

La argumentación en línea y la construcción de redes sociales para el aprendizaje exitoso en matemática¹

Luis Facundo Maldonado, Ph.D. ² **David Macías, M.Sc.** ³, **Reuma DeGroot, Ph.D.** ⁴,
Myriam Rodríguez, M.Sc. ⁵.

Área temática específica: Redes sociales y su aplicación al ámbito educativo.

Resumen

Esta investigación relaciona la construcción de redes de aprendizaje mediante procesos que integran ontologías argumentativas y son apoyados por ambientes digitales en línea, con el aprendizaje de la matemática y la reducción de la deserción. Estudia el efecto de la cantidad de práctica argumentativa sobre el aprendizaje de competencias matemáticas y la reducción de la deserción mediante un modelo de análisis de regresión; el efecto del uso de ontologías sobre el aprendizaje mediante análisis del contenido y correlación estadística, y la relación entre centralidad y cohesión de grupo con el aprendizaje mediante análisis de redes sociales. La muestra está constituida por estudiantes de primer semestre de ingeniería. Los resultados sugieren que las ontologías son ordenadores poderosos de información y ayudan a estructurar el pensamiento si hay entrenamiento específico, práctica suficiente y una metodología de moderación eficiente; las sesiones argumentativas sistemáticas en el desarrollo curricular son efectivas para construir y consolidar redes sociales de aprendizaje que fortalecen las posibilidades de éxito académico al mejorar el aprendizaje y disminuir la deserción. Se concluye que la red social construida tiene un fuerte valor para integrar al estudiante a su ambiente académico y mejorar sus posibilidades de permanencia exitosa en la universidad.

¹ Esta ponencia muestra el resultado del proyecto de investigación titulado: Efecto del ejercicio de la argumentación y del monitoreo de las variables centralidad y cohesión de grupo sobre el desarrollo de competencias matemáticas y la deserción de los estudiantes. Cofinanciado por RENATA, Universidad Central, Universitaria de Investigación y Desarrollo y la Universidad Hebrea de Jerusalén. Contrato IF-002-10. Equipo de investigación: Luis Facundo Maldonado, Jairo Gutiérrez, Orlando Muñoz, Ricardo Bernal, Adriana Lizcano, David Macías, Edel Serrano, Eva Cecilia Vargas, Gloria Esperanza Rodríguez Molina, Myriam Sofía Rodríguez, Raúl Drachman, Reuma De Groot, Ricardo Vicente Jaime.

² Investigador Grupo Tecnice, Universidad Central de Bogotá,

³ Investigador Grupo Tecnimat, Universidad Central de Bogotá

⁴ Investigadora Grupo Kishurim, Universidad Hebrea de Jerusalén,

⁵ Investigadora Grupo Gidsaw, UDI de Bucaramanga

Introducción

La deserción estudiantil es preocupación mundial por sus costos y significado social. Según SPADIES⁶, en la universidad colombiana bordea el 50%. Los modelos teóricos relacionan variables académicas y del ambiente social (Summers, 2003). La teoría de Tinto (1975) continúa en una línea similar a la de Spady (1970) y sostiene que la deserción y su contraparte, la perseverancia en los estudios universitarios se explica por la interacción de habilidades académicas con factores de integración social. Los antecedentes de los estudiantes determinan el nivel de integración tanto al sistema académico como social de la institución. La forma como se integre a la dinámica curricular y social determina su decisión de permanecer o retirarse del programa universitario. Esta teoría ha sido validada por estudios posteriores. Sin embargo, el estado del arte muestra que el desarrollo de estrategias pedagógicas para lograr adaptación de los estudiantes a su comunidad académica está en sus inicios.

Esta investigación tiene como objetivo validar una estrategia de acompañamiento a grupos de estudiantes utilizando un ambiente digital en línea (Argonaut) con los propósitos de desarrollar una estrategia argumentativa que integra ontologías siguiendo el enfoque de Toulmin (1958) como forma de mejorar la capacidad de resolver problemas en el dominio de la matemática y de consolidar relaciones académicas efectivas entre estudiantes y entre éstos y su profesor. De esta manera se pretende mejorar el rendimiento académico y disminuir la deserción.

Antecedentes

1. Construcción de Comunidad

Una forma de construir comunidad de aprendizaje puede ser el acompañamiento por parte de profesores a las sesiones de estudio de grupos de estudiantes que se organizan para resolver problemas a partir de fuentes de información. La investigación muestra derroteros para hacerlo. Por ejemplo el acompañamiento se puede entender como una condición para monitorear procesos de aprendizaje en grupos. Neaney (1994) anota que el monitoreo eficiente implica la selección de información significativa y concisa. Si falta la primera condición, la asesoría al estudiante pierde soporte pertinente; y si, la segunda, el uso de la información se dificulta. Un registro requiere del desempeño del estudiante y de la opinión del docente como observador calificado.

⁶ http://spadies.mineducacion.gov.co/spadies/consultas_predefinidas.html?2

Su propuesta se basa en una matriz donde en la fila aparecen los temas de aprendizaje y en la columna la fecha del encuentro pedagógico. El profesor escribe en esta hoja una observación descriptiva y muy breve sobre el avance del estudiante.

Macías y Maldonado (2009) analizan la relación entre juicios de metamemoria y aprendizaje. La identificación de objetivos y la activación de la valoración del contenido de memoria frente a lo que se debe aprender favorecen la activación de estrategias de solución de problemas y los mecanismos de autorregulación en el aprendizaje autónomo.

El aprendizaje basado en problemas (Barrows, 1985) usa problemas abiertos que se resuelven de manera colaborativa en grupos pequeños (no más de 10 participantes). En la versión de Goodnough (2005) incorpora tres acciones: planeación de la solución, solución y reflexión. El problema se presenta a partir de un contexto que relaciona la sociedad, la ciencia y la tecnología. Una vez presentado el problema el proceso de búsqueda o investigación se orienta por preguntas relacionadas con las dimensiones epistemológicas de la solución. Por ejemplo, Cuáles son los hechos relevantes al problema? Qué información adicional se requiere? Qué posibles hipótesis se pueden proponer? Qué plan de acción se ejecutará? Qué criterios validan la verdad de la respuesta'. La etapa de reflexión se orienta con preguntas como: cuál fue mi aporte a la solución? Cuáles fueron los aprendizajes adquiridos? Cuáles fueron las dificultades más notorias? Qué proyecciones del aprendizaje se pueden hacer en el desarrollo del curso y en el futuro profesional?

Maldonado, Leal y Montenegro (2009) en un estudio en el que comparan el aprendizaje en grupos homogéneos y heterogéneos en cuanto a niveles de aprendizaje previo medidos a través de una prueba de entrada encuentra que los estudiantes aprenden más en grupos heterogéneos y que las relaciones de liderazgo están más distribuidas. En este estudio también se encuentra que el conocimiento previo de las metas y el auto-monitoreo del acercamiento a esas metas incide positivamente en el aprendizaje de competencias cognitivas en el dominio de la lógica matemática.

2. Dispositivos tecnológicos para el aprendizaje

En la formación de habilidades para pensar, se han desarrollado muchos dispositivos tecnológicos y la Comunidad para el Aprendizaje Colaborativo Apoyado por Computador (CSCL) ha sido muy activa en este empeño. En particular, ha sido

persistente en alcanzar uno de sus objetivos teóricos, a saber, comprender los procesos de aprendizaje que incorporan ambientes digitales en ambientes socialmente significativos (Scardamalia & Bereiter, 1994; Bereiter, 2002). Muchos de los dispositivos desarrollados están orientados a la representación de la argumentación (Suthers, 2003). Las representaciones muestran una nueva dirección que da prioridad a la colaboración frente a la individualización, el razonamiento frente al pensamiento y las actividades de razonamiento frente a las competencias de razonamiento.

Con base en este enfoque educativo, el grupo Kishurim en la Universidad Hebrea de Jerusalén, co-diseñó el software Argunaut para desarrollar discusiones basadas en argumaentación, de forma escrita y sincrónica (Proyecto Europeo DUNES, IST-2001-34153, 2002-04, y Proyecto Europeo ARGUNAUT, IST-2005-027728), Schwarz & Glassner, (2007), De-Groot et al., 2007 y Asterhan, Schwarz, & Gil (2007).

El dispositivo Argunaut apoya una discusión argumentativa a través de la creación de una representación gráfica – Mapa Argumentativo – de la sesión que se desarrolla. La representación relaciona expresiones textuales insertadas en las figuras geométricas para representar diferentes movimientos dialogales (ontología). Un usuario tiene que escoger una figura específica tomada de un conjunto de opciones, para introducir su contribución a la discusión (por ejemplo, “argumento”, “hipótesis”, “pregunta”, “explicación”), escribir su contribución en la figura y vincularla a alguna de las contribuciones previas del mapa argumentativo (Schwarz & Glassner, 2007). La Fig. 1 muestra un ejemplo de pantalla tomada de una discusión usando Argunaut.

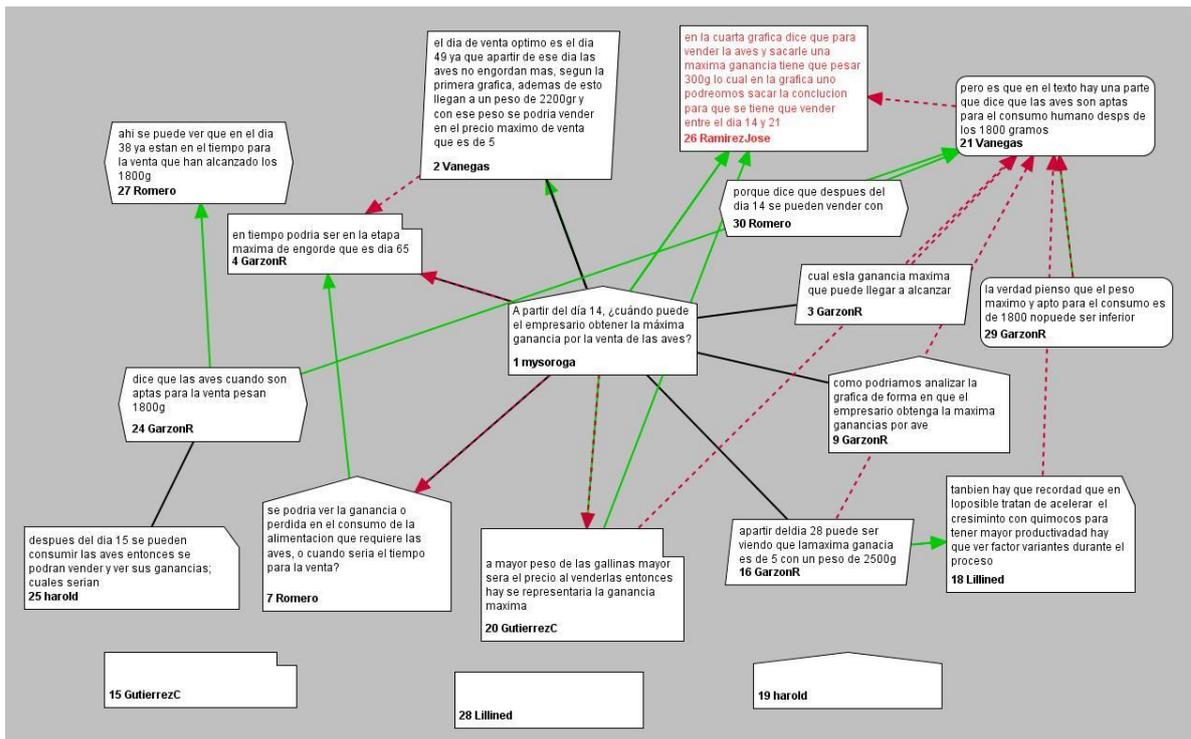


Ilustración 1. Ejemplo de mapa argumentativo en Argonaut

Marco conceptual

Aunque se han desarrollado muchos dispositivos para la argumentación, los programas educativos para promover el razonamiento con ayuda de representaciones argumentativas son escasos todavía. Esta escasez corre paralela con el desarrollo de concepciones pedagógicas y la evolución del diseño de ambientes para apoyar la marcha de la actividad argumentativa.

Si bien la argumentación – y su más reciente conceptualización como razonamiento, muy relacionada con el dialogismo (Wegerif, 2006) – es benéfica para la construcción de conocimiento (Kuhn, Shaw, & Felton, 1997) y hay necesidad de crear condiciones óptimas para su realización, estas “condiciones óptimas” están fuertemente vinculadas al diseño de ambientes de aprendizaje que promuevan los resultados deseados de actividades argumentativas fructuosas. Algunas de estas condiciones dependen de la manera como el ambiente fue previamente diseñado. Podemos señalar tres principios para mejorar las actividades argumentativas: Colaboración. Las tareas son asignadas a grupos pequeños cuyos miembros son conscientes de que contribuyen a un objetivo común y de que su colaboración es valiosa en sí misma.

Procedimientos de mediación que no interfieran. Se sugiere que los maestros usen procedimientos que apoyen la colaboración (en las modalidades electrónica y cara a

cara) para promover razonamiento crítico: se invita a los maestros a sugerir procedimientos, instrucciones previas o durante el desarrollo con la característica de que no interfieran el desarrollo de la sesión.

Compromiso con el diálogo crítico. Es uno de los principios centrales en el programa. Los maestros se comprometen a invitar a los estudiantes a dar argumentos razonados, a abrir perspectivas nuevas, a retar los argumentos con los cuales no están de acuerdo, y a negociar y revisar sus argumentos cuando aparecen datos o argumentos que no pueden refutar.

Para la unidad de aprendizaje como tal – a la cual denominamos caso- hemos elaborado algunas sugerencias que pueden servir como guía para su diseño. El caso debe enfocarse a problemas que estimulen la curiosidad de los estudiantes.

Una vez que el problema se ha presentado a los estudiantes, el maestro debe iniciar una discusión argumentativa en la cual los estudiantes pueden usar su conocimiento informal y elaborarlo. Es recomendable usar narraciones de la vida diaria relacionadas con el dominio de conocimiento, acompañadas de preguntas claves. El compromiso de los estudiantes se mantiene con actividades creativas, tareas y el uso de diferentes recursos.

Aparte de los principios de diseño que son necesarios para promover el razonamiento crítico mediante actividades argumentativas, un número creciente de estudios muestra que el medio a través del cual los interlocutores se comunican puede ser un factor importante a tener en consideración. Muchos han propuesto que formatos de comunicación mediada por computador (CMC), en vez de comunicación cara a cara, pueden, de por sí, promover un discurso crítico cualitativamente mejor (v.g., Suthers, 2003). Varios atributos de este medio son vistos como responsables de estas diferencias: (1) La posibilidad de releer o revisar y corregir contribuciones, y el hecho de que en una CMC sincrónica suele aumentar el tiempo del que uno dispone para pensar y sopesar su respuesta antes de enviarla, son considerados como incentivos de la reflexión (v.g., Guiller, Durdell, & Ross, 2008); (2) la falta de señales no verbales usadas, entre otras cosas, para la evaluación del status social – puede permitir una participación más democrática y menos inhibida (Herring, 2004; Suler, 2004); (3) la capacidad de enviar varios mensajes simultáneamente puede promover una participación más igualitaria por parte de los participantes en la discusión, en particular de los más silenciosos (Asterhan & Eisenmann, 2009); y (4) la

naturaleza textual de la comunicación y la falta de señales no-verbales puede obligar a los participantes en la discusión a ser más explícitos y proveer argumentos más razonados (Kim, Anderson, Nguyen-Yahiel & Archodidou, 2007; Newman, Webb & Cochrane, 1995).

La investigación usando Argunaut con estudiantes de bachillerato en una población de personas reintegradas de actividades de lucha armada a la vida civil muestra que el trabajo colaborativo usando Argunaut mejora la confianza en el grupo y la percepción de las propias capacidades para aprender (Maldonado et Al., 2009). Los datos muestran un mejoramiento de las características resilientes de los participantes. Este hallazgo apoya la hipótesis de que la introducción de estrategias argumentativas podría fortalecer las capacidades resilientes de los estudiantes universitarios y, en consecuencia, ser un factor que incida positivamente en la reducción del retiro del curso y de la deserción del programa académico que cursa el estudiante en la universidad.

METODOLOGÍA

Condiciones previas

Los profesores que participaron en la experiencia desarrollaron un proceso de formación en ejercicio en la elaboración de matrices de competencias, diseño de casos, uso del software Argunaut, especificación de ontologías, proceso de moderación, lectura de mapas argumentativos y datos del sistema.

El proceso de formación utilizó el software como dispositivo de discusiones entre los participantes y con base en esa participación se describió la red de aprendizaje que se fue desarrollando a lo largo del proceso.

El La experiencia con los estudiantes se desarrolló en el primer curso de matemáticas de la facultad de ingeniería de la Universidad Central de Bogotá y la Universitaria de Investigación de Bucaramanga. En el desarrollo del curso los estudiantes dispusieron de contenidos dispuestos en aula Moodle, ejercicios de práctica con feedback, tres horas de clase presencial y dos de trabajo colaborativo.

Procedimientos

1. Población y muestra. Para el desarrollo de esta investigación se tomó como población de referencia los estudiantes de matemática básica en carreras de ingeniería. Se seleccionaron dos grupos paralelos, cada uno en una universidad diferente, la una ubicada en Bogotá y la otra en Bucaramanga.

2. Los dos Grupos, en paralelo, usaron el escenario pedagógico diseñado (aula Moodle con contenidos, clase presencial y sesión de acompañamiento de dos horas consistente en solución colaborativa de problemas en Argunaut).
3. Durante el desarrollo del curso se desarrollaron cinco sesiones colaborativas utilizando el software Argunaut, cada sesión sobre un caso diferente y que correspondía a la temática de una unidad del curso diferente en el curso de 16 semanas. El tamaño de los grupos colaborativos fue de 5 estudiantes en promedio organizados de manera libre en cada encuentro. De cada sesión se guardaron los mapas argumentativos generados por el software los cuales dan información de quiénes participaron, en qué grupo estuvieron, con qué compañeros interactuaron, y cuál fue tanto la clase de aportes como el contenido de los mismos.

ANÁLISIS DE DATOS

1. Impacto de las sesiones Argunaut y la universidad sobre la deserción.

El primer análisis evalúa el efecto de la cantidad de sesiones argumentativas sobre la deserción utilizando el modelo de deserción. Utiliza las variables número de sesiones y universidad como predictores y la deserción como variable dependiente.

El resumen del análisis de regresión muestran que las variables independientes efectivamente son predictores de la variable dependiente ($F(2,83)=15,894$ $p<,00000$, error estándar de estimación: ,34471). La Tabla 1. Discrimina los valores Beta, el valor t y el nivel de significación de la relación. En este caso es el número de sesiones dígalo la variable que tiene mayor efecto sobre la variable dependiente. La deserción fue diferente para las dos universidades. De tal manera que es posible predecir la deserción a partir de la universidad y, especialmente a partir del número de sesiones Argunaut a las cuales asiste el estudiante. El signo negativo del valor Beta y de la prueba t muestra que a mayor número de sesiones argumentativas, menor deserción.

Tabla 1. Resultados del análisis de regresión tomando como variables independientes la universidad y el número de sesiones Argunaut, y como variable dependiente el retiro del curso.

		St. Err.		St. Err.		
	BETA	of BETA	B	of B	t(83)	p-level
Intercpt			21,21372	7,474756	2,83805	,005704
UNIVERSI	-,2596	,093351	-,20682	,074374	-2,781	,006707
SESDIGAL	-,4624	,093351	-,10708	,021616	-4,954	,000004

2. Impacto sobre la nota en el examen final

Tabla 2. Resumen del análisis de regresión tomando como variables independientes la universidad y el número de sesiones argumentativas usando el software Argunaut y como variable dependiente los resultados en el examen final

	BETA	St. Err. of BETA	B	St. Err. of B	t(83)	p-level
Intercpt			-83,3001	29,51912	-2,82190	,005972
UNIVERSI	,282929	,098097	,8471	,29371	2,88418	,004998
SESDIGAL	,353676	,098097	,3078	,08537	3,60537	,000531

El segundo análisis toma el modelo de regresión para identificar el impacto del número de sesiones argumentativas usando el software Argunaut y la universidad sobre el rendimiento en el examen final del curso Argumentativas explican la varianza en las calificaciones del

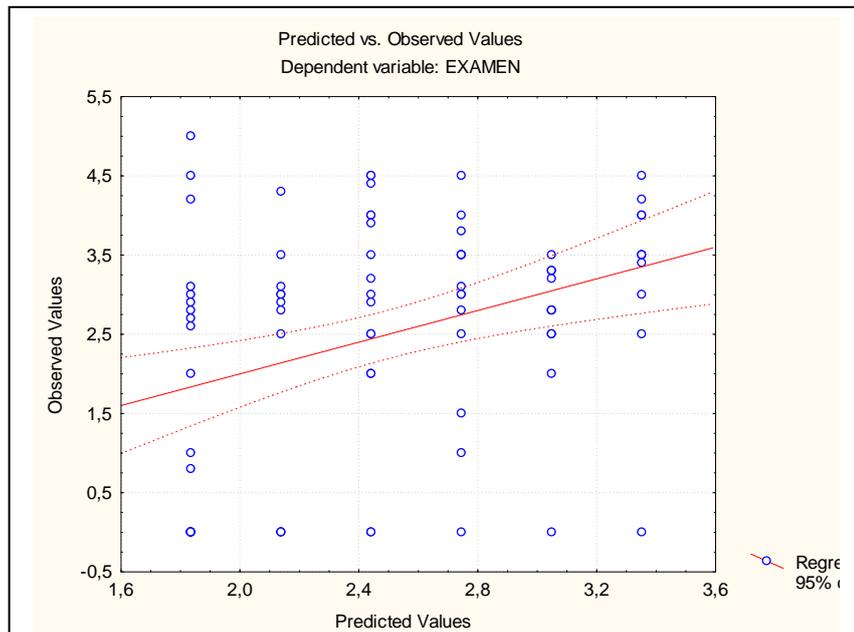
examen final

($F(2,83)=10,476$
 $p<,00009$, error estándar de estimación:

1,3613). La Tabla 2 muestra los valores Beta y el nivel de significación de las parejas de relaciones con la variable dependiente.

Nuevamente el predictor de mayor significación es el

número de sesiones argumentativas. El signo positivo de Beta y de la prueba t muestra que el incremento en el número de sesiones argumentativas se relaciona positivamente con el rendimiento en el examen final. El rendimiento fue diferente en las dos universidades.



Grafica 1. Relación entre asistencia a sesiones argumentativas y puntaje en examen final. La relación entre las dos variables es positiva.

En resumen, el análisis de regresión muestra una fuerte relación entre las sesiones de argumentación y las variables deserción y rendimiento en la prueba final de conocimientos. Este es un indicador de que el efecto de la argumentación se desarrolla a través de un proceso gradual creciente.

3. Análisis categorías argumentativas vs aprendizaje

En esta parte se hace un análisis de la relación que tiene el manejo de las categorías argumentativas con el aprendizaje de la matemática. La primera variable que se toma es la frecuencia de uso correcto de cada una de las categorías argumentativas y la segunda, la nota obtenida por los estudiantes en cada uno de las tres evaluaciones del semestre. Para el análisis se toman los datos de las cinco sesiones argumentativas desarrolladas por los estudiantes.

En la siguiente Tabla 3 se presentan las correlaciones significativas entre categorías y aprendizaje que se obtuvieron en cada una de las cinco sesiones:

Tabla 3. Correlaciones significativas entre frecuencia de uso de categorías y resultado en las evaluaciones del aprendizaje

	Claim	Informa	Comment	Idea	Argument	Question	Explanation
Sesión 1		0.38					
Sesión 2							0.34
Sesión 3					0.48		0.46
Sesión 4					0.60		
Sesión 5				0.38			0.38

Las correlaciones entre frecuencia de uso de las categorías y el aprendizaje es significativa sólo en algunos casos. Se observa que la correlación entre explicación y resultados de evaluación es la más alta en tres de las cinco sesiones. También se observa un cambio en la medida en que avanzan las sesiones.

En la Tabla 4 se presentan las correlaciones significativas entre la frecuencia de uso de las categorías argumentativas en las cinco sesiones de trabajo que se desarrollaron:

Tabla 4. : Correlación entre el manejo correcto de categorías y el aprendizaje

	Claim	Information	Comment	Idea	Argument	Question	Explanation
Claim							
Information							
Comment		0.608					
Idea	0.795						
Argument	0.80		0.399				
Question			0.399				
Explnation		0.53					

La mayor correlación entre parejas de categorías se puede relacionar con un uso funcional equivalente entre las mismas. Es probable que el sentido de estas parejas muy correlacionadas no esté muy diferenciado y que los estudiantes tiendan a dar el

mismo uso conceptual a algunas parejas de categorías. El uso diferenciado muy probablemente requiera de entrenamiento explícito en el uso del sistema ontológico.

En un paso siguiente hacemos un análisis de regresión múltiple en donde se toma como variable dependiente la nota del examen realizado a los estudiantes y como variables independientes las frecuencias de uso de las categorías ontológicas: afirmación, información, comentario, idea, argumento, pregunta y explicación. La Tabla 5 muestra los resultados de este análisis.

Tabla 5. Resultado del análisis de regresión múltiple tomando como predictores las frecuencias asociadas a cada categoría argumentativa y como variable dependiente el resultado en la prueba final del curso.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	8,03491	7	1,14784	4,53	0,0160
Residuo	2,53454	10	0,253454		
Total (Corr.)	10,5694	17			

En la Tabla 5 se observa que el P-valor de la prueba F está por debajo de 0.05, esto indica que existe una relación estadísticamente significativa entre el conjunto de las variables independientes y la dependiente. El modelo de regresión relaciona las variables: afirmación, información, comentario, idea, argumento, pregunta y explicación con la variable examen. La salida muestra los resultados de ajustar un modelo de regresión lineal múltiple para describir la relación entre examen y siete variables independientes con sus correspondientes coeficientes beta que muestran la fuerza de la relación de cada predictor con la variable dependiente:

$$\text{Examen} = 3,43546 + 0,144808 * \text{Afirmación} + 0,0983339 * \text{Información} - 0,0231977 * \text{Comentario} + 0,131025 * \text{Idea} - 0,221832 * \text{Argumento} - 0,279247 * \text{Pregunta} + 0,169253 * \text{Explicación}$$

Al utilizar el método de regresión que retira las variables independientes débilmente relacionadas con la variable dependiente una a una para optimizar el modelo. nuevamente se obtiene un valor de P menor que 0.05 indicador de que existe una relación estadísticamente significativa entre la variables, con un coeficiente de correlación 49,1245% entre el conjunto de las variables independientes y la dependiente. El modelo generado es: examen = 3,43818 + 0,185949*Claim - 0,221268*Pregunta

En el modelo anterior las variables claim y pregunta son las que explican los cambios en la variable dependiente, con la anotación de que claim tiene una relación positiva y pregunta tiene una relación inversa. Puesto que el P-valor para la prueba F es menor que 0.05, existe una relación estadísticamente significativa entre las variables con un nivel de confianza mayor que 95.0%.

El enfoque de los mapas argumentativos se relaciona con la frecuencia de mayor uso en cada una de las sesiones. La Tabla 6 presenta el enfoque del desempeño de todos los estudiantes en cada una de las sesiones de trabajo:

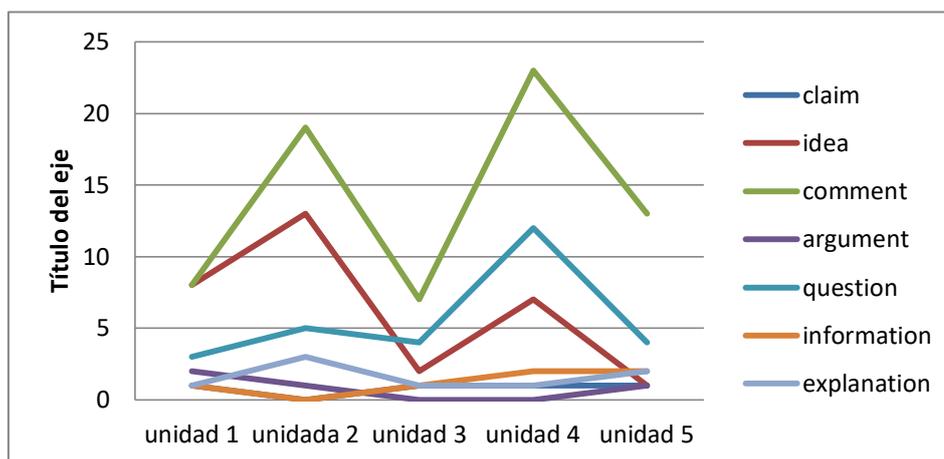
Tabla 6. Frecuencia absoluta de uso de las categorías en las cinco sesiones argumentativas

	Sesión 1	Sesión 2	Sesión 3	Sesión 4	Sesión 5	Total
Afirmación	9	3	10	8	3	33
Información	14	2	1	4	10	31
Comentario	28	17	12	12	6	75
Idea	13	4	5	14	2	38
Argumento	3	0	4	2	0	9
Pregunta	20	8	15	11	9	63
Explicación	3	16	5	2	2	28
Total	90	50	52	53	32	

En la Tabla 6 se puede observar que el enfoque de los mapas de las dos primeras sesiones de trabajo está orientado a comentarios, con frecuencias en esta categoría de 28 y 17, mientras que en la sesión tres el enfoque está orientado a formular interrogantes, en la sesión 4, a dar ideas o miradas subjetivas del caso y en la sesión 5 al manejo de la información. Este hecho nos lleva a generar una hipótesis y es que el enfoque de los mapas argumentativos que representan las diferentes interacciones de los estudiantes al tratar de encontrar la solución de un problema, está influido por la clase de problema. Por otro lado, si se lee el último renglón de la tabla se puede observar que existe un comportamiento sistemático decreciente en la complejidad de los mapas, dada esta por el número total de intervenciones de los estudiantes, este hecho puede ser un indicador de que los estudiantes divagan menos en encontrar la respuesta al caso.

Precisión en el uso de categorías ontológicas

La precisión del uso de las categorías ontológicas determina la correspondencia entre el uso de la forma seleccionada y el contenido asignado en cada participación por los estudiantes. Para esta medida se toma la diferencia



Grafica 2. Comportamiento del error en el manejo de categorías

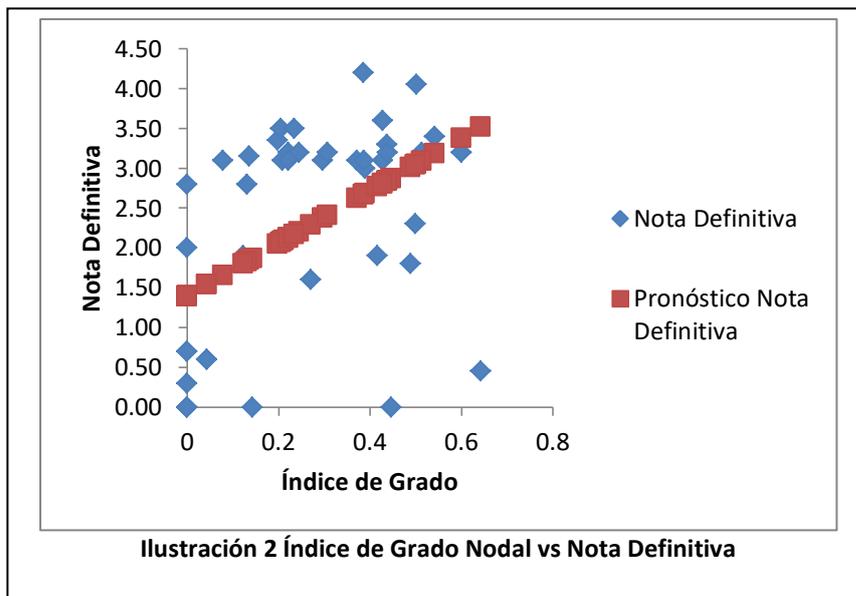
entre la frecuencia de uso de las formas categóricas, tal como las toma el estudiante y la frecuencia de las categorías determinadas por su contenido según juicio de un evaluador experto. Esto da como resultado una frecuencia de uso correcto y una frecuencia de uso incorrecto. El error en el uso de la categoría se calcula como la diferencia entre la frecuencia absoluta de uso de la forma menos la frecuencia de uso correcto de la categoría.

$$\text{Error} = |\text{Frec. de formas categóricas} - \text{Frec. dada por el contenido}|$$

La Gráfica 2 muestra el comportamiento del error durante las cinco sesiones de trabajo de los estudiantes. En el eje horizontal se ubican las sesiones desarrolladas y en el eje vertical el valor del error. El error surge de la no correspondencia entre el contenido de una categoría y la forma seleccionada para la misma. Si se hace una lectura longitudinal no se observa un comportamiento sistemático del error a medida que pasan las sesiones de trabajo, quizá, exceptuando las categorías argumento, información y explicación cuyo comportamiento se aproxima a una función constante. Por el contrario si se hace una lectura comparativa entre las diferentes categorías y las diferentes sesiones se observa que los casos determinan el sentido de los picos, por ejemplo la unidad 2 determina un pico creciente, la unidad 3, determina un pico decreciente, la unidad 4 determina un pico creciente y la unidad 5 determina un pico decreciente.

4. Análisis desde la perspectiva de las redes sociales

Nos proponemos estudiar la adaptación de los estudiantes a su comunidad académica y nos formulamos la siguiente pregunta de investigación: si una estrategia que utiliza la argumentación apoyada por computador en el sistema Argunaut, para monitorear las variables centralidad – del individuo - y cohesión grupal tiene un efecto positivo en el desarrollo de competencias matemáticas y en la disminución de la deserción estudiantil.



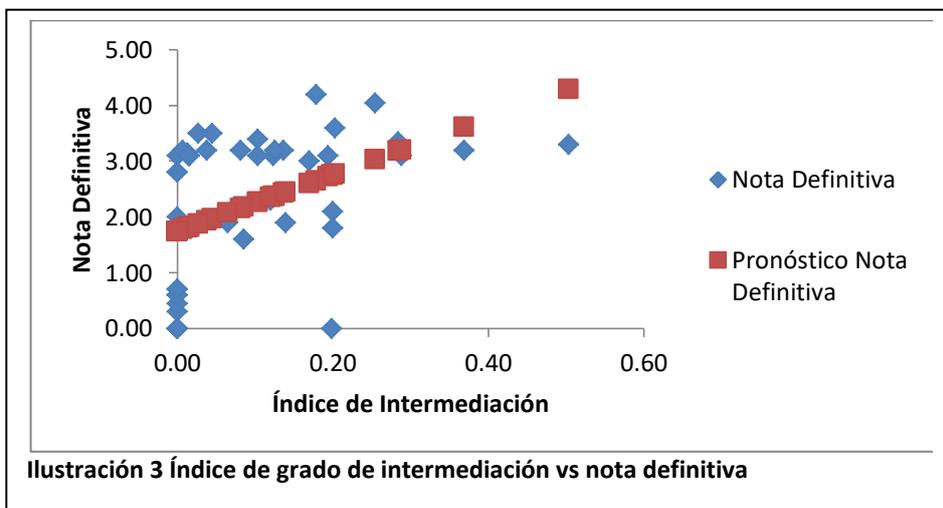
El índice de centralidad se lleva a una matriz, donde en las columnas se colocan sesiones y en las filas los estudiantes. El promedio de cada período en el índice de centralidad se utiliza como predictor en un análisis de regresión con variable

dependiente rendimiento académico. En particular se tomaron dos medidas consideradas importantes para medir la centralidad de un nodo dentro de la red: el grado nodal y el grado de intermediación. En la Ilustración 2, se muestra el gráfico de la regresión del índice de grado nodal versus la nota definitiva obtenida en la asignatura. Se puede observar que existe una relación entre el índice de grado nodal y el éxito académico, a mayor grado nodal, mayor nota definitiva. El coeficiente de correlación es de 0.5691. El coeficiente de determinación R^2 es de 0.32, el error típico es de 1.11, la suma de los cuadrados para la regresión es de 24.54 y para los residuos es de 51.85. El valor de F es de 20.12.

En la Ilustración 2 se muestra el gráfico de la regresión del índice del grado de intermediación contra la nota definitiva obtenida en la asignatura. Se puede observar

que es menos estrecha la relación entre éxito académico y grado de intermediación. El coeficiente de correlación es de 0.44, el coeficiente de determinación R^2 es de 0.196, el error típico es de 1.21, la suma de los cuadrados para la regresión es de 15.07 y para los residuos es de 61.61. El valor de F es de 10.28.

El índice de cohesión se ubica en una matriz unidimensional para observar su evolución. Con el índice de cohesión de grupo se hace un análisis de varianza



para revisar si existen diferencias significativas en el rendimiento y deserción de los grupos. Las medidas de cohesión que se consideraron para el análisis fueron densidad de grupo y coeficiente de clustering. En la Ilustración 3, se muestra el modelo de regresión que relaciona el índice de intermediación como variable independiente y la nota definitiva como variable dependiente.

Tabla 7. Regresión lineal entre densidad de Grupo y Nota Definitiva.

<i>Grupos</i>	<i>No Sujetos</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Promedio Índice Densidad de Grupo	44	16,37900096	0,372250022	0,0744407
Nota Definitiva	44	98,5	2,238636364	1,7835888

Por otra parte la tabla 7 muestra los parámetros descriptivos de los índices de densidad de grupo y de la nota definitiva. El análisis estadístico se hace con un total de 44 sujetos que constituyen los nodos de la red.

Tabla 8. Varianza de la regresión lineal entre densidad de grupo y Nota definitiva.

ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	76,634755	1	76,6347555	82,490353	3,34362E-14	3,95188225
Dentro de los grupos	79,895269	86	0,929014759			
Total	156,53002	87				

La Tabla 8 muestra los resultados del análisis de regresión que utiliza la prueba F para establecer la relación entre varianza sistemática y varianza de error. La varianza

sistemática es significativamente grande en comparación con la varianza de error, de tal manera que la probabilidad de error de las predicciones usando el modelo es muy baja ($p=3,34362E-14 < 0.05$).

En consecuencia se muestra que la relación entre densidad de grupo y el grado de intermediación son predictores significativos del éxito académico en el curso de matemáticas en el cual se hizo el estudio.

DISCUSIÓN

La condición de ser un estudio en condiciones institucionales dadas, no permite considerar el trabajo como experimental propiamente dicho.

Los datos muestran que el efecto de la argumentación con base en ontologías argumentativas y apoyado por ambientes digitales en línea, es proporcional a la práctica con el sistema de categorías argumentativas y que se requiere de un aprendizaje para que el efecto se observe en el aprendizaje mismo. Maldonado (2012) en una revisión de investigación sobre estrategias de aprendizaje muestra que para que éstas tengan efecto en la calidad del aprendizaje se requiere de procesos de entrenamiento sobre las mismas estrategias. Hay varias razones para sustentar esta interpretación: El uso del software es una experiencia nueva y categorizar cada una de las contribuciones antes de escribirla requiere un proceso de reflexión adicional al análisis del problema mismo. La ontología argumentativa probablemente actúa como organizador de la información, que en la medida que se usa se adquiere habilidad para usarlo. Es muy probable que si se desarrolla un entrenamiento sistemático previo a las sesiones de experimentación y se constata proficiencia en el manejo de las estructuras argumentativas como estrategia de aprendizaje, los resultados mejoren significativamente. Por otra parte, se puede afirmar que a medida que se desarrollan los procesos argumentativos las relaciones académicas entre los miembros se activa y progresivamente se va consolidando la red de apoyo académico entre compañeros que repercute en menor deserción. El análisis de la red social que muestra fuerte relación tanto del grado de intermediación como de la densidad de las relaciones en la red apoya esta interpretación.

A medida que se realizaban las sesiones de trabajo, se evidenció la participación activa de los estudiantes, así como la familiarización con el programa, lo que desarrollo la habilidad en cada uno de ellos para dar solución de problemas prácticos con el uso del *argonaut*.

Incluso en el transcurso de las sesiones de clase presenciales se observó que a medida que los estudiantes del grupo experimental desarrollaban los casos con el

software Argunaut, la participación era más notoria y de mejor calidad, el nivel de confianza que demostraban en las participaciones se veía apoyado por razonamiento lógico y las soluciones a los cuestionamientos eran resueltos por los mismos estudiantes.

En varios casos la correlación entre categorías ontológicas y la nota es baja y sólo en algunas es alta, lo cual lleva a pensar que para que se logre una correlación mucho más alta es necesario tener un mayor número de sesiones de trabajo y analizar la forma como se enfoca la moderación. El anterior hecho se alcanza a visualizar con el crecimiento progresivo de la correlación entre la categoría argumento y la nota (-0.11, 0.06, 0.48, 0.60), excepto la sesión cinco que tiene unos valores no sistemáticos, esto se aduce quizá al tipo de problema que se les planteo a los estudiantes.

Conclusiones

En la experiencia pedagógica desarrollada, se observa expectativa inicial de los estudiantes por el uso del sistema Argunaut y de una forma nueva de aprendizaje. Se identifica una evolución de una participación inicial frecuente a una participación menos frecuente pero más focalizada en la solución efectiva del problema en las últimas sesiones. Estas observaciones ponen de relieve la importancia de entrenar a los estudiantes en el uso del sistema ontológico para fortalecer la dimensión epistemológica y metacognitiva de su razonamiento. La validación previa de las categorías ontológicas aparece como un paso de importancia para asegurar que cada una de ellas tenga significado diferenciado y contribuya positivamente al desarrollo epistemológico en la solución de los problemas. Cómo hacerlo es tema de investigación para contribuir a la calidad de los ambientes diseñados para la argumentación en el aprendizaje colaborativo. El buen uso de las categorías ontológicas en un proceso argumentativo es objeto de aprendizaje; sin embargo este aprendizaje, sobre un sistema de representación, está directamente relacionado con el conocimiento que se tenga del objeto a representar. El tener conciencia del buen uso de un sistema de representación, en particular la precisión en el uso de las categorías ontológicas, es de dimensión metacognitiva, y por lo tanto este aprendizaje se realiza en un momento posterior al aprendizaje cognitivo (Macías, David et al, 2009). Si se toma la precisión de uso de categorías como la correspondencia entre una forma ontológica y el contenido asignado, por complemento la no correspondencia entre la forma ontológica y el contenido asignado se refiere a un indicador de error en el uso de las categorías. La lectura de este fenómeno en el presente estudio deja dos enseñanzas: En primer lugar que la magnitud del error entre las categorías utilizadas es diferente, por ejemplo en los casos extremos, comentario y explicación, en donde

se presenta una mayor correspondencia entre explicación y su contenido que entre la forma ontológica comentario y su contenido, fenómeno éste que muestra que la selección de las categorías, debe relacionarse con el objeto de conocimiento cuidando la precisión en su concepto; en segundo lugar, al leer el comportamiento del error a medida que transcurren las sesiones, se observa que éste no se reduce, a no ser que sea orientada por el moderador y, en consecuencia, el diseño de las estrategias a seguir en la moderación para el buen uso de las categorías ontológicas es de trascendencia.

El cierre de las sesiones argumentativas es un punto importante en la función del moderador, al igual que el feedback sobre la calidad de las contribuciones. Una sesión inconclusa parece generar inconformidad en los grupos. También es importante resaltar que la graduación del nivel de dificultad de los problemas es una tarea importante para el docente. Problemas muy difíciles desorientan y tienden a desanimar, problemas demasiado fáciles tienden a bajar el nivel de motivación y a generar contribuciones ajenas a la solución del problema.

Los resultados concuerdan con la teoría de Tinto (1975) en el sentido de que tanto el éxito académico como la integración a la red social académica y el apoyo de su comunidad inciden positivamente en la reducción de la deserción. A nivel micro estas relaciones se manifiestan a través de las sucesivas contribuciones orientadas al aprendizaje de solución de problemas que contribuyen a formar corrientes de pensamiento que van madurando a través del desarrollo curricular y que podemos visualizar cuando usamos el tipo de dispositivos usados en este trabajo.

Esta experiencia hace pensar en que procesos que garanticen la formación de estructuras conceptuales, desarrollo de competencias cognitivas y construcción de red de aprendizaje, como condición del éxito académico requieren procesos de continuidad y seguimiento a lo largo de la carrera. Las probabilidades de contrarrestar la deserción y optimizar el rendimiento académico son promisorias, si se actúa con iniciativas sostenidas.

REFERENCIAS

Asterhan, C. S. C. & Eisenmann, T. (2009). Online and face-to-face discussions in the classroom: A study on the experiences of 'active' and 'silent' students. Proceedings of the 2009 Computer-Supported Collaborative Learning Conference.

Asterhan, C. S. C., Schwarz, B. B., & Gil, J. (2007). E-moderation of synchronous argumentative dialogue: first findings from multiple sources. Manuscript submitted for publication.

Barrows H. S. (1985). How to design problem based curriculum for the preclinical years. New York:Springer.

Bereiter, C. (2002). Education and mind in the knowledge age. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Collin A. Webster, Paula Schempp, Iis S. Mason, Christopher A. Bush, and Bryan S. McCullick (2005). "On a Constant Journey of Learning:" Self-Monitoring Strategies of Expert Gol" Research Quarterly for Exercise and Sport; 76, 1; Academic Research Library pg. A93 **de educación. Recuperado marzo de 2012.**

De Groot, Maldonado. Comunidad de aprendizaje ARGUNAUT: desarrollo de argumentación, asociatividad, y resiliencia en un ambiente digital.

De Groot, R., Drachman, R., Hever, R., Schwarz, B.B., Hoppe, U., Harrer, A., De Laat, M., Wegerif, R., McLaren, B.M., & Baurens, B (2007). Computer Supported Moderation of E-Discussions: the ARGUNAUT Approach. In: Proceedings of the Conference on Computer Supported Collaborative Learning (CSCL-07), vol. 8 (pp. 165-167). 'Drop-out' row hits soft spot for UK universities, Nature; Sep 1, 1994; 371, 6492; Academic Research Library, pg. 4

Goodnough, K. (2005) Fostering Teacher Learning through Collaborative Inquiry. The Clearing House; Nov/Dec 2005; 79, 2; Academic Research Library pg. 88

Guiller, J., A. Durndell, and A. Ross. 2008. Peer interaction and critical thinking: Face-to-face or online discussion. Learning and Instruction 18, 187-200.

Herring, S. C. (2004). Computer-mediated discourse analysis: An approach to researching online behavior. In: S. A. Barab, R. Kling, and J. H. Gray (Eds.), Designing for Virtual Communities in the Service of Learning (pp. 338-376). New York: Cambridge University Press.

Kim, I-H., Anderson, R. C., Nguyen-Jahiel, K. & Archodidou, A. (2007). Discourse patterns during children's collaborative online discussions. The Journal of the Learning Sciences, 16(3), 333-370.

Kuhn, D., Shaw, V., & Felton, M. (1997). Effects of dyadic interaction on argumentative reasoning. Cognition and Instruction, 15(3), 287-315.

Maldonado, L. F.; Serrano, E.; Macías, D.; Rodríguez, G.; Vargas, E.; y Bernal, R. (2009). Acompañamiento como estrategia pedagógica en el aprendizaje exitoso de la matemática. Revista Entre Ciencia e Ingeniería, Número 6, Pag. 33 a 59, ISSN 1909-8367

Maldonado, L.F., Landazábal, D. P., De-Groot, R. y Drachman, R. (2009). Estilos argumentativos y capacidades resilientes en un escenario de argumentación colaborativa apoyada por computador: comparación de una muestra de estudiantes colombianos con otra de estudiantes israelíes. En Suárez, C.C. (2009): Cuadernos de la Maestría en Docencia Universitaria. Bogotá, D.C.: Edit Universidad Sergio Arboleda.

Maldonado, L. F. (2012). Virtualidad y Autonomía: Pedagogía para la Equidad. Bogotá, D.C.: ICONK Editorial.

Neaney, L.F. (1994). Continuous monitoring: an approach - *The International Journal of Educational Management*, 8,2 p.33-37

Newman, G., Webb, B. & Cochrane, C. (1995). A content analysis method to measure critical thinking in face-to-face and computer supported group learning. *Interpersonal Computing and Technology*, 3(2), 56- 77.

Scardamalia, M., & Bereiter, C. (1994). Computer support for knowledge-building communities. *The Journal of the Learning Sciences*, 3(3), 265-283.

Schwarz, B. B. & Glassner, A. (2007). Designing CSCL argumentative environments for broadening and deepening understanding of the space of debate. In R. Säljö (Ed.), *Information and communication technology and transformation of learning practices*. Dordrecht: Kluwer

Spady, W. (1970). Dropouts from higher education: an interdisciplinary review and synthesis. *Interchange*, 1, 65-65.

Summers, M. (2003). ERIC review: Attrition research at community colleges - *Community College Review*; 30, 4; Academic Research Library, pg. 64.

Suthers, D. D. (2003). Representational guidance for collaborative inquiry. In: J. Andriessen, M. Baker, and D. Suthers (Eds.), *Arguing to Learn: Confronting Cognitions in Computer-Supported Collaborative Learning environments* (pp. 27-46). Kluwer Academic Publishers

Tinto, V. (1975). Dropouts from higher education: A theoretical synthesis of the recent research literature. *Review of Educational Research*, 45, 89-125.

Toulmin, S. (1958) *The Uses of Argument*, Cambridge: Cambridge University press.

van Eemeren, F. H., Grootendorst, R., Henkenmans, F. S., Blair, J. A., Johnson, R. H, Krabb, E. C., Plantin, C., Walton, D. N., Willard, C. A., Woods, J. and Zarefsky, D. (1996) *Fundamentals of Argumentation Theory: a handbook of historical background and contemporary developments*, Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.

Wegerif, R. (2006). A dialogic understanding of the relationship between CSCL and teaching thinking skills. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 1(1), 143-157.