



Revista Virtual Universidad Católica del

Norte

ISSN: 0124-5821

asanchezu@ucn.edu.co

Fundación Universitaria Católica del

Norte

Colombia

Lizcano Dallos, Adriana Rocío; Parra Valencia, Jorge Andrick; Pineda Ballesteros, Eliécer  
Categorías ontológicas en el aprendizaje colaborativo: la solución de casos matemáticos  
Revista Virtual Universidad Católica del Norte, núm. 48, mayo-agosto, 2016, pp. 100-115

Fundación Universitaria Católica del Norte

Medellín, Colombia

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=194245902007>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal  
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Cómo citar el artículo

Lizcano Dallos, A.R.; Parra Valencia, J.A. & Pineda Ballesteros, E. (2016). Categorías ontológicas en el aprendizaje colaborativo: la solución de casos matemáticos.

*Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, 48, 100-115 Recuperado de  
<http://revistavirtual.ucn.edu.co/index.php/RevistaUCN/article/view/763/1289>

## Categorías ontológicas en el aprendizaje colaborativo: la solución de casos matemáticos\*

Ontological Categories in Collaborative Learning, the Solution of Mathematical Cases

Catégories ontologiques dans l'apprentissage collaboratif, la solution des cas mathématiques

\* Para el desarrollo de esta investigación se tomaron algunas partes de los resultados obtenidos en el desarrollo del proyecto realizado en conjunto por la Universidad de Investigación y Desarrollo UDI, la Universidad Central y el Grupo Kishurim de la Universidad Hebreo de Jerusalén, con aprobación en la Convocatoria RENATA 2010 – Contrato IF-002-10 CINTEL-Universidad Central.

Los autores expresan sus agradecimientos a los integrantes del Grupo de Investigación en Nuevas Tecnologías aplicadas a la Educación GIDSAW y el Grupo de Investigación en Didáctica de las Ciencias Básicas FIELDS de la Universidad de Investigación y Desarrollo UDI, que aportaron parte de los datos que se abordan en el desarrollo de este trabajo de investigación. Igualmente agradecen al equipo de investigación de la Universidad Central y de la Universidad Hebreo de Jerusalén.



**Adriana Rocío Lizcano Dallos**

Ingeniera de Sistemas

Magíster en Tecnologías de la Información aplicadas a la Educación

Magíster en Gestión, Aplicación y Desarrollo de Software

Profesora asociada, adscrita al Centro para el Desarrollo de la Docencia – CEDEDUIS

Investigadora del grupo de investigación GENTE de la UIS

alizcano@uis.edu.co

**Jorge Andrick Parra Valencia**

Ingeniero de Sistemas

Magíster en Informática

Doctor en Ingeniería de Sistemas

Docente del programa de Ingeniería de Sistemas de la UNAB

Director del grupo de investigación en Pensamiento Sistémico

japarra@unab.edu.co

**Eliécer Pineda Ballesteros**

Ingeniero de Sistemas y Economista

Especialista en Docencia Universitaria

Magíster en Informática

Docente del programa de Ingeniería de Sistemas de la UNAD

Director grupo GUANE

eliecer.pineda@unad.edu.co

**Recibido:** 14 de julio de 2015**Evaluado:** 18 de marzo de 2016**Aprobado:** 18 de abril de 2016**Tipo de artículo:** Investigación científica y tecnológica

101

**Resumen**

En este artículo se presentan los resultados de un proyecto de investigación cuyo propósito fue identificar las diferencias en el aprendizaje colaborativo realizado por grupos de estudiantes que resuelven problemas matemáticos orientados a la argumentación, utilizando dos medios tecnológicos diferentes: un sistema de argumentación que implementa categorías ontológicas y un foro en línea. Para esta investigación se usó un diseño de investigación cuasi-experimental de grupos no equivalentes sin pre-test, trabajando con 60 estudiantes del curso Matemáticas I de primer semestre de Ingeniería. Finalizada la investigación, se observó que existen diferencias significativas entre las características de aprendizaje colaborativo desarrolladas por los estudiantes que utilizan categorías ontológicas y los que utilizan foros en la solución de problemas matemáticos orientados a la argumentación, evidenciándose un mejor desempeño en los estudiantes que utilizaron el sistema de categorías ontológicas.

**Palabras clave**

Aprendizaje colaborativo, Aprendizaje de las matemáticas, Foros, Ontologías.

**Abstract**

This article presents the results of a research project which has as objective identifying the differences in the collaborative learning for student groups which solve mathematical problems oriented to reasoning, using two different technological means: a reasoning system that implements ontological categories and an online forum. For this research a quasi-experimental design of non-equivalent groups without pre-test was used, involving 60 students of the Math-1 course of the first semester of engineering. From this research it was found that there is significant differences between the features of collaborative learning developed by the students that use ontological categories and those that use the forums for solving the mathematical problems oriented towards reasoning, this results in a better performance of the students that used the system of ontological categories.

**Keywords**

Collaborative learning, Learning mathematics, Forums, Ontologies.

**Résumé**

Dans cet article on présente les résultats d'un projet de recherche qui a comme objectif d'identifier les différences dans l'apprentissage collaboratif réalisé

par groupes d'étudiants qui résolvent problèmes mathématiques orientés vers l'argumentation, en utilisant deux moyens technologiques différents : un système d'argumentation qui implémente des catégories ontologiques et un forum en ligne. Pour cette recherche on a utilisé un dessin de recherche quasi-expérimental de groupes non-équivalents sans pré-test, en travaillant avec 60 étudiants du cours Mathématiques I de la première année de génie. On a trouvé qu'il y a des différences significatives entre les caractéristiques d'apprentissage collaboratif développées par les

étudiants qui utilisent catégories ontologiques et les étudiants qui utilisent forums dans la solution de problèmes mathématiques orientés vers l'argumentation, en étant évident un meilleur performance chez les étudiants qui ont utilisé le système de catégories ontologiques.

#### Mots-clés

Apprentissage collaboratif, Apprentissage des mathématiques, Forums, Ontologies.

## Introducción

Este artículo presenta los resultados de un trabajo de investigación enmarcado en el desarrollo del proyecto "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 estudiantil".

Considerando el papel fundamental del conocimiento en la solución de problemas, es necesario estudiar cuidadosamente cómo realizar su representación, de manera que sea comunicable y pueda ser compartido entre los miembros del grupo. Esta representación no es más que el proceso de estructurar el conocimiento sobre un dominio de aplicación, de modo que los problemas sean más fáciles de resolver, en consecuencia, debe expresar con claridad tanto los hechos del dominio, como las relaciones entre los mismos (Socorro et al., 2008).

Se espera, entonces, que la resolución colaborativa de problemas lleve a los estudiantes a identificar los procedimientos adecuados, la información relevante y aplicarlos a la solución del problema, de forma que se obtengan consensos grupales sobre dicha solución. Lo anterior implica: 1) una forma para representar y comunicar el conocimiento incorporado tanto en el problema como en la solución y 2) el desarrollo de procesos argumentativos que permitan proponer y negociar la solución.

En el último siglo, la investigación sobre el aprendizaje en grupo se ha realizado de forma extensiva más que sobre cualquier otro método de enseñanza (Barkley, Cross & Howell, 2007), lo que ha dado origen a múltiples revisiones del estado del arte y meta-análisis publicados, siendo especialmente referenciados en la literatura los trabajos realizados por Johnson, Johnson y Smith (1991) y Slavin (1989), enfocados especialmente en la educación básica y media. De menor frecuencia son las investigaciones que se enfocan en estudiantes de educación superior, aunque han proporcionado datos para el metaanálisis realizado por Springer, Donovan y Stanne (1999) que aporta conclusiones acerca de los efectos en el aprendizaje, realizado en pequeño grupo, de estudiantes en clases de ciencias, matemáticas, ingeniería y tecnología de pregrado.

Dentro de las técnicas de aprendizaje colaborativo recopiladas por Barkley, Cross y Howell (2007) se identifica un conjunto especial orientado a la resolución de problemas. La premisa fundamental del aprendizaje mediante problemas es que "los seres humanos evolucionaron como individuos motivados para resolver problemas y que quienes los resuelven buscarán y aprenderán cualquier conocimiento necesario para su resolución satisfactoria" (McKeachie, 2002).

Una herramienta informática utilizada para favorecer las discusiones en procesos de aprendizaje colaborativo son los foros en línea (De la Hoz, 2007; Sampson & Clark, 2007; Rourke & Kanuka, 2007). En el foro, cada intervención de los participantes sobre el tópico en discusión se almacena, haciendo posible su organización y consulta de distintas formas. Sampson y Clark (2007) documentan el uso de foros de discusión en línea con la aplicación de una metodología denominada *personally seeded discussion* (PSD), para promover que los estudiantes se familiaricen con las prácticas de la comunidad científica sobre generación, justificación y evaluación del conocimiento, obteniendo buenos resultados en los procesos de discusión argumentada.

De otra parte el uso de ontologías ha permitido la formalización de conocimiento en múltiples disciplinas, en este contexto se ha documentado ampliamente su aplicación en el área médica (Esquivia et al., 2005; Moreno & Pérez, 2000), en biología (Chi, Hsu & Yang, 2006) y para el almacenamiento de información geográfica o de posicionamiento (Schlenoff, Albus & Barbera, 2006; Pisokas, Gu & Hu, 2006). En las experiencias de uso de ontologías se plantean ventajas como la reutilización de las descripciones, las facilidades para compartirlas en ambiente web y la existencia de especificación de lenguajes formales (como OWL) y software (como Protege) que pueden facilitar el proceso de representación (García, 2004). En este contexto las categorías ontológicas corresponden a los conceptos que son relevantes y que permiten describir el dominio de conocimiento.

Con respecto a los procesos argumentativos, las últimas dos décadas han mostrado un incremento en la literatura sobre la argumentación como proceso psico-educativo (Schwarz & Austerhan, 2008). La argumentación se asocia a menudo con la retórica y el debate, sin embargo, la definición de argumentación, que los teóricos han articulado, no está limitada a actividades humanas como los conflictos interpersonales o los conflictos administrativos o las técnicas de debate. Modelos teóricos del pensamiento humano hacen énfasis en el rol central de la argumentación en el pensamiento humano (Kuhn, 1991). Como definición guía de argumentación se acoge la proporcionada por (Eemeren et al., 1996):

Argumentación es una actividad verbal y social de la razón orientada a incrementar (o decrementar) la aceptabilidad de un punto de vista controversial para el oyente o lector, con la presentación de un conjunto de proposiciones que intentan justificar (o refutar) el punto de vista anterior a un juicio racional.

El uso de sistemas de argumentación (Scheuer, Loll, Pinkwart & McLaren, 2010) constituye unas herramientas informáticas que involucran a estudiantes (o grupos)

en procesos de argumentación a través de la representación del argumento en modo gráfico, algunas de ellas proporcionan realimentación y soporte inteligente. De otra parte el modelamiento del argumento ha mostrado ser efectivo para promover el aprendizaje en general (Harrell, 2007), pero no han sido tan concluyentes los trabajos sobre los roles en la colaboración y la ontología utilizada para representar el argumento en dichos sistemas<sup>1</sup>, pues las condiciones de estos estudios difieren en gran medida (Janssen, Erkens, Kirschner & Kanselaar, 2010; Osborne, 2010; Sampson & Clark, 2008).

En el marco de estos dos ambientes tecnológicos: sistemas de argumentación estructurada como el software Digalo (Lotan-Kochan, Drachman, Schwarz & Glassner, 2006) y foros en línea, se revisó si se presentan modificaciones en el trabajo colaborativo que realizan grupos de estudiantes de educación superior, como resultado de la estructuración del proceso de discusión que proporcionan las ontologías. Por lo tanto, se formuló el problema de la siguiente forma: ¿existen diferencias entre las características de aprendizaje colaborativo desarrolladas por estudiantes que utilizan categorías ontológicas con respecto a otros que no las utilizan, en la solución de problemas matemáticos orientados a la argumentación?

Para dar respuesta al problema se propuso identificar las diferencias en el aprendizaje colaborativo realizado por grupos de estudiantes que resuelven problemas matemáticos, orientados a la argumentación, que utilizan dos medios tecnológicos diferentes, un sistema de argumentación que implementa categorías ontológicas y un foro en línea. Para lograr ese objetivo se definieron dos problemas orientados al desarrollo de competencias matemáticas a través de la argumentación, para ser resueltos mediante el uso de discusiones en dos herramientas: Digalo y foros de discusión de un aula virtual.

En lo que sigue del documento se describe el diseño metodológico que se enmarca dentro de la clasificación de investigación cuasi-experimental. Luego se presenta el análisis estadístico para determinar si existen diferencias significativas en el aprendizaje colaborativo realizado por grupos de estudiantes que resuelven problemas matemáticos orientados a la argumentación que utilizan dos medios tecnológicos diferentes, un sistema de argumentación que implementa categorías ontológicas y un foro en línea, cerrándose el documento con la discusión y las conclusiones.

## Metodología

Se usó un diseño de investigación cuasi-experimental de grupos no equivalentes sin pre-test (Cook & Campbell, 1979), trabajando con 60 estudiantes del curso de Matemáticas I de primer semestre de Ingeniería, de una institución de educación

<sup>1</sup> Esta ontología se representa como una paleta de elementos que pueden ser utilizados dentro de la discusión argumentada en un sistema de argumentación.

superior de carácter privado de la ciudad de Bucaramanga. Los estudiantes tenían un promedio de 20 años de edad, eran 32 hombres y 28 mujeres, distribuidos en dos grupos previamente determinados por la institución. La asignación del grupo que utilizaría categorías ontológicas se realizó de forma aleatoria.

El trabajo planteó una variable independiente “Ambiente de aprendizaje con incorporación tecnológica” con dos posibles valores: uso de categorías ontológicas (Digalo) y foro de discusión; y una variable dependiente definida como el desempeño en el trabajo colaborativo realizado por los estudiantes en la solución de problemas matemáticos.

La hipótesis de trabajo planteó que los estudiantes que realizan el proceso de discusión utilizando categorías ontológicas obtienen un mejor desempeño en el trabajo colaborativo que los que utilizan un foro de discusión.

Para la evaluación del desempeño se elaboró una rúbrica de evaluación que se organizó a partir de categorías con aspectos individuales y grupales, además de los registros obtenidos en los ambientes de aprendizaje con componente tecnológico, mapas argumentativos en el caso de Digalo y aportes en el caso de foros de discusión. La rúbrica diseñada se basó en las categorías propuestas por Noble y Letsky (2005) para medir el aprendizaje colaborativo. La organización de la métrica se observa en la tabla 1.

105

**Tabla 1.** Organización de la rúbrica de evaluación

CATEGORÍA	INDICADOR
Individual	Producto I1-Manejo del lenguaje matemático
	Producto I2-Aporte a la solución del problema
	Desempeño en la Tarea I3-Aportes en la búsqueda de la solución
	Desempeño en la Tarea I4-Relación con los aportes grupales
	Interacción con la información I5-Adquisición de información para la solución del problema
	Interacción con la información I6-Revisión de la información aportada por el grupo
	Comprensión I-7Claridad en el objetivo de la tarea
Grupal	Producto G1-Solución acertada del problema
	Interacción con la información G2-Procesos de crítica y enriquecimiento de la solución
	Comprensión G3-Coordinación de la estrategia y el trabajo del grupo
	Comprensión G4-Monitoreo

Fuente: elaboración propia

La rúbrica fue validada por dos profesores de la Facultad de Ciencias Básicas de la universidad.

## Procedimiento

El desarrollo de la investigación se llevó a cabo a través de 5 fases de trabajo.

**Fase 1. Definición de problemas:** durante esta fase se especificaron las temáticas con las cuales se formularían los problemas, en el curso de Matemáticas I del primer semestre de Ingeniería, las competencias, el planteamiento y la pregunta que diera origen a la discusión en cada uno de los problemas. Los problemas fueron revisados por parte de docentes del curso de Matemáticas I de la Facultad de Ciencias Básicas de la universidad.

Se definieron 2 problemas:

- Problema 1: "Caso de la corriente eléctrica" que permite la aplicación de los conceptos correspondientes a la unidad temática "Funciones y límites".
- Problema 2: "Caso de la Rueda de Chicago" que permite la aplicación de los conceptos correspondientes a la unidad temática "Aplicaciones de las derivadas".

**Fase 2. Alistamiento del aula virtual:** implicó la organización del material de soporte a suministrar al estudiante, para el desarrollo de las actividades de discusión. El aula virtual se encuentra bajo plataforma Moodle e incluye las competencias matemáticas definidas, recursos de aprendizaje web para la consulta, los problemas y espacios para la discusión. Adicionalmente, se instaló y configuró el software Digalo en las salas de informática, con el fin de realizar los procesos de discusión con esta herramienta.

**Fase 3. Definición de grupos:** se definieron los estudiantes que participaron en el experimento, seleccionando dos grupos ya conformados por la universidad para el curso de Matemáticas I de primer semestre de Ingeniería.

**Fase 4. Desarrollo de discusiones:** se realizó el proceso de discusión de los estudiantes. Cada uno de los subgrupos abordó el proceso de solución del problema, por tanto, se obtuvo un mapa argumentativo en Digalo para los subgrupos correspondientes al Grupo A y un foro de discusión con aportes, para los subgrupos correspondientes al Grupo B.

En el caso de los foros de discusión, se realizó su alistamiento en el aula virtual de la UDI, realizando la creación previa de los usuarios y una explicación en el aula de clase sobre el uso de los foros. Al finalizar los procesos de discusión, tanto en el software Digalo como en los Foros de discusión, se realizó una socialización de la solución del problema, que incluyó la proyección de los mapas argumentativos, formulando observaciones sobre la calidad y pertinencia de los aportes.

Una vez finalizadas las sesiones de discusión, se recopiló la información correspondiente al desempeño de los estudiantes, mediante la aplicación de la rúbrica, organizándola en una matriz donde se especificó para cada estudiante (fila) el valor obtenido en cada uno de los 11 ítems incorporados en la rúbrica (columna). Finalmente, se promediaron los valores de las categorías para obtener valores para el Indicador del Aspecto Individual, Indicador del Aspecto Grupal e Indicador Global de Aprendizaje Colaborativo. Para adelantar el proceso de valoración de algunas de estas categorías, fue necesario un análisis de contenido.

**Fase 5. Análisis de datos:** en esta fase se procesaron los datos mediante la aplicación de la prueba T de *Student* en muestras independientes, para verificar las diferencias significativas entre los valores de indicador obtenidos por los estudiantes del Grupo A y los estudiantes del Grupo B. Además, se realizó un análisis de contenido de los mapas argumentativos y los registros de participación en los foros de discusión, mediante la revisión de aspectos de argumentación y la caracterización de las expresiones utilizadas. Los datos obtenidos en el proceso de experimentación se organizaron y analizaron estadísticamente en el software SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*), posteriormente se aplicó la prueba T de *Student*.

## Resultados

### Ambientes de aprendizaje con incorporación tecnológica y aspectos individuales del aprendizaje colaborativo

Los resultados obtenidos para cada una de las categorías de la rúbrica de evaluación en los ítems correspondientes al aspecto individual para el “Caso de la corriente eléctrica” se muestran en la tabla 2.

**Tabla 2.** Estadísticos de grupo aprendizaje colaborativo - aspecto individual para “Caso de la corriente eléctrica”

	Grupo	N	Media	Desviación típica	Error típico de la media
Individual	1-Digalo	25	2,4900	,59939	,11988
	2-Foro	20	1,6125	,26563	,05940

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados obtenidos en la prueba T, para la aplicación del primer problema, “Caso de la corriente eléctrica”, se presentan en la tabla 3.

**Tabla 3.** Resultados de la prueba T para el aspecto individual en el “Caso de la corriente eléctrica”

		Prueba de Levene		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	T	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típico de la diferencia	95 % Intervalo de confianza para la diferencia	
		Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior
Individual	Se han asumido varianzas iguales	11,245	,002	6,077	43	,000	,87750	,14441	,58628	1,16872
	No se han asumido varianzas iguales			6,559	34,596	,000	,87750	,13379	,60579	1,14921

Fuente: elaboración propia.

Con un grado de confiabilidad del 95 %, es posible afirmar que la implementación de categorías ontológicas a través de Digalo representa una diferencia significativa en la población del Grupo 1, frente al reporte del Grupo 2 a través de los foros y, en consecuencia, es posible rechazar la afirmación planteada por la hipótesis nula de la no existencia de diferencias significativas, para la solución del primer problema.

Adicionalmente, como se puede observar, los valores de Sig (bilateral) para la prueba T, calculados por SPSS son < 0.05, indican que sí se presentan diferencias significativas en el desempeño colaborativo, en su aspecto individual, mostrado por los estudiantes que trabajaron en la solución del problema “Caso de la corriente eléctrica”; siendo significativamente mejor el desempeño individual de los estudiantes que hicieron parte del grupo que usó el software Digalo, con implementación de categorías ontológicas.

Los resultados obtenidos para cada una de las categorías de la rúbrica de evaluación en los ítems correspondientes al aspecto individual para el “Caso de la Rueda de Chicago”, se muestran en la síntesis de los estadísticos en la tabla 4.

**Tabla 4.** Estadísticos de grupo aprendizaje colaborativo - aspecto individual para “Caso de la Rueda de Chicago”

		Grupo	N	Media	Desviación típica	Error típico de la media
Individual	1-Digalo	36	2,2222	,82760	,13793	
	2-Foro	24	1,3906	,40599	,08287	

Fuente: elaboración propia.

Los resultados obtenidos en la prueba T para la aplicación del segundo problema "Caso de la Rueda de Chicago" se exponen en la tabla 5.

**Tabla 5.** Resultados de la prueba T para el aspecto individual en el "Caso de la Rueda de Chicago"

		Prueba de Levene		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	GI	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95 % Intervalo de confianza para la diferencia	
Individual	Se han asumido varianzas iguales	13,64	,000	4,561	58	,000	,83160	,18232	,46664	1,19655
	No se han asumido varianzas iguales			5,168	54,101	,000	,83160	,16091	,50900	1,15420

Fuente: elaboración propia.

Con un grado de confiabilidad del 95 %, es posible afirmar que la implementación de las categorías ontológicas a través de Digalo representan una diferencia significativa en la población del Grupo A, frente al reporte del Grupo B a través de los foros, y en consecuencia es posible rechazar la afirmación planteada por la hipótesis nula de la no existencia de diferencias significativas, para la solución del segundo problema. Además, como se puede observar en la tabla 5, los valores de Sig (bilateral) para la prueba T son  $< 0.05$ , lo que indica que sí se presentan diferencias significativas en el desempeño colaborativo en su aspecto individual, mostrado por los estudiantes que trabajaron en la solución del problema "Caso de la Rueda de Chicago", siendo significativamente mejor el desempeño de los estudiantes que hicieron parte del grupo que usó el software Digalo, con implementación de categorías ontológicas.

**Tabla 6.** Estadísticos para los dos problemas en el aspecto individual

	Grupo	N	Media	Desviación típica	Error típico de la media
Caso de la corriente eléctrica	1-Digalo	25	2,4900	,59939	,11988
	2-Foro	20	1,6125	,26563	,05940
Caso de la Rueda de Chicago	1-Digalo	36	2,2222	,82760	,13793
	2-Foro	24	1,3906	,40599	,08287

Fuente: elaboración propia.

La revisión de los resultados individuales en la aplicación de los dos problemas, "Caso de la corriente eléctrica" y "Caso de la Rueda de Chicago", muestra un desempeño significativamente mayor en los estudiantes que utilizan un ambiente de aprendizaje que usa Digalo, con implementación de categorías ontológicas, lo que se puede observar igualmente en los datos de las medias que se presentan en la tabla 6.

### **Ambientes de aprendizaje con incorporación tecnológica y aspectos grupales del aprendizaje colaborativo**

Los resultados obtenidos para cada una de las categorías de la rúbrica de evaluación en los ítems correspondientes al aspecto grupal para el "Caso de la corriente eléctrica", se muestran en la tabla 7.

Como se puede observar en la tabla 7, los valores de Sig (bilateral) para la prueba T son  $> 0.05$ , lo que significa que la prueba T no aporta el 95 % de confiabilidad, y en consecuencia no es posible rechazar la hipótesis nula, lo que indica que no se presentan diferencias significativas en el desempeño colaborativo en su aspecto grupal, mostrado por los estudiantes que trabajaron en la solución del problema "Caso de la corriente eléctrica".

**Tabla 7.** Resultados de la prueba T para el aspecto grupal en el "Caso de la corriente eléctrica"

		Prueba de Levene		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	T	GI	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95 % Intervalo de confianza para la diferencia	
Grupal	Se han asumido varianzas iguales	7,650	,022	1,113	9	,295	,59444	,53406	-,61369	1,80258
	No se han asumido varianzas iguales			1,217	5,687	,272	,59444	,48842	-,61677	1,80566

Fuente: elaboración propia.

110

Los resultados obtenidos en la prueba T para la aplicación del segundo problema, "Caso de la Rueda de Chicago", se presentan en la tabla 8.

**Tabla 8.** Resultados de la prueba T para el aspecto grupal en el “Caso de la Rueda de Chicago”

		Prueba de Levene		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95 % Intervalo de confianza para la diferencia	
									Superior	Inferior
Grupal	Se han asumido varianzas iguales	13,339	,004	2,282	11	,043	1,00397	,44000	,03553	1,97240
	No se han asumido varianzas iguales			2,105	5,204	,087	1,00397	,47700	-,20791	2,21584

Fuente: elaboración propia.

Con un grado de confiabilidad del 95 % es posible afirmar que la implementación de las categorías ontológicas a través de Digalo representan una diferencia significativa en la población del Grupo 1, frente al reporte del Grupo 2 a través de los foros, y en consecuencia es posible rechazar la afirmación planteada por la hipótesis nula de la no existencia de diferencias significativas, para la solución del segundo problema. Además, como se observa en la tabla 8, se obtiene un valor de Sig (bilateral) para la prueba  $T < 0.05$ , lo que indica que sí se presentan diferencias significativas en el desempeño colaborativo en su aspecto grupal, mostrado por los estudiantes que trabajaron en la solución del problema “Caso de la Rueda de Chicago”, siendo significativamente mejor el desempeño grupal de los estudiantes que hicieron parte del grupo que usó el software Digalo, con implementación de categorías ontológicas.

El análisis de contenido realizado a los registros obtenidos en Digalo y en los foros de discusión muestra que el uso de categorías ontológicas en ambientes colaborativos, para la solución de problemas matemáticos, incentiva una mayor participación de los estudiantes en las discusiones, la utilización de expresiones que promueven el monitoreo de la solución y la formulación de estrategias para la orientación del trabajo del grupo.

111

## Discusión

La revisión de los resultados grupales en la aplicación de los dos problemas, “Caso de la corriente eléctrica” y “Caso de la Rueda de Chicago”, para el aspecto grupal no muestra diferencias en el primer problema entre los que utilizan el foro y Digalo, pero en el segundo problema, se presenta un desempeño significativamente mayor

en los estudiantes que utilizan el ambiente de aprendizaje con Digalo. Sin embargo, se siguen presentando los valores de cero en las categorías de medición “Interacción con la información” y “Comprensión” para los subgrupos que usan foro, y algunos valores diferentes de cero en las mismas categorías para los subgrupos que usan Digalo. En consecuencia, el análisis cualitativo muestra algunas diferencias en la “Interacción con la información” y la “Comprensión”, desarrollándose este aspecto en el subgrupo que utiliza Digalo. Lo cual aporta mayores evidencias para rechazar la hipótesis nula de no existencia de diferencias significativas.

A pesar de que los resultados obtenidos con el uso de categorías ontológicas a través de Digalo, para incentivar el aprendizaje colaborativo, son bastante positivos, es necesario considerar algunos aspectos como la dificultad para la revisión de la secuencia de eventos en la discusión que presentan los mapas argumentativos obtenidos, al igual que la complejidad para la interpretación de ellos por pares o evaluadores, hecho que ya habían documentado Scheuer, Loll, Pinkwart y McLaren (2010). Adicionalmente, la importancia de lograr que las categorías ontológicas sean lo suficientemente claras y diferenciadas (Scheuer, Loll, Pinkwart & McLaren, 2010), con un número adecuado de categorías (Loll & Pinkwart, 2011), de manera que para el estudiante sea más eficiente la identificación del tipo de aporte que desea hacer y, por ende, se haga más pertinente su participación en la discusión.

112

## Conclusiones

El análisis estadístico proporciona evidencias para afirmar que existen diferencias significativas entre las características de aprendizaje colaborativo desarrolladas por los estudiantes que utilizan categorías ontológicas y los que utilizan foros en la solución de problemas matemáticos orientados a la argumentación. Esta diferencia se presenta a favor del uso de categorías ontológicas en la realización de discusiones para la solución de problemas matemáticos.

Aunque los resultados obtenidos con el uso de categorías ontológicas a través de Digalo, para incentivar el aprendizaje colaborativo, son positivos, se deben considerar algunos aspectos negativos que se encuentran documentados en investigaciones previas y que igualmente fueron observados en esta experiencia. Dentro de estos aspectos se resalta la dificultad para la revisión de la secuencia de eventos en la discusión que presentan los mapas argumentativos obtenidos, al igual que la complejidad para su interpretación por pares o evaluadores.

La formulación de actividades de aprendizaje colaborativo que incorporan ambientes tecnológicos requiere de una clara definición de los objetivos, una adecuada planeación, el aseguramiento de la funcionalidad del dispositivo tecnológico y un reconocimiento de la importancia de las intervenciones de los docentes en la discusión, pues esto constituye un factor clave en el proceso de enriquecimiento del trabajo de los estudiantes.

Adelantar procesos de medición del aprendizaje colaborativo requiere de una especificación cuidadosa de los instrumentos de valoración, que estos consideren tanto los aspectos individuales como grupales, que sean factibles de aplicar y con unos requerimientos de información apropiados.

Los resultados obtenidos son de relevancia para incentivar institucionalmente el uso de sistemas informáticos para la argumentación, que proporcionen categorías ontológicas y visualización gráfica de la discusión. La utilización de estos sistemas informáticos se propone en el diseño de actividades de aprendizaje orientadas a la solución de problemas matemáticos, considerando que el uso de este tipo de sistemas mejora el trabajo colaborativo y la argumentación. De otra parte, la representación gráfica proporciona una forma intuitiva para la modelación de conocimiento, además de facilitar la expresión de las relaciones existentes entre los diferentes aportes a la discusión.

El diseño cuasi-experimental utilizado en este estudio, diseño de grupos no equivalentes sin pre-test, puede ser mejorado en su validez interna si se incluye un pre-test que permita verificar las diferencias de medias entre los grupos antes de la aplicación de la estrategia basada en la solución de problemas matemáticos.

Los resultados obtenidos en este trabajo plantean nuevas líneas de acción para explorar en posteriores investigaciones a nivel institucional, como: someter a valoración en los niveles siguientes de la línea de cursos asociados con matemáticas, pues el trabajo se enfocó al primer semestre; además de ampliar la exploración de metodologías de análisis de procesos de argumentación, de manera que se pueda lograr un equilibrio entre la fiabilidad del análisis, la eficiencia en los resultados de aprendizaje y la factibilidad de implementación de las estrategias educativas planteadas.

113

## Referencias

- Barkley, E.; Cross, K. P. & Howell, C. (2007). *Técnicas de aprendizaje colaborativo*. Madrid: Ediciones Morata S.L.
- Chi, Y.-L.; Hsu, T.-Y. & Yang, W.P. (2006). Ontological techniques for reuse and sharing knowledge in digital museums. *The Electronic Library*, 24(2), 147-159.
- Collazos, C. A.; Guerrero, L. A.; Pino, J. A. & Ochoa, S. F. (2002). Evaluating collaborative learning process. *Proceedings of 8th international workshop on Groupware* (pp.203-221). La Serena, Chile: Springer Verlag.
- Cook, T. D. & Campbell, D. T. (1979). *Quasi-experimentation: Design and analysis issues for field settings*. Chicago, IL: Rand McNally.
- De la Hoz, P. M. (2007). El foro como sistema de comunicación e interacción. *Revista Complutense de Educación*, 18(1), 95-112.
- Eemeren, F. H.; Grootendorst, R.; Henkenmans, F. S.; Blair, J. A.; Johnson, R. H., Krabb, F. C., . . . Zarefsky, D. (1996). *Fundamentals of argumentation theory: A handbook of historical background and contemporary developments*. Hillsdale, N.J: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.

- Esquivia, J.; Zurita, J. M.; Gómez, M.; Villar, E.; Sánchez, J. M. & Alonso, J. (2005). Representación del conocimiento mediante ontologías: Ensayo sobre citología tiroidea. *Congreso Virtual Hispanoamericano de Anatomía Patológica*.
- García, A. (2004). Instrumentos de representación del conocimiento: tesauros versus ontologías. *Anales de Documentación*(7), 19-95.
- Harrell, M. (2007). Using argument diagramming software to teach critical thinking skills. *Proceedings of the 5th International Conference on Education an Information systems, technologies and applications*.
- Janssen, J.; Erkens, G.; Kirschner, P. A. & Kanselaar, G. (2010). Effects of representational guidance during computer-supporte collaborative learning. *Instructional Science*, 38(1), 59-88.
- Johnson, D.; Johnson, R. & Smith, K. (1991). *Cooperative learning: Increasing college faculty instructional productivity*. Washington D.C: The George Washington University.
- Kuhn, D. (1991). *The skills of argument*. Cambridge University Press.
- Loll, F. & Pinkwart, N. (2011). Guiding the process of argumentation: The effects of ontology and collaboration. *Computer Support Collaborative Learning Proceeding*, 1.
- Lotan-Kochan, E.; Drachman, R.; Schwarz, B. & Glassner, A. (2006). Moderation of students' activities in co-located computer-supported collaborative learning using Digalo. *Innovative Approaches for Learning and Knowledge Sharing* (77-79). Tomadaki and P. Scott.
- McKeachie, W. J. (2002). *McKeachie's teaching tips: Strategies, research, and theory for college and university teachers*. Massachusetts: Houghton Mifflin Company.
- Moreno, A. J. & Pérez, C. (2000). Reusing the mickrokosmos ontology for a concept-based multilingual terminology databases. *Proceedings of the 2nd International Conference on Language Resource and Evaluation*. Athens, Greece.
- Noble, D. & Letsky, M. (2005). Cognitive-based metrics to evaluate collaboration effectiveness. *Defense Technical Information Center*, 1-14.
- Osborne, J. (2010). Arguing to learn in science: The role of collaborative, Critical discourse. *Science*, 328(463), 463-466.
- Pisokas, J.; Gu, D. & Hu, H. (2006). Learning to plan for robots using generalized representations. *The Industrial Robot*, 33(4), 270-277.
- Rourke, L. & Kanuka, H. (2007). Barriers to online critical discourse. *International Journal of Computer Supported Collaborative Learning*, 2(1), 105-126.
- Sampson, V. & Clark, D. (2007). Incorporating scientific argumentation into inquiry-based actividties with online personally seeded discussions. *Science Scope*, 30(6), 43-47.
- Sampson, V. & Clark, D. (2008). The impact of collaboration on the outcomes of scientific argumentation. *Science education*, 93(3).
- Scheuer, O.; Loll, F.; Pinkwart, N. & McLaren, B. M. (2010). Computer-supported argumentation: A review of the State of the Art. *International Journal of Computer-supported collaborative learning*, 5(1).
- Schlenoff, C.; Albus, J.; Albus, H. & Barbera, A. (2006). Using 4D/RCS to address AI Knowledge Integration. *AI Magazine*, 27(2), 71-81.
- Schwarz, B. B. & Asterhan, C. S. (2008). Argumentation and reasoning. En T. H. Jerusalem, *Elsevier Handbook of Educational Psychology: New perspectives on learning and teaching*. Elsevier Press.
- Slavin, R. (1989). Research on cooperative learning: Consensus and controversy. *Educational Leadership*, 4(47), 52-55.

Socorro, R.; Simón, A.; Valdés, R.; Fernández, F.; Rosete, A.; Moreno, M., . . . Pina, J. (2008). *Las ontologías en la representación del conocimiento*. Recuperado de <http://nopiedra.files.wordpress.com/2008/05/rep-con-ontologias.pdf>

Springer, L.; Donovan, S. & Stanne, M. (1999). Effects of small-group learning on undergraduates in sciences, mathematics, engineering and technology: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, 69(1), 2|-51.