LA ARGUMENTACIÓN EN EL NIVEL MEDIO SUPERIOR

Alma Alicia Benítez Pérez, Martha Leticia García Rodríguez
CECyT 11 "Wilfrido Massieu del Instituto Politécnico Nacional México
ESIME-Zacatenco del Instituto Politécnico Nacional
mail albenper@gmail.com, martha.garcia@gmail.com

Resumen. El interés del presente trabajo es identificar y analizar los recursos explicativos y argumentativos que el alumno del nivel medio superior (cuarto semestre de la carrera de electrónica) emplea cuando enfrenta situaciones contextualizadas en el aula. El estudio centra su atención en las características que presenta la producción de razones para justificar sus afirmaciones durante la solución de la situación. Los hallazgos muestran la inclinación de los estudiantes por explicaciones descriptivas, mientras que los argumentos presentan elementos teóricos con concatenación parcial en sus razonamientos. Los registros y las transcripciones de las clases son analizados considerando un modelo particular de investigación cualitativa, la etnografía.

Palabras clave: argumentación, explicación, validez, discurso

Abstract. The interest of this work is to identify and analyze explanatory and argumentative resources used by the students from high school (fourth semester of electronics) when he faces contextualized situations at class. The study focuses on the features found in the production of reasons to justify their assertions during the situation solving. The findings show the inclination of students by descriptive explanations, while the arguments presented theoretical elements with a partial concatenation in the reasoning. The records and transcripts of the classes are analyzed considering a particular model of qualitative research, the ethnography.

Key words: argument, explanation, validity, discourse

Introducción y marco teórico

El aprendizaje de las matemáticas se logra cuando el alumno desarrolla una disposición y apreciación para participar en actividades propias del quehacer matemático, en cuyo escenario es importante que el alumno desarrolle un pensamiento creativo y crítico para la formulación de conjeturas y argumentos, la exploración de caminos alternos de solución y la discusión sobre la validez de las conclusiones, durante el proceso de resolución de problemas. Por lo tanto, la argumentación es una tarea fundamental para el aprendizaje de la matemática porque genera conocimiento explicado, se puede decir entonces que el objetivo de la argumentación es la construcción de una explicación del por qué la información de diferentes datos necesita ser justificada para sustentar la conclusión.

Marmolejo y Solano (2005) consideran que los objetivos de una Argumentación son la deliberación, la justificación y la transmisión de una convicción, y sus reglas se basan en la experimentación, los procedimientos y las intuiciones, pero también menciona los saberes científicos del alumno, en tanto que las reglas de la argumentación formal son los de la lógica.

Por su parte Polya (1990) considera que el objetivo de la argumentación es la deliberación, justificación y transmisión de una convicción y que el proceso de construcción y maduración de las argumentaciones conlleva a la formulación de conjeturas.

Para Duval (1999) la argumentación se haya estrechamente ligado a la justificación de una afirmación. Considera que la justificación de una afirmación tiene dos operaciones:

1. Producción de razonamiento o de argumentos.
2. Examinar la aceptabilidad de los argumentos producidos

La aceptabilidad se infiere a partir de los argumentos producidos y requiere de razones expuestas. Las argumentaciones están ligadas con las explicaciones; Duval (1999) se refiere a ellas como producciones de razones dado que proporcionan una o más razones para volver comprensible un dato y por tener una función casi descriptiva. La argumentación busca la pertinencia de las razones teniendo su valor epistémico en el contenido (aspecto semántico).

Dentro de este proceso de producción de razonamientos o argumentos, las *representaciones* (Duval, 2000, 2002, Parnafes & diSessa, 2004) juegan un papel fundamental, ya que los recursos argumentativos matemáticos estarán conformados por procesos, representaciones y registros que darán cuenta del nivel de elaboración matemática en la situación. Al respecto, el estudiante empleará las representaciones para dar sentido a la información que le brinda el problema y operar con ella hasta dar respuesta a la exigencia del mismo. Duval (1999), considera la existencia de *sistemas semióticos*, los cuales proveen nuevos significados a la *representación*, es decir, cualquier *objeto matemático* tiene diferentes *representaciones* producidas por diferentes *sistemas semióticos*, por lo cual expone la necesidad de enfocar la atención a tres aspectos básicos para lograr la *aprehensión conceptual*: el objeto, uno de los varios *sistemas semióticos* y la composición de signos.

Además enfatiza la importancia de manejar varios sistemas semióticos para lograr la *aprehensión del objeto*, pero advierte los problemas que origina la coordinación de estos sistemas. Los *objetos matemáticos* no pueden ser identificados con cualquiera de sus representaciones, esta actividad ocasiona que muchos estudiantes no puedan identificar el contenido de la *representación* y el *objeto* representado.

El proceso de la argumentación en el aula

Hablar de argumentación en el aula (Perelman et al. 1988) se refiere a intentar convencer de manera razonada a otro de las afirmaciones que se tienen como verdaderas, por lo cual se considera la importancia del carácter dialógico de sus interacciones verbales; el carácter razonado de sus procesos discursivos y el nivel de aceptabilidad frente a lo argumentado, como menciona Duval (1999).

La práctica argumentativa es, entonces, una situación de comunicación, en la que se presenta la diversidad de valores, pero también las discusiones "razonadas" con la finalidad de lograr acuerdos coherentes, pertinentes y consensuados.

Para el presente trabajo, la argumentación se ha caracterizado como un proceso desarrollado de manera individual y colectiva. Así, se determinaron 2 fases para el desarrollo argumentativo en el aula: a) de formulación de argumentos, b) de confrontación de argumentos y de conclusión de argumentos. La primera fase se presentó en la discusión que se produjo en el equipo de trabajo a través de las explicaciones emitidas para justificar las afirmaciones expuestas, con el propósito ser aceptadas, exponiendo para ello al menos una razón que las justificara. La segunda fase es la consolidación de las conclusiones a nivel grupal para obtener acuerdos consensuados, con la finalidad de exponer la solución más adecuada para el problema.

El presente artículo se derivó de los proyectos de investigación registrados en la Secretaría de Investigación y Posgrado (SIP), del IPN (20111060 y 20120794), *La importancia de la Argumentación en la Resolución de Problemas Contextualizados para el Nivel Medio Superior*, que permitió identificar los argumentos matemáticos que el alumno empleó para justificar sus afirmaciones, siendo los tratamientos desarrollados en las diferentes representaciones los que permitieron mostrar el nivel de elaboración matemática de la solución.

Metodología

El objetivo del presente trabajo fue identificar la producción de razones o argumentos que el alumno del nivel medio superior de cuarto semestre (cálculo diferencial) expone para explicar la justificación de sus afirmaciones. Esta investigación, se ubica en un paradigma de investigación cualitativo de corte etnográfico. El enfoque etnográfico permitió obtener información relevante en el contexto del aula. Las ideas desarrolladas en los referentes teóricos, sirvieron como ejes para diseñar y aplicar actividades, en las que los estudiantes argumentaron cada una de sus afirmaciones considerando la explicaron para justificarlas en problemas contextualizados, así como su aceptabilidad. La observación del estudio se llevó a cabo durante un semestre escolar para detectar las cualidades del fenómeno de estudios. Las observaciones se desarrollaron en dos niveles: global y específico. El primer nivel se orientó a registrar los siguientes eventos:

- Bitácora del curso. Al término de cada clase el investigador anotaba los hechos más relevantes durante la sesión, posteriormente la información era analizada para la siguiente sesión, en particular, se tenía especial atención a las actividades que presentaron dificultad durante su desarrollo, las cuales se utilizaban como base para la discusión con el grupo.
- Grabaciones de las clases, específicamente cuando los equipos exponían su trabajo ante el grupo, para validar sus procedimientos y resultados.
- Reportes escritos y tareas extramuro.

A nivel específico, la observación se dirigió a examinar con mayor detalle los procesos que se llevaron a cabo cuando se les solicitó enfrentar una situación contextualizada, para ello se aplicó una situación común de esa característica a ambos grupos (álgebra y cálculo diferencial), posteriormente se invitó a un equipo de cada grupo para que expusieran sus argumentos, permitiendo la discusión y el debate para explicar cada una de sus afirmaciones y examinar la aceptabilidad de las razones expuestas.

La triangulación de la información se llevó a cabo desde distintas perspectivas para fortalecer la credibilidad en los resultados e interpretación del estudio. Lo anterior se llevó a cabo mediante la identificación de los hallazgos que se encontraron en la fuente A (reporte escrito individuales), fuente B (discusión grupal), fuente C (reportes escrito de cada equipos), fuente D (tareas extraclase) y también pudo corroborarse con la fuente E (observaciones en clase), permitiendo comparar información proveniente de diferentes escenarios.

Población: La experiencia educativa se desarrolló en el CECyT 11 “Wilfrido Massieu” con 45 alumnos de cuarto semestre del nivel medio superior cuyas edades fluctuaban entre los 16 y 17 años en la unidad de aprendizaje denominada “Cálculo Diferencial”. Se proporcionó a los estudiantes el siguiente problema:

Una escalera de 26 metros está apoyada en un edificio alcanzando una altura de 24 metros.

a) ¿Cuánto se tiene que separar el extremo inferior de la escalera para que el extremo superior descienda un metro?

b) ¿Cuánto tiene que disminuir el ángulo que forma la escalera con el piso para que la escalera descienda un metro?

c) ¿Cuánto se tiene que separar el extremo inferior de la escalera para que el extremo superior descienda la misma distancia?

d) *Escribe una función que relacione la distancia del extremo inferior de la escalera al pie edificio con la distancia que desciende el extremo superior. Determina el dominio y el rango. Traza la gráfica.*

Se seleccionó este problema por el contenido de las representaciones: textual, numéricas, algebraicas y gráficas, así como el empleo de posibles estrategias de resolución como: la organización de la información en una tabla, la búsqueda de un patrón, el tanteo sistemático y la búsqueda de diversas representaciones.

La dinámica de trabajo en el aula consistió en la organización de equipos (4 a 5 integrantes), formando un total de 6 equipos en el grupo. Se entregó al inicio de la sesión una actividad diseñada por el profesor, para trabajarla de manera colectiva, mencionando que un integrante del equipo sería el encargado de recolectar toda la información que se obtuviera durante el proceso de solución, mientras el profesor participaría con los equipos como espectador y para proporcionar información. Una vez terminada la tarea, los equipos presentarían un reporte escrito. Seguidamente, el profesor, de acuerdo con las observaciones realizadas a los equipos, iba a seleccionar un equipo para exponer su trabajo al grupo.

Análisis de datos

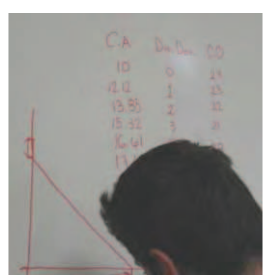
Los alumnos participantes, mostraron disposición durante la sesión desarrollada exponiendo sus razones para justificar cada una de sus afirmaciones. Los hallazgos identificados en la experiencia se basaron en las características que se consideraron representativas de la argumentación y la explicación; la Tabla 1 expone lo antes mencionado.

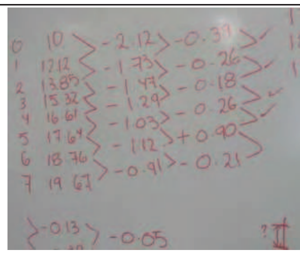
Características	Argumentación	Explicación
1- Focalización	Un enunciado objetivo	Respuesta a la pregunta ¿por qué?
2- Resultados en el discurso	Modificar el valor epistémico	Conexión del hecho con otros.
3- Aspectos de las proposiciones	Los términos que constituyen el contenido	El contenido conceptual es determinado por las proposiciones
4- Relaciones entre las proposiciones	Relaciones de razones en pro o en contra	
5- Indicaciones de las relaciones	Conectivos argumentativos	Conectivos de Organización
6- Continuidad	Se presenta en forma global las proposiciones	Se presenta por la coherencia cognitiva de la descripción

Tabla 1. Características de la Argumentación y de la Explicación.

Fuente: Duval, (1999)

La tabla 2 muestra la sistematización de las características identificadas en relación con las explicaciones y argumentos que los alumnos exponen durante la solución del inciso d; Escribe una función que relacione la distancia del extremo inferior de la escalera al pie edificio con la distancia que desciende el extremo superior. Determina el dominio y el rango. Traza la gráfica. Para realizar el análisis expuesto por los estudiantes *H1, M y H2*, el investigador (*Obs.)* emite sus comentarios en cada una de las participaciones.

Caracte-rísticas	Explicación	Argumentación
1	*H1:* Hay que dibujar…, bueno ya, hay que analizar bien lo que nos piden, cuánto se tiene que separar el extremo inferior de la escalera para que el extremo superior descienda 1 metro exactamente. *Obs.: La solución se basa en representaciones textuales e icónicas que se asocian a las relaciones numéricas encontradas, pero aún no está presente la habilidad para anticipar o predecir resultados*	*M.* Que a 24 no ha descendido nada, que a 10... *H2.* Más bien sería la relación edificio-piso. *M.* ¿Edifico-piso? *Obs.: El enunciado permite establecer el objetivo del proceso apoyándose en procedimientos, para establecer relaciones matemáticas*
2	*M.* Pero, ya la habíamos sacado así, y lo que estás diciendo tú es que saquemos los catetos, como vamos cambiando y, eso ya lo habíamos sacado una vez en clase. *Obs.: La solución se basa en imágenes mentales relacionadas con actividades realizadas con antelación y las conecta con relaciones numéricas identificadas.*	*H2.* Vamos hacer una relación de lo que hay aquí, tomando, suponiendo más bien, como máximo que es nuestro 24 y aquí sí es una relación de edificio-piso, porque la escalera nunca va a cambiar. *H1***.** Sí. *Obs.: La solución se basa en relaciones procedimentales asociadas a las relaciones numéricas.*
3	*H1***.** Habíamos quedado que c es igual a 10 porque c = 0 y 10 es también= 0 en nuestra tabulación, cuando nuestro cateto adyacente vale 10 entonces c es = 10. *M.* Tomando otra ecuación por ejemplo a+b +c=$\sqrt{147}$ a que vale 5-3$\sqrt{3}$ + b? +10 que es c =$\sqrt{147}$ dejamos b y tenemos que b =$\sqrt{147}$ -5 + (3 $\sqrt{3}$) – 10. b=-15+10$\sqrt{3}$ ahora sí ya podemos hacer nuestra ecuación cuadrática de segundo grado porque ya tenemos a, b y c.	*M.* Pero, ya la habíamos sacado así, y lo que estás diciendo tú es que saquemos los catetos, como vamos cambiando y eso ya lo habíamos sacado una vez. *H1.* Hay que sacar cuánto baja el cateto opuesto y cuánto cambia el valor real  *Obs.: La solución se basa en relaciones matemáticas que se asocian a las relaciones numéricas.*

	 *Obs.: Determinación del proceso que se muestra ante el equipo basada en la afirmación de sus proposiciones*	
4		*M.* ¿Cómo? Ok, bueno, entonces tenemos que a 10 metros es igual a cero ¿no? *H2.* Pero por ejemplo sería, 24 para 10 ¿no?, eso no lo habíamos sacado, nosotros lo que sacamos, como si fuera 23. *M.* No, si lo habíamos sacado así, la vez pasada cuando nos dio que subía y que bajaba. Hicimos eso y esa fue la que no daba. *H2.* Entonces. *M.* El extremo inferior es de 10 y la distancia es de 0 ¿no?, ok cuando el extremo inferior sea 11 ¿Qué va a pasar *Obs.: Es un recurso que consiste en determinar una pluralidad que simultáneamente puede generar contradicciones.*
5	*H2***.** La diferencia que hay de aquí-acá. *H1.* Ahorita vemos. A ver? es 10, 11, 12, 13, 14 y 15, está bien, entonces, bueno nos queda que… En la primera, entonces… que es 10, el cateto adyacente va a valer 0, la disminución, cuando nos da 11 en el cateto adyacente va a valer raíz de 555. *M.* Vale 24 menos la raíz de 555. *H2.* Pero ¿por qué? *H1.* Porque hay que contar la diferencia, que es lo que va a ir cambiando, no va a dar el total del cateto opuesto. *Obs.: Presentación de la conclusión que permite reconocer su pertinencia ante el equipo.*	*H1***.** Sí. *M.* Pero si sacamos los catetos, como tú dices como sabemos ¿cuánto baja el cateto opuesto y cuánto cambia el valor real? *Obs.: El conectivo argumentativo "pero" orienta al que expone el discurso en dirección opuesta.*
6	*H1.* Ahorita, ponemos los valores del cateto adyacente ¿estás de acuerdo? *M.* Correcto.	*M.* El extremo inferior es de 10 y la distancia es de 0 ¿no?, ok, cuando el extremo inferior sea 11 ¿Qué va a pasar? *H1.* El extremo superior va a descender,

	H1. Porque la vez pasada pusimos valores exactos. *M*. Es lo que estaba pensando, dije no nos salió primero esto, nos salió otra cosa. *H1*. Cabe aclarar aquí que la diferencia principal en estos distintos, que de poner los valores primero de lo que va a cambiar en el cateto opuesto, vamos a poner al contrario los valores del cateto adyacente, para obtener así lo que va a ir cambiando del cateto opuesto. *M*. Con relación a la distancia que ahora sí va descendiendo de 24 menos lo que nos haya salido de cuánto haya descendido. *Obs.: La producción discursiva analiza la solución que se presenta, con el fin de hacer comprensible a los miembros del equipo dicha solución.*	bueno lo que, la cantidad que queremos va a aumentar. Tenemos primero que la cantidad que queremos, del cateto opuesto es 0, por que no ha disminuido nada. *M***.** Cuando el extremo inferior es 10. *H1*. Exactamente. *M*. Ok *Obs.: Determinación de pertinencia y validez del proceso de la situación argumentada.*

Tabla 2. Episodios de la argumentación y explicación de los estudiantes

El análisis de las grabaciones y de acuerdo con la información expuesta en la tabla 2, muestran la producción de diversas razones, para demostrar o refutar la veracidad de conjeturas, asimismo se identificaron las explicaciones emitidas por los estudiantes y la argumentación que justifica cada una de sus afirmaciones. Los hallazgos muestran la inclinación de los mismos por explicaciones descriptivas, mientras que los argumentos presentan elementos teóricos con concatenación argumental parcial.

Conclusiones

Los estudiantes con frecuencia promueven las explicaciones para justificar sus afirmaciones, así como para apoyar una versión o para rechazar otra.

La riqueza de la construcción de significados en la interacción, permitió fortalecer un proceso donde se negocian y articulan significados pero también se abren alternativas explicativas y argumentativas, para llegar a una conclusión.

La argumentación responde a la necesidad de comunicar y de obtener la aceptabilidad del equipo con respecto a su pertinencia o rechazo, asimismo, surge la necesidad de la veracidad de la solución propuesta como resultado de un análisis razonado de tipo colectivo.

Agradecimiento. Las autoras agradecen el apoyo otorgado por la Secretaría de Investigación y Posgrado.

Referencias bibliográficas

Duval, R. (1999). *Argumentar, demostrar y explicar: ¿continuidad o ruptura cognitiva?* México: Grupo Editorial Iberoamérica.

Duval, R. (2000). Basic Issues for Research in Mathematics Education. In T. Nakahara & M. Koyama (Eds.). *Proceedings of the 24th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education,* I, (pp. 55-69). Japan.

Duval, R. (2002). Representation, vision and visualization: cognitive functions in mathematical thinking. Basic issues for learning. In F. Hitt (Ed.), *Proceedings of the 26th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, I*, (pp.311-335). México: Cinvestav-IPN.

Polya, G. (1990). Mathematical and plausible reasoning. *Volume II: Patterns of plausible inference*. EEUU: Princeton Paperbacks.

Marmolejo E. y Solano M. (2005). Convención Didáctica sobre la Demostración Geométrica. En J. Lezama, M. Sánchez y J. Molina (Eds.), *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa 18*, 139-145, México: Comité Latinoamericano de Matemática Educativa.

Parnafes, O. y diSessa, A. (2004). Relations between patterns of reasoning and computational representations. *International Journal of Computers for the Mathematics Learning,* 9, 251-280.

Perelman, Ch. y Olbrech-Tyteca, L. (1988). *Tratado de la argumentación*. Barcelona, España: Gredos.