

Rosa, M., Orey, C. D., & Gavarrete, M. E. (2017). Ubicación espacial y localización desde la perspectiva sociocultural: validación de una propuesta formativa para la enculturación docente a partir de Etnomatemáticas. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 10(2), 69-87.

Artículo recibido el 20 de marzo de 2017; Aceptado para publicación el 20 de julio de 2017

El Programa Etnomatemáticas: Perspectivas Actuales y Futuras

The Ethnomathematics Program: Current and Future Perspectives

Milton Rosa¹
Daniel Clark Orey²
M^a. Elena Gavarrete³

Resumen

Este artículo ofrece una amplia visión en etnomatemáticas que incluye ideas, procedimientos y prácticas enraizadas en diversos contextos culturales. Al reflexionar en las dimensiones sociales, educativas y políticas de la etnomatemática se abordan aspectos importantes de este programa de investigación que conlleva al desarrollo de enfoques innovadores para el desarrollo de una sociedad dinámica y “glocalizada”. La etnomatemática reconoce que los miembros de distintos grupos culturales desarrollan técnicas, métodos y explicaciones matemáticas únicos, los cuales les permiten entender y transformar las normas sociales. Las bases teóricas de las etnomatemáticas ofrecen alternativas válidas a los estudios tradicionales que aluden los aspectos pedagógicos y la naturaleza de la matemática. La agenda actual para la etnomatemática es continuar en marcha con una trayectoria progresiva que contribuya al logro de la justicia social, la paz y la dignidad para la humanidad. Las discusiones expuestas en este artículo comparten algunas ideas clave que facilitan una comprensión más clara del campo de la etnomatemática, al discutir acerca de las acciones pedagógicas sus contribuciones para los programas de formación docente.

Palabras clave: Seis Dimensiones; Enfoques Innovadores; Enfoques Pedagógicos; Etnomatemáticas; Interacciones Polisémicas, Pedagogía Culturalmente Relevante.

Abstract

This paper offers a broad view on ethnomathematics that includes the ideas, procedures, and practices rooted in diverse cultural contexts. By reflecting on the social, educational, and political dimensions of ethnomathematics, another important aspect of this research program is the development of innovative approaches for the development of a dynamic and *glocalized* society. Ethnomathematics recognizes that members of distinct cultural groups develop unique mathematical techniques, methods, and explanations that allow them to understand and transform societal norms. The theoretical basis of ethnomathematics offers a valid alternative to traditional studies of pedagogical aspects and the nature of mathematics. The current agenda for ethnomathematics is to continue an ongoing and progressive trajectory that contributes to the achievement of social justice, peace, and dignity for humanity. The discussions outlined in this article share a few of the key ideas that provide for a clearer understanding of the field of ethnomathematics by discussing its pedagogical actions and its contributions for teacher education programs.

Keywords: Dimensions, Innovative Approaches, Pedagogical Approaches, Innovative Approaches, Ethnomathematics, Polysemic Interactions, Culturally Relevant Pedagogy.

¹ Doutor em Educação, Liderança Educacional, California State University, Sacramento, Estados Unidos; y Professor Adjunto IV, no Departamento de Educação Matemática, da Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil. Email: milton@cead.ufop.br

² Doutor em Educação, Currículo e Instrução e Educação Multicultural, The University of New Mexico, Estados Unidos; y Professor Adjunto IV, no Departamento de Educação Matemática, da Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, Minas Gerais, Brasil. Email: oreydc@gmail.com

³ Doctora en Didáctica de la Matemática de la Universidad de Granada, España; y Docente, Investigadora y Extensionista de la Escuela de Matemáticas de la Universidad Nacional de Costa Rica, Costa Rica. Email: maria.gavarrete.villaverde@una.cr

1. INTRODUCCION

La enseñanza de los contenidos matemáticos tradicionalmente ha sido el resultado de una colección de problemas puestos en orden cronológico lineal que no tiene ninguna conexión con la vida cotidiana de los estudiantes. Lo anterior constituye una premisa para ampliar la discusión de las posibilidades que debe asumir la comunidad científica para poder incluir una perspectiva de las etnomatemáticas que respete la diversidad social de los miembros de distintos grupos culturales y que garantice el desarrollo de la comprensión de las diferentes maneras de hacer matemáticas, a partir de un diálogo y respeto mutuos.

Como lo establece D'Ambrosio (2007), la simple identificación de los nativos que practican matemáticas en diferentes archivos académicos o en publicaciones, tanto de índole nacional como internacional, no cambia la perspectiva eurocéntrica desde dónde han sido abordadas las Matemáticas.

Con el fin de entender el desarrollo de las etnomatemáticas como un programa, es necesario discutir sus *perspectivas actuales y futuras* para analizar sus metas, objetivos y supuestos con respecto a la promoción de la ética, del respeto, de la solidaridad y de la cooperación entre las culturas.

Sin embargo, también es importante reflexionar acerca de las distintas concepciones ejercidas sobre las Matemáticas. Para Rosa & Orey (2005), las Matemáticas han sido entendidas como el modo de pensamiento que se formó en Grecia hace unos 2500 años y que se fue formando a través de la Europa medieval y renacentista hasta sus formas actuales.

Desde una perspectiva etimológica, los objetivos generales de este modo de pensamiento son un arte o una técnica (*techné = ticas*) de entendimiento y explicación del mundo circundante; sin embargo, se deben considerar otras artes o técnicas que también fueron desarrolladas por civilizaciones de África, del Cercano y del Lejano Oriente, así como también de las civilizaciones transatlánticas y transpacíficas.

Del mismo modo, otros sistemas culturales también buscaron desarrollar su propio arte, técnicas o procedimientos de explicación y de comprensión que fueran concernientes y pertinentes a los diversos entornos: natural, social, económico, político, a la naturaleza adivinatoria y al misticismo, asociados con los objetivos de supervivencia y de trascendencia. En particular, muchas de estas técnicas dependen de procesos como contar, medir, clasificar, ordenar, inferir y modelar (D'Ambrosio, 2006), que han preservado el conocimiento ancestral.

Rosa, M., Orey, C. D., & Gavarrete, M. E. (2017). Ubicación espacial y localización desde la perspectiva sociocultural: validación de una propuesta formativa para la enculturación docente a partir de Etnomatemáticas. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 10(2), 69-87.

Por lo cual, la búsqueda, que continuó a través de la historia, ha sido y continúa siendo la motivación esencial de los miembros de los grupos culturales diferenciados para establecer un marco de cuerpos de conocimiento que llegaron a llamarse Religión, Arte, Filosofía, y Ciencia. Estos grupos diferenciados están formados por miembros que comparten características comunes y distintivas: tales como la jerga, los códigos de comportamiento, las esperanzas, los temores, el lenguaje y la cultura en su sentido más amplio (D'Ambrosio & Rosa, 2008), todas ellas son características importantes de las etnomatemáticas.

Por otro lado, en la antigüedad, la naturaleza adivinatoria implicada en el caso de los griegos es irrefutable y los procesos para la comprensión de las fuerzas divinas fue hecho a través de técnicas aprendidas de Egipto, Babilonia y otras partes del mundo; como, por ejemplo, las reglas de conteo, de ordenamiento, de medición y de inferencia que competían con las prácticas oraculares.

Estas artes o técnicas tenían distintos nombres como *geometría*, *aritmética* y *ars magna*, donde las palabras matemática y etnomatemáticas no fueron utilizadas para describir tales prácticas en estos contextos.

También es claro que los miembros de grupos culturales diferenciados están expuestos los unos a los otros y traen consigo cambios culturales inevitables; ya que estas dinámicas culturales resultan en modificaciones intensas y frecuentes de las artes, de las técnicas y el amplio rango de manifestaciones del comportamiento intelectual, incluyendo obviamente los procedimientos etnomatemáticos (D'Ambrosio, 2006).

Como consecuencia de lo anterior, la aplicación de enfoques etnomatemáticos brinda la oportunidad de examinar los sistemas de conocimiento locales y dar una idea de las formas de las matemáticas utilizadas en diversos contextos y grupos culturales diferenciados.

El enfoque pedagógico que conecta esta diversidad de comprensión de las matemáticas está mejor representado por un proceso de traducción y elaboración de los problemas y preguntas tomados de los fenómenos diarios.

Por lo tanto, con el fin de entender el desarrollo de las etnomatemáticas como un programa, del pasado al futuro, es necesario discutir sus perspectivas actuales y futuras para analizar sus metas, objetivos y supuestos con respecto a la promoción de la ética, del respeto, de la solidaridad y de la cooperación entre las culturas.

Por ejemplo, Orey & Rosa (2016) sostienen que es esencial mostrar que las etnomatemáticas incluyen ideas, perspectivas y prácticas matemáticas de individuos en diferentes culturas y que estas ideas son manifestadas y transmitidas de diversos modos.

Así, el desarrollo de las etnomatemáticas debe ser documentado, como parte del estudio del progreso científico de las ideas y las prácticas matemáticas efectuadas por los miembros de grupos culturales distintos.

Por lo tanto, es importante entender los temas relacionados con etnomatemáticas y sus seis dimensiones; así como diversos enfoques pedagógicos que tratan de los problemas de la pedagogía culturalmente relevante, enfoques innovadores y el papel de este programa en la Educación Matemática.

2. SEIS DIMENSIONES DE LAS ETNOMATEMÁTICAS

Durante las últimas tres décadas, ha proliferado una cantidad significativa de investigaciones en etnomatemáticas que han sido desarrolladas por un gran número de investigadores en Brasil y en otros países.

Las etnomatemáticas representan una metodología para las investigaciones y también para el análisis de los procesos que transmiten, difunden e institucionalizan los conocimientos matemáticos (ideas, procesos y prácticas) que se originan a partir de grupos culturales diferenciados, así como de los contextos diversos a través de la historia.

Este contexto permitió el desarrollo de seis importantes dimensiones del Programa de Etnomatemáticas: cognitivo, conceptual, educativo, epistemológico, histórico y político como fue propuesto originalmente por D'Ambrosio (2006). Estas dimensiones están relacionadas entre sí y sus objetivos permiten analizar las raíces socioculturales del conocimiento matemático.

2.1. Dimensión Cognitiva

Esta dimensión se refiere a la adquisición, acumulación y distribución del conocimiento matemático a través de las generaciones. Al respecto, los procedimientos matemáticos como comparar, clasificar, cuantificar, medir, explicar, generalizar, modelizar y evaluar, pueden ser entendidos como fenómenos sociales, culturales o antropológicos que se desencadenan en el desarrollo de sistemas de conocimiento complejos, elaborados por los miembros de grupos culturales diferenciados. En este sentido, no es posible evaluar el desarrollo de las capacidades cognitivas aislando los contextos sociales, culturales, económicos, ambientales y políticos.

Rosa, M., Orey, C. D., & Gavarrete, M. E. (2017). Ubicación espacial y localización desde la perspectiva sociocultural: validación de una propuesta formativa para la enculturación docente a partir de Etnomatemáticas. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 10(2), 69-87.

2.2. Dimensión Conceptual

Los desafíos de la vida cotidiana otorgan a los miembros de grupos culturales diferenciados diversas oportunidades para responder a preguntas existenciales mediante la creación de procedimientos, prácticas, métodos y teorías basadas en sus representaciones de la realidad. Estas acciones constituyen una base fundamental para el desarrollo del conocimiento esencial y procesos de toma de decisiones. La supervivencia depende de la conducta inmediata, en respuesta a rutinas inherentes al desarrollo de los miembros de estos grupos y el conocimiento matemático surge como una respuesta inmediata a las necesidades de supervivencia y trascendencia.

2.3. Dimensión Educativa

Esta dimensión no rechaza el conocimiento ni el comportamiento adquirido de forma académica, pero incorpora los valores humanos como el respeto, la tolerancia, la aceptación, el cuidado, la dignidad, la integridad y la paz, tanto en la enseñanza como en el aprendizaje de las matemáticas, con el fin de humanizarlo y traerlo a la vida. La Etnomatemática promueve el fortalecimiento del conocimiento académico cuando los estudiantes comprenden las ideas, los procedimientos y las prácticas matemáticas presentes en su vida cotidiana; y, del mismo modo, la presentación de los procedimientos y prácticas matemáticas que poseen conexión con la historia crítica, puede resistir a la cooptación y ser utilizado con fines humanitarios y dignificantes. Estas son las ideas principales de las *matemáticas para no matar* según lo propuesto por D'Ambrosio (2009) en su búsqueda por la paz y la trascendencia.

2.4. Dimensión Epistemológica

Esta dimensión se refiere a los sistemas de conocimiento que son diversos conjuntos de observaciones empíricas desarrolladas para para que podamos entender, comprender, explicar y tratar con la realidad. Desde esta perspectiva, surgen tres preguntas con respecto a la evolución de las diversas formas de generación, organización y difusión del conocimiento matemático:

- a) ¿Cómo pasar de prácticas y observaciones ad hoc a la experimentación y métodos?
- b) ¿Cómo pasar de la experimentación y métodos para la reflexión y la abstracción?
- c) ¿Cómo proceder y orientar hacia la innovación y las teorías?

Estas preguntas guían las reflexiones en que lo se refiere a esta evolución, pues consideran las interacciones particulares y únicas entre las personas y su propia realidad.

2.5. Dimensión Histórica

Es necesario estudiar los vínculos entre la historia de las matemáticas y la realidad de los estudiantes. Esta dimensión lleva a los estudiantes a examinar la naturaleza de las matemáticas en términos de la comprensión de cómo el conocimiento matemático se asigna en sus experiencias individuales y colectivas.

Así, el conocimiento se construye a partir de las diversas interpretaciones en que la humanidad ha analizado y explicado los fenómenos matemáticos a lo largo de la historia. Por lo tanto, es necesario y coherente enseñar las matemáticas dentro de un contexto histórico, para que los estudiantes sean capaces de entender la evolución de las distintas contribuciones realizadas por otras culturas al desarrollo continuo del conocimiento matemático.

2.6. Dimensión Política

Esta dimensión tiene como objetivo reconocer y respetar la historia, la tradición y el pensamiento matemático desarrollado por los miembros de grupos culturales diferenciados, donde el reconocimiento y el respeto por sus raíces socioculturales no implican el rechazo de sus conocimientos ancestrales, sino que refuerzan estas raíces a través del diálogo y del dinamismo cultural. Esta dimensión también tiene como objetivo desarrollar acciones políticas que guían a los estudiantes en los procesos de transición de la subordinación para la autonomía, con el fin de orientarlos hacia un orden más amplio de sus derechos como ciudadanos.

Según Gavarrete (2013) es importante conocer sobre el desarrollo de las seis dimensiones del programa etnomatemática, pues conllevan implicaciones pedagógicas y que a su vez se sostienen en la historia y la filosofía de las matemáticas. Estos esfuerzos contribuyen a profundizar en los aspectos cognitivos, políticos, y educativos, pues plantean reflexiones sobre las vías para sobrevivir y trascender que pueden proponerse a los profesores de matemáticas que desempeñan su trabajo profesional en todos los entornos escolares.

3. ETNOMATEMÁTICAS Y SUS DIVERSOS ENFOQUES PEDAGÓGICOS

Las Etnomatemáticas enriquecen las temáticas novedosas para los estudiantes y muestran cómo las aplicaciones matemáticas pueden encontrarse, no sólo en muchas áreas de la ciencia, los negocios y la vida cotidiana; sino también muestran que podemos ver las matemáticas en las prácticas culturales en todo el mundo.

Desde esta perspectiva, existen muchos investigadores en etnomatemáticas que comenzaron su experiencia como profesores de matemáticas preocupados por encontrar ejemplos en su entorno

Rosa, M., Orey, C. D., & Gavarrete, M. E. (2017). Ubicación espacial y localización desde la perspectiva sociocultural: validación de una propuesta formativa para la enculturación docente a partir de Etnomatemáticas. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 10(2), 69-87.

para usarlos en sus clases; ya que estos ejemplos que involucran conocimientos etnomatemáticos describen nuevas formas de ver la matemática y promueven una mejor comprensión de los conceptos, los procedimientos y los usos de los contenidos curriculares.

Las etnomatemáticas constituyen un programa de investigación que tiene importantes implicaciones pedagógicas (D'Ambrosio, 1985) y, aunque esta relación *obvia* entre las etnomatemáticas y la pedagogía de las matemáticas parece superflua, ha dado lugar a las discusiones de un grupo de investigadores en el XIII Congreso de Educación Matemática (ICME13) llamado *TSG35: El Rol de la Etnomatemática en la Educación Matemática*, que ocurrió en Julio de 2016 en la Universidad de Hamburgo, Alemania.

De forma coherente con las condiciones sociales, culturales, políticas, económicas y educativas de este momento histórico, el Grupo Internacional de Estudio en Etnomatemáticas (ISGEM) ha establecido como prioritarias cuatro áreas de interés:

- Campo de investigación basado en datos y relaciones sobre matemática en la cultura
- Trabajo matemático en situaciones interculturales
- Aplicaciones de etnomatemáticas en el aula
- Estudios teóricos, sociológicos y políticos sobre las etnomatemáticas.

Muchas veces los resultados de investigación en etnomatemáticas se llevan directamente a las aulas, enriqueciendo el material con el que trabajan los estudiantes; sin embargo, otras veces no se puede aplicar directamente, pues dependen de la información aprendida por el investigador en el trabajo de campo; de modo que cualquier profesor de matemáticas diligente necesita aprender acerca de la cultura de sus alumnos y adaptar los contenidos matemáticos para que sean relevantes para los intereses locales.

Dado que cada vez más las políticas educativas reclaman que el trabajo etnomatemático sea incluido para enriquecer la diversidad en el currículo, la enseñanza de la matemática comienza a ser una actividad docente subversiva pero responsable o una insubordinación creativa (Rosa & Orey, 2015a).

3.1. Estudios etnomatemáticos que aluden a grupos culturalmente diferenciados

Algunos ejemplos de estudios sobre las actividades profesionales u oficios particulares, como capataces, albañiles, o bailarines populares han sido descritos en muchos trabajos en etnomatemáticas. Por ejemplo, Gerdes (2005) estudió la producción de artefactos en

Mozambique y su aplicación en la Educación Matemática; también Sousa & Palhares (2015) estudiaron a las comunidades de pescadores y la construcción de barcos.

Por otra parte, Eglash, Bennett, O'Donnell, Jennings, y Cintorino (2006) investigaron acerca de prácticas matemáticas en diversas culturas y desarrollaron un software relacionado con las *Herramientas de Diseño Situados Culturalmente*, que permite a los estudiantes crear y modificar patrones por su propia cuenta.

También existen otros aportes como los estudios de Rauff (2009) acerca de la precisión implicada en la probabilidad de los juegos de los Iroquois en los Estados Unidos; o los estudios de Rosa & Orey (2015b) relacionados con la numeracia desde el punto de vista de la cultura, los cuales están muy cerca de un enfoque etnomatemático ya que ambos se centran en las prácticas situadas culturalmente.

En sus trabajos, Bishop (2002) se propone el concepto de *enculturación y aculturación*, y concluyen que los profesores de matemáticas se pueden transformar en enculturadores matemáticos o aculturadores; mientras que los estudios de Barton, Fairhall, & Trinick (1998) aportan a la revitalización del lenguaje matemático en lengua maorí de Nueva Zelanda.

Otros estudios, como los de Rosa & Orey (2007), concluyen que la Educación Matemática debería centrarse en el desarrollo de modelos matemáticos para el razonamiento y no en operaciones aritméticas; así como también la enseñanza de las operaciones debería ser utilizada como un instrumento adicional a la resolución de problemas, más que como el punto de partida para la resolución de problemas.

Desde esta perspectiva, la argumentación a partir de ejemplos etnomatemáticos en las aulas permite mostrar a los estudiantes que pertenecen a culturas con baja representación, la contribución que dan al pensamiento matemático de la humanidad, así como también a exponer a los estudiantes que pertenecen a culturas mayoritarias a diferentes culturas de todo el mundo, promoviendo el respeto por la diversidad y contribuyendo a la educación global.

Por lo tanto, es necesario desarrollar aportes sobre las matemáticas de los pueblos originarios, para contribuir a que los matemáticos, en el proceso de comunicar las ideas matemáticas, no tiendan a despersonalizar y aislar el contexto, buscando que prevalezcan la generalidad y la abstracción. En este sentido, Gavarrete (2013) sostiene que los profesores tienen que otorgar significado a los contenidos matemáticos, por lo cual tienen que personalizarlos y contextualizarlos en el marco social, cultural, geográfico y temporal.

Rosa, M., Orey, C. D., & Gavarrete, M. E. (2017). Ubicación espacial y localización desde la perspectiva sociocultural: validación de una propuesta formativa para la enculturación docente a partir de Etnomatemáticas. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 10(2), 69-87.

3.2. Implicaciones educativas de los estudios etnomatemáticos

Cuando se examinan las implicaciones educativas de las etnomatemáticas es útil recordar los estudios realizados sobre el aprendizaje en situaciones fuera de la escuela y cómo nos puede ayudar en la pedagogía de la educación matemática.

Los ejemplos pueden venir de las tradiciones familiares, aficiones, religiones y ocupaciones; actividades basadas en la geografía; celebraciones de días festivos y eventos de la vida; intereses personales, tales como deportes, música, arte, danza, o la artesanía; actividades e incluso relacionados con la infancia, juegos y fiestas de cumpleaños (Rosa, 2010).

Las Etnomatemáticas ofrecen una visión más amplia de las matemáticas, las cuales abarcan ideas, nociones, procedimientos, procesos, métodos y prácticas culturales arraigadas en distintos ambientes, lo cual favorece un aumento de la evidencia de los procesos cognitivos, capacidades de aprendizaje y actitudes que se fomentan en las aulas y una reflexión sobre las dimensiones sociales y políticas de etnomatemáticas, pues se favorece la posibilidad de desarrollar enfoques innovadores para una sociedad dinámica y *glocalizada* (Orey & Rosa, 2015a).

La *glocalización* (*global + local*) se entiende como la relación entre los conocimientos locales y globales y está relacionada con un abordaje dialógico del conocimiento; donde dicha relación puede ser considerada como la aceleración e intensificación de la interacción e integración entre los miembros de grupos culturales diferenciados (Orey & Rosa, 2015a).

Por lo tanto, es necesario discutir y debatir enfoques innovadores relacionados con los trabajos etnomatemáticos y su relación con: la justicia social, los derechos civiles, la educación indígena, los contextos profesionales, los juegos y lo lúdico, los contextos urbanos, rurales y del campo, la etno-transdisciplinariedad, la etno-pedagogía, la etno-metodología, la etno-modelación, la etno-computación, la educación popular, la educación profesional, el uso cotidiano de las matemáticas, las matemáticas comerciales y las matemáticas de los ingenieros y de los científicos.

4. LOS ENFOQUES INNOVADORES EN LAS ETNOMATEMÁTICAS

Las etnomatemáticas ofrecen una visión más amplia de las matemáticas, que abarca las ideas, nociones, procedimientos, procesos, métodos y prácticas arraigadas en entornos culturales diferenciados; la cual conduce a una mayor evidencia de los procesos cognitivos, capacidades

de aprendizaje, actitudes y procesos de aprendizaje directo que ocurre en las aulas. Además, la reflexión sobre las dimensiones sociales, culturales y políticas de las etnomatemáticas, conduce a abordar otro aspecto importante de este programa, que es la posibilidad de desarrollar enfoques educativos innovadores.

Sin embargo, es necesario discutir y debatir sobre estos enfoques innovadores y sus relaciones entre sí, respecto al programa de etnomatemáticas; así como también su relación con la justicia social, los derechos civiles, la educación indígena, los contextos profesionales, la práctica de los juegos, los contextos urbanos y rurales, la etno-transdisciplinariedad, la etno-pedagogía, la etno-metodología, la etno-modelación, y la etno-computación.

El *Trivium Curriculum* para las Matemáticas propuesto por D'Ambrosio (1999) es un enfoque importante que necesita más investigación con el fin de hacer frente a los propósitos pedagógicos; tanto en la formación inicial y continua de los profesores de matemática en la modalidad a distancia, como en la formación docente indígena.

4.1. Justicia Social

Según D'Ambrosio (2009), cada vez es más necesario capacitar a los estudiantes, enseñándoles acerca de los problemas del mundo real e inculcar en ellos el deseo de buscar y trabajar hacia este objetivo. Entonces, es importante empoderarlos para que tomen posición sobre los problemas del mundo real e inculcar en ellos el deseo de buscar y trabajar hacia sus propios objetivos. Los estudiantes que no creen, no valoran o no reconocen sus propias raíces culturales pueden asimilar fácilmente la cultura dominante sin reflexionar críticamente sobre los valores de esta cultura.

Por lo tanto, es extremadamente necesario contextualizar las matemáticas; para esto los profesores deben saber más acerca de las matemáticas y las competencias de su comunidad con el fin de ayudar a los estudiantes a realizar un examen crítico y reflexivo de los conocimientos matemáticos que les son propios y les hacen únicos.

4.2. Etno-computación

Según Eglash et al. (2006) la etno-computación es el estudio de las interacciones entre los ordenadores y el conocimiento cultural que se desprende de los miembros de grupos culturales diferenciados. Constituye un campo de investigación que estudia las aplicaciones de la computación en diferentes entornos culturales y ofrece una herramienta para el desarrollo de un enfoque multicultural en la enseñanza de la computación, ya que reconoce la influencia de

Rosa, M., Orey, C. D., & Gavarrete, M. E. (2017). Ubicación espacial y localización desde la perspectiva sociocultural: validación de una propuesta formativa para la enculturación docente a partir de Etnomatemáticas. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 10(2), 69-87.

orígenes sociales y culturales en la tecnología informática. Además, propicia un medio computacional expresivo que ofrece nuevas oportunidades para explorar las relaciones entre la identidad y la cultura juvenil, la construcción cultural de las matemáticas y la informática, y la formación de la hibridación cultural y tecnológica.

4.3. Etno-modelación

Las prácticas matemáticas que se refieren a relaciones numéricas que se pueden encontrar en la medición, clasificación, cálculo, medición, juegos, adivinación, navegación, astronomía, la modelación y una amplia variedad de otros procedimientos matemáticos utilizados en la producción de artefactos culturales, según Eglash et al. (2006), permite el desarrollo de una definición de etno-modelación como la traducción de las ideas locales matemáticas, que relaciona el prefijo “etno” con los procedimientos y las prácticas relacionadas con un conocimiento matemático específico, que ha sido desarrollado por los miembros de grupos culturales diferenciados.

Por lo tanto, es necesario comenzar por estudiar el contexto social, la realidad y los intereses de los estudiantes y obligarlos a la aplicación de un conjunto de valores externos para ellos. En este sentido, el aspecto principal del enfoque que propone la etno-modelación no radica sólo en resolver problemas, ni en la creación de una sencilla comprensión de los sistemas matemáticos alternativos, sino también orienta a los estudiantes hacia una comprensión más profunda de la importancia y el papel de las matemáticas en su sociedad y en su contexto (Rosa & Orey, 2007). Además, la etno-modelación es un enfoque que permite valorar el uso de las etnomatemáticas y la aplicación de herramientas y técnicas de modelación matemática que permite percibir la realidad mediante el uso de diferentes lentes, lo que conduce a una comprensión holística de las matemáticas y provee un enfoque pedagógico adecuado, ya que contextualiza el conocimiento matemático desarrollado localmente, y estudia los fenómenos matemáticos que se dan en diversos contextos culturales.

El contexto holístico creado a partir del análisis de la realidad en su conjunto, permite a los estudiantes participar en el proceso de modelación con el fin de estudiar y comprender los aspectos y componentes de los sistemas de la realidad, así como sus interacciones.

4.4. Trívium Curriculum

D'Ambrosio (1999) propuso el plan de estudios trívium para las matemáticas, en el cual la etnomatemática se concibe como un importante enfoque innovador que necesita más

investigación con el fin de hacer frente a los propósitos pedagógicos. El Trívium comprende el estudio de diversas relaciones entre: el número (aritmética) y el estudio del tiempo; del espacio (geometría); del número en el tiempo (música) y del número; y, del espacio y el tiempo (astronomía).

Desde la perspectiva de Rosa & Orey (2015b), el curriculum trívium para las matemáticas se compone de *literacia*, *materacia*, y la *tecnoracia*, y permite el desarrollo de las actividades escolares teniendo como fundamento las etnomatemáticas y la modelación.

4.4.1. Literacia

La literacia es la capacidad que poseen los estudiantes para procesar y utilizar la información presente en su vida cotidiana mediante la aplicación de técnicas y estrategias de lectura, escritura, lo que representa el cálculo y el uso de diversos medios de comunicación e internet.

4.4.2. Materacia

La materacia es la capacidad de los estudiantes para interpretar y analizar los signos, las señales y los códigos, con el fin de proponer modelos para encontrar soluciones a los problemas que ellos enfrentan diariamente. Proporciona instrumentos simbólicos y analíticos que ayudan a los estudiantes a desarrollar la creatividad y que les permite comprender y resolver problemas y situaciones nuevas.

4.4.3. Tecnoracia

La tecnoracia es la capacidad que poseen los estudiantes para utilizar y combinar diferentes instrumentos tecnológicos que les ayudan a resolver los problemas que enfrentan en sus actividades cotidianas, con el fin de evaluar la razonabilidad de los resultados y su contextualización. Desde una perspectiva etnomatemática, la tecnoracia es una característica importante de los conocimientos científicos, así como su cosificación como artefactos tecnológicos: la cual se puede manifestar en las herramientas tecnológicas, traducidas en formas de tratar con ambientes naturales, sociales, culturales, políticos y económicos.

4.5. Etnomatemática y la formación de profesores a distancia

Los resultados de los estudios realizados por Rosa & Orey (2013) recomiendan una propuesta etnomatemática para la formación inicial y continua de los profesores de matemática que está en sintonía con las tendencias actuales de la Educación Matemática; ya que estos profesores pueden desarrollar habilidades específicas para investigar las ideas y las prácticas matemáticas

Rosa, M., Orey, C. D., & Gavarrete, M. E. (2017). Ubicación espacial y localización desde la perspectiva sociocultural: validación de una propuesta formativa para la enculturación docente a partir de Etnomatemáticas. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 10(2), 69-87.

que ocurren fuera del contexto escolar, para exponerlas pedagógicamente por medio de actividades contextualizadas abordadas desde una perspectiva etnomatemática.

Sin embargo, la mayoría de los profesores no utiliza esta visión, pues normalmente no poseen una formación adecuada para implantar esa tendencia en el currículo escolar. De modo que es importante que el trabajo pedagógico que se desarrolle desde la perspectiva etnomatemática en el ambiente de aprendizaje a distancia, esté relacionado con la realidad de los polos de manera atinente con la utilización de situaciones contextualizadas que tengan relación con el bagaje cultural de los profesores en formación.

De este modo, es imperiosa la necesidad de insertar en los cursos de formación de profesores de matemática -en la modalidad a distancia-, la investigación de las prácticas matemáticas locales desde la perspectiva etnomatemática.

Uno de los propósitos de este enfoque es ofrecer algunas sugerencias para aplicar esta visión en las prácticas pedagógicas desarrolladas en la enseñanza y aprendizaje de la matemática en la modalidad a distancia; así como también presentar un abordaje metodológico basado en la perspectiva etnomatemática, que pueda implicarse en la formación de profesores de matemática para la modalidad de enseñanza y aprendizaje a distancia.

4.6. Etnomatemáticas y la formación docente indígena

Gavarrete (2015) expone la evolución y resultados de una investigación desarrollada con profesores indígenas que trabajan en entornos indígenas en Costa Rica; la cual posee un doble objeto de estudio: las etnomatemáticas de tres grupos étnicos y la formación docente en etnomatemáticas dentro de un modelo intercultural. Dicho estudio posee como fundamentos teóricos las etnomatemáticas, la enculturación matemática y el aprendizaje a través de proyectos; así como también posee unos fundamentos empíricos que están constituidos por cuatro sub-estudios, los cuales consistieron en un diagnóstico de carácter etnológico realizado a tres grupos étnicos de Costa Rica.

A partir de dicha fundamentación, se estableció el modelo de un Curso de Formación Docente basado en Etnomatemáticas Indígenas, específico para quienes trabajan en estos entornos, donde la experiencia de implementación de dicho modelo se evaluó a través de un enfoque etnográfico participativo, el cual generó evidencias de la formación docente a través de un portafolio y un microproyecto curricular basado en etnomatemáticas indígenas. El Modelo de Formación Docente basado en Etnomatemáticas Indígenas desarrollado aporta elementos de

discusión acerca de la pertinencia cultural y la formación docente, así como acerca de la relación entre el conocimiento cultural y el conocimiento matemático escolar, lo cual constituye otro de los propósitos de este artículo, pues conduce a orientar la visión etnomatemática en las prácticas pedagógicas desarrolladas para la formación de profesores que desenvuelven el proceso de enseñanza y aprendizaje de la matemática en grupos diferenciados.

5. INTERACCIONES POLISÉMICAS ENTRE LA ETNOMATEMÁTICA Y LA PEDAGOGÍA CULTURALMENTE RELEVANTE

Es necesario proponer una discusión acerca de la relevancia cultural en los programas de formación del profesorado, con el fin de ayudar a los futuros profesores a reconocer la relación entre el conocimiento cultural y currículo de matemática.

Este enfoque fomenta una actitud reflexiva sobre las relaciones entre la universalidad y la contextualización del conocimiento matemático, ya que el trabajo pedagógico con etnomatemáticas promueve la creatividad docente en el desarrollo de un plan de estudios para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas que esté conectado al entorno sociocultural de los estudiantes.

El objetivo general de esta base teórica es capacitar a los alumnos a través del aprendizaje de actividades que les ayuden a desarrollar la literacia, matemática y las habilidades tecnológicas, sociales y políticas que les permitan ser participantes activos de una sociedad democrática.

De acuerdo con Rosa (2010), las investigaciones orientadas hacia el estudio de la pertinencia cultural en la pedagogía culturalmente relevante (Ladson-Billings, 1994), estudian la congruencia entre los marcos referenciales de los estudiantes, las comunidades y las escuelas, los cuales a su vez coinciden con los principios fundamentales del Programa de Etnomatemáticas (D'Ambrosio, 1985), los cuales proponen que los educadores contextualicen la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas relacionando los contenidos matemáticos a las experiencias socio-culturales de sus estudiantes.

Por lo tanto, es de crucial importancia que se realice un proceso de integración de las pedagogías culturalmente relevantes y las diversas perspectivas etnomatemáticas en los programas de formación del profesorado existentes; ya que la inclusión de los aspectos culturales en un programa de matemáticas tiene a largo plazo beneficios para los logros matemáticos de los alumnos, puesto que todos estos aspectos contribuyen a ampliar la percepción de que las matemáticas son parte de nuestra vida cotidiana y permite profundizar la comprensión de su

Rosa, M., Orey, C. D., & Gavarrete, M. E. (2017). Ubicación espacial y localización desde la perspectiva sociocultural: validación de una propuesta formativa para la enculturación docente a partir de Etnomatemáticas. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 10(2), 69-87.

naturaleza mediante la mejora de la capacidad de los estudiantes para hacer conexiones significativas.

Por lo anteriormente expuesto, es necesario proponer una discusión acerca de la relevancia cultural en los programas de formación del profesorado, con el fin de ayudar a los futuros profesores a reconocer la relación entre el conocimiento cultural y currículo de matemática, pues este enfoque fomenta una actitud reflexiva sobre la universalidad y la contextualización del conocimiento matemático, ya que el trabajo pedagógico con etnomatemáticas promueve la creatividad docente en el desarrollo de un currículo matemático coherente y pertinente al entorno sociocultural de los estudiantes (Orey & Rosa, 2015b).

La aplicación en las aulas de pedagogías culturalmente relevantes que estén vinculadas con perspectivas etnomatemáticas permite validar e incorporar los antecedentes culturales que resultan de la herencia étnica de los estudiantes, así como sus intereses actuales en las prácticas de instrucción diarias de los maestros.

Desde este enfoque, se favorece el empoderamiento de los estudiantes en las áreas intelectual, social, emocional y política, impacta en su realidad y sus contextos social, cultural e histórico, ya que permite la transmisión de conocimientos y de habilidades académicas, así como también favorece los cambios de actitud de los estudiantes hacia la instrucción académica de las matemáticas.

Según Orey & Rosa (2015a), todas las investigaciones orientadas hacia el estudio de la pertinencia cultural en la pedagogía culturalmente relevante estudian la congruencia entre los marcos referenciales de los estudiantes, las comunidades y las escuelas, los cuales, a su vez, coinciden con los principios fundamentales del Programa de Etnomatemáticas.

Las etnomatemáticas proponen que los educadores contextualicen la enseñanza de las matemáticas y el aprendizaje, relacionando los contenidos matemáticos con el bagaje y las experiencias socio-culturales de sus estudiantes; para ello, se ha hecho necesario integrar pedagogías culturalmente relevantes y diversas perspectivas etnomatemáticas en los programas de formación del profesorado existentes.

La aplicación en las aulas de pedagogías culturalmente relevantes y de las perspectivas etnomatemáticas que las acompañan, permite validar e incorporar los antecedentes culturales resultantes de la herencia étnica de los estudiantes, así como sus intereses actuales en las prácticas de instrucción diarias de los maestros (Orey & Rosa, 2015b).

Por lo tanto, es importante promover un enfoque sociocultural en el currículum de matemáticas con el fin de luchar contra la descontextualización curricular que resulta de una visión monocultural, la cual de forma ineludible favorece el empoderamiento de los estudiantes e impacta en su realidad. Por lo cual, este enfoque tiene el reto de trascender el etnocentrismo y enriquecer el proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas a través de la incorporación de etnomatemáticas y de pedagogías culturalmente relevantes en los programas de formación de profesores.

5. CONSIDERACIONES FINALES

Las Etnomatemáticas se basan en las experiencias y prácticas socioculturales de los estudiantes, sus comunidades y la sociedad en general, usándolos no sólo como vehículos para hacer el aprendizaje matemático más significativo y útil, sino también, para proporcionar a los estudiantes las percepciones de que el conocimiento matemático está incrustado en diversos ambientes.

Los planes de estudio deben reflejar el aprendizaje intrínseco, social y cultural de los estudiantes y los profesores deben ser apoyados en su preparación para hacer frente a tales diferencias para promover un cambio importante en la enseñanza de las matemáticas; donde su propósito principal sea el de favorecer la equidad para los estudiantes, al permitir que accedan a conocer la matemática desde diferentes aristas. Por otra parte, se deben sumar acciones respecto a las investigaciones etnomatemáticas y su papel en la educación para promover un currículum basado en el respeto, la tolerancia y la equidad (Gavarrete, 2013).

También se debe favorecer un cambio en la percepción actual de las conexiones entre cultura y matemáticas, con la finalidad de subrayar en la importancia de hacer trabajo etnomatemático. Desde esta perspectiva, se propicia una mejor comprensión de los aspectos matemáticos de la cultura y se favorece la actividad pedagógica, ilustrando cómo las ideas, procedimientos y prácticas matemáticas tienen un papel vital en el desarrollo de la humanidad.

Muchas investigaciones todavía son necesarias para profundizar en la comprensión de las Etnomatemáticas y, en este sentido, se requiere de alguna categorización de las investigaciones que permitan aprovechar los aportes de los proyectos que se están llevando a cabo en distintas partes del mundo, los cuales satisfacen la conceptualización de las etnomatemáticas y que realizan contribuciones al todavía limitado conocimiento de estos conceptos.

Rosa, M., Orey, C. D., & Gavarrete, M. E. (2017). Ubicación espacial y localización desde la perspectiva sociocultural: validación de una propuesta formativa para la enculturación docente a partir de Etnomatemáticas. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 10(2), 69-87.

Las categorías que podemos usar para sintetizar la investigación relevante en etnomatemáticas están relacionadas con:

- Ambientes culturalmente diversificados.
- Desarrollo curricular.
- Aplicaciones extraescolares.
- Fundamentos conceptuales, teóricos y filosóficos.

Es importante enfatizar que esta concepción está íntimamente relacionada con el programa de investigación en historia de las matemáticas, que a su vez se vincula con la conceptualización de las Etnomatemáticas, pues toma en cuenta las dinámicas culturales, que indudablemente subyacen a la evolución de los procesos cognoscitivos, y ubica a la historia de las matemáticas en un marco teórico más amplio de las ideas y de la visión de la historia general. En el caso de las Matemáticas, esto se traduce en investigar las prácticas pre-coloniales y cómo éstas se identifican a través de monumentos, artefactos, documentos y prácticas conservadas en comunidades con fuertes raíces culturales.

Es necesario ampliar la discusión de las posibilidades para la inclusión de las perspectivas Etnomatemáticas que respeten y den voces a la diversidad social y cultural de los miembros de grupos culturales distintos y, de este modo desarrollar una comprensión de sus diferencias a través del diálogo y el respeto en busca de la paz.

Es necesario destacar que la agenda actual del Programa de Etnomatemáticas es continuar su trayectoria progresiva por contribuir a la consecución de la justicia social, la paz y la dignidad para todos. En este artículo, abordamos algunas ideas claves que pueden proporcionar una comprensión más clara de las etnomatemáticas como campo de investigación para la acción pedagógica desde la pedagogía culturalmente relevante; así como de su actual agenda, por medio de la discusión de enfoques innovadores, contribuciones para la formación del profesorado, y su papel en la Educación Matemática.

REFERENCIAS

- Barton, B., Fairhall, U., & Trinick, T. (1998). Tikanga Reo Tatai: issues in the development of a Maori mathematics. *For the Learning of Mathematics*, 18(1), 2-9.
- Bishop, A. (2002). Mathematical acculturation, cultural conflicts, and transition. In G. Abreu, A. Bishop & N. Presmeg (Eds.). *Transitions between contexts of mathematical practices* (pp. 193–212). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer.

- D'Ambrosio, U. (1985). Ethnomathematics and its place in the history and pedagogy of mathematics. *For the Learning of Mathematics*, 5(1), 44-48.
- D'Ambrosio, U. (1999). Literacy, matheracy, and technoracy: a trivium for today. *Mathematical Thinking and Learning*, 1(2), 131-53.
- D'Ambrosio, U. (2006). *Ethnomathematics: link between traditions and modernity*. Rotterdam, The Netherlands: Sense Publishers.
- D'Ambrosio, U. (2007). Peace, social justice and ethnomathematics. *The Montana Mathematics Enthusiast*. Monograph 1, 25-34.
- D'Ambrosio, U. (2009). A nonkilling mathematics. In J. E. PIM (Ed.). *Toward a nonkilling paradigm* (pp. 241-270). Honolulu, HI: Center for Global Nonkilling.
- D'Ambrosio, U., & Rosa, M. (2008). A dialogue with Ubiratan D'Ambrosio: a Brazilian conversation about ethnomathematics. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 1(2), 88-110.
- Eglash, R., Bennett, A., O'Donnell, C., Jennings, S., & Cintorino, M. (2006). Culturally situated designed tools: ethnocomputing from field site to classroom. *American Anthropologist*, 108(2), 347-362.
- Gavarrete, M. E. (2013). La Etnomatemática como campo de investigación y acción didáctica: su evolución y recursos para la formación de profesores desde la equidad. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 6(1), 127-149.
- Gavarrete, M. E. (2015). Etnomatemáticas indígenas y formación docente: una experiencia en Costa Rica a través del modelo MOCEMEI. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 8(2), 136-176.
- Gerdes, P. (2005). *Lunda symmetry where geometry meets art*. Boston, MA: MIT Press.
- Ladson-Billings, G. (1994). *The dreamkeepers*. San Francisco, CA: Jossey-Bass Publishing.
- Orey, D. C., & Rosa, M. (2015a). Three approaches in the research field of ethnomodeling: emic (local), etic (global), and dialogical (glocal). *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 8(2), 364-380.
- Orey, D. C., & Rosa, M. (2015b). Ethnomathematics: connecting cultural aspects of mathematics through culturally relevant pedagogy. *Mathematics Education & Society*, 3(8), 887-897.
- Orey, D. C., & Rosa, M. (2016). Reflecting on ethnomathematics as a pedagogical action in the mathematics curriculum. *International Journal for Research in Mathematics Education*, 6(1), 157-177.
- Rauff, J. (2009). Native American dice games and discrete probability. *Journal of Mathematics and Culture*, 4(1), 50-62.
- Rosa, M. (2010). *A mixed-methods study to understand the perceptions of high school leader about English language learners (ELL): the case of mathematics*. Doctorate dissertation. College of Education. Sacramento, CA: CSUS.

- Rosa, M., Orey, C. D., & Gavarrete, M. E. (2017). Ubicación espacial y localización desde la perspectiva sociocultural: validación de una propuesta formativa para la enculturación docente a partir de Etnomatemáticas. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 10(2), 69-87.
- Rosa, M., & Orey, D. C. (2005). Tendências atuais da etnomatemática como um programa: rumo à ação pedagógica. *Zetetiké*, 13(23), p. 121-136.
- Rosa, M., & Orey, D. C. (2007). Cultural assertions and challenges towards pedagogical action of an ethnomathematics program. *For the Learning of Mathematics*, 27(1), 10-16.
- Rosa, M., & Orey, D. C. (2013). A etnomatemática como uma perspectiva metodológica para o ambiente virtual de aprendizagem a distância nos cursos de formação de professores. *RBAAD*, 12(1), 27-46.
- Rosa, M., & Orey, D. C. (2015a). Evidence of creative insubordination in the research of pedagogical action of ethnomathematics program. In Beatriz Silva D'Ambrosio y Celi Espansandin Lopes (Orgs.). *Creative insubordination in Brazilian mathematics education research* (pp. 131-146). Raleigh, NC: Lulu Press.
- Rosa, M., & Orey, D. C. (2015b). A trivium curriculum for mathematics based on literacy, matheracy, and technoracy: an ethnomathematics perspective. *ZDM*, 47(4), 587-598.
- Sousa, F., & Palhares, P. (2015). A etnomatemática na comunidade piscatória de Câmara de Lobos em Portugal. *Journal of Mathematics and Culture*, 9(1), 12-29.