

Creación de entornos de aprendizaje en mundos virtuales

Guillermo Aguirre
Universidad Nacional de San Luis - LIDIC
gaguirre@unsl.edu.ar

palabras clave: entornos de aprendizaje inteligentes, MOO, interfaces de usuario, agentes computacionales.

1 abstract

Como una nueva alternativa educativa se han comenzado a desarrollar entornos de aprendizaje en los cuales los estudiantes puedan trabajar libremente con diversos recursos similares a los disponibles en las experiencias reales. Este artículo propone una serie de consideraciones beneficiosas al momento de realizar el diseño de estos entornos.

El entorno debiera incentivar el trabajo colaborativo en la resolución de problemas, a fin de propiciar un nivel de aprendizaje que abarque el razonamiento no sólo sobre el problema sino también sobre las estrategias empleadas para resolverlo. La comunicación entre los integrantes de un grupo debe estar garantizada. Una herramienta de software que permita conseguir buena comunicación basada en texto son los MOO's. Estos entornos virtuales brindan recursos para crear ambientes en los cuales los estudiantes pueden sumergirse y experimentar. Entre los usuarios y las experiencias de aprendizaje se ubica un elemento muy importante: la interfaz. Su función principal es permitir que los usuarios obtengan el máximo beneficio del entorno de aprendizaje.

Para esto es necesario considerar cierto grado de inteligencia en la interfaz, aquí se describen algunas experiencias en el empleo de agentes computacionales. Estas experiencias sirven como modelo para definir el papel que han de jugar los agentes en la interacción con los usuarios. La sección 2 presenta las razones que motivan la creación de entornos de aprendizaje. En la sección 3 se hace una reflexión a cerca del papel que juega el sistema de computación en esta particular clase de CSCL. Las tres secciones siguientes están destinadas a los recursos de software que se combinan para desarrollar entornos de aprendizaje: los MOO's[1], los agentes computacionales y las interfaces de usuario. Finalmente se presenta, junto con las conclusiones, una comparación entre la experiencia de desarrollar circuitos digitales en un laboratorio real y en un entorno de aprendizaje.

2 Motivaciones para crear entornos de aprendizaje

Muchas veces las experiencias de aprendizaje son desarrolladas de manera insensible a las particularidades de cada estudiante y entonces la riqueza formativa existente en numerosos ejercicios prácticos no

pueden ser aprovechadas por todos los estudiantes debido a que se encuentran con barreras, para ellos, difíciles de superar.

La primera de estas barreras son los enunciados, muchas veces estos no cuentan con una adecuada introducción en la temática que permita a los estudiantes orientarse a cerca del objetivo de los ejercicios y muchas veces les resulta difícil relacionarlos con los temas desarrollados en las clases teóricas o con la bibliografía disponible. Algunos supuestos considerados al plantear los ejercicios prácticos no se corresponden con la realidad, existen diferentes interpretaciones por parte de los estudiantes, cada una generada por diferentes razones. Cada uno de ellos posee una particular visión según sus conocimientos previos, la profundidad alcanzada en el análisis de dichos temas, su capacidad para relacionarlo con conocimientos adquiridos en otras materias o en años anteriores. Es conveniente dejar explícitos los detalles ya que en otro caso se cae en supuestos semejantes a los que llevan a asumir que cualquier persona puede utilizar una canilla de agua estándar. Pero no todos los países acostumbran usar la canilla izquierda para el agua caliente, además existen algunas que se abren al revés que lo usual. Todo esto debe hacernos pensar sobre la necesidad de hacer una adecuada presentación de los enunciados prácticos en que se describan claramente los objetivos que el alumno debe alcanzar.

Otra barrera la representa la clásica organización de los prácticos siguiendo un orden de complejidad creciente. Esta modalidad impone una secuencia de resolución en la cual las precondiciones de ciertos ejercicios son los objetivos de alguno anterior. Pero, ¿qué sucede si la escalera se rompe en algún punto y los estudiantes no logran las destrezas esperadas?. Probablemente los restantes peldaños le resulten aún más difíciles.

Estas barreras dificultan el desarrollo de verdaderos aprendizajes y crean una mayor dependencia con el docente. Las dificul-

tades presentadas en esta sección no son nuevas y se han buscado distintas alternativas para generar diversas alternativas que se presenten claras, sin estas barreras.

2.1 Sistemas tutoriales inteligentes ITS

Estos sistemas tienen por objetivo hacerle sentir al estudiante que tiene permanentemente a su lado un docente que lo irá guiando durante el desarrollo de las diversas experiencias de aprendizaje, retomando aquellos aspectos que no han sido adecuadamente aprendidos. Al mismo tiempo estos sistemas van recolectando diversa información sobre el desempeño del usuario, a fin de poder elaborar un diagnóstico final sobre la calificación del estudiante. Estos sistemas han ido incluyendo desarrollos del campo de la Inteligencia Artificial (IA), por ejemplo cuando algún tema debe volver a verse se lo presenta de una manera diferente a la original, haciendo referencias a bibliografía que puede ser consultada o sitios de Internet que pueden ser visitados. Pero los avances conseguidos en la creación de ITS's evolucionan muy lentamente debido a que los progresos están condicionados a las mejoras que puedan ser conseguidas en otras ciencias como IA y ciencias cognitivas. Los ITS requieren conseguir buenos modelos para representar las distintas clases de estudiantes, los aportes en este sentido provienen de la IA. Además como la mejor manera de aprovechar cualquier recurso es conociendo en detalle su funcionalidad, son fundamentales los aportes de las ciencias cognitivas a fin de hechar luz sobre cuales son los mejores caminos para que los usuarios logren un verdadero aprendizaje. El empleo de ITS en educación ha mostrado ser conveniente, pero sin lugar a dudas los resultados alcanzados pueden mejorarse. Una propuesta en este sentido consiste en proveer una interfaz

gráfica a los sistemas tutoriales [12]. Pero los ITS adolecen de un problema de concepción ya que el papel de los estudiantes es esencialmente pasivo, el usuario recibe información y ocasionalmente le toca el turno para actuar. Son numerosas las teorías que promueven un papel activo de los estudiantes en el aprendizaje, deben salir a conseguir el conocimiento. Bajo esta concepción se han desarrollado numerosos [15] [\[http://www.daedalus.com/net/moolist.html\]](http://www.daedalus.com/net/moolist.html) ambientes exploratorios en los cuales existen herramientas de experimentación.

Las dificultades que se han presentado en esta sección en relación al uso de prácticos y ITS están relacionados por un exceso de instrucciónismo o la pretensión de transmitir enseñanza en lugar de propiciar que cada estudiante construya su propio conocimiento. Mientras que en los entornos de aprendizaje "el objetivo es enseñar de manera que se produzca el mayor aprendizaje con el mínimo de enseñanza"[13]

3 ¿Que papel deben desempeñar los recursos computacionales en la resolución colaborativa de problemas?

Para analizar el papel que debe jugar la computadora en una situación de colaboración, podemos comenzar haciendo algunas consideraciones sobre el modo en que las personas actúan cuando trabajan cara a cara en la resolución de problemas. El verdadero trabajo conjunto surge a partir de avanzar sólo si hay un común entendimiento en los pasos dados previamente, esta forma de trabajo es comparable a una conversación, que va progresando a medida que los

participantes consiguen crear y mantener una base de conceptos con significación compartida. Nuestras conversaciones normalmente no consisten de una sucesión de comentarios sin conexión, sino podrían ser algo no racional. Quienes se involucran en una conversación procuran componer sus esfuerzos de manera cooperativa para conseguir algún entendimiento. Cada participante reconoce en ellos en algún grado un propósito o conjunto de propósitos en común o al menos una dirección mutuamente aceptada.

Otro punto a tener en cuenta es la ocurrencia de errores, cuando algún problema ocurre los participantes vuelven poner en discusión el punto conflictivo, y un nuevo diálogo se genera hasta superar ese punto y lograr así un nuevo aprendizaje. Esta forma de trabajo, basada en la conversación, difícilmente puede ser lograda con el estado actual en ciencias de la computación. Algunas experiencias en esta dirección emplean agentes inteligentes que al interactuar con los humanos van logrando destrezas y una mayor aceptación.

¿Debe ser la aplicación, en este caso el entorno de aprendizaje(EA), el responsable de permitir que los usuarios consigan trabajar de manera colaborativa.? No, esta es una tarea de la interfaz de usuario. Nuevas tendencias en HCI procuran conseguir una comunicación basada en conversación como la necesaria para el trabajo colaborativo[3]. La utilización de este tipo de interfaces inteligentes como un front-end de un EA desarrollado en un entorno virtual basado en texto son las herramientas de software con las cuales se pueden crear experiencias de aprendizaje colaborativo[2].

En la figura se muestra como se combinan los diferentes elementos en juego. El núcleo del EA existe dentro del MOO, aquí es donde los estudiantes entran la descripción de las experiencias. El MOO sirve también como lugar de encuentro

y diálogo. Otras aplicaciones específicas para el tipo de experiencia de aprendizaje, completan los elementos que conforman el entorno de aplicación. Estas aplicaciones sirven como herramienta adicional y canal paralelo ¹ de la tarea colaborativa que se desarrolla principalmente como una conversación sobre el MOO.

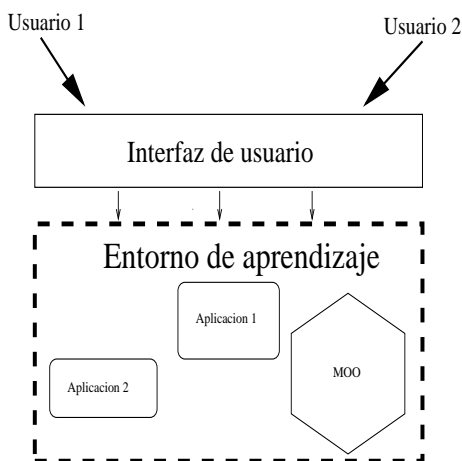


Figure 1: Elementos del entorno virtual

La interfaz de usuario es encargada de coordinar las actividades que se van desarrollando tanto en el MOO como en las aplicaciones involucradas. Se pueden identificar dos clases principales de tareas: administración y supervisión. Las tareas de administración incluyen por ejemplo presentar la misma ventana de la aplicación a todos los integrantes del grupo colaborativo. Como supervisor debe analizar la comunicación entre los miembros del grupo para facilitar la colaboración. Esta capacidad ha de ser alcanzada con la incorporación de agentes computacionales en la interfaz.

¹dos personas se comunican no solo con palabras, también hay gestos, y conductas que las complementan

4 Mundos virtuales: los MOO's

Un MUD (Multi-User Dungeon) es una realidad virtual accesible a través de una red de computadoras, con múltiple participantes, capaz de soportar un número creciente de usuarios con una interfaz enteramente textual. Los MUD y MOO son una mejora de la migración de los juegos de representación de roles tal como Dungeons and Dragons al entorno de Internet. En esta clase de juegos los participantes eligen un personaje y crean mundos de texto imaginarios, las primera versiones de estos juegos son de los años 1978-1979. La transformación del juego hasta los MOO's actuales se inició quitando los monstruos y las espadas e incorporando un simple lenguaje de programación mediante el cual los participantes pudieran extender el mundo virtual. Cada entorno virtual es creado para trabajar sobre una temática en particular; las tareas que en ellos se desarrollan tienen motivaciones sociales y generalmente serias para que la gente de un campo específico pueda encontrarse y estar en contacto con sus pares.

4.1 ¿Cómo se trabaja en los MOO?

La clase de mundo virtual presentado, tiene capacidad de almacenamiento, recuperación y procesamiento de información. Siguiendo los criterios usados en HCI son clasificados como sistemas de escritorio, en el que sólo son necesarios un teclado y una pantalla, a diferencia de los sistemas de inmersión, en los que se emplean guantes y cascos[14]. Desde el punto de vista computacional los MOO consisten de dos elementos principales: un programa encargado de todos los detalles, como la entrada y salida de los usuarios por Internet, análisis de las líneas que se

ingresan, llevar a cabo los comandos, etc., llamado el server y el otro elemento es una base de datos que almacena todo aquello que conforma el MOO. Todo lo que existe dentro de un MOO son objetos computacionales. Los usuarios, los cuartos (rooms), las entradas y las salidas, los editores son todos objetos. Cada objeto tiene asignado un número que lo identifica, por lo que es posible hacer referencia a un objeto por su nombre o por su número asignado. Generalmente las referencias al número de un objeto anteponen un símbolo #, así un objeto genérico puede ser referenciado como #521. Originalmente existen unos pocos objetos a partir de los cuales se crean todos los demás, los hijos son especializaciones de sus padres así todos los objetos tienen un tronco común. Los usuarios pueden crear nuevos objetos para ir construyendo su propio mundo, otorgándoles determinadas características. Los objetos tienen asociados *propiedades y verbos*. Las propiedades son valores almacenados junto al objeto y son usadas para describir físicamente al objeto. Los verbos son pequeños programas asociados con los objetos, son acciones que involucran al objeto en cuestión. Por ejemplo una propiedad de un objeto pelota puede ser su color y un verbo puede ser tomarla. Los nuevos objetos creados a partir de uno previo heredan de este último las propiedades y los verbos. El MOO se construye principalmente agregando nuevos cuartos y pasajes entre los cuartos, estos pasajes son las salidas y permiten moverse de un cuarto a otro. Un usuario puede crear su hogar con varios cuartos conectados: un cuarto de recepción con salida hacia hogar, un cuarto de cocina con salida a hogar y hacia un patio, un cuarto de laboratorio, etc. Cada uno de esos cuartos tendrá su correspondiente descripción y algunos objetos dentro. Los visitantes conseguirán la descripción del cuarto y de los objetos que allí estén, pudiendo operar sobre estos últimos por

medio de los verbos que tengan definidos.

El núcleo del EA existirá dentro del MOO. Los integrantes del grupo se mantendrán en contacto a través del MOO, mediante diálogos o bien dejándose mensajes. Todas las tareas de control de permisos ya son provistas por el server del MOO, lo mismo que la supervisión de los derechos que cada usuario tiene sobre los distintos objetos que existen dentro del MOO[4]. En general los estudiantes harán uso de los recursos sin modificarlos, mientras que los creadores tendrán todos los derechos. Un cuarto puede ser destinado a contener explicaciones y ayudas sobre los objetos que allí están disponibles, algunas tareas propuestas, descripción de las otras aplicaciones que deben emplearse como herramientas. Así los usuarios podrían tener ayuda de la propia aplicación o desde el MOO.

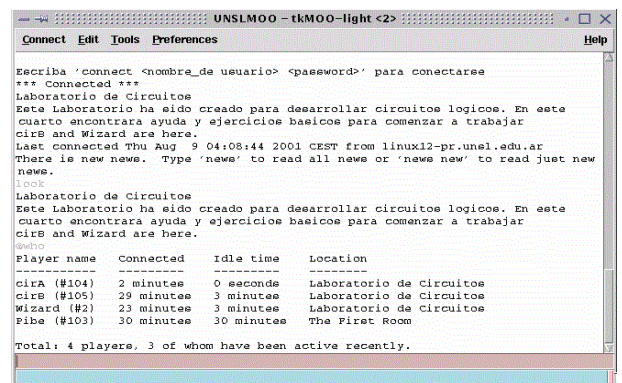


Figure 2: ventana de usuario en UNSLMOO

5 Ejemplos del uso de agentes en MOO's

Existen diferentes usos para los agentes computacionales, en esta propuesta los agentes forman parte de la interfaz pero consiguen información principalmente desde el MOO. Debido a que los agentes estarán mirando sobre el hombro del usuario

mientras realiza sus tareas se debe tener cuidado en la interacción humanoagente.

Para asegurar que estas tecnologías arriben sin complicaciones, hay dos aspectos relevantes. Un tema tiene que ver con lo que la gente siente sobre los agentes y el otro es el grado de conformidad y aceptación de sus acciones automáticas y autónomas. Algunos de los aspectos que deben ser considerados son[10]:

- **Garantizarle a la gente que tiene el control:** las acciones peligrosas o no deseadas no serán tomadas sin el consentimiento explícito del usuario y debe ser siempre posible seguir hacia atrás la secuencia de acciones y deshacer las que parezca no ser confiables.
- **El estilo de interacción humano-agente:** Como la confianza del usuario se incrementa también lo hará el bien estar y aceptación de la gente. El usuario por lo tanto deberá poder cambiar la cantidad y características del feedback exigido por el usuario, llevándola a algún nivel mínimo.
- **Contar con vallas** que prevengan que las computaciones se escapen de las manos
- **Proveer expectativas reales:** Muchos esperan demasiado de los agentes, esto es en parte por el entusiasmo natural de los investigadores quienes vislumbran muchas posibilidades y se imaginan un mundo de acciones perfectas y completas. En parte también es el resultado de la tendencia de la gente a antropomorfizar - ver atributos humanos en cualquier acción en la que aparezca una pizca de inteligencia.

- **Ocultar la complejidad y al mismo tiempo transparentar las operaciones:** los agentes ofrecen la posibilidad de proveer asistencia amigable tan gradualmente que los usuarios ni necesiten estar confiados, como las partes de los automóviles modernos que requieren intervención humana y que muchos de nosotros preferimos olvidar. Los agentes prometen ocultar complejidad, haciendo acciones que no tendríamos o preferiríamos no hacer nosotros mismos.

Para lograr tener una idea más concreta de la funcionalidad esperable de los agentes en el ámbito de los MOO, es conveniente considerar dos ejemplos.

En [6] se introduce una clase especial de agente: los agentes observadores. Estos agentes se dedican a recolectar información generada desde la interacción entre pares de colaboradores involucrados en una tarea de trabajo en equipo. Los observadores rescatan los aspectos más destacados de la información recolectada para que el tutor pueda monitoriar el trabajo de los usuarios, o bien para que los mismos usuarios puedan razonar sobre la estrategia que están usando. Una serie de siete observaciones son reportadas en el artículo: Existe una relación entre la persistencia de la información comunicada y el medio usado para transmitir dicha información, en base a esa información el agente debiera anticipar el medio más adecuado de acuerdo a la información que es comunicada[9]. Dejar bien establecido las concepciones previas para ambos. Determinar que puede ver el otro de acuerdo a su posición. Las acciones dentro del MOO son interpretadas como respuesta a una propuesta. Las distintas etapas que intervienen en la resolución del problema usan distintos medios para establecer la comunicación, incluso hay casos en donde para una función se comenzó con un medio y luego se cambió a otro. El contexto que es compartido por los pares se

mantiene durante el desarrollo de la experiencia. Considerando las particulares características que tienen los diálogos en un MOO, es necesario que el agente mantenga para cada conversación un contexto diferente, a fin de facilitar la comprensión de dichos diálogos.

Los requerimientos para este tipo de agentes no se limitan a su capacidad para razonar sobre la resolución del problema sino también en conseguir una adecuada comunicación entre los pares. Es decir, construir un entendimiento tanto en la resolución del problema como en la forma de trabajar. Una determinada forma de trabajar está asociada con un determinado tipo de comunicación.

En el caso de Cobot[7] la finalidad del agente es recolectar información relacionada con estadísticas sociales dentro de LambdaMOO. Cobot recolecta información sobre la cantidad de gente con la que interactúa un usuario, cuáles son los comandos más usados por un usuario, quienes son los usuarios más populares, etc. Quizás el aspecto más destacado de la incorporación de este agente ha sido el cambio que generó en el comportamiento social de toda la comunidad. Generalmente el agente reside en un lugar público y los usuarios se aproximan a Cobot para consultarle sobre el estado del mapa social. El agente mismo ganó notable popularidad en la medida que desarrolló nuevas destrezas. Muchos players se aproximaron a Cobot para ponerse al tanto de su posición en el ranking de popularidad y muchos se aproximaron a él atraídos por sus inteligentes diálogos, generados a partir de documentos públicos. Cobot, al igual que muchos otros objetos en los MOO, procura cooperar en mantener bajo el nivel de ruido en los lugares públicos, por eso sus respuestas son susurradas al oído de quien lo requiere y cuenta con un método asociado que permite mantenerlo en silencio por una cantidad aleatoria de tiempo. Quizás es posi-

ble encontrar dos parámetros de las características que se esperan en los agentes que habitan esta clase de entornos: que desarrollen una función beneficiosa para la comunidad y que se ajusten a las reglas que regulan la convivencia en esta clase de entornos. En un esfuerzo por mejorar la adaptación de Cobot a su entorno se le ha incorporado capacidad de aprender las preferencias de los usuarios [8], en este caso el aprendizaje se realiza mediante la técnica de aprendizaje por refuerzo. Cobot es entrenado mediante castigos y recompensas que los usuarios le otorgan de acuerdo a su comportamiento para adecuarse a las preferencias de cada uno.

Desde el punto de vista de la implementación ambos agentes son implementados fuera del server, externamente se hace el procesamiento y se almacena la información, del interior del MOO se exporta información al agente. Todos están de acuerdo que una de las principales características requerida de los agentes de interfaz es que se adapten a las formas de trabajo. Por un lado es necesario que cada usuario se sienta cómodo con el desempeño de la interfaz y por otro que con el tiempo llegue a confiar en ella [11]. Para alcanzar este desempeño es indispensable que la interfaz pueda aprender las preferencias del usuario. Las fuentes de dicha información de preferencia pueden ser varias. Esta capacidad de aprendizaje puede ser utilizada no sólo en lo referente a preferencias de usuario sino también para aprender sobre características del problema o aplicación concreta en la que se está trabajando y finalmente aprender de otros agentes que conformen el entorno.

6 Una interfaz que facilite la resolución colaborativa

La interfaz tiene la difícil tarea de facilitar al usuario el empleo y manipulación de los recursos provistos por los sistemas computacionales. Esta tarea se basa, esencialmente, en el intercambio del conocimiento que resulta del procesamiento de información. Para alcanzar este objetivo es imprescindible elaborar un modelo cognitivo del usuario que permita predecir y hacer inferencias sobre su comportamiento. Los modelos cognitivos de la psicología cognitiva en los años 60 y 70 se basaron principalmente en los modelos creados en aquellos años para el procesamiento de información en el hombre. Una nueva tendencia se ha venido utilizando desde los años noventa, denominada conocimiento distribuido. Este marco teórico considera una visión más amplia que los modelos mencionados anteriormente, e incluye consideraciones sobre la distribución del conocimiento entre los individuos involucrados en una tarea conjunta y considera el contexto de trabajo en el cual se desarrollan las tareas. En estos casos se habla de sistemas funcionales[14], compuestos por los actores humanos ², los sistemas computacionales y sus relaciones. La interfaz juega el rol de coordinador del sistema funcional. Esta visión ampliada ha permitido que los aspectos socio culturales sean considerados al desarrollar entornos de aprendizaje[5]. Las primeras experiencias de la introducción de las computadoras en las aulas ha reforzaron también la consideración de los aspectos sociales ya que debido a que en cada clase habían más alumnos que computadoras fue necesario que los estudiantes trabajaran en grupos. Se puede decir que existen tres niveles de

²un término que refleja una concepción más activa del usuario

consideración de los aspectos sociales.

- La interacción usuario-usuario, ya sea que la interacción ocurra frente a una terminal de computadora o a través de una red computacional, el sistema influye directamente en esta interacción.
- La relación usuario-diseñador: la forma en que el usuario realiza su tarea es claramente influida por las herramientas que el diseñador del sistema puso a disposición de los usuarios.
- Interacción usuario sistema: cuando el sistema cumple un rol social como enseñar debe ser adecuadamente diseñado para que logre una internalización comparable a la lograda en la interacción estudiante-tutor.

Estos aspectos sociales proporcionan conceptos que han de ser considerados al desarrollar los entornos de aprendizaje inteligentes. Algunos de estos conceptos de la aproximación socio-cultural son

- **Zona de desarrollo cercana (zone of proximal development - zpd)** es el espacio donde se ubican aquellos problemas que el alumno solo logra resolver con la asistencia de un tutor o un compañero con más conocimientos.
- **Scaffolding** es el proceso de asistir al estudiante con la ayuda necesaria para que pueda resolver problemas ubicados en la zona de desarrollo cercana.
- **Fading** es la etapa en la que la asistencia gradualmente va decreciendo hasta que el estudiante puede resolver el problema por su cuenta.

Estos conceptos deben ser tenidos en cuenta al momento de diseño del ILE. Es necesario asegurar que el ILE alcance un

nivel mínimo de interés durante scaffolding y fading, ya que debajo de ese nivel el estudiante pierde interés en el trabajo con el entorno.

Para conseguir este último objetivo es necesario hacer un análisis del comportamiento del usuario; esta es tarea de los agentes de interfaz.

7 Situaciones reales y virtuales

La cátedra Arquitectura del procesador de la carrera Lic en ciencias de la computación en la Universidad Nacional de San Luis ha desarrollado un laboratorio de circuitos digitales en el cual los alumnos pueden experimentar en la construcción de circuitos. El laboratorio está formado por unos 30 tableros sobre cada uno de los cuales se pueden disponer hasta 15 plaquetas con elementos electrónicos de diferentes características. Ver Fig 3. Hay tres clases de plaquetas: llaves (switches) de entrada, luces (leds) de salida y compuertas. Todas las plaquetas tienen los conectores macho necesarios para permitir establecer conexiones entre ellas mediante cables provistos en sus extremos con conectores hembra. Las plaquetas con compuertas contienen un circuito integrado de tecnología TTL y un circuito impreso que conecta los pines del CI con los conectores por los cuales llegan las señales de entrada a las compuertas del CI. Fueron construidas una diversidad de plaquetas para contar con las compuertas lógicas más empleadas: AND, OR, NAND, XOR, NAND, NOR. Los tableros son alimentados con energía mediante una batería de 9v y a través de cables se distribuye para alcanzar a todas las plaquetas que se coloquen sobre el tablero.

El objetivo perseguido fue brindar a los alumnos la posibilidad de trabajar directamente con circuitos lógico y verificar

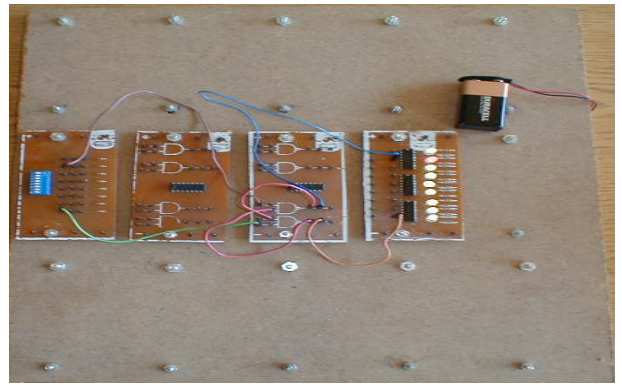


Figure 3: Implementación real de un Flip-Flop RS

el funcionamiento real de los mismos, una experiencia mucho más concreta que trabajar sobre papel. Es notable el grado de motivación que despierta en los estudiantes una aproximación tan cercana con los componentes electrónicos. La realización de cada ejercicio práctico se vio enriquecida con aspectos propios de la construcción de circuitos reales. Por ejemplo procurar utilizar un número determinado de compuertas tal que reduzca la cantidad de plaquetas sobre el tablero o encontrar la forma de proveer la entrada correcta en la pata sobrante ³ de alguna compuerta.

La alternativa virtual por su parte utiliza un MOO y una aplicación estándar para realizar circuitos simples, klogic, ver Fig 4. Las experiencias a realizar y la ayuda necesaria se encuentran en el MOO. Klogic permite desarrollar el trabajo con una serie de facilidades como encapsulación de sub-circuitos, para ser desarrollados separadamente. Sin dudas es importante contar con la facilidad de una herramienta que funcione como soporte de ayuda pero la discusión principal se desarrolla sobre el MOO en forma de conversación.

La alternativa virtual no ha sido empleada masivamente con alumnos en espera de implementar facilidades para compar-

³una compuerta NAND de tres entradas puede reemplazar a una NAND de dos entradas, poniendo una de sus entradas en uno

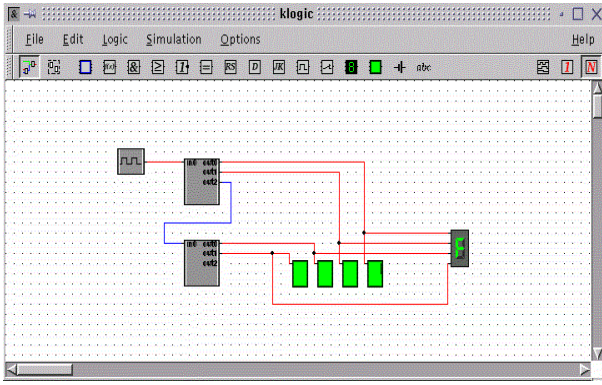


Figure 4: implementación virtual de un contador módulo 16

tir la ventana de trabajo entre los miembros del grupo colaborativo. Una posibilidad algo restringida es que cada usuario corra la aplicación y acceda a los archivos en forma compartida, manteniendo la coordinación de la actualización del archivo mediante diálogos en el MOO.

Durante el trabajo en el laboratorio real se han presentado una serie de inconvenientes. Los elementos con los que se desarrollan los ejercicios ocasionalmente presentan un mal funcionamiento. Las razones pueden ser varias: mal contacto de los cables, leds quemados, switches dañados, CI quemados, problemas de alimentación, etc. Debido a la variedad de estas razones, muchas veces es difícil determinar el origen del problema. Es importante destacar el gran esfuerzo que implica la creación de los elementos que conforman el laboratorio. El diseño y posterior impresión de los circuitos sobre las plaquetas, la colocación de los conectores para los cables, soldar el CI, colocación de los conectores en los cables, armado del tablero, etc. demandan muchas horas de trabajo. Todas estas tareas han sido hechas por los mismos docentes en procura de reducir los gastos.

Las experiencias reales y las virtuales presentan varias ventajas y desventajas, un análisis que determine cual de las dos alternativas es la más conveniente está fuera de los objetivos de este artículo.

El aspecto más destacado de la propuesta virtual es que un entorno de aprendizaje como el propuesto permitiría crear nuevas experiencias sobre otras temáticas empleando muchos de los recursos usados en otras experiencias similares. La posibilidad de establecer comunicación entre estudiantes y con los docentes sin necesidad de coordinar lugares ni horarios de encuentro.

8 Referencias

- [1] Aguirre, G. y Lucero, Margarita "Aprendizaje en entornos virtuales basados en texto" Congreso de Informática en la Educación Superior. La Habana Cuba 2001
- [2] Buiu, Catalin y Aguirre, Guillermo. Learning interface for collaborative problem solving. Advanced Research in computers and communications in education, 1999
- [3] Brennan, Susan E. Conversation as Direct Manipulation. Readings in HCI. Editado por Baecker, R Gruding J, Buxton W. Greenberg S. Morgan Kaufman 1995
- [4] Bruckman, Amy Programming for fun ..1994. <http://www.cc.gatech.edu/~asb/papers/index.html#NECC>
- [5] Dillenbourg, Pierre. Distributing cognition over humans and machines
- [6] Dillenbourg, P., Jermann, P., Buiu C., Traum, D. and Schneider D. (1997) - "The design of MOO agents: Implications from an empirical CSCW study. Proceedings 8th World Conference on Artificial Intelligence in Education, Kobe, Japan.
- [7] Isbell, Charles. Cobot in LambdaMOO: a social statistics agent
- [8] Isbell, Charles. A social reinforcement learning agent
- [9] Jermann, P. and Schneider, D.

(1997) - "Semi-structured interface in collaborative problem-solving". First swiss workshop on distributed and parallel systems, Lausanne.

[10]Norman, Donal A. How Might People interact with agents. CACM Vol 37 Nro 7. July 1994

[11]Maes, Pattie Agents that reduce work and information overload CACM Vol 37 Nro 7. July 1994

[12]McArthur David , Matthew Lewis, and Miriam Bishay. - The Roles of Artificial Intelligence in Education: Current Progress and Future Prospects. - [http://www.rand.org/hot/mcarthur /Papers/role.html](http://www.rand.org/hot/mcarthur/Papers/role.html).

[13]Papert, Seymour. La máquina de los niños. Paidós Contextos. 1995

[14]Preece, Jenny. Human-computer interaction Addison-Wesley 1994

[15]Suthers Daniel D. Computer Aided Education and Training Initiative 1998.
<http://advlearn.lrdc.pitt.edu/advlearn/papers/FINALREP.html>.