Learning science in a process of argumentation in the classroom

El aprendizaje de las ciencias en un proceso de argumentación en el aula

Juan Barros-Martínez

Escuela de Ingeniería de Antioquia, Envigado, Colombia

Email: pfjubar@eia.edu.co

Abstract

Since 2010 we have been considering a proposal for the development of classroom lectures with activities which promote interaction among students and their teacher. The model offered for that, has used historical texts of science presented in a narrative genre. The readings of these texts and questions previously designed facilitate strong activity among participants. The foundation for this proposal is based on scientific studies for the teaching of science and the study of scientific activity itself conceived as a social activity.

This is an experimental research which has been conducted to engineering students. We have formed groups (from 4 to 9 students). The sessions are held once a week and are recorded on video and audio. For analysis of the dialogues in the classroom it has been proposed three ways: the argumentative process, speech acts according to Pragma-dialectics theory and acts of the learning process. In the work proposed here, it will be present an analysis of some elements of the process of argumentation, in particular those related to the conceptual, cognitive and epistemic aspects, in order to detail how through that process is built learning in the classroom. Then it will show how the statements of the students change during the confrontation between the participants. In particular we want to show the importance of recognizing students' previous ideas and transforming these ideas through confrontation.

The results of the research and the instruments used here are intended to be useful to teachers and researchers. The paper presents the theoretical foundations, methodological research design, and the results analyzed and interpreted in order to reach practical recommendations especially for teachers.

Keywords: science learning; argumentation; Pragma-dialectics; classroom interaction.

Resumen

Desde 2010 hemos venido planteando una propuesta para el desarrollo de las clases en el aula con sesiones en las cuales se promueva la interacción entre los estudiantes y el docente. El modelo ofrecido para ello ha utilizado textos científicos históricos presentados en un género narrativo. A partir de las lecturas de estos textos y con la formulación de preguntas previamente diseñadas, se facilita una fuerte actividad entre los participantes. La fundamentación de esta propuesta se basa en estudios científicos para la enseñanza de las ciencias y en el estudio de la propia actividad científica concebida como una actividad social.

Se trata de una investigación experimental que se ha llevado a cabo con estudiantes de ingeniería. Se han conformado grupos (entre 4 y 9 estudiantes). Las sesiones se realizan una vez por semana y son registradas en video y audio. Para el análisis de los diálogos en el aula se han propuesto tres vías teniendo en cuenta el proceso argumentativo, los actos de habla de acuerdo con la teoría Pragma-dialéctica y actos del proceso de aprendizaje. En el trabajo que se propone presentar aquí se llevará a cabo un análisis de algunos elementos del proceso de argumentación, en particular de aquellos relacionados con los aspectos conceptuales, cognitivos y epistémicos, con el fin de detallar cómo a través de ese proceso se va construyendo el aprendizaje en el aula. Se mostrará entonces cómo se modifican las declaraciones de los estudiantes a medida que se va llevando a cabo la confrontación entre los participantes. En especial se quiere mostrar la importancia de reconocer las ideas previas de los estudiantes, y la transformación de estas ideas a través de las confrontaciones.

Tanto los resultados de la investigación como los instrumentos utilizados pretenden aportar tanto a profesores como a investigadores. El trabajo presenta los fundamentos teóricos, el diseño metodológico de la investigación, y los resultados analizados e interpretados con el propósito de llegar a unas recomendaciones prácticas especialmente para los docentes.

1 Introduction

Si la ciencia se reconoce como una construcción colectiva, entonces también es posible considerar la construcción de conocimiento científico en el aula como una actividad social y no una mera transmisión de información. Esta posición posibilita además que esa actividad social se extienda en el ejercicio profesional,

permitiendo una interacción más amplia, más desarrollada, con la consecuente producción de ideas más acertadas, gracias a la consideración de más ideas y sobre todo de más posturas que lleven a propiciar un mejor entendimiento entre las partes. (Barros, 2011)

Teniendo en cuenta la evolución que ha tenido la ingeniería y en particular la ingeniería civil que hoy en día reconoce mejor que antes el impacto ambiental de las obras, resulta apenas justo proponer un ejercicio pedagógico que permita la participación del estudiante en un diálogo interactivo oral donde presente sus ideas, y que en esa intervención más activa, participe en la construcción de su propio conocimiento. Es necesario que en las aulas se permita el espacio para el diálogo sobre el efecto potencial que las obras y acciones de la ingeniería puede tener sobre los seres humanos y el ambiente, que el trabajo del ingeniero sea considerado desde una perspectiva más amplia (Toulmin, 2003).

2 La argumentación en la enseñanza de las ciencias

El diálogo social está sujeto a múltiples condiciones que pueden ser motivadoras de la conversación o inhibidoras de la misma. Cuando interactuamos con alguien a través del diálogo, podemos construir un discurso argumentativo, esto es, presentamos una idea, –si se quiere una opinión- y la justificamos con razones. Nuestro interlocutor puede apoyar esa idea o contradecirla –refutarla-, de tal manera que en poco tiempo se haya construido un esquema argumentativo conformado en esencia por premisas, justificaciones, refutaciones, y –si se ha llegado a un acuerdo- una conclusión. Aquí entenderemos la argumentación como la búsqueda de claridad en un ejercicio interactivo. Aunque en un argumento puede defenderse una sola idea *per se*, nos referiremos a la argumentación como un proceso de construcción de argumentos o de elementos argumentativos que van tejiendo una estructura en la cual se reconoce la interacción de ideas.

Sobre el ejercicio de la argumentación se han escrito innumerables tratados desde la época griega y aún hoy continúan desarrollándose teorías para fundamentarlo. Desde hace unas décadas se ha venido promoviendo el ejercicio de la argumentación en el aula de ciencias, especialmente porque mediante este ejercicio se desarrollan habilidades como el pensamiento crítico y se alcanza un nivel de metacognición –es decir de entender cómo es que sabemos-, logrando mediante la argumentación un mayor entendimiento de los conceptos científicos (von Aufschnaiter et al., 2007; Simon and Richardson, 2009).

Lo que se propone aquí es considerar el aula como un espacio social en el cual sea factible generar ese ambiente propicio para una activa interacción oral de forma que se facilite la construcción de estructuras argumentativas que finalmente lleven a una construcción de conocimiento –en términos de aprendizaje de los estudiantes-. Teniendo en cuenta que esta interacción tiene su base en una situación social, deberá resolverse en primer lugar cuáles han de ser los requisitos para que sea posible promover esta interacción de manera que se alcancen las características argumentativas que se pretenden. Uno de los mayores obstáculos iniciales es sin duda cierta institucionalización que tiene todavía en nuestro tiempo la clase magistral, no solo a causa del docente, sino incluso debido a los mismos estudiantes que asisten al aula para que les sea entregada la información que han de almacenar para luego dar cuenta de ella en las evaluaciones.

3 Marcos analíticos para la argumentación en el aula de ciencias

En la actualidad la argumentación es reconocida en la educación en ciencias como una actividad de suma importancia en el aula (Osborne and Patterson, 2011). Además de que promueve el pensamiento crítico, también contribuye a la construcción de una comunidad más democrática donde se acepte la pluralidad de ideas.

En cuanto a la evaluación de la argumentación, es importante tener en cuenta tanto la producción argumentativa como el proceso interactivo a través del cual se construyen los argumentos. No es precisamente predecible cuál ha de ser la estructura argumentativa que utilizarán los estudiantes o cuál es la estructura argumentativa del docente y cuál ha de ser entonces el marco analítico para la evaluación de los argumentos. Algunas de las investigaciones, en especial aquellas enmarcadas en la educación en ciencias, proponen dos tipos de marcos analíticos para los argumentos (Sampson y Clark, 2008): generales o específicos. Los marcos

generales se caracterizan porque se orientan hacia el análisis de la estructura y la aceptabilidad de las razones en el argumento. El marco general más empleado en la educación en ciencias es el conocido modelo de Toulmin, que reconoce seis elementos clave en un argumento: datos o fundamentos, respaldo, justificación, garantía, refutación y conclusión. Los marcos específicos resultan de los análisis que han sido propuestos por investigadores de la educación en ciencias para casos experimentales realizados en distintas disciplinas y contextos. Debido a ello, algunos se centran en el análisis de contenido de la justificación de los argumentos (Zohar and Nemet, 2002); algunos proponen distintos niveles epistémicos para las proposiciones (Kelly y Takao, 2002); otros evalúan los argumentos según un modelo hipotético-deductivo (Lawson, 2003); o los caracterizan según ciertos aspectos conceptuales (Sandoval, 2003; Sandoval y Millwood, 2008).

También la evaluación de la propia actividad argumentativa se ha estudiado en la educación en ciencias. Enderle et al. (2010) han propuesto un protocolo de observación que han diseñado en concordancia con tres aspectos integrados identificados por Duschl (2008) a fin de valorar el aprendizaje de las ciencias: 1) Las estructuras conceptuales y los procesos cognitivos utilizados; 2) Los marcos epistémicos utilizados en el desarrollo y la evaluación del conocimiento científico; 3) Los procesos y contextos sociales que dan forma a cómo el conocimiento es comunicado, representado, defendido y debatido.

El protocolo ASAC –*Assessment of Scientific Argumentation in the Classroom*- (Enderle et al., 2010; Samson et al., 2012) tiene en cuenta estos aspectos en 19 ítems que fueron utilizados para definir los marcadores del discurso en las intervenciones orales de los estudiantes.

Si se presupone una relación entre la argumentación en la comunicación cotidiana y la argumentación en la ciencia, proponemos que se incluyan en el análisis argumentativo propuestas como las de Walton (Walton et al., 2010) o las de van Eemeren (van Eemeren et al., 2000). La teoría Pragma-dialéctica de van Eemeren, presenta el argumento como una clase de interacción que surge en el contexto de otras clases de interacciones, cuando algo que se ha dicho, sugerido o transmitido, demuestra que no existe la misma opinión entre las partes, donde la argumentación surge con la finalidad de enfrentar e intentar resolver una diferencia de opinión por medio de la exploración de la justificación relativa de los puntos de vista que se presentan. La teoría Pragma-dialéctica brinda un modelo de discurso argumentativo, no tanto en términos de forma y contenido sino en términos de procedimientos de discusión (van Eemeren y Grootendorst, 2006).

4 La experiencia en el aula de ciencias de ingeniería. Diseño metodológico de la investigación

Con el objetivo de analizar la construcción de conocimiento científico a partir del ejercicio argumentativo en el aula, se propuso inicialmente conformar un pequeño grupo de estudiantes. La investigación tuvo sus comienzos en 2010, con dos grupos de 3 y 4 estudiantes que cursaban el segundo año de ingeniería civil en la Escuela de Ingeniería de Antioquia, y continuó hasta 2012.

El enfoque de la investigación se ha enmarcado en la postura del interaccionismo simbólico. Con esa postura, las sesiones desde los inicios de la experimentación, se han desarrollado manteniendo el interés en los significados y las valoraciones que los participantes manifiestan durante las interacciones, donde las sesiones se caracterizan por propiciar un ambiente espontáneo, libre de presiones. Esto ha permitido que los desarrollos se lleven a cabo dentro del claro objetivo de la construcción del conocimiento por parte de los estudiantes participantes y la acción del docente como orientador. Para tal fin, resulta fundamental la definición del objeto de estudio, para el cual se tomaron casos de la hidráulica (las paradojas hidrostáticas) y su presentación a los estudiantes se llevó a cabo mediante un texto narrativo histórico de características argumentativas. Todas las sesiones fueron registradas en video y sonido y posteriormente transcritas. Para el análisis de las transcripciones se tuvieron en cuenta inicialmente el protocolo ASAC y la teoría Pragma-dialéctica.

5 El Análisis del discurso

Para el análisis de las transcripciones, que se constituyen en el corpus discursivo, se escogieron dos tipos de marcadores. El primer tipo se definió a partir de los ítems del protocolo ASAC. Cada ítem se constituyó como

un marcador del discurso. De esta manera, las declaraciones de los estudiantes fueron identificadas con estos marcadores. Otro tipo de marcadores fue definido a partir de las 10 reglas de la Pragma-dialéctica. La selección de ambos marcadores se hizo con el propósito de relacionar la propuesta surgida de la evaluación del proceso argumentativo en el aula (el protocolo ASAC) con una teoría de los actos de habla como es la Pragma-dialéctica.

5.1 Marcadores para el análisis del proceso argumentativo

Los marcadores del proceso argumentativo fueron tomados de los 19 ítems del protocolo ASAC que se distribuyen en tres categorías correspondientes con los tres aspectos de Duschl: el conceptual-cognitivo, el epistémico y el social. Tales elementos se agrupan así:

En la categoría conceptual-cognitiva: Declaración de explicación, Declaración alternativa, Declaración de reclamación de inconsistencia, Declaración de reclamación de incredulidad, Declaración de soporte, Declaración de soporte inapropiada y Declaración de validación.

En la categoría epistémica: Declaración retórica, Declaración de evidencia, Declaración de examinación de evidencia, Declaración de evaluación de datos, Declaración que usa teorías, leyes o modelos, Declaración de distinción o conexión y Declaración en el lenguaje de la ciencia.

En la categoría social: Declaración de autorreflexión, Declaración de respeto y consideración, Declaración de reconocimiento de ideas, Declaración de invitación a participar y Declaración de refuerzo comunicativo.

5.2 Marcadores para el análisis crítico del discurso a partir de la Pragma-dialéctica

Otra vía para analizar el discurso utilizó marcadores propios de las 10 reglas de la Pragma-dialéctica (Regla 1 (de libertad), Regla 2 (de carga de la prueba), Regla 3 (de punto de vista), Regla 4 (de relevancia), Regla 5 (de premisas implícitas), Regla 6 (de punto de partida), Regla 7 (de esquema de la argumentación), Regla 8 (de validación), Regla 9 (de clausura), Regla 10 (del uso)). También se identificaron algunos tipos de falacias, es decir, las violaciones a las reglas (por ejemplo Falacia a la Regla 1: Argumentum ad misericordiam, Falacia a la Regla 7: Argumentum ad verecundiam, Falacia a la Regla 2: Argumentum ad verecundiam (como falacia ética), Falacia a la Regla 7: Secundum quid, Falacia a la Regla 3: Hombre de paja y Falacia a la Regla 10: Vaguedad.

5.3 Análisis de las sesiones en el aula

Con los marcadores definidos se procedió a analizar las declaraciones de los estudiantes. Para el desarrollo de este proceso utilizamos el programa Transana que permite la integración del video, el audio y la transcripción. A partir de la transcripción se insertan los marcadores de tiempo para delimitar cada declaración o participación. Posteriormente se seleccionan las declaraciones y se les asigna la palabra clave que corresponde al marcador del discurso.

5.3.1 Las interacciones en el aula

Un aspecto importante para analizar es el cómo se lleva a cabo la interacción entre los participantes durante el ejercicio argumentativo de cada sesión. Se espera que el estudiante adopte una participación activa aunque no suele ser precisamente este el papel acostumbrado en las aulas donde se ha privilegiado la clase magistral.

Esta investigación inició el ejercicio de implementación en el aula en el primer semestre de 2010. El desarrollo se llevó a cabo mediante la selección de un texto de naturaleza científica en el cual se narran algunas situaciones conocidas como paradojas hidrostáticas. La primera inquietud que surgió al comenzar la experiencia fue si los estudiantes participarían de una manera interactiva a pesar de no ser su costumbre hacerlo en las aulas regulares. La Figura 1 presenta las diversas intervenciones en el tiempo (la longitud de las barras representa la duración de cada intervención). Los primeros momentos son ocupados por comentarios del profesor y los fragmentos de lectura. Los estudiantes comienzan su participación en el minuto 10 estableciéndose turnos de habla con el profesor y con las lecturas. Se han incluido también intervalos de silencio, de risas, de habla simultánea (identificada como "varios"), para destacar la identificación de otros momentos que hacen presencia y que representan alguna significación. La Figura 1 corresponde a la sesión 3b

llevada a cabo en el primer semestre de 2010, es decir, cuando se inició el trabajo experimental. En este momento los estudiantes cursaban el segundo año de ingeniería, lo que significa que tenían las bases de física para enfrentarse a los conocimientos de la hidrostática, de los cuales trataba el texto de la lectura.

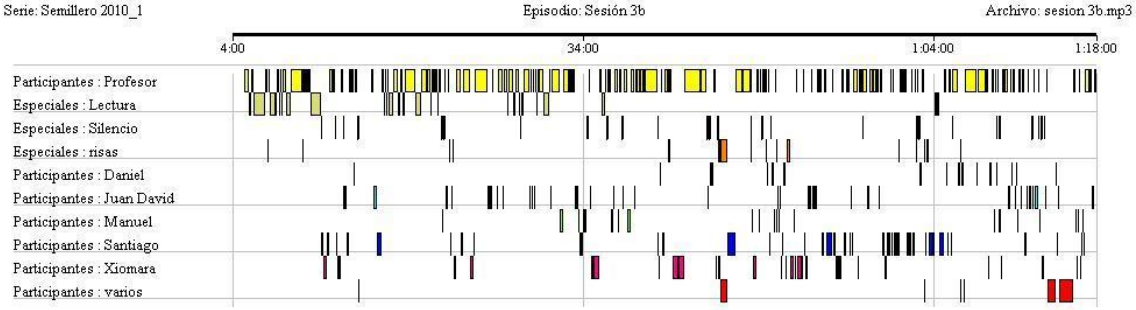

Figura 1: Interacciones en la sesión 3b (2010)

Dos años después (2012) se realiza el trabajo de implementación con la misma lectura pero esta vez con preguntas establecidas con anterioridad. Cada estudiante recibe el texto y las preguntas, de forma que la discusión se orienta de manera más especial a tales preguntas. En la sesión 4 del 2012 por ejemplo, el tiempo de lectura ocurre en un corto periodo del inicio de la sesión que basta para que se desarrolle la interacción entre los participantes. En este caso el número de intervenciones de los estudiantes es mayor que el del profesor, contrario a lo que se presentaba en la sesión 3b del 2010 (Figura 1).

5.3.2 Análisis del discurso como proceso argumentativo

Presentaremos ahora el análisis del discurso argumentativo desarrollado en el aula. Para el proceso argumentativo utilizamos los 19 elementos de los ítems del protocolo ASAC como marcadores del discurso. Teniendo en cuenta estos elementos se fueron marcando los fragmentos de las intervenciones de los estudiantes. En el caso de la sesión 3b (2010) se identificaron 13 tipos de declaraciones del protocolo ASAC (Figura 2). Aquellos tipos que no fueron identificados corresponden a la declaración alternativa (c-c), declaración de reclamación de inconsistencia (c-c), declaración de evidencia (E), declaración de evaluación de datos (E) y declaración de respeto y consideración (S). En este caso, aunque los estudiantes han recibido una formación básica en la física, no ha sido muy fuerte su relación con la mecánica de fluidos. Es natural entonces que estas declaraciones no se encuentren cuando prácticamente los estudiantes están todavía reconociendo e interpretando las situaciones que se les presentan.

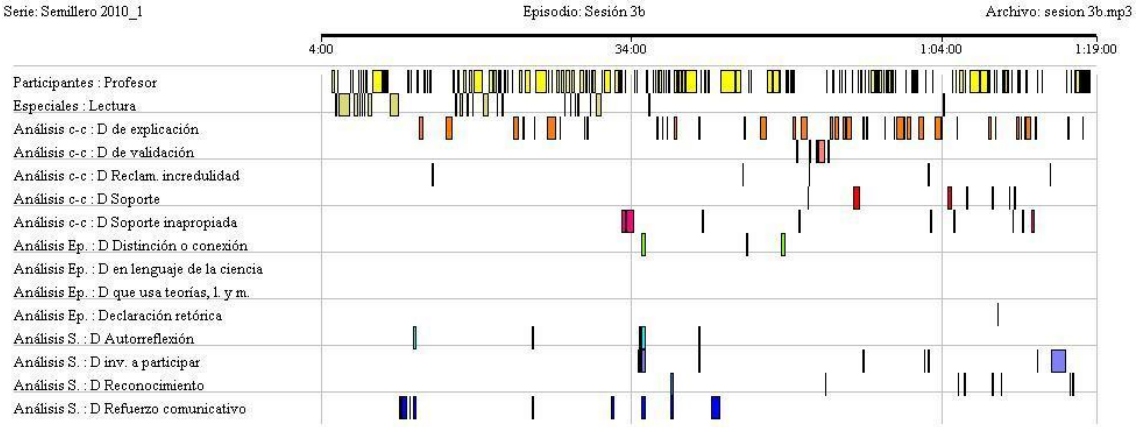

Figura 2: Elementos del proceso argumentativo identificados en las declaraciones de la sesión 3b (2010)

La sesión 4 (2012) se realizó en el primer semestre de 2012. Para este momento la propuesta del ejercicio en el aula había evolucionado del texto narrativo a fragmentos del texto que eran seleccionados (se presentaban subrayados) y asociados con preguntas que hacían referencia a lo seleccionado. De esta manera se intentaba concentrar la discusión alrededor de las preguntas teniendo en cuenta que con ello se involucraran los estudiantes con las situaciones más "paradójicas". En este momento el grupo de estudiantes se encontraba cursando el cuarto año del programa profesional y tres de los estudiantes habían participado en el grupo del

2010. El mapa del tiempo para los elementos del proceso argumentativo se nota más rico en participaciones que el de la sesión 3b (2010) (Figura 2).

5.3.3 Análisis del discurso desde la teoría de la discusión crítica, la Pragma-dialéctica

Para el análisis de las declaraciones según las reglas de la Pragma-dialéctica se seleccionaron algunos periodos de la sesión, aquellos en los que se apreciaba mayor intervención de los estudiantes. El análisis fue realizado independiente por completo del que se había realizado para el proceso argumentativo.

Para la sesión 3b (2010) se escogieron 5 ventanas de observación entre el minuto 21:59.7 y el tiempo 1:11:09.5. Se identifican declaraciones que se ubican en las reglas 1 (de libertad), 2 (de la carga de la prueba), 3 (de punto de vista), 4 (de la relevancia), 6 (del punto de partida), 7 (del esquema de la argumentación), 9 (de clausura) y 10 (del uso).

Para la sesión 4 (2012) se escogieron 7 ventanas de observación entre el minuto 5:23.2 y el tiempo 1:07:13.1. Se identifican declaraciones que se ubican en las reglas 1 (de libertad), 2 (de la carga de la prueba), 4 (de la relevancia), 6 (del punto de partida), 7 (del esquema de la argumentación), y 8 (de la validez).

De esta manera se ha querido demostrar que sí es reconocible la relación entre la argumentación cotidiana para la cual es aplicable la teoría Pragma-dialéctica, con la argumentación científica. Para el caso del aula, se tratará entonces de fortalecer aquellos actos de habla en los cuales se identifiquen las falacias, con el fin de mejorar los aspectos del proceso argumentativo que hemos clasificado en las categorías conceptual-cognitiva, epistémica y social.

6 Análisis del discurso como un proceso de aprendizaje

El análisis del corpus discursivo de la argumentación en el aula, llevado a cabo desde la base del protocolo ASAC y desde la Pragma-dialéctica, han permitido describir el proceso argumentativo teniendo en cuenta tanto aspectos de la educación en ciencias como de la discusión crítica. Siendo de interés en esta investigación dar cuenta de la construcción de conocimiento en el aula a partir de la interacción argumentativa de los estudiantes, se consideró necesario proponer otros elementos como marcas del discurso, que dieran cuenta de manera más específica de cómo se había llevado a cabo esta construcción de conocimiento y por tanto, cómo se había desarrollado el proceso de aprendizaje en el aula. Con ese propósito y con base en los análisis previos, se definieron para el corpus discursivo 10 actos relacionados con el proceso de aprendizaje (Solicitud de aclaración, Escepticismo, Interpretación, Reclamación de fundamentos, Evaluación inconsistente, Confusión, Evaluación, Posiciones contrarias, Aclaración parcial y Conclusión. Estos elementos pretenden ser un complemento para los análisis del proceso argumentativo y de la discusión crítica, de manera que podrá establecerse una conexión entre ellos. Se podrá hablar así de tres vías para el análisis del discurso en el aula: a partir del protocolo ASAC, a partir de la Pragma-dialéctica y a partir de los actos del proceso de aprendizaje.

La Figura 3 muestra la identificación de estos marcadores para la sesión 4 (2012). Como en el caso del análisis de la discusión crítica, este análisis se hizo de manera independiente de los demás.

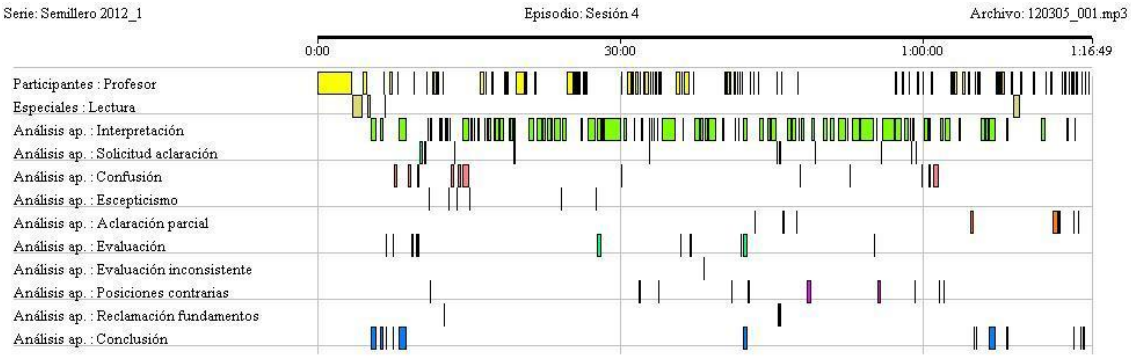

Figura 3: Actos del proceso de aprendizaje en la sesión 4 (2012)

7 Conclusiones

Fue afortunada la participación de los estudiantes durante el tiempo de la investigación. La expectativa inicial generaba la pregunta acerca de cómo sería desarrollada la interacción en el aula. La disponibilidad de los estudiantes hacia el ejercicio propició un desarrollo que permitió construir desde la experiencia empírica inicial una propuesta que fue evolucionando hasta una definición más concreta. Si bien el objetivo del ejercicio en el aula era construir conocimiento en la interacción con los estudiantes a partir de un material de base (en este caso el texto histórico), era impredecible con qué se iba a encontrar el docente en el aula cuando lo corriente es el desarrollo de clases magistrales. Pero lo que se encontró fue precisamente estudiantes llenos de inquietudes y con la enorme necesidad de compartirlas para resolverlas.

La experiencia que presentamos en esta investigación demuestra con los análisis toda la riqueza que tienen las declaraciones de los estudiantes. Esa externalización del pensamiento resulta en un elemento de descubrimiento para el docente a la vez que en un orientador del proceso de aprendizaje. Es la posibilidad que brinda la interacción.

Dos años de investigación continua en el aula permiten demostrar que el ejercicio argumentativo es posible en general en cualquier circunstancia siempre que se genere el ambiente apropiado. Tampoco el número de integrantes de un grupo tiene que ser obstáculo para el ejercicio interactivo. Aquí trabajamos con un grupo de 26 estudiantes con buenos resultados. En ese caso conviene diseñar el instrumento sobre el cual se va a desarrollar la discusión con un contenido narrativo y unas preguntas escritas que serán respondidas también por escrito después de la interacción argumentativa oral. El material se entrega a los estudiantes que se organizan en pequeños grupos y el docente va asistiendo a los distintos grupos.

Las observaciones desde los elementos del proceso argumentativo (protocolo ASAC) y las reglas de la Pragma-dialéctica permitieron caracterizar las declaraciones de los estudiantes pero no estaban directamente orientadas a dar cuenta del aprendizaje. Si bien se podía demostrar una mayor riqueza en las declaraciones a lo largo del proceso de implementación (por ejemplo porque en una declaración se hacían evidentes varios elementos simultáneamente), eso más que aprendizaje mostraba evolución argumentativa. Debido a ello se planteó una lista de actos que fue definida a partir de la experiencia en el análisis de las sesiones desde los elementos del proceso argumentativo y las reglas de la Pragma-dialéctica. El proceso de aprendizaje que se construye en la interacción en el aula no tiene un desarrollo lineal. Así como los actos del proceso argumentativo y los actos de habla de la discusión crítica intervienen y provocan movidas en alguna dirección. Establecer relaciones entre tales actos es lo que puede permitir al docente conducir el proceso. En otros términos, las caracterizaciones de las marcaciones discursivas por cada una de las tres vías propuestas (los elementos del proceso argumentativo, las reglas de la Pragma-dialéctica y los actos del proceso de aprendizaje) dan cuenta de una evolución del pensamiento exteriorizado en medio de una interacción y orientado hacia la resolución de un conflicto. Ese es el camino del aprendizaje.

Referencias

Barros Martínez, Juan Fernando (2011). La interacción en el aula y el discurso argumentativo en un proceso de aprendizaje de la ciencia. Memorias XII Jornadas del Maestro Investigador 2011. Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín.

Duschl, Richard (2008). Science Education in Three-Part Harmony: Balancing Conceptual, Epistemic, and Social Learning Goals. En: Review of Research in Education. February 2008 vol. 32 no. 1, p.268-291

Enderle, Patrick; Walker, Joi Phelps ; Dorgan, Catherine; Sampson, Victor (2010). Assessment of Scientific Argumentation in the Classroom: An Observation Protocol. Annual International Conference for the National Association for Research in Science Teaching. Philadelphia, PA

Kelly, G.J. & Takao (2002). A. Epistemic levels in argument: an analysis of university oceanography students' use of evidence in writing. Science Education, 86(3), p.314-342

Lawson, A. (2003). The nature and development of hypothetico-predictive argumentation with implications for science teaching. International Journal of Science Education, 25(11), p.1387-1408

Osborne, Jonathan F. and Patterson, Alexis (2011). Scientific argument and explanation: A necessary distinction? Science Education, 95: 627–638

Sampson, Victor; Clark, Douglas B. (2008). Assessment of the Ways Students Generate Arguments in Science Education: Current Perspectives and Recommendations for Future Directions. Science Education, v92 n3, p.447-472

Sampson, Victor; Enderle, Patrick J.; Walker, Joi Phelps (2012). The development and validation of the Assesment of Scientific Argumentation in the Classroom (ASAC) Observation Protocol: A tool for evaluating how students participate in scientific argumentation. En: Perspectives on Scientific Argumentation. Theory, Practice and Research (Editor: Myint Swe Khine). Springer. p. 235

Sandoval, William A. (2003). Conceptual and epistemic aspects of students' scientific explanations. Journal of the Learning Sciences, 12(1), p.5-51

Sandoval, William A. and Millwood, Kelli A. (2008). What can argumentation tell us about epistemology? En: Erduran, Sibel & Jiménez-Aleixandre, María Pilar (editors). Argumentation in Science Education. Perspectives from Classroom-based Research. Science & Technology Education Library. Volume 35. Springer. p.71-88

Simon, Shirley and Richardson, Katherine (2009). Argumentation in school science: breaking the tradition of authoritative exposition through a pedagogy that promotes discussion and reasoning. Argumentation 23, p.469-493

Toulmin, Stephen E. (2003). Regreso a la razón. Ediciones Península. Barcelona

Van Eemeren, Frans H.; Grootendorst, Rob; Jackson, Sally; Jacobs, Scott (2000). Argumentación. En: Teun A. van Dijk (2000). El discurso como estructura y proceso. Estudios sobre el discurso I. Una introducción interdisciplinaria. Editorial Gedisa. Barcelona

Van Eemeren, Frans H.; Grootendorst, Rob (2006). Argumentación, comunicación y falacias. Una perspectiva pragma-dialéctica. Ediciones Universidad Católica de Chile

Von Aufschnaiter, Claudia; Erduran, Sibel; Osborne, Jonathan; Simon, Shirley (2007). Argumentation and the learning of science. En: Pintó, R. and Couso, D. (editors). Contributions from science education Research. Springer

Walton, Douglas; Reed, Christopher; Macagno, Fabricio (2010). Argumentation schemes. Cambridge. New Cork

Zohar, Anat and Nemet, Flora (2002). Fostering students' knowledge and argumentation skills through dilemmas in human genetics. Journal of Research in Science Teaching, 39(1), p.35-62