

CONCEPTUAL AND PROCEDURAL LEARNING IN PRE-SERVICE MATHEMATICS TEACHERS DURING A CONVERSATION

APRENDIZAJE CONCEPTUAL Y PROCEDIMENTAL EN PROFESORES DE MATEMÁTICAS EN FORMACIÓN DURANTE UNA CONVERSACIÓN

Karla Gómez Osalde
Universidad Autónoma de
Yucatán
karla.gomez@correo.uady.mx

Eddie Aparicio Landa
Universidad Autónoma de
Yucatán
alanda@correo.uady.mx

Landy Sosa Moguel
Universidad Autónoma de
Yucatán
smoguel@correo.uady.mx

This paper shows a study of the transition from procedural to conceptual learning from a conversational learning approach evidenced by students of pre-service teachers in mathematics in the context of the solution and discussion of a geometrical task. The study was conducted with a group of twelve future teachers and their instructor from a public university. Results found that students are able to move from procedural to conceptual learning when the procedures and understandings of the concepts involved in the task are confronted during the conversation, allowing them to move from the use of the formula of the area to the significance of geometric figures by establishing relationships between their dimensions.

Keywords: Instructional activities and practices, Teacher Education - Preservice, Teacher Knowledge.

In the social construction of knowledge, conversation has an important role in learning since it allows the negotiation of meanings and the emergence of common understandings (Baker, Jensen & Kolb, 2005; Scott, Mortimer & Aguiar, 2006), so learning is conceived as the result of conversations and experiences associated with a topic (Pask, 1976; Vygotsky, 1986; Kolb & Kolb, 2017).

This study is found in the previous approach because it is considered that the promotion of the transition between procedural and conceptual learning in pre-service mathematics teachers is possible through conversation. We are particularly interested in analyzing how to support the transition from procedural to conceptual learning when an instructor speaks with their students about the resolution of a geometrical task.

Authors such as Calcagni and Lago (2018) emphasize the relationship between learning and conversation in classroom interactions and their relationship with educational quality. They point out how the manners of speech in the classroom have implications for the quality of learning of students and propose breaking the typical sequence of conversations in the classroom starting with dialogical conversations. The field of professional development of mathematics teachers also delves into these ideas by exploring the type of learning opportunities that will help to achieve multifaceted and comprehensive conceptualizations in teachers and future teachers (Newton & Poon, 2015; Nagle et al., 2013), as well as the role of dialogue and reflection to generate learning that benefits the transformation of the teaching practice (Aparicio, Sosa, Cabañas & Gómez, 2020; Jaworski, 2006; Saylor & Johnson, 2014).

Procedural and conceptual learning in pre-service teachers in mathematics

Concept and procedure are considered to complement one another in mathematics because their interrelationships transform and expand knowledge (Star, 2005, 2007; Baroody, Feil & Johnson, 2007). Ramsden (1992) proposes that understanding the learning process requires understanding how procedural and conceptual learning lives in the classroom, that is, how a student organizes, proceeds and structures the learning experience and how the student manages to give meaning.

The proposal is to analyze the transition between “know how” (procedural learning) and “know what” (conceptual learning) in pre-service teachers based on the former ideas and the assumption that conversation can be a window for understanding. Understanding such a transition process would shed light on the type of professional learning opportunities that can be achieved by future teachers during conversations among them.

Procedural and Conceptual Learning from the Theory of Conversation

This study is supported by an integrated model between the learning proposal based on the theory of conversation of Pask (1976) and the experiential learning cycle of Kolb and Kolb (2017), as shown in Figure 1. It is recognized that conversational learning transits from a procedural level, characterized by questions and answers focused on how an actual experience is lived (1) and how it is extrapolated (4), to a conceptual level, characterized by questions and answers about the reflection of the experience (2) and its abstraction (3). An initial study reported in Aparicio et al. (2020) shows how conversation and reflection provide opportunities for the development of mathematical and pedagogical knowledge in future teachers when they move between the modes of learning in Figure 1, supported by questioning, exchange and articulation of their procedures and concepts.

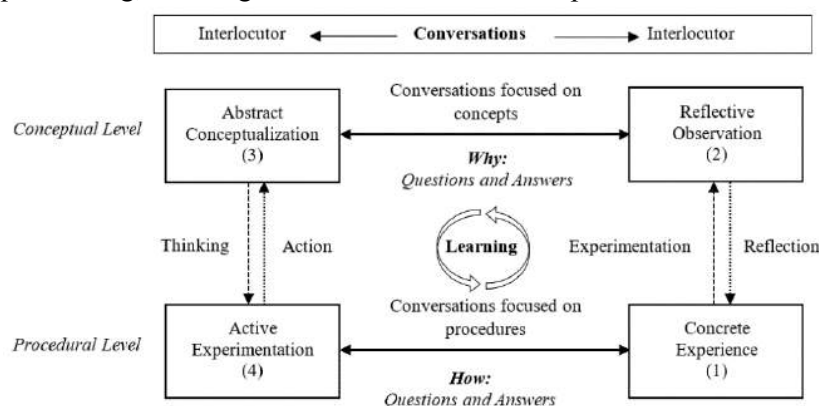


Figure 1: Conversational learning based on the models of Pask (1976) and Kolb and Kolb (2017) [Aparicio et al., 2020]

Method and Analysis

Twelve pre-service mathematics teachers participated in the study when they were taking a course in Didactics of Mathematics in their final year of university training. Two sessions of 90 minutes each were analyzed. During the sessions, the instructor and the students talked about the performance of a geometrical task (see figure 2) which was designed to promote reflection and discussion among the interlocutors about the forms used to solve the task and their arguments. The role of the instructor was to help the students to speak about the “how” and “why” of their procedures and concepts. The sessions were audio taped and transcribed for their analysis, the work done by the students with paper and pencil, and the group conversations conducted with the use of the blackboard were also documented.

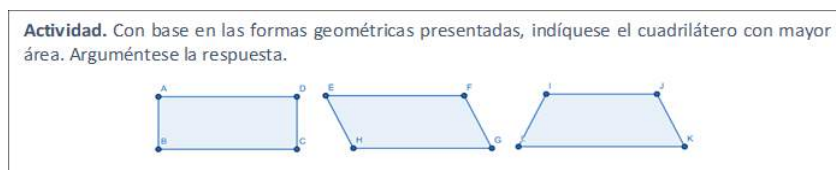


Figure 2: Instrument for data collection

The conversational analysis was carried out in two moments. The first moment examined how the discourse of the instructor and her underlying intent were externalized based on its form and content. The second moment related both aspects of the discourse with the procedural and conceptual learning of the students. The analysis focuses on the identification of references in the statements to techniques, methods, and procedures or to meanings, conceptualizations, and properties of the concepts.

Results

The transition from procedural to conceptual learning was evidenced; however, due to the limited space, this paper only reports the modes of learning through experimentation (1) and learning through reflection (2). Table 1 describes the transition.

Table 1: Relationship between the teaching discourse and conversational learning

		<i>Discourse of the instructor</i>	<i>Learning modes</i>
CE (1) Learning by experimentation	Mode	The way to proceed with the task is questioned.	<i>Procedural:</i> The spatial reconfiguration is proposed as a technique to solve the task.
	Content	Awareness of how the experience was lived and the selection of the procedure.	<i>Procedural:</i> The use of the formula of the area is proposed as part of the procedure
RO (2) Learning through reflection	Mode	a) The geometric content required to solve the task is questioned. b) The reason to use the formula of the area is questioned.	<i>Conceptual:</i> The geometrical transformation and the formula of the area are proposed as concepts that allow the task to be solved.
	Content	a) Awareness of how to posit the way in which to proceed with the use of the formula. b) Understandings of the area of the formula of a rectangle are confronted to explain their use in the task.	<i>Conceptual:</i> It is recognized that the use of the formula is not enough; it is necessary to signify the geometrical figures by means of the relation between their dimensions.

The transition from procedural to conceptual learning during the conversation of the task has the following sequence. Procedural learning begins with explanations on the technique of spatial reconfiguration which is used to obtain equivalent rectangular forms; subsequently, the formula of the area of a rectangle is used to guarantee the equivalence in the areas of the figures, provided that their base and height measurements are equivalent. This results in a conceptual learning by recognizing and proposing geometric concepts that are the basis for resolving the task; for example, the geometric transformation and the formula of the area. However, the conversation was led to the discussion of the relationships underlying the formula, discussing how to qualify the two-dimensional forms. Therefore, it was recognized that the first thing to do to give meaning to the task and use of the formula during the conversation is to signify the geometric figures by means of the relationship with their dimensions.

The first thing found with regard to the form and content of the conversation that favored such transition was the encouragement to explore ways of proceeding with the tasks. Secondly, opinions are sought on the geometric contents considered essential to its solution. This makes it possible to compare whether the presented concepts give an answer to the task, and finally discuss the

understandings of the formula of the area and its contribution to the conceptualization of the area as a quality of flat figures.

Discussion and Conclusion

A contribution of this study is the approach towards a characterization of conversation in the transition between procedural and conceptual learning in pre-service teacher in mathematics. Conversation is characterized, first, by questioning and confronting procedures and concepts used in the resolution of the task. In the second instance, a discussion is held focused on the analysis of the geometric contents that should be moved to solve it, and finally, conversation is led to how to give meaning to the task. The latter opens up a process of negotiation of the proposed ideas and meanings; for example, questions such as: Why is the formula of the area expressed in that way and not in another way? How does it work and what information does it provide on the area concept and its measurement? Why and how is the geometric transformation important for the resolution of the task?

Results found that the characteristics of the conversation allow the participant to freely share their ideas, procedures and understandings of the task and its solution, as well as the contents of area, figure, and measurement, among others. The role of the instructor was as a guide to the reflections on the geometric contents. The conversation is much more reflective when the meanings are shared after being asked for explanations about the reasons why a procedure works and emphasizing the need to consider the meaning of what is done and why it is done.

This type of conversational analysis in the classrooms for training future teachers are necessary to understand with greater precision the limitations and potentialities of conversation in the integration of procedural and conceptual aspects of professional learning.

References

- Aparicio, E., Sosa, L., Cabañas, G. & Gómez, K. (2020). Reflexive Conversation: Approach to the Professional Learning of Pre-service Mathematics Teachers. *Universal Journal of Educational Research*, 8(5), 1797-1809.
- Baker, A., Jensen, P., & Kolb, D. (2005). Conversation as Experiential Learning, *Management Learning*, 36(4), 411 – 427.
- Baroody, A. J., Feil, Y., & Johnson, A. R. (2007). An alternative reconceptualization of procedural and conceptual knowledge. *Journal for Research in Mathematics Education*, 38(2), 115-131.
- Calcagni, E. & Lago, L. (2018). The Three Domains for Dialogue: A framework for analyzing dialogic approaches to teaching and learning. *Learning, Culture and Social Interaction*, 18, 1-12.
- Jaworski, B. (2006). Theory and practice in mathematics teaching development: Critical inquiry as a mode of learning in teaching. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 9, 187–211.
- Kolb, A. & Kolb, D. (2017). *The Experiential Educator. Principles and Practices of Experiential Learning*. Kaunakakai, Hawaii: EBLS Press.
- Nagle, C., Moore-Russo, D., Viglietti, J., y Martin, K. (2013). Calculus students' and instructors' conceptualizations of slope: a comparison across academic levels. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 11(6), 1491-1515.
- Newton, X. A., y Poon, R. C. (2015). Pre-service stem majors' understanding of slope according to common core mathematics standards: An exploratory study. *Global Journal of Human-Social Science*, 15(7), 27-42.
- Pask, G. (1976). *Conversation theory. Applications in education and epistemology*. Ney York: Elsevier Scientific Publishing Company.
- Ramsden, P. (1992). *Learning to teach in higher education*. Routledge.
- Saylor, L. L., & Johnson, C. C. (2014). The Role of Reflection in Elementary Mathematics and Science Teachers' Training and Development: A Meta-Synthesis. *School Science and Mathematics*, 114(1), 30 – 39.
- Scott, P. H., Mortimer, E. F., & Aguiar, O. G. (2006). The tension between authoritative and dialogic discourse: A fundamental characteristic of meaning making interactions in high school science lessons. *Science education*, 90(4), 605-631.
- Star, J. R. (2007). Foregrounding procedural knowledge. *Journal for Research in Mathematics Education*, 38 (2), 132-135.

Star, J. R. (2005). Reconceptualizing procedural knowledge. *Journal for Research in Mathematics Education*, 36 (5), 404-411.

Vygotsky, L. S. (1986). *Thought and language* (A. Kozulin, trans.). Cambridge, MA: MIT Press.

APRENDIZAJE CONCEPTUAL Y PROCEDIMENTAL EN PROFESORES DE MATEMÁTICAS EN FORMACIÓN DURANTE UNA CONVERSACIÓN

CONCEPTUAL AND PROCEDURAL LEARNING IN PRE-SERVICE MATHEMATICS TEACHERS DURING A CONVERSATION

Karla Gómez Osalde
Universidad Autónoma de
Yucatán
karla.gomez@correo.uady.mx

Eddie Aparicio Landa
Universidad Autónoma de
Yucatán
alanda@correo.uady.mx

Landy Sosa Moguel
Universidad Autónoma de
Yucatán
smoguel@correo.uady.mx

Se presenta, desde una perspectiva del aprendizaje conversacional, un estudio sobre el tránsito de aprendizajes procedimentales a conceptuales que evidencian profesores de matemáticas en formación al resolver y conversar sobre una tarea geométrica. El estudio se realizó con un grupo de 12 futuros profesores y su instructora de una universidad pública. Se encontró que los estudiantes logran transitar de aprendizajes procedimentales a conceptuales cuando durante la conversación se confrontan procedimientos y entendimientos de los conceptos implicados en la tarea, permitiéndoles pasar del uso de la fórmula del área a la significación de figuras geométricas a partir de establecer relaciones entre sus dimensiones.

Palabras clave: Actividades y Prácticas De Enseñanza, Preparación de Maestros en Formación, Conocimiento del Profesor.

En la construcción social del conocimiento, la conversación tiene un papel importante en los aprendizajes toda vez que permite negociar significados y generar entendimientos comunes (Baker, Jensen y Kolb, 2005; Scott, Mortimer y Aguiar, 2006), de modo que el aprendizaje se concibe como resultado de conversaciones y experiencias relativas a un tópico (Pask, 1976; Vygotsky, 1986; Kolb & Kolb, 2017).

Este estudio se ubica en el enfoque anterior al considerarse que mediante una conversación es posible favorecer la transición entre aprendizajes procedimentales y conceptuales entre futuros profesores de matemáticas. En particular nos interesa analizar cómo apoyar el tránsito del aprendizaje procedimental al conceptual cuando una instructora conversa con sus estudiantes sobre la resolución de una tarea geométrica.

Autores como Calcagni y Lago (2018) destacan la relación entre aprendizaje y conversación en las interacciones del aula y su relación con la calidad educativa. Señalan cómo las formas de hablar en el aula tienen implicaciones en la calidad de aprendizaje de los estudiantes y plantean romper con la secuencia típica de las conversaciones en el aula a partir de conversaciones dialógicas. Estas ideas también se están explorando en el campo del desarrollo profesional del profesor de matemáticas, al indagar sobre el tipo de oportunidades de aprendizaje que ayude a alcanzar conceptualizaciones multifacéticas e integrales en profesores y futuros profesores (Newton & Poon, 2015; Nagle et al., 2013), así como el papel del diálogo y reflexión para generar aprendizajes que benefician la transformación de la práctica docente (Aparicio, Sosa, Cabañas y Gómez, 2020; Jaworski, 2006; Saylor y Johnson, 2014).

Aprendizaje Procedimental y Conceptual en profesores de Matemáticas en formación

En matemáticas, el concepto y procedimiento son considerados complementarios ya que por medio de sus interrelaciones se logra transformar y ampliar el conocimiento (Star, 2005, 2007; Baroody, Feil & Johnson, 2007). Ramsden (1992) plantea que entender el proceso de aprendizaje requiere entender cómo viven en el aula el aprendizaje procedimental, es decir, cómo el alumno organiza, procede y estructura la experiencia de aprendizaje; y el aprendizaje conceptual, aquello que el alumno logra significar.

De estas ideas y la asunción de que la conversación puede ser una ventana al entendimiento, se propone analizar el tránsito entre el “saber cómo” (aprendizaje procedimental) y el “saber qué” (aprendizaje conceptual) en estudiantes para profesores. Entender tal proceso de transición permitiría esclarecer el tipo de oportunidades de aprendizaje profesional que se pueden lograr en futuros profesores al conversar de una u otra forma con ellos.

Aprendizaje Procedimental y Conceptual desde la Teoría de la Conversación

El estudio se sustenta en un modelo integrado entre la propuesta de aprendizaje basado en la conversación de Pask (1976) y el ciclo de aprendizaje experiencial de Kolb y Kolb (2017), como se muestra en la Figura 1. Se reconoce que el aprendizaje conversacional transita de un nivel procedimental caracterizado por preguntas y respuestas centradas en el cómo se vive una experiencia concreta (1) y cómo se extrapola (4), hacia un nivel conceptual caracterizado por preguntas y respuestas sobre la reflexión de la experiencia (2) y su abstracción (3). Un estudio inicial reportado en Aparicio et al. (2020) se muestra que la conversación y reflexión brindan oportunidades para el desarrollo de conocimiento matemático y pedagógico en futuros profesores si estos transitan entre los modos de aprendizaje de la figura 1, apoyados en el cuestionamiento, intercambio y articulación de sus procedimientos y conceptos.

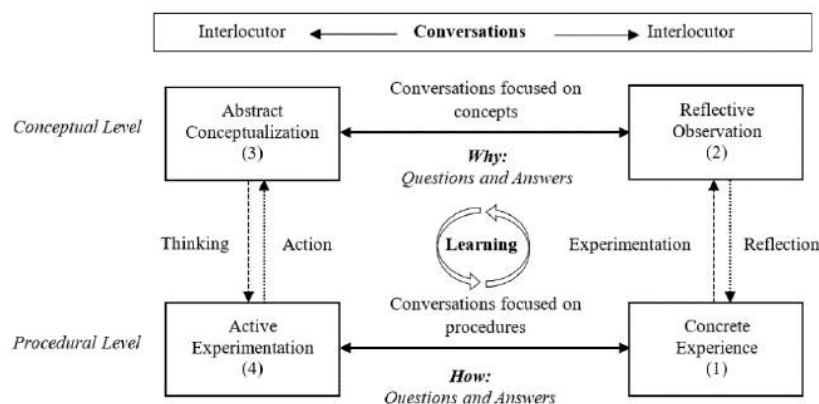


Figura 1: Aprendizaje conversacional basado en los modelos de Pask (1976) y Kolb y Kolb (2017) [Aparicio et al., 2020]

Método y Análisis

Participaron doce futuros profesores de matemáticas que al momento estaban llevando un curso de Didáctica de las Matemáticas en su último año de formación universitaria. Se analizaron dos sesiones de 90 minutos cada una, en las que instructora y estudiantes conversaron sobre la realización de una tarea geométrica (ver figura 2) cuyo diseño buscaba suscitar reflexión y debate entre los interlocutores sobre las formas de resolverla y argumentarla. El papel de la instructora fue apoyar que los estudiantes externaran el “cómo” y “por qué” de sus procedimientos y conceptos. Las sesiones

fueron grabadas en audio y transcritas para su análisis, asimismo, se documentó lo realizado por los estudiantes en lápiz y papel y las conversaciones grupales promovidas con el uso de la pizarra.

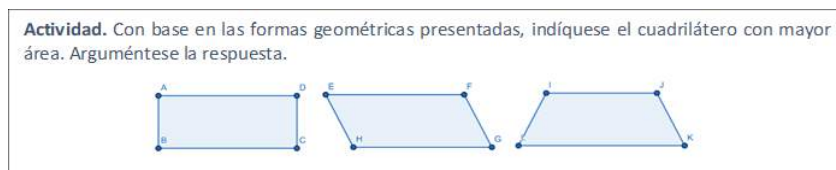


Figura 2: Instrumento para la recolección de datos

El análisis conversacional se realizó en dos momentos. En el primero se examinó la manera en que se externalizó el discurso de la instructora, y su intencionalidad subyacente a partir de la forma y el contenido de este. En el segundo, se relacionó ambos aspectos del discurso con el aprendizaje procedimental y conceptual de los estudiantes. Se analizó si lo enunciado aludía a técnicas, métodos, procedimientos, o bien, a significados, conceptualizaciones, propiedades de los conceptos.

Resultados

Se evidenció la transición del aprendizaje procedimental al conceptual, sin embargo, por límite de espacio se reporta lo correspondiente al modo de aprender experimentando (1) y aprender reflexionando (2). En la Tabla 1 se describe la transición.

Tabla 1: Relación entre el discurso instruccional y los aprendizajes conversacionales

		<i>Discurso de la Instructora</i>	<i>Tipos de Aprendizaje</i>
CE (1) Aprender Experimentando	Forma	Se cuestiona la manera de proceder ante la tarea.	<i>Procedimental:</i> Se propone la reconfiguración espacial como técnica para resolver la tarea.
	Fondo	Se concientiza sobre cómo se vivió la experiencia y la selección del procedimiento.	<i>Procedimental:</i> Se plantea la aplicación de la fórmula de área como parte del procedimiento.
RO (2) Aprender Reflexionando	Forma	a) Se cuestiona el contenido geométrico que se requiere para resolver la tarea. b) Se cuestiona la razón del empleo de la fórmula de área.	<i>Conceptual:</i> Se plantea a la transformación geométrica y a la fórmula de área como conceptos que permiten dar respuesta a la tarea.
	Fondo	a) Se concientiza sobre cómo argumentan su forma de proceder con el uso de la fórmula. b) Se confrontan entendimientos de la fórmula de área de un rectángulo para explicar su empleo en la tarea.	<i>Conceptual:</i> Se reconoce que no es suficiente sólo aplicar la fórmula, sino que se requiere significar las figuras geométricas por medio de la relación entre sus dimensiones.

El tránsito del aprendizaje procedimental al conceptual durante la conversación de la tarea tiene la secuencia siguiente. En lo procedimental se inicia con explicaciones sobre la técnica de reconfiguración espacial con la cual se obtienen formas rectangulares equivalentes en área. Posteriormente se emplea la fórmula del cálculo de área de un rectángulo para asegurar la equivalencia en medidas de área entre ellas, siempre y cuando sus medidas de base y altura sean equivalentes. Lo anterior deriva en aprendizaje conceptual al reconocerse y proponerse conceptos

geométricos que son base para dar respuesta a la tarea, por ejemplo, la transformación geométrica y fórmulas de cálculo de área; sin embargo, la conversación fue conducida hacia el debate de las relaciones que subyacen a la fórmula, discutiéndose la forma de cualificar las formas bidimensionales. Debido a ello, se reconoce que, para dar sentido a la tarea y empleo de la fórmula durante la conversación, primeramente, se requiere significar a las figuras geométricas por medio de la relación con sus dimensiones.

Sobre la forma y contenido de la conversación que favorecieron dicho tránsito se detectó que, en primer lugar, se propicia la exploración de las maneras de proceder en la tarea, en segundo lugar, se solicitan opiniones sobre los contenidos geométricos que se consideran esenciales para resolverla. Lo anterior permite confrontar si los conceptos expuestos dan respuesta a la tarea y finalmente, debatir los entendimientos de la fórmula de área y su aporte a la conceptualización del área como una cualidad de las figuras planas.

Discusión y Conclusión

El presente estudio aporta hacia una caracterización de la conversación en el tránsito del aprendizaje procedimental y conceptual de futuros profesores de matemáticas. La conversación se caracteriza, primeramente, por cuestionar y confrontar procedimientos y conceptos usados en la resolución de una tarea. En segunda instancia, se sostiene una discusión centrada en el análisis de los contenidos geométricos que se requieren mover para resolverla y finalmente, la conversación se dirige hacia cómo dotar de sentido a la tarea, en esto último, se abre un proceso de negociación de las ideas y significados propuestos para ello, por ejemplo, se cuestiona ¿Por qué la fórmula del cálculo de área es de esa manera y no de otra?, ¿Cómo funciona y qué información proporciona sobre el concepto área y su medida?, ¿Por qué y cómo la transformación geométrica es importante para la resolución de la tarea?

Se reconoce que las características de la conversación permiten a los participantes compartir libremente sus ideas, procedimientos y entendimientos de la tarea y su resolución, así como de los contenidos de área, figura, medidas, entre otros. La instructora asume un rol de guía para las reflexiones sobre los contenidos geométricos. La conversación es mucho más reflexiva cuando se confrontan significados a partir de solicitarse explicaciones sobre el porqué funciona un procedimiento y se enfatiza la necesidad de considerar el sentido de lo que se hace y porqué se hace.

Continuar este tipo de análisis conversacionales en las aulas de formación de futuros profesores, se considera necesario para entender con mayor precisión, las limitaciones y potencialidades de la conversación en la integración de lo procedimental y conceptual del aprendizaje profesional.

Referencias

- Aparicio, E., Sosa, L., Cabañas, G. & Gómez, K. (2020). Reflexive Conversation: Approach to the Professional Learning of Pre-service Mathematics Teachers. *Universal Journal of Educational Research*, 8(5), 1797-1809.
- Baker, A., Jensen, P., & Kolb, D. (2005). Conversation as Experiential Learning, *Management Learning*, 36(4), 411 – 427.
- Baroody, A. J., Feil, Y., & Johnson, A. R. (2007). An alternative reconceptualization of procedural and conceptual knowledge. *Journal for Research in Mathematics Education*, 38(2), 115-131.
- Calcagni, E. & Lago, L. (2018). The Three Domains for Dialogue: A framework for analyzing dialogic approaches to teaching and learning. *Learning, Culture and Social Interaction*, 18, 1-12.
- Jaworski, B. (2006). Theory and practice in mathematics teaching development: Critical inquiry as a mode of learning in teaching. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 9, 187–211.
- Kolb, A. & Kolb, D. (2017). *The Experiential Educator. Principles and Practices of Experiential Learning*. Kaunakakai, Hawaii: EBL Press.
- Nagle, C., Moore-Russo, D., Viglietti, J., y Martin, K. (2013). Calculus students' and instructors' conceptualizations of slope: a comparison across academic levels. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 11(6), 1491-1515.

- Newton, X. A., y Poon, R. C. (2015). Pre-service stem majors' understanding of slope according to common core mathematics standards: An exploratory study. *Global Journal of Human-Social Science*, 15(7), 27-42.
- Pask, G. (1976). *Conversation theory. Applications in education and epistemology*. Ney York: Elsevier Scientific Publishing Company.
- Ramsden, P. (1992). *Learning to teach in higher education*. Routledge.
- Saylor, L. L., & Johnson, C. C. (2014). The Role of Reflection in Elementary Mathematics and Science Teachers' Training and Development: A Meta-Synthesis. *School Science and Mathematics*, 114(1), 30 – 39.
- Scott, P. H., Mortimer, E. F., & Aguiar, O. G. (2006). The tension between authoritative and dialogic discourse: A fundamental characteristic of meaning making interactions in high school science lessons. *Science education*, 90(4), 605-631.
- Star, J. R. (2007). Foregrounding procedural knowledge. *Journal for Research in Mathematics Education*, 38 (2), 132-135.
- Star, J. R. (2005). Reconceptualizing procedural knowledge. *Journal for Research in Mathematics Education*, 36 (5), 404-411.
- Vygotsky, L. S. (1986). *Thought and language* (A. Kozulin, trans.). Cambridge, MA: MIT Press.