

USO DE GRAFOS PARA EL MODELADO DE EXPERIENCIAS EDUCATIVAS COLABORATIVAS BASADAS EN LA WEB

Norma MORONI – Perla SEÑAS

[psenas/nem]@cs.uns.edu.ar
Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Informática y Educación (LIDInE)
Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación
Universidad Nacional del Sur - Bahía Blanca

Resumen

La educación basada en la Web introdujo nuevas variaciones en los modelos y supuestos de la educación formal. El aprender a aprender, las comunidades de aprendizaje, la formación continua, el aprendizaje autónomo, el colaborativo y la promoción de un auténtico interés en el alumno han adquirido una renovada relevancia. A ello se agrega la cognición e información situada, así como la inteligencia distribuida, procesos que permiten que solidariamente se aborde la identificación de problemas y la planeación y ejecución colectiva de las opciones más productivas de solución a los mismos. Todo ello presiona para la definición de un nuevo paradigma educativo en el que las Ciencias de la Computación y las Ciencias de la Educación tienen aún mucho que aportar. Permanentemente se buscan superaciones tecnológicas para poder diseñar y fundamentalmente mantener ambientes de aprendizaje personalizados, con contenidos y materiales apropiados para las aspiraciones y necesidades de cada uno. En tal sentido se presenta en este trabajo una forma de modelar, a través del uso de grafos, la organización de una comunidad educativa colaborativa mediada por la Web. Ello permite aprovechar conceptos y algoritmos propios de estas estructuras para la reorganización automática de la comunidad educativa que participa de la experiencia.

Palabras Clave: aprendizaje basado en la Web – aprendizaje colaborativo - modelado - grafos

1. Introducción

La educación formal, interpretada como acto de aprender, como acción y efecto de enseñanza y aprendizaje ha ido cambiando a través del tiempo. Se ha modificado la metodología de enseñanza basada en teorías psicopedagógicas que fueron progresando y evolucionando a través del tiempo. Esa evolución se produjo en forma continua. No obstante, se ha percibido desde hace unos años una decadencia progresiva en el resultado obtenido. Esta decadencia se ha adjudicado a distintos factores, no sólo educativos sino también sociales y económicos. La brecha entre la escuela y la sociedad se hizo cada vez mayor; mientras la escuela se queda en el tiempo la sociedad corre tras la vorágine de las tecnologías. Existe una nueva generación de personas que nace junto y por lo tanto familiarizada con el medio tecnológico. No sólo se piensa en los cambios a nivel escolar elemental, sino que el movimiento social hace que el mundo con posibilidades de aprender lo haga en forma permanente. Los avances en las ciencias y en las tecnologías de todo tipo hacen que los profesionales necesiten actualizarse, alcanzar nuevas competencias. Las tecnologías informáticas y de las comunicaciones (TICs) ofrecen posibilidades para facilitar el acceso al aprendizaje. Se pueden encontrar en la Web, muchísimos cursos que ofrecen formación para cada especialidad y portales que acercan las facilidades de la tecnología para lograr que el usuario acceda a la información, interactúe con otros usuarios y con docentes. No se presenta ya el e-learning como una mejora de la educación formal presencial, sino como una posibilidad de enseñar y de aprender distinta. Se constituye a veces como un complemento de la modalidad tradicional, en otras como una alternativa y hasta en ocasiones como la única opción posible, [1].

2. Experiencias educativas basadas en la Web

Cuando se plantea una experiencia educativa es importante comenzar identificando las entidades relevantes, tales como actores, objetos y relaciones. En la mayoría de los cursos on line, sobre todo cuando se busca conformar comunidades de aprendizaje, existe la necesidad de relacionar a cada alumno con:

- el material de estudio.
- el docente on line (DOL)
- el o los moderadores on line (MOL)
- uno o más alumnos on line (AOL) que realizan el curso

Cada AOL debe tener posibilidad de:

- Acceder al material de estudio en cualquier momento.
- Obtener evaluaciones continuas de su progreso
- Ampliar el tema desarrollado
- Elegir un grupo de trabajo
- Elegir a otro AOL para una interacción más intensiva

El DOL debe tener la posibilidad de:

- Determinar el material de curso
- Evaluar la interacción de los moderadores con los AOLs y de los moderadores entre sí.
- Monitorear y evaluar el curso estableciendo parámetros de éxito y fracaso.

El MOL debe tener la posibilidad de:

- Interactuar con los AOLs.
- Interactuar con los otros moderadores.
- Interactuar con el docente.
- Detectar posibles deserciones y aplicar estrategias para evitarlas.
- Evaluar continuamente la actividad, los momentos de comunicación, la calidad de intervención, los resultados obtenidos y el aprendizaje de cada alumno.

La educación formal a distancia es factible, pero tiene implícita una nueva forma de comunicación educativa que requiere de un análisis, revisión, evolución y generación de nuevas teorías psicopedagógicas que posibiliten un mejor aprovechamiento de los medios para lograr un beneficio significativo en los actos de enseñar y de aprender. La diagramación del curso es fundamental. Se debe contar con un entorno de software que permita al AOL conformar comunidades de aprendizaje, someterse a evaluaciones continuas que lo ayuden a percibir la construcción de su propio conocimiento. El avance del curso se deberá registrar para que los moderadores puedan realizar el seguimiento de cada AOL en particular y de la comunidad en general.

Todo se produce en línea, aún las comunicaciones asincrónicas. Éstas son tan importantes como las sincrónicas. Las comunicaciones asincrónicas no tienen una dependencia temporal, se pueden realizar en cualquier momento, pero son unilaterales. El e-interlocutor no siempre está presente en el instante en que se le es enviado un mensaje, como para responder inmediatamente. Las comunicaciones sincrónicas facilitan la comprensión y el entendimiento entre los pares, son bilaterales o multilaterales, pero deben realizarse en un intervalo de tiempo determinado. Resulta en muchos casos difícil compatibilizar horarios para todos los integrantes del grupo AOL. Actualmente, en un curso on-line, es habitual que se divida el grupo de manera tal que el conjunto de personas que intervienen sea lo suficientemente estable e interactivo para realizar el aprendizaje en forma cooperativa. Existen dos factores que deben tenerse en cuenta ya que favorecen el aprendizaje colaborativo, activo y participativo: la cardinalidad del grupo y la elección de los AOL

que lo conforman. Por lo general la selección de los grupos la proponen los moderadores, pero en algunas oportunidades, debieran poder realizarla los propios alumnos.

Existe otro problema no menor: el desgranamiento del curso. Un alto grado de deserción ocurre en los cursos a distancia basados en la Web. Es importante poder capturar la atención y mantener el compromiso entre todos. No obstante, se deben tener en cuenta los distintos aspectos causantes del abandono y luego aplicar las estrategias necesarias para evitarlo, [3]. Las causas de abandono del curso pueden tener su origen en el alumno, en el curso en sí y/o en los recursos tecnológicos a disposición:

Con respecto al alumno, se distinguen aspectos tales como:

- Falta de interés en el curso. Difícil de revertir.
- Falta de familiarización con la tecnología. Solucionable con un entrenamiento pre-curso.
- Sentimiento de abandono por parte de sus pares y/o de sus maestros.
- Falta de estímulo permanente en el progreso de su aprendizaje. Evaluaciones o auto evaluaciones que le confieran seguridad en el avance del estudio.
- Demora involuntaria en el seguimiento del curso. Evitable en muchos casos con recursos informáticos de mejor calidad.

En cuanto al curso en sí, se pueden considerar como las más destacables:

- Volumen excesivo de información. Evitable con evaluaciones previas del material del curso.
- Carencia de interacción con el material propuesto. Evitable con la incorporación de acciones al respecto.
- Escasa información al alumno de su progreso.

Los recursos tecnológicos tanto de hardware como de software pueden ser de:

- Pobre posibilidad de comunicación con sus maestros.
- Pobre posibilidad de comunicación con sus pares.
- Sin posibilidad de reinserción en el curso ante un atraso en el seguimiento del mismo. Se debe permitir la reformulación de grupos con los alumnos que se encuentren más atrasados en el seguimiento del curso.

3. Propuesta

Para realizar lo planteado es necesario en principio modelar un sistema que permita estructurar la información y la comunicación. A continuación se presenta el esquema de la comunicación que se establece entre las distintas entidades que intervienen en el acto educativo mediado por la Web. Por simplicidad, el modelo contempla sólo las relaciones que corresponden a la propuesta didáctica basada en el aprendizaje colaborativo.

3.1. Modelado

En este escenario educativo se presentan las siguientes categorías: *Docente*, *Moderador*, *Alumno*, *Ponencia* (expresión pública de un actor) y *Tema* (conjunto de ponencias con cohesión semántica). Estas categorías responden a una estructura jerárquica de comunicación y cada una de ellas está formada por una cantidad variable de actores u objetos que se relacionan entre sí. El esquema está basado en una estructura de digrafo jerárquico. Éste posee un nodo distinguido como raíz que representa al docente responsable del curso.

En el grafo se establecen cuatro tipos de relaciones que rotulan las adyacencias:

- *Comunicación* entre las personas que intervienen. Está indicada por un arco continuo bidireccional etiquetado con “se comunica con” (representado sin flechas). Esta relación se establece entre las tres primeras categorías mencionadas e interiormente en cada una de dichas categorías.

- *Producción* que corresponde a los mensajes que los AOL, los MOL y DOL publican. Está representado en la figura por un arco unidireccional etiquetado como “produce”.
- *Referencia* que corresponde a los mensajes que hacen referencia a otros propios o de otras personas. Estas relaciones están representadas por un arco unidireccional etiquetado como “referido a”.
- *Cronológica* que establece la secuencia de recepción de los mensajes. En este caso se ha rotulado a los arcos con “precede a”.

Interactuando con el docente y en forma inmediata se encuentran los MOL, cuya cantidad dependerá de la cantidad de alumnos del curso (figura 1).

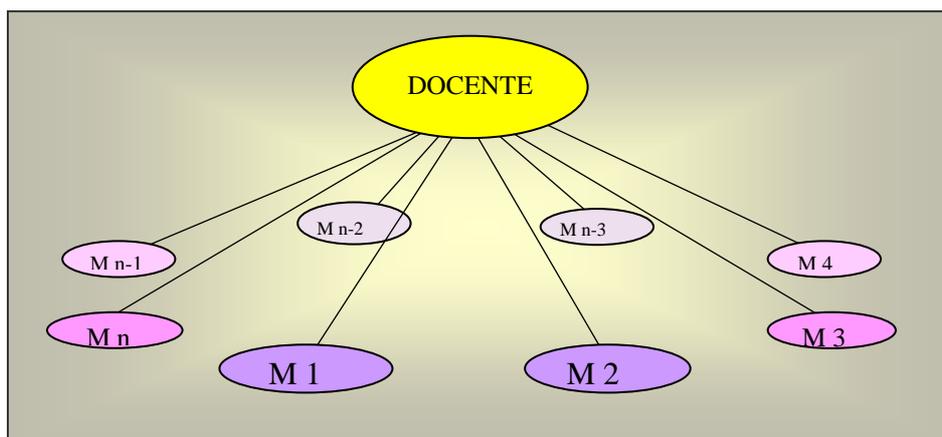


Figura 1

La comunicación del docente con los moderadores debe ser fluida, no necesariamente permanente sino diariamente posible. Pero también debe existir comunicación diaria entre los MOL participantes. La figura 2 sólo muestra la comunicación del moderador M_n con sus pares. El grafo debe representar la comunicación de cada moderador respecto de los restantes.

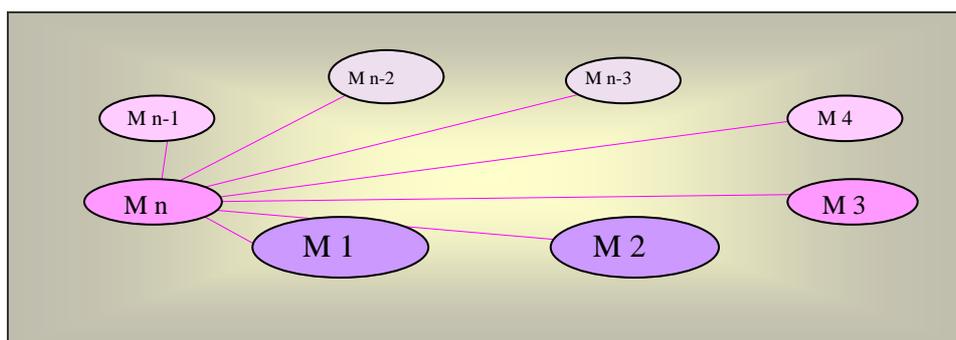


Figura 2

Cabe destacar que la comunicación es de todos a todos. Sólo por razones de claridad no se han representado en el gráfico. La figura anterior constituye la representación del grafo de la categoría de los MOL. Cada moderador tiene a su cargo un grupo de alumnos que interactúan con él y con sus pares, por lo tanto el grafo que representa las comunicaciones es similar al establecido entre el docente y los moderadores y entre los docentes entre sí. En forma similar se pueden representar las relaciones entre cada alumno con sus propias ponencias y las relaciones con las de sus pares, sólo que en estos casos los arcos son unidireccionales. En esta categoría se establecen los tres últimos tipos de relaciones que se han mencionado anteriormente.

Se puede observar en la figura 3 un sector del digrafo jerárquico cuyo nodo raíz es el Docente y a partir del cual se puede recorrer pasando por las distintas categorías hasta una ponencia de un alumno. De un nivel al inmediato siguiente se cambia de categoría (flechas negras). Dentro de cada categoría se establecen las comunicaciones entre los pares (flechas de color). Con el propósito de lograr una mejor visualización no se han incorporado en el grafo los descendientes de los M_i , ni las ponencias correspondientes a los alumnos A_j , como así tampoco las relaciones entre los MOLs M_k , con $i,j,k > 1$. Para cada par de categorías inmediatas el grafo es similar, por lo que se puede pensar en un desarrollo recursivo del mismo. Las flechas negras parten de un nodo hacia el nodo descendiente y recíprocamente. Dentro de una misma categoría, existe otra relación entre los nodos. Se podría considerar como un grafo separado donde las relaciones se establecen entre todos los nodos del mismo. Dichas relaciones también permiten un desarrollo recursivo. Cada alumno que escribe un mensaje se encuentra relacionado con éste. Y dicha relación se representa en el grafo por un arco dirigido "produce". *Produce* es una relación de alumno a mensaje. Cada alumno puede escribir más de un mensaje.

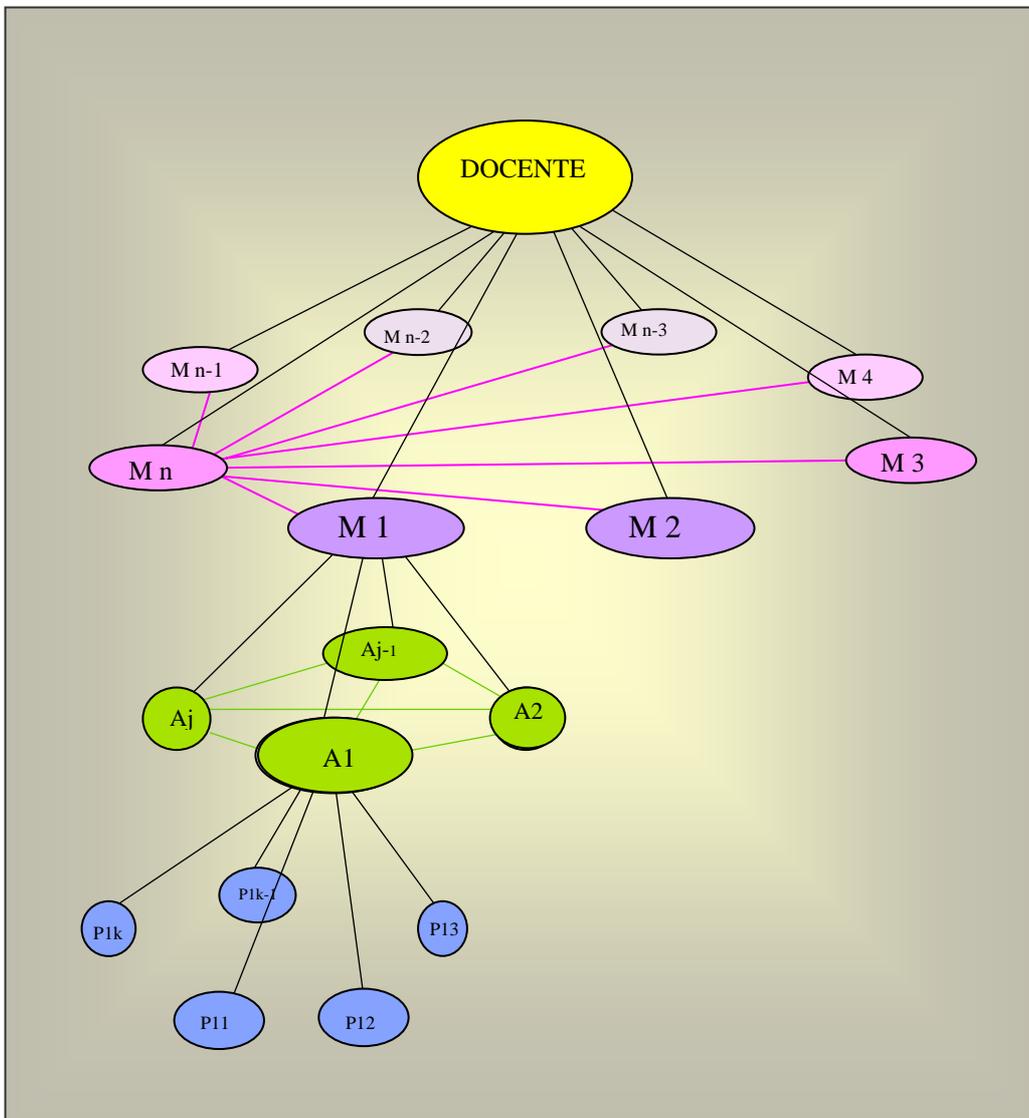


Figura 3

3.2. Categoría de los mensajes

En la clase de los mensajes o ponencias se produce un fenómeno distinto al que se produce en las otras categorías. Aquí se deben establecer relaciones que no existen en las anteriores donde los descendientes de un nodo se relacionan entre sí, pero son independientes de los otros descendientes de otro nodo. Por ejemplo, el conjunto de los alumnos de un moderador se relaciona entre sí, pero no necesariamente con el conjunto de alumnos de otro moderador. Esto no significa que no se permita la comunicación intergrupos, sino que dicha comunicación se realiza por otro carril que no está considerado aquí por ser irrelevante para el modelado que se presenta. Por ejemplo si se tratara de un foro, en principio, cada producción está relacionada con la siguiente respetando el momento en que son realizadas. Es decir, entre ellas hay un orden cronológico. Es más, existen dos órdenes cronológicos a tener en cuenta:

- El individual, que interesa fundamentalmente al tutor para llevar el registro del alumno, realizar estadísticas de la frecuencia de intervenciones, evaluar la calidad de cada intervención, etc. Se puede formar una cola de ponencias independientes de cada alumno en particular.
- El compartido en el que se encuentran involucradas todas las ponencias de los alumnos de un mismo grupo.

En la figura 4, A_i , con $i = 1,2$ se refiere a un alumno y P_{ij} a la ponencia j -ésima del alumno A_i . La flecha inferior representa en forma general las relaciones que deben existir entre ambos alumnos. Los arcos entre ponencias representan el orden cronológico individual en que se realizan las intervenciones de cada alumno. Las flechas punteadas representa la existencia de posibles ponencias.

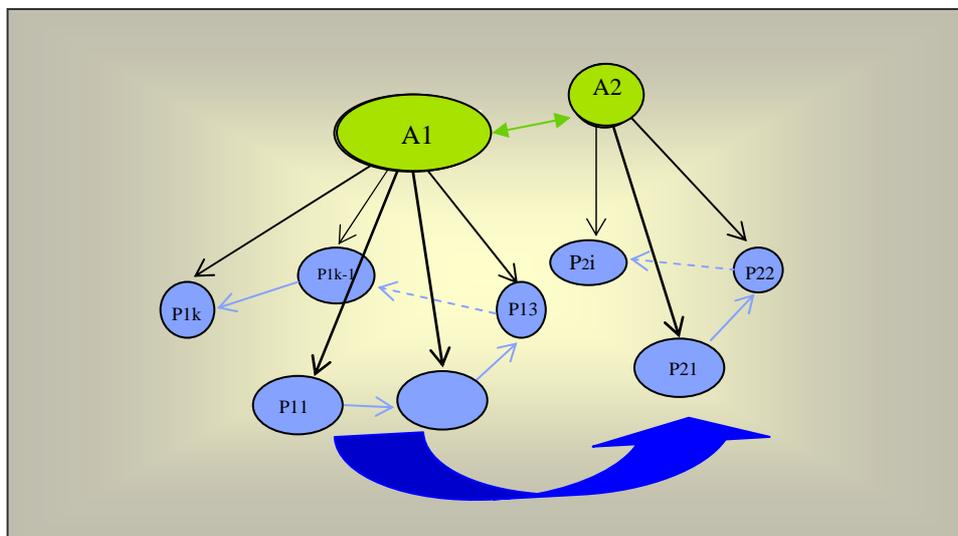


Figura 4

El orden cronológico de todas las ponencias del grupo de alumnos bajo un mismo moderador trasciende a cada alumno. En esta categoría, las ponencias están organizadas en una estructura de cola cronológica y son independientes del alumno que las formuló. Cada intervención se incorpora por un enlace cronológico a dicha cola, independientemente del autor. Esto obliga a realizar un acceso secuencial a las ponencias como lo ilustra la figura 5.

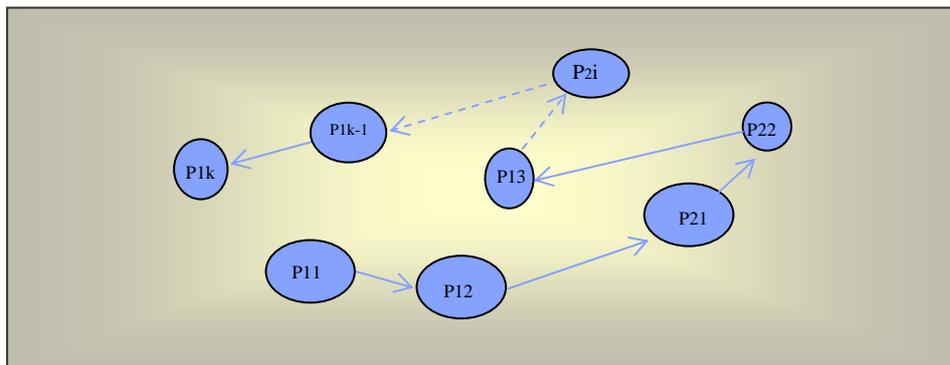


Figura 5

En la figura, el sentido de los arcos indica el orden cronológico en que se pueden producir las intervenciones. En este caso, las de los alumnos A_1 con P_{11} , P_{12} , P_{13} , P_{1k-1} , P_k y A_2 con P_{21} , P_{22} , P_{2i} , forman la cola cronológica P_{11} , P_{12} , P_{21} , P_{22} , P_{13} , ..., P_{2i} , ..., P_{1k-1} , P_{1k} . Las flechas punteadas indican que puede haber otros nodos entre los nodos origen y destino que no están representados en la imagen.

Por otra parte, un alumno puede realizar comentarios esclarecedores, ampliatorios, con distintos puntos de vista referidos a un determinado tema expuesto en alguno de sus mensajes. Todas esas intervenciones sobre un mismo tema deben estar relacionadas entre sí para favorecer su comprensión también por parte de los otros alumnos y del moderador. En este punto, con la finalidad de producir un aprendizaje colaborativo, se observa que es necesario establecer relaciones no sólo entre las ponencias de un mismo alumno sino entre éstas y las ponencias de todos los alumnos que intervienen en el grupo. Es decir, que a nivel de la categoría de producciones en el grafo se deben establecer nuevos arcos entre los nodos que representan las referencias a otras ponencias. Estos arcos se rotulan como "referencia a". Es importante que además del enlace secuencial entre ponencias puedan establecerse enlaces referentes a determinadas ponencias. Cada alumno puede referirse a sus propias manifestaciones o a las manifestaciones realizadas por otro.

La ventaja fundamental en este tipo de estructuras es que se puede hacer referencia a lo manifestado por un alumno en un momento determinado sin necesidad de realizar el recorrido de toda la cola. Esto permite que un alumno pueda acceder y responder a lo manifestado por su par respecto de un tema estableciendo una relación directa a dicha manifestación. En consecuencia, la organización y disposición cronológica, y por lo tanto secuencialmente ordenada a lo largo del tiempo, es modificada por los vínculos de referencia que se establecen.

Dentro de la categoría de las ponencias, cada ponencia de cualquier alumno de un grupo debe poder referirse semánticamente a las ponencias de otro alumno del mismo grupo. En la figura 6 se indican en azul las relaciones de referencia entre la ponencia P_{21} del alumno A_2 y todas las ponencias del alumno A_1 .

En forma análoga debiera permitirse la referenciación entre las ponencias de todos los alumnos y entre las del mismo alumno. Si bien se puede pensar como la relación entre dos autores, en realidad se está estableciendo una relación entre ponencias. De una ponencia de un alumno a otra ponencia de otro alumno o bien del mismo alumno.

No necesariamente en un acto de aprendizaje serán usados todos los canales de comunicación, sino que debe permitirse el acceso directo a los mismos frente a una necesidad. Si sólo se producen los enlaces cronológicos entre las ponencias, solamente existe la posibilidad de acceder a ellas en forma secuencial lo que significa que la respuesta a una de ellas figure alejada de la misma en la secuencia. Esto insume excesivo tiempo y esfuerzo para aunar los conceptos de interés común.

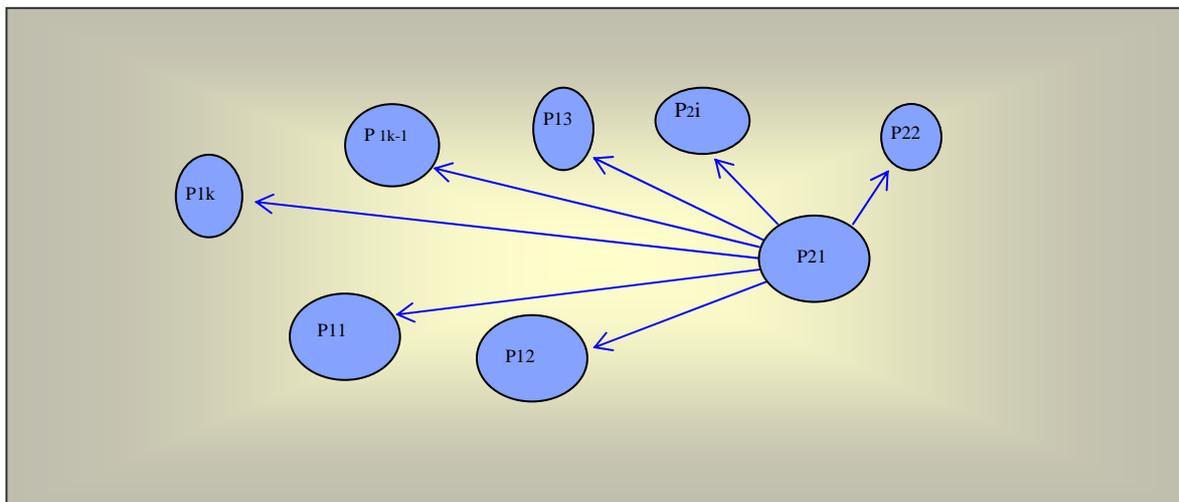


Figura 6

En principio para lograr la organización mencionada es interesante considerar la propuesta de Vitturini [22] para realizar la inclusión y la búsqueda de la información. De esta forma se puede referir a una ponencia que se encuentra suficientemente alejada en el tiempo y entre las que puedan existir intervenciones referidas a otras cuestiones. Por ejemplo, si P_{11} realiza una manifestación que es respondida por P_{22} y P_{13} , y además P_{1k-1} y P_{1k} se manifiestan sobre P_{2i} , se pueden establecer nuevos enlaces que reflejan más auténticamente el interés de los participantes del grupo, como lo muestra la figura 7.

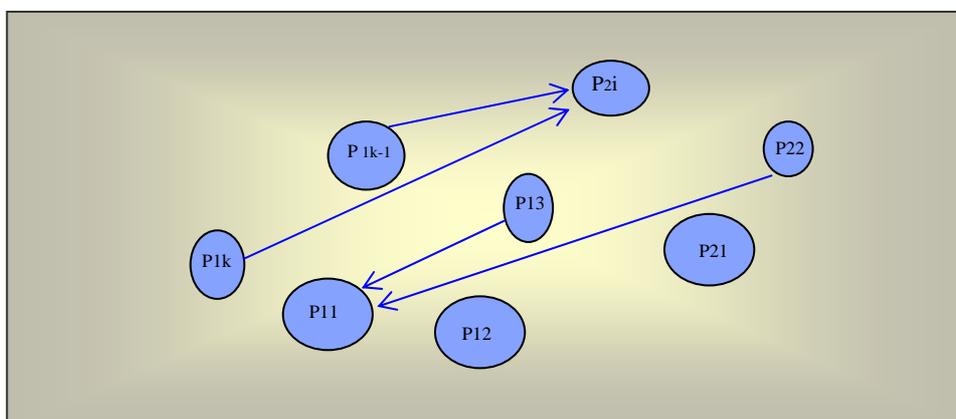


Figura 7

Como se puede observar en la figura, existen concentraciones de enlaces de referencia entre determinados nodos que representan los temas de discusión o de concordancia, y también, nodos aislados que reflejan el desinterés de los actores. Llamaremos foco de interés al subgrafo o subcola que alberga a las concentraciones de arcos y nodos. En el gráfico las ponencias P_{11} , P_{13} y P_{22} forman un foco de interés, como así también las ponencias P_{2i} , P_{1k-1} y P_k , mientras que las ponencias P_{12} y P_{21} constituyen focos aislados. La idea es que el sistema permita establecer referencias de todos a todos y que luego se especifiquen las que se necesitan. No se debe perder de vista que la cola cronológica se encuentra subyacente en esta categoría y mantiene ligado a todos los nodos

ponencias. La siguiente figura representa el ejemplo anterior indicando las relaciones de referencia en color azul y en forma solapada la cronológica.

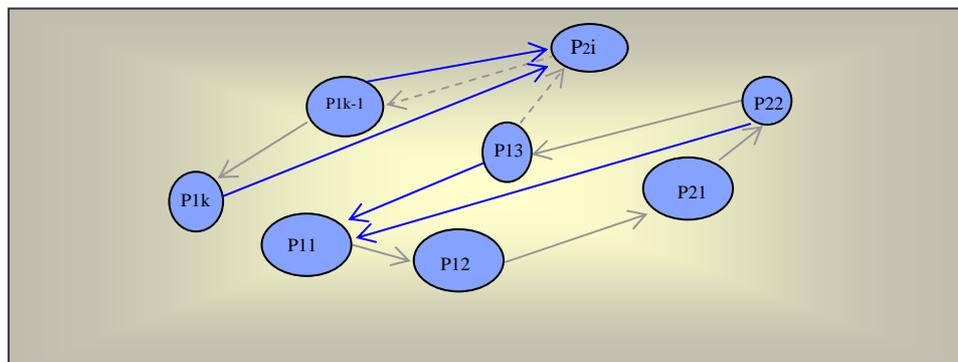


Figura 8

Focos temáticos y reorganización de los grupos de trabajo

A partir de la cola cronológica original, se pueden establecer subcolas, cada una de ellas formada por las ponencias que se refieren a un mismo tema. Cada subcola mantiene un enlace cronológico pero también establece el enlace de las respuestas, ampliaciones, aclaraciones, etc., con unidad semántica. Estas subcolas se forman estableciendo un nuevo enlace cronológico por transitividad lo que permite su acceso secuencial. En el gráfico (figura 9) se encuentran encerradas por elipses las dos subcolas que quedan formadas aplicando enlaces transitivos en la cadena cronológica y los enlaces de referencia. De esta manera se pueden detectar conceptos o temas subyacentes que resultan de interés a los alumnos y que generan una mayor actividad participativa y sobre los que se pueden centrar futuras discusiones, como así también aquellos conceptos que han quedado marginados.

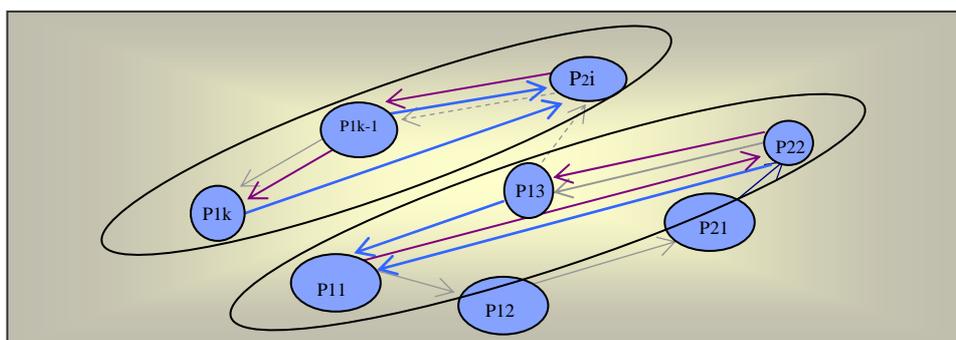


Figura 9

Frecuentemente uno de los problemas principales que se presenta en los cursos e-learning es su desgranamiento. Se produce una deserción por parte de los alumnos que lejos de ser natural parece inducida por la sensación de abandono y de distanciamiento con sus pares. Un alumno por determinadas circunstancias puede lentificar su ritmo colaborativo, lo que no indica que pretenda ausentarse definitivamente. Es importante que el sistema permita reinsertarlo en grupos en los que los alumnos se encuentren en la misma condición. Este modelado usando grafos tiene la ventaja de contar con algoritmos que pueden ser usados para la tarea de replanificación, [4] [7].

Analizando la cola de intervenciones de cada alumno el moderador puede establecer la frecuencia y la calidad de las mismas. Es decir, se necesita saber el número de intervenciones y cuando las ha realizado para tener un panorama claro del momento donde comienza a decaer su ritmo. Por otra

parte, es importante analizar la calidad de las ponencias. Con las subcolas se puede analizar si ha colaborado en temas de interés para el grupo, si ha intervenido en focos aislados que sólo han reflejado sus ideas pero que no conciernen al resto, si solamente estableció una subcola con sus propias ponencias o bien si sus intervenciones fueron escasas pero de mucho valor para el grupo.

La información mencionada anteriormente se puede obtener a partir del digrafo jerárquico cuya categoría de ponencias refleja no sólo la frecuencia de intervenciones de cada alumno por el número de arcos del alumno a sus ponencias, sino que con las relaciones cronológicas y de referencia se puede detectar en parte la calidad de las mismas [12].

Se aprecia que el recorrido en la dirección docente-moderador-alumno-ponencias en la estructura, permite analizar tanto lo propuesto por cada uno de los alumnos en un tema particular como la puesta en común del grupo en ese tema. La búsqueda longitudinal puede representarse en un grafo con una o más hojas. Esta búsqueda es muy útil cuando se está monitoreando la actividad de un moderador por parte del docente o la de un alumno por parte del moderador o del docente, incluso la de todo el grupo. Este monitoreo es adecuado para estudiar el avance en la lección, el análisis de la intervención de cada alumno, la detección de abandono, la interacción entre los integrantes del grupo, la orientación frente a desvío, etc. Además es importante poder hacerlo por subtemas, sin necesidad de atacar el problema, si es que lo hubiera, cuando ya se ha tratado en su totalidad.

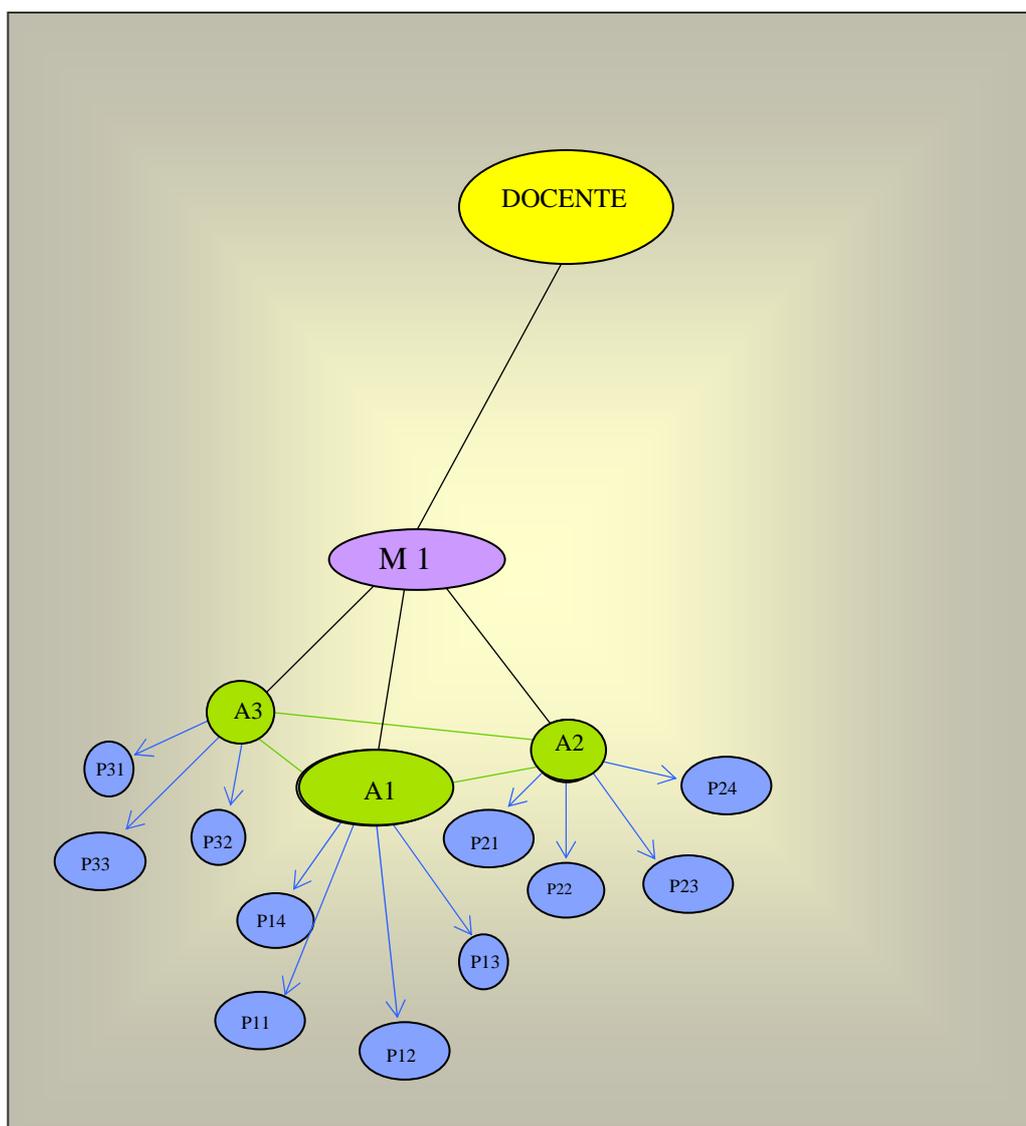


Figura 10

En la última figura se representa el plano de la categoría de las ponencias exclusivamente. Cada una de ellas identifica a su autor por el primer índice indicado en su rótulo, y la cronología individual por el segundo índice.

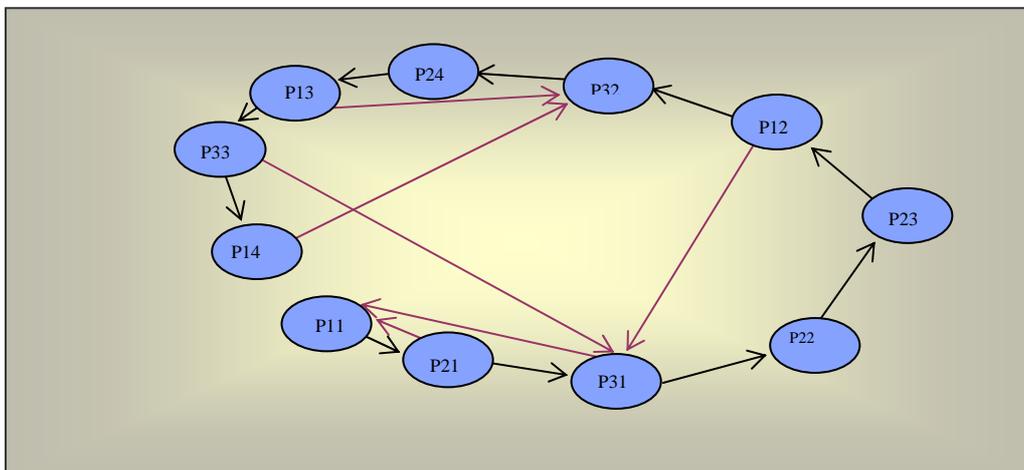


Figura 11

Con el fin de permitir una mejor visualización se reordenan los nodos y se establecen las relaciones de cronología general y referencia entre ellos.

La detección de los alumnos con problemas resulta muy sencilla teniendo en cuenta la representación propuesta.

Como se puede observar en la figura los alumnos A_1 y A_3 realizaron un trabajo colaborativo centrando sus discusiones en dos focos o temas principales mientras que el alumno A_2 si bien tuvo una fluida participación, sus intervenciones rara vez estuvieron referidas a alguno de los temas tocados por los otros alumnos. La generación de focos aislados indica que se está desviando del rumbo propuesto por el grupo y es necesario encausarlo.

Por otra parte, analizando las intervenciones del alumno A_1 se podría haber pensado en primera instancia que era un candidato a abandonar el curso, sin embargo sus posteriores intervenciones referidas a los temas de interés demostró lo contrario. De demorarse sus intervenciones en el tiempo A_1 y A_2 deberían ser reacomodados en grupos de demorados, que trabajarán a un ritmo distinto que el original.

4. Conclusiones

La educación basada en la Web introdujo variaciones en los modelos de la educación formal, se adaptaron algunos esquemas y se revalorizaron otros. Es así como muchas de las propuestas se inscriben en un paradigma colaborativo, activo y participativo. Diagramar una propuesta de este tipo no es una tarea trivial, además requiere de sucesivas replanificaciones, según vayan evolucionando los aprendices y de acuerdo a cómo se producen las comunicaciones entre los actores de la comunidad que se ha conformado. En este marco, contar con una forma de modelar el conjunto de comunicaciones posibles resulta alentador si se piensa que se hace en términos de una estructura conocida (el grafo), para cuyo manejo existen numerosos algoritmos que pueden permitir implementar la automatización de las mencionadas replanificaciones.

Bibliografía

- [1] Andrej, K. and Bieliková, M. Improving adaptation in web-based educational hypermedia by means of knowledge discovery. Proceedings of the sixteenth ACM conference on Hypertext and hypermedia. 2005.
- [2] ATutor. Información disponible en el sitio oficial (<http://www.atutor.ca>)
- [3] Banzatto, M., Corcione D. “La tutoría en red-Funciones del Tutor on-line”. Tutor on-line. Universidad de Salamanca. 2006.
- [4] Brandenburg, F. J. Designing Graph Drawings by Layout Graph Grammars, Graph Drawing (Proc. GD '94), vol. 894 of Lecture Notes Comput. Sci., Springer-Verlag, 1995.
- [5] Brito, Vivina. “The electronic forum: a technological tool that fosters cooperative learning” Educec. Revista Electrónica de Informática Educativa. Marzo 2004.
- [6] Brusilovsky, P. Authoring Tools for Advanced Technology Learning Environments, chapter Developing Adaptive Educational Hypermedia Systems: from Design Models to Authoring Tools, pages 377-409. Kluwer Academic Publishers, 2003.
- [7] Carpano, M. Automatic Display of Hierchized Graphs for Computer Aided Decision Analysis, IEEE Trans. Syst. Man Cybern., SMC-10, no. 11, 1980.
- [8] Catarci, T. The Assigment Heuristic for Crossing Reduction in Bipartite Graphs, Proc. 26th. Allerton Conference Commun. Control Comp., 1988
- [9] Engelhardt, M., A. Hildebrand, D. Lange, and T.C. Schmidt. Semantic Overlays in Educational Content Networks. in TERENA Networking Conference. Catania, Italy. 2006.
- [10] Ka-Ping Yee, Danyel Fisher, Rachna Dhamija, Marti Hearst, Animated Exploration of Dynamic Graphs with Radial Layout. University of California, Berkeley.USA. In NFOVIS '01. Proceedings of the IEEE Symposium on Information Visualization 2001. IEEE Computer Society
- [11] Landauer, T., Laham, D. and Derr, M.. From Paragraph to Graph: Latent Semantic Analysis for Information Visualization. Proceedings of the National Academy Sciences. 2004.
- [12] Lin, T. y Eades, P. Integration of declarative and algorithmic approaches for layout creation. Graph Drawing (Proc. GD '94), vol. 894, Lectures notes in Computer Science, Springer-Verlag, 1995.
- [13] Millard, D., F. Tao, K. Doody, A. Woukeu, and H. Davis, The Knowledge Life Cycle for e-learning. International Journal of Continuing Engineering Education and Lifelong Learning: Special Issue on Application of Semantic Web Technologies in E-learning, 2006.
- [14] Mochizuki, T., Fujitani, S., Isshiki, Y., Yamauchi, Y., Kato, H. (2003). Assessment of Collaborative Learning for Students: Making the State of Discussion Visible for their Reflection by Text Mining of Electronic Forums. Proceedings of E-Learn 2003 (Phoenix, AZ, November 2003), AACE, 285-288.
- [15] Mutzel, P. An Alternative Method to Crossing Minimization on Hierarchical Graphs.
- [16] Nakahara, J. and Nishimori, T. (Eds.) e-Learning: New Challenges of the Japanese universities (in Japanese). Ohmu Publishing Co., Tokyo. 2003.
- [17] Palloff, R. and Pratt, K. (1999). Building Learning Communities in Cyberspace: Effective Strategies for the Online Classroom. Jossey-Bass, Inc. Pub.
- [18] Sancho- Martínez- Fernández-Manjón. Semantic Web Technologies Applied to e-learning Personalization in e-aula. Journal of Universal Computer Science, 11(9): p. 1470-1481. 2005.
- [19] Sheard, J. Electronic learning communities: strategies for establishment and management. Proceedings of the 9th annual SIGCSE conference on Innovation and technology in computer science education ITiCSE '04, Volume 36 Issue 3. 2006.
- [20] Shirouzu, H., Miyake, N., and Masukawa, H. Cognitively Active Externalization for Situated Reflection, Cognitive Science, 26, 4, 469-501. 2002.
- [21] Stratakis, M., V. Christophides, K. Keenoy, and A. Magkanaraki, E-Learning Standards. 2003.
- [22] Vitturini-Señas. Semántica de los mensajes de un foro. CACIC- 2006.