiente colaborativo ACADOO, el cual ofrece apoyo a los estudiantes de nivel licenciatura particularmente en la gestión de la resolución de problemas de desarrollo de *software* orientado a objetos. El sistema permite también integrar las experiencias exitosas de desarrollo de *software* que han tenido lugar en la industria con base en el paradigma orientado a objetos. El sistema asiste también al instructor del curso, particularmente en las actividades de asesoría y evaluación de los estudiantes. *a/*

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Asociación Nacional de Informática y Computación (ANIEI) (2002) "Modelos curriculares nivel licenciatura".
- Booch, Grady (1994) *Object-oriented analysis and design with applications*, Addison-Wesley Longman.
- Cybulski L. Jacob y Tanya Linden, "Learning systems design with UML and patterns", en: *IEEE, transaction on education*, vol. 43, núm. 4, noviembre de 2000.
- Díaz Barriga, Frida y Gerardo Hernández Rojas (1998) *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo: una interpretación constructivista*. Mc. Graw Hill.
- IEEE Computer Society (2001) *Computing Curricula 2001*, *Computer Science*, pp. 1-224.
- Kolodner, Janet L., David Crismond, Jackie Gray, Jennifer Holbrook y Sadhana Puntambekar (1998) "Learning by Design from Theory to Practice. Proceedings of ICLS-98". Atlanta, Georgia: EduTech Institute and College of Computing, Georgia Institute of Technology.
- Koschmann I., T. (1996) *CSCL: Theory and Practice of an Emergin paradigm*. Mahaw, Nueva Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Larman, Craig (1999) *UML y patrones: Introducción al análisis y diseño orientado a objetos*. México: Pearson Educación.
- Pressman, Roger (2002) *Ingeniería de Software*, quinta edición. Madrid: Mc. Graw-Hill.
- Quatrani, Terry (1997) *Visual modeling with Rational Rose and UML*. Reading, Massachusetts: Addison Wesley.
- Rumbaugh, J., M. Blaha, W. E. F. Premerlani y W. Lorenson (1991) *Object-Oriented Modeling and Design*. Englewood, Cliffs, Nueva Jersey: Prentice Hall.
- Weinberg, Gerald M. (2002) *An Introduction to General Systems Thinking*. Nueva York: Dorset House Publishing Company.