

Análisis y monitorización de la interacción en entornos colaborativos mediante el uso de SNA

Freymam A. Vallejo[§], César A. Collazos[§], Natalia Padilla Zea[¥], Jorge Ortiz Romo[§]

[§] Departamento de Sistemas, Universidad del Cauca. Colombia.
Grupo IDIS, FIET, Sector Tulcán. Popayán, Colombia.

[¥] Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos, Universidad de Granada. España.
Grupo GEDES. Universidad de Granada. Granada, España.

[§] {fvallejocuero, ccollazo, jorgeortiz}@unicauca.edu.co,
[¥] npadilla@ugr.es

Resumen: El Aprendizaje Colaborativo Asistido por Computador, aunque muy útil, aún enfrenta algunos problemas. Desarrolladores, investigadores y docentes tratan de resolver estos problemas y alcanzar los desafíos que siempre están presentes en el diseño e implementación de entornos CSCL. El Análisis de Redes Sociales brinda herramientas para monitorear y analizar actividades CSCL, permitiendo medir y analizar las dinámicas sociales de interacción entre los actores de la actividad de aprendizaje. Teniendo la información correcta, producto del Análisis de las Interacciones mediante métodos de SNA, podría aumentar las posibilidades de identificar situaciones donde se puedan resolver problemas o mejorar procesos colaborativos, ya sea haciendo uso de la reflexión de los resultados, la reasignación de tareas o presentando sugerencias y recomendaciones a los actores. Teniendo en cuenta lo anterior, proponemos el uso de métodos de SNA para la definición de un conjunto de indicadores que permitan evaluar las interacciones en los ambientes CSCL.

Palabras clave: Análisis de Redes Sociales (SNA), Análisis de Interacciones (IA), Aprendizaje Colaborativo Asistido por Computador (CSCL), Mejora de la colaboración.

Abstract: Even when Computer Supported Collaborative Learning (CSCL) has proved being very useful, still faces some troubles. Software developers, researchers and professors are trying to solve the issues and reach the inherent challenges to the design and develop of CSCL environments. Social Network Analysis offers tools to monitor and analyze CSCL activities allowing measure and analyze the social interaction dynamics between the actors of the learning activity. Having the right information by using the analysis information obtained with SNA methods could raise the chances to detect wrong situations or improve collaborative processes whether with reflection, reassigning tasks or even presenting suggestions to the actors. Having into account the antecedents presented above, we propose the use of SNA methods to define indicators that allow evaluating the interactions in CSCL environments.

Keywords: Social Network Analysis (SNA), Interaction Analysis (IA), Computer Supported Collaborative Learning (CSCL), Enhance of collaboration.

1. Introducción

CSCL puede ser definido como un trabajo en conjunto, basado en la sinergia de los participantes, para alcanzar objetivos comunes de aprendizaje por medio del computador, siendo así un proceso complejo de planificar y ejecutar [Collazos 2003] [Baker et al. 1999]. CSCL involucra en sí mismo distintas áreas del conocimiento como la pedagogía, la informática, las comunicaciones, la sociología y la estadística, por mencionar algunas. Por otro lado, surgen nuevas áreas de investigación que convergen entre sí, como es el caso del Análisis de las Redes Sociales (SNA¹), y el Análisis de la Interacción (IA²).

Cada vez son más las actividades en las que individuos o grupos geográficamente dispersos deben enfrentarse a objetivos comunes [Coronado et al. 2003]. En este ámbito, el análisis y monitorización del proceso de aprendizaje colaborativo toma gran importancia [Dillenbourg et al. 1996] [Collazos et al. 2002], ya que se presenta como un mecanismo para identificar problemas y planear los ajustes necesarios para lograr el éxito de este tipo de actividades.

El aprendizaje colaborativo por sí mismo se constituye como un tema bastante complejo de estudio. La complejidad aumenta aún más al adicionar entornos computacionales y ambientes dispersos geográficamente, ya que aspectos como el grado de entendimiento mutuo (grounding) entre los participantes, la colaboración y el aprendizaje en sí mismos o los mecanismos de comunicación, entre otros, aparecen en escena [Baker et al. 1999].

Teniendo en cuenta las necesidades y aspectos mencionados en los párrafos anteriores, IA se constituye en una posible herramienta para afrontar el problema de monitorización y evaluación del proceso llevado a cabo en actividades CSCL en busca del mejoramiento de la colaboración que presentan los actores [Dillenbourg et al. 1996] [Marcos et al. 2006] [Marcos et al. 2008], y de esta forma aportar en un enfoque diferente de evaluación de la colaboración, centrado principalmente en la evaluación del proceso colaborativo y llevado a cabo durante el mismo [Collazos et al. 2002]. Este artículo presenta la propuesta de creación de un modelo basado en la

definición de indicadores del proceso de colaboración en entornos CSCL, utilizando métricas de SNA.

2. Hipótesis y propuesta de trabajo

Se plantea la hipótesis, que de ser posible recolectar datos y proveer realimentación de las dinámicas internas de interacción de los miembros de un grupo en una actividad CSCL, existiría mayor probabilidad de controlar y mejorar ciertos aspectos del proceso colaborativo.

Se propone la utilización de métodos encontrados en la teoría de SNA, la cual combate la complejidad presente en los procesos sociales utilizando una representación en forma de grafo en el cual los actores u objetos son nodos etiquetados con algún texto que los identifique, y las interacciones son relaciones entre los nodos que pueden llevar una dirección desde el origen al destino, etiquetados con un número que representa la intensidad o cantidad en la relación. En la Figura 1 se puede observar una red que está conformada por un total de 7 actores y 8 vínculos con sus respectivas valoraciones.

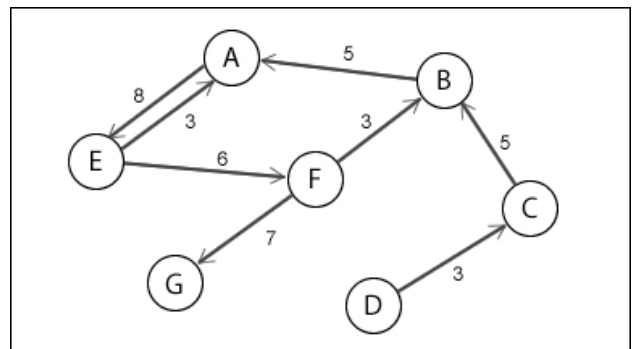


Figura 1. Ejemplo de una representación de red como grafo dirigido valorado.

Se considera SNA por su capacidad de estudiar de forma objetiva las complejas dinámicas de interacción presentes en un grupo social empleando teorías matemáticas de grafos y matrices [Hanneman et al. 2005] [Wasserman et al. 1994]; además que brinda información de conteos y medidas un poco más elaboradas, como son las dinámicas de participación e interacción [Martínez et al. 2003], que pueden ser utilizadas en la definición de indicadores de desempeño grupal.

¹ Del inglés *Social Network Analysis*

² Del inglés *Interaction Analysis*

Para proveer realimentación se emplearían mecanismos de monitorización y presentación de la información obtenida haciendo uso de SNA (lo cual es denominado reflexión [Marcos et al. 2008]). Las dinámicas de interacción hacen referencia al comportamiento de los miembros de un grupo: el intercambio dinámico de roles [Marcos et al. 2006] [Marcos et al. 2008], la formación de subgrupos o grupos autónomos [Hanneman et al. 2005], o incluso, la caracterización de los actores, identificando a los más emisores o receptores de información, los más influenciadores o poderosos o los más predecibles en su conducta.

Teniendo en cuenta lo anterior, se plantea la definición de un conjunto de indicadores y sus métricas y la implementación de una herramienta software para el *análisis y monitorización de las interacciones de los actores en entornos CSCL basados en la aplicación de métodos formales de SNA*. Los principales aportes de esta propuesta son:

- La definición de un conjunto de indicadores basados en la estructura de una actividad de aprendizaje colaborativo, con sus respectivas métricas para analizar y monitorear las dinámicas de interacción en ambientes CSCL, mediante el uso de índices de SNA.
- La creación de un prototipo software que proporcione un *mecanismo automático de recomendaciones* basado en los resultados del análisis con SNA, pretendiendo de esta forma generar información de fácil interpretación para los actores, buscando mejorar una de las falencias de la mayoría de las herramientas de IA como lo es el bajo valor interpretativo de los datos producidos [Dimitracopoulou et al. 2006].
- Información obtenida mediante SNA que pueda ser usada para la implementación de mecanismos de Awareness³ de auto-regulación o auto-evaluación a nivel de grupo e individual.

3. Justificación

La creación de herramientas para el análisis y monitorización de la interacción en entornos CSCL

³ Awareness es definido como el conocimiento creado a través de las interacciones entre un agente y su ambiente [Gutwin et al. 2002].

mediante SNA posibilitaría la integración de esta área de investigación con IA y, de una manera más global, ofrecería beneficios a entornos CSCL en base al uso de la información relevante producida sobre los integrantes de la actividad. Dichos ambientes deberían preocuparse únicamente por proporcionar las entradas al módulo de IA en un formato específico [Marcos et al. 2006]. La información que podría ser útil para el sistema de CSCL se emplearía para ofrecer mecanismos de Awareness en auto-regulación o auto-evaluación a nivel de grupo e individual [Marcos et al. 2006] [Marcos et al. 2008] [Martínez et al. 2003], o en mecanismos de evaluación.

Existen actualmente estudios y resultados de investigaciones orientados a definir formatos de datos estándar para las entradas y salidas de módulos de IA e incluso herramientas como SAMSA [Marcos et al. 2006] que calculan algunos métodos de SNA y proporcionan la representación gráfica de la red, pero aún no hay herramientas que hayan asociado los índices obtenidos con SNA a indicadores y métricas para evaluar la colaboración en entornos CSCL. Por otro lado, los sistemas de recomendaciones basados en información de SNA son aún nichos de trabajo poco explorados [Martínez et al. 2003]. Los sistemas de recomendaciones pueden ser usados para intervenir o estimular procesos de actividades de aprendizaje colaborativo, con el objetivo de mejorar al final los resultados de tal actividad [Ogata et al. 2001].

4. Consideraciones para la definición del conjunto de indicadores

Aunque la mayoría de los esfuerzos de evaluación de la colaboración en entornos CSCL se han enfocado principalmente en la medición de la calidad del producto final de la actividad colaborativa [Collazos 2003], se encuentra en la literatura un número importante de indicadores del proceso de colaboración propuestos y sustentados en diversos trabajos de investigación por diferentes autores, por esta razón se propone hacer un estudio bibliográfico con el propósito de clasificar y luego valorar la importancia de los indicadores encontrados.

Para seleccionar un conjunto de indicadores que cubran los diferentes aspectos o dimensiones del

proceso de colaboración, es importante tomar como base modelos dimensionales o de caracterización del proceso de aprendizaje colaborativo que existen en la bibliografía. Al respecto se encuentran muchas propuestas, algunas generales como el modelo de las 3C's (Comunicación, Cooperación y Coordinación) [Ellis et al. 1991] y otras más específicas en la clasificación como el modelo de las 7 dimensiones mencionado en [Burkhardt et al. 2009].

Con la ayuda de un grupo de expertos en el área de CSCL, se plantearía un ordenamiento de los indicadores más relevantes para ser tenidos en cuenta durante el análisis y monitorización del proceso colaborativo. Finalmente los indicadores mejor valorados se clasificarían utilizando el modelo dimensional escogido, y así obtener un conjunto de indicadores que cubra un amplio rango de aspectos del proceso colaborativo.

4. Aportes de los conceptos y métodos de SNA e IA aplicables a CSCL

SNA se define como un conjunto de teorías, modelos y aplicaciones matemáticos basados en el análisis de las relaciones y flujos entre actores tales como personas, grupos, organizaciones u otras entidades procesadoras de información y/o conocimiento [Sánchez et al. 2007]. Sus características básicas son: 1) Los actores y sus acciones son interdependientes y no independientes ni autónomos; 2) Los vínculos o relaciones son canales de flujo o transferencia; 3) Los modelos de redes se centran en cómo un individuo percibe su ambiente con oportunidades y restricciones, las cuales son de máxima importancia para los instructores y los mismos individuos ya que al identificarlas podrán reaccionar positivamente ante ellas [Gretzel 2001].

El enfoque de SNA emplea métodos matemáticos basados en la representación matricial y de grafos de las redes, de tal forma que su interpretación y análisis sea más rápida, precisa y exhaustiva para encontrar patrones de comportamiento o detalles con mayor facilidad. De esta forma, es posible definir una gran cantidad de métricas e indicadores útiles para la extracción de patrones de interacción entre las personas, los cuales para muchos investigadores son

considerados como factores de éxito o fracaso de sociedades y organizaciones [Ogata et al. 2001]. SNA genera información que fácilmente los participantes de procesos de aprendizaje colaborativo no identificarían. Preguntas como ¿Qué tan comprometidos están los estudiantes ante una actividad en línea? ¿Cuáles son los estudiantes más influyentes, los más 'poderosos' o los aislados? ¿Cómo se subdivide la red? ¿Hay presencia de enlaces o estudiantes indispensables que aislarían la red? [Hanneman et al. 2005] [Willging 2008], pueden ser más fácilmente respondidas con la información provista por herramientas de SNA.

5. Construcción de un modulo de IA y uno de recomendaciones para entornos CSCL usando SNA

Se propone la construcción de un módulo de SNA constituido por un submódulo de IA y uno de recomendaciones basados en la información provista por un conjunto de indicadores del proceso de colaboración en entornos CSCL, apoyados en métodos formales de SNA.

Los módulos propuestos recibirían los datos de entrada en un formato predefinido, siendo ésta la única responsabilidad dejada a los desarrolladores de entornos CSCL que quisieran utilizar el módulo de SNA aquí propuesto; los datos serían mapeados a su respectiva representación mediante grafos y se efectuarían los análisis correspondientes desarrollando los indicadores y métricas programados en el módulo y entregando las salidas en formato XML. Los usuarios directos de la herramienta (estudiantes, docentes u observadores) tendrían acceso a los resultados tanto del módulo de IA como al de recomendaciones.

El módulo de IA usando SNA, presentado en la figura 2, procesa y obtiene las medidas definidas en los indicadores y constituye el motor de operaciones o métodos de SNA; este es el componente central del prototipo propuesto ya que implementa los algoritmos fundamentales de SNA; los datos de entrada a las funciones o métodos que proporciona este componente la constituyen los grafos obtenidos de la transformación del archivo de entrada de datos con el formato establecido.

Las funciones o métodos de SNA entregarían como salida una serie de medidas que serían presentadas de forma cuantitativa basadas en la implementación de conceptos matemáticos que sustentan los métodos. Aunque estos datos podrían ser interpretados directamente por el usuario, para comprender de forma óptima la información que se quiere transmitir con dicho datos es necesario que el usuario tenga ciertas nociones de SNA, es por eso que las salidas de este módulo deben ser dirigidas a un módulo que llamaríamos *tablero de reflexión* que se encargaría de presentar la información esencial del proceso de aprendizaje en un lenguaje más entendible y acorde a la terminología de la actividad colaborativa, a los participantes promoviendo así la reflexión meta-cognitiva del grupo.

El módulo de recomendaciones, presentado en la figura 2, se propone ser construido de manera que permita la definición de reglas por el tutor de la actividad colaborativa, con el propósito de que éstas acciones se ejecuten automáticamente cuando eventos específicos ocurran tal como se propone en [Calvani et al. 2006]. Las reglas y los eventos deberán ser definidos en términos de la información provista por los indicadores y sus métricas asociadas.

Son pocos los trabajos enfocados en ofrecer recomendaciones a los usuarios de los entornos CSCL basados en los resultados de los módulos de IA. La hipótesis detrás de este tipo de trabajos es que brindando mecanismos de auto-reflexión y reflexión de grupo, los miembros del grupo pueden tomar medidas durante el proceso para mejorarlo y al final mejorar los resultados esperados con la actividad colaborativa. Con el módulo de recomendaciones se buscaría entonces ofrecer información de interacción personal y grupal a los actores de la actividad colaborativa con el fin de que estos mejoren algunos aspectos que puedan ser deficientes o que el tutor de la actividad fomente el proceso de comunicación entre los actores o, en general, las dinámicas de interacción.

Con la construcción de los módulos software, se pretende aportar al campo de CSCL herramientas que generen información de fácil interpretación para los actores, con el fin de mejorar una de las falencias de la mayoría de las herramientas de IA como lo es el bajo valor interpretativo de los datos producidos [Martínez et al. 2003], y en general, propiciar la *mejora de las dinámicas de interacción durante el proceso de la actividad CSCL*.

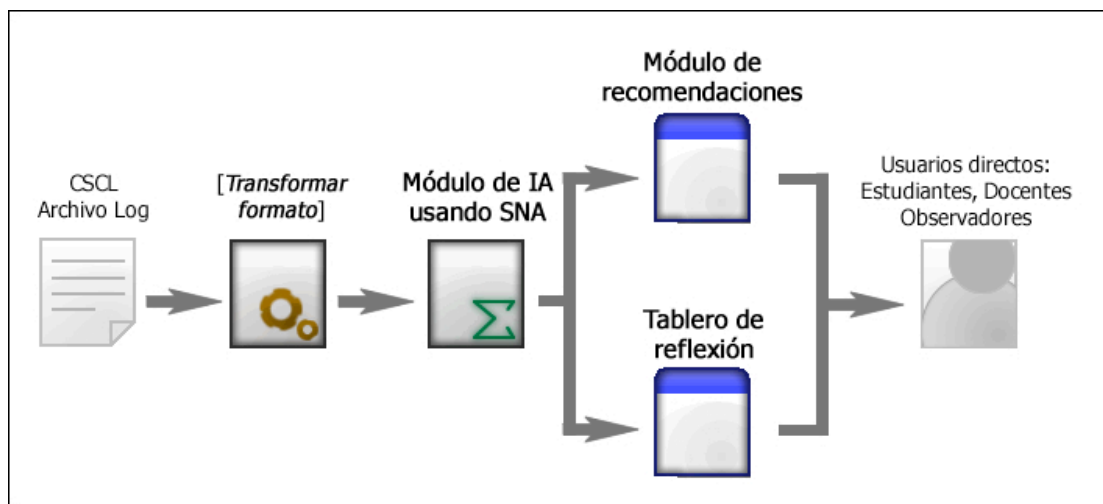


Figura 2. Visión general de los módulos.

La evaluación del impacto, producto de la utilización del prototipo, se llevaría a cabo aplicándolo en una actividad CSCL previamente diseñada. Se asume que el formato de datos de escritura del archivo de registro de la herramienta de CSCL escogido, se afianzará aún más dentro de la comunidad, con el incremento de servicios o módulos independientes disponibles, que utilicen tal formato.

6. Conclusiones y trabajo futuro

En éste artículo se plantea la integración de conceptos de IA con los métodos de SNA en función de analizar, monitorear y finalmente ayudar a fortalecer las dinámicas de interacción presentes en actividades CSCL. El mayor aporte de este proyecto se enfoca en la utilización de los métodos formales de SNA para la definición de indicadores y métricas en la evaluación de la interacción en entornos CSCL. Y queriendo ir un poco más allá, proporcionando un mecanismo automático de recomendaciones basado en los resultados del análisis con SNA.

SNA es considerado en el proyecto por su potencial para el análisis de datos sustentado en métodos matemáticos y porque nos permite distinguir más claramente algunas características importantes que normalmente pasarían desapercibidas en los procesos de enseñanza, permitiéndonos responder más fácilmente preguntas como ¿Qué tan comprometidos están los estudiantes ante una actividad en línea? ¿Cuáles son los estudiantes más influyentes, los más 'poderosos' o los aislados? ¿Cómo se subdivide la red? ¿Hay presencia de enlaces o estudiantes indispensables que aislarían la red?

Para trabajos futuros se propone la adición incremental de más métodos de SNA e indicadores planteados a partir de estos índices, para ser implementados en el módulo software, y darle mayor capacidad de inferencia en las recomendaciones, producto de las adiciones. Finalmente se sugiere que la información producida por los indicadores definidos, podría ser usada para la implementación de mecanismos de Awareness de auto-regulación o auto-evaluación a nivel de grupo e individual en entornos CSCL.

Para obtener una validación preliminar del impacto de los indicadores se propone el diseño y aplicación de actividades colaborativas utilizando el entorno CSCL escogido integrado con el módulo de SNA, contrastadas con actividades colaborativas llevadas a cabo con los entornos CSCL originales.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por el proyecto Implementación de un Framework para la evaluación de la Usabilidad de aplicaciones software soportado en la creación de un Laboratorio de usabilidad, código 111345221103 de Colciencias, por el proyecto CICYT es TIN2008-06596-C02-2 y por el programa FPU del Ministerio de Ciencia e Innovación de España.

Referencias

- M. Baker, T. Hansen, R. Joiner, and D. Traum. "The role of grounding in collaborative learning tasks." Collaborative learning: Cognitive and computational. (1999).
- J. M. Burkhardt, F. Détienne, A. M. Hébert, and L. Perron. "Assessing the "Quality of Collaboration" in Technology-Mediated Design Situations with Several Dimensions." INTERACT 2009, Part II, LNCS 5727, T. G. e. al., ed., IFIP International Federation for Information Processing. (2009).
- A. Calvani, A. Fini, M. Pettenati, L. Sarti, and M. "Design of Collaborative Learning Environments: bridging the gap between" Journal of E-learning (2006).
- C. Collazos, L. Guerrero, J. Pino, and S. "Evaluating collaborative learning processes." Lecture Notes in Computer (2002).
- C. A. Collazos. "Una metodología para el apoyo computacional de la evaluación y monitoreo en ambientes de aprendizaje colaborativo," Tesis doctoral, Universidad de Chile, Santiago de Chile. (2003).

- J. M. Coronado, and U. Hernandez. "Criterios de Usabilidad para la Construcción y Evaluación de Aplicaciones Groupware sobre la Web." *Revista Enlace Informático*. (2003).
- P. Dillenbourg, M. Baker, A. Blaye, and C. O'Malley. "The evolution of research on collaborative learning." *Humans and Machine: Towards an interdisciplinary learning science*. (1996).
- A. Dimitracopoulou, V. Kollias, A. Harrer, A. Martinez, A. Petrou, Y. D. J. Antonio, and L. B. A. Wichmann. "State of the art of interaction analysis for Metacognitive Support & Diagnosis." Final, European Commission, DG INFSO, Rhodes, Greece. (2006).
- C. A. Ellis, S. J. Gibbs, and G. L. Rein. "Groupware some issues and experiences." *Communications of the ACM*. (1991).
- U. Gretzel. "Social network analysis: Introduction and resources." (2001).
- C. Gutwin, and S. Greenberg. "A descriptive framework of workspace awareness for real-time groupware." *Computer Supported Cooperative Work (CSCW)*. (2002).
- R. A. Hanneman, and M. Riddle. *Introduction to social network methods*, University of California Riverside, Riverside, CA. (2005).
- J. A. Marcos, A. Martínez, Y. Dimitriadis, and R. Anguita. "A Role Framework For Interactions Analysis-Based Support Of Collaborative Learning Activities." *12th International Workshop on Groupware: Design, Implementation, and Use, CRIWG*. (2006).
- J. A. Marcos, A. Martínez, Y. Dimitriadis, and M. J. Rodríguez. "Role-AdaptIA: A role-based adaptive tool for interaction analysis." *International Conference of the Learning Sciences ICLS*. (2008).
- A. Martínez, Y. Dimitriadis, J. Tardajos, O. Velloso, and M. B. Villacorta. "Integration of SNA in a mixed evaluation approach for the study of participatory aspects of collaboration." *European Conference on Computer Supported Collaborative Work (ECSCW03), Workshop on Social Networks*. (2003).
- H. Ogata, Y. Yano, N. Furugori, and Q. Jin. "Computer supported social networking for augmenting cooperation." *Computer Supported Cooperative Work (CSCW)*. (2001).
- L. A. N. Sánchez, and J. P. S. Fernández. "Análisis de redes sociales aplicado a redes de investigación en ciencia y tecnología." *mingaonline.uach.cl*. (2007).
- S. Wasserman, and K. Faust. *Social Network Analysis: Methods and applications*, Press Syndicate, New York, USA. (1994).
- P. A. Willging. "Técnicas para el análisis y visualización de interacciones en ambientes virtuales." *REDES- Revista hispana para el análisis de redes sociales*. (2008).