



Etnomatemáticas en la construcción de pozos y albercas y productos alimenticios en la piscicultura de Suan-Atlántico, Colombia

Ethnomathematics in the construction of wells and pools and food products in fish farming in Suan-Atlántico, Colombia

Damelys Ibón Fonseca-Martínez^a, Ximena María Sanjuanelo-Fonseca^b, Camilo Andrés Rodríguez-Nieto^c

^aEstudiante de licenciatura en Matemáticas, difonseca@mail.uniatlantico.edu.co, <https://orcid.org/0000-0003-4540-8758>, Universidad del Atlántico, Campo de la cruz, Colombia

^bEstudiante de licenciatura en Matemáticas, xsanjuanelo@mail.uniatlantico.edu.co, <https://orcid.org/0000-0003-1419-2173>, Universidad del Atlántico, Suan, Colombia

^c*Doctor en Ciencias con Especialidad en Matemática Educativa, crodrigu79@cuc.edu.co, <https://orcid.org/0000-0001-9922-4079>, Universidad de la Costa (CUC), Barranquilla, Colombia

Forma de citar: Fonseca-Martínez, D. I., Sanjuanelo-Fonseca, X. M., y Rodríguez-Nieto, C. A. (2023).

Etnomatemáticas en la construcción de pozos y albercas y productos alimenticios en la piscicultura de Suan-Atlántico, Colombia. *Eco Matemático*, 14(2), 15-31. <https://doi.org/10.22463/17948231.3496>

Recepción: Diciembre 27, 2022

Aprobación: Mayo 22, 2023

Palabras clave

Etnomatemática,
Piscicultura,
Actividades
Universales,
Pozos y Albercas.

Resumen: En esta investigación se exploró la Etnomatemática inmersa en la construcción de pozos y albercas y productos alimenticios en la piscicultura desarrollada en Suan, Atlántico. La investigación se fundamentó en la Etnomatemática (matemáticas practicadas por grupos culturales) y fue desarrollado bajo una metodología cualitativa desde una visión etnográfica. Los datos se recolectaron por medio de la aplicación de entrevistas semiestructuradas a algunos piscicultores y, luego, se realizó un análisis de datos. Los resultados revelan que los piscicultores diseñan, establecen medidas para la construcción de los pozos y albercas que dependen de la calidad del suelo, así como cálculos, conteos, estimaciones, entre otros procesos matemáticos para establecer la cantidad de nutrientes, semillas de peces por metro cubico de agua, etc. Además, se mencionan las características de la nutrición de peces para el mantenimiento, crecimiento, desempeño reproductivo, buena calidad de la carne, salud y peso dado en libras y kilogramos en relación con el tipo y tamaño de los peces. Consideramos que, los hallazgos de este estudio contribuyen a la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas escolares valorando el contexto sociocultural de los niños, jóvenes y adultos, especialmente para que reconozcan las operaciones aritméticas usadas por los piscicultores y otras conexiones entre las formas de los pozos y albercas para trabajar medidas como área, volumen, etc.

*Autor para correspondencia: crodrigu79@cuc.edu.co

<https://doi.org/10.22463/17948231.3496>

Keywords

Ethnomathematics, Fish Farming, Universal Activities, Wells and Pools.

Abstract: This research explored the ethnomathematics immersed in the construction of wells and pools and food products in the fish farming developed in Suan, Atlántico. The research was based on Ethnomathematics (mathematics practiced by cultural groups) and was developed under a qualitative methodology from an ethnographic point of view. The data were collected through the application of semi-structured interviews to some fish farmers and then a data analysis was carried out. The results reveal that fish farmers design, establish measures for the construction of wells and pools that depend on soil quality, as well as calculations, counts, estimates, among other mathematical processes to establish the amount of nutrients, fish seed per cubic meter of water, etc. In addition, the characteristics of fish nutrition for maintenance, growth, reproductive performance, good flesh quality, health and weight given in pounds and kilograms in relation to the type and size of fish are mentioned. We consider that, the findings of this study contribute to the teaching and learning of school mathematics by valuing the sociocultural context of children, youth and adults, especially so that they recognize the arithmetic operations used by fish farmers and other connections between the shapes of wells and pools to work measurements such as area, volume, etc.

Introducción

Esta investigación está enmarcada en el programa Etnomatemática, caracterizado por indagar sobre relaciones establecidas entre nociones matemáticas y aspectos que conforman y resaltan los principios culturales, como el arte, el lenguaje, la gastronomía, la construcción de artefactos, la educación en general, entre otros (Gerdes, 2013), así como otras prácticas cotidianas relacionadas con la ganadería, la soldadura, la gastronomía, la ebanistería, la pesca, entre otras. También, la Etnomatemática se ha preocupado por la influencia de la cultura en la interacción entre el profesor de matemáticas y los estudiantes (D'Ambrosio, 2001; Rodríguez-Nieto y Alsina, 2022).

Diversas investigaciones reconocen el rol fundamental de la Etnomatemática en los procesos de enseñanza y aprendizaje de distintos conceptos matemáticos que se abordan en las aulas de clases. De hecho, las clases de matemáticas deben fundamentarse en los conocimientos exteriores del entorno sociocultural y los internos que son los institucionales que usa el profesor con los libros de texto. Estos conocimientos deben desarrollarse a

partir de la experiencia del estudiante y la gestión del aula del profesor. Por lo tanto, se asegura que el conocimiento etnomatemático de las comunidades tiene mucho valor, porque sirve, es eficiente y adecuado para muchas el desarrollo de diversos oficios propios de culturas particulares y no es necesario subvalorarlo sino usarlo en las clases (D'Ambrósio, 2001, p. 80). Otras investigaciones se han interesado por analizar detalladamente artefactos con orígenes ancestrales de culturas específicas indígenas, etc. Por ejemplo, García-García y Bernardino-Silverio (2019) indagaron sobre los conocimientos abordados desde la geometría y usados en la construcción y uso del gúilile, donde reconocieron la parábola, el paraboloide, la circunferencia, así como unidades de medida (e.g., la cuarta). Aroca (2008) diseñó una propuesta para enseñar a geometría en la práctica de tejido de mochilas donde se registraron transformaciones geométricas en el plano (traslaciones, rotaciones, reflexiones y deslizamientos).

Por otra parte, en la práctica cotidiana de los albañiles (algunos con bajo nivel escolar) construyen casas presupuestadas, paredes usando medidas y

otros edificios denominados construcciones sólidas y robustas que cumplen un rol primordial para el bien familiar, es decir, con medidas adecuadas y adaptadas a la altura promedio de las personas que habitan las casas. Además, se reconoce el potencial de sus cálculos y organización de su razonamiento matemático basado en la experiencia, lo cual es un insumo que puede transferirse al contexto escolar, o motivar los estudiantes a estudiar esta profesión que lo conduciría a carreras (teóricas y prácticas) como ingeniería civil, arquitectura, diseñadores, entre otras. No obstante, en el trabajo del albañil, desde la perspectiva de Gerdes (2013) se conoce como las “matemáticas oprimidas”, o “matemáticas ocultas o congeladas” con poca valoración. Además, en otra práctica cotidiana como la agricultura se utilizan las matemáticas de manera integrada (Rodríguez-Nieto et al., 2022) y relacionarlas con la identidad cultural-étnica de los estudiantes utilizando materiales manipulativos (e.g., cinta métrica, escuadras, compas, transportador, estacas, palas, palines) para construir y desarrollar el pensamiento matemático a través de actividades de siembra, cálculos de distancias basados en la agrimensura, cálculos de área y perímetro, medidas de ángulos, diseño de planos, etc. (Mojica Madera, 2014).

Del mismo modo, según D’Ambrósio (1990), en la cotidianidad de los pueblos y las sociedades siempre encontrarán aplicaciones matemáticas diferentes de las que se enseñan en el Salón de clases. Por tanto, la matemática que se utiliza en la calle para resolver problemas prácticos es el mismo que se usa en el aula para resolver las operaciones, pero el conocimiento no es el mismo. El aporte de las Matemáticas en la sociedad, según Barbosa (2001) es reconocida por sus aplicaciones en la resolución de problemas naturales o sociales, en particular con el uso de modelos matemáticos, que parecen describir satisfactoriamente los fenómenos que los fomentan.

Riascos et al. (2012) propusieron un modelo especial para la toma de decisiones que mejore la

planeación y operación de proyectos piscícolas, en embalses y en otros cuerpos de agua lénticos. En los estudios sobre la modelación matemática se ha encontrado un estudio sobre la elaboración de una represa en el contexto de la piscicultura donde encontraron relaciones matemáticas referidas al grado de inclinación de la alberca, por ejemplo, muestran el cálculo de la pendiente, considerando la distancia de 100 m, pues en este caso, el terreno tiene 100 m de largo y ha descendido 2 m. Por tanto, la pendiente es del 2%, es decir, ha bajado 2m en 100m lineales del terreno (Muderno, 2017). En este contexto, Díaz-López y Vargas-Gómez (2018) diseñaron y construyeron un módulo electrónico útil para criar peces automáticamente mediante la modelación matemática multiparamétrica y simular las condiciones necesarias para la crianza, en estanques artificiales en función de parámetros fisicoquímicos.

Particularmente, en esta investigación es de interés la piscicultura relacionada con “el cultivo de organismos acuáticos a gran escala es un suceso relativamente reciente, aunque, a pequeña escala, esta actividad ha existido desde tiempos antiguos en varios países, muy probablemente, desde los orígenes del pastoreo y de la agricultura” (Rueda, 2011, p. 1). Asimismo, Rueda (2011) explica que en china y en el antiguo Egipto ya se conocía sobre la crianza de peces, no obstante, hasta mediados del siglo XX es cuando se inicia una evolución hacia la producción industrial a gran escala, puesto que, en la actualidad hay más producción y organización entre los grupos que la conforman. Particularmente, los procesos agroindustriales de la piscicultura se han desarrollado como tal en Colombia desde la década de los setenta y se desconocían los requerimientos nutricionales de las especies cultivables.

No obstante, en la literatura sobre Educación Matemática y Etnomatemática no se han encontrado trabajos relacionados con la piscicultura, lo cual nos incentiva a trabajar en dicha temática para aportar a la enseñanza de la Geometría, Cálculo y

procesos de medición. En estudios previos solo se ha indagado sobre las matemáticas inmersas en la pesca con objetivos específicos que giran en torno a la pesca con cometa (Rodríguez-Nieto et al., 2019), las matemáticas usadas en la construcción de redes para pescar (Chieus, 2009), entre otros trabajos como el de Aroca (2018), Oliveira Junior y Méndez dos Santos (2016) y Mansilla-Scholer et al. (2022). Otras investigaciones relacionadas con la piscicultura solo enfatizaron el uso de las herramientas tecnológicas en la producción piscícola a manera de revisión sistemática de la literatura (Rojas-Molina et al., 2017). Así mismo Tobo et al. (2015) investigaron sobre la viabilidad y comercialización de la tilapia y cachama dentro de los mercados regionales e internacionales. Ahora bien, existen estudios enfocados en la pendiente de las represas en las actividades piscícolas, pero dejan de profundizar en otros aspectos relevantes de la geometría y su posible modelación en software dinámicos. Por lo tanto, el objetivo de este artículo es *explorar la Etnomatemática inmersa en la construcción de pozos y albercas y alimentos en la piscicultura desarrollada en Suan, Atlántico, Colombia.*

Elementos teóricos

Etnomatemática

Este trabajo de investigación se fundamenta teóricamente en la Etnomatemática entendida como la matemática practicada por las comunidades y personas de distintas edades de manera individual o grupal, quienes usan conteos, medidas, diseños, estimaciones, hacen construcciones, artefactos, etc., y todo esto, basado en aspectos aritméticos, geométricos, estadísticos de manera contextualizada (D'Ambrósio, 2001). Además, etimológicamente la Etnomatemática es reconocida como los modos, técnicas (technés o ticas), artes, estilos, para generar explicaciones, ayudar a las personas a conocer, aprender y lidiar (matemá) en los diferentes ambientes sociales y naturales inmersos de una

cultura determinada (etnos) (D'Ambrósio, 2014). En este contexto, el carácter creativo y humanista de la etnomatemática trasciende en las ticas, lo cual se vincula con las actividades universales: contar, jugar, medir, localizar, jugar y explicar que se describen a continuación.

Actividades universales

Bishop (1999) propuso seis actividades universales caracterizadas por estimar los procesos cognitivos y pragmáticos de los sujetos y son relevantes tanto de manera separada como se usan en Rodríguez-Nieto et al. (2019) con la actividad de medir, en Aroca (2015) con la actividad de diseñar, o bien, de forma conectada como se evidenció en Rodríguez-Nieto (2021) y Rodríguez-Nieto y Alsina (2022), con el fin de desarrollar y explorar ideas matemáticas en prácticas cotidianas (Bishop, 1999), ver Tabla I.

Tabla I. Actividades universales.

Actividades universales	Descripción
Contar	Se establece o emerge cuando se realizan comparaciones u ordenaciones de objetos diferenciados. Los conteos pueden ser corporales o digitales usando marcas, materiales manipulativos como cuerdas, piedras, regletas, piezas u otro tipo de objeto que dependen del contexto sociocultural en que esté inmerso el sujeto o grupos de personas que desarrollen dicha actividad (Bishop, 1999).
Localizar	Se evidencia cuando el sujeto explora o describe su entorno espacial y luego, establece una conceptualización que finaliza en el proceso de simbolizar el entorno o situaciones con modelos, patrones, mapas, señalizaciones, dibujos, entre otros recursos (Bishop, 1999).
Medir	Es una actividad que implica la comparación, ordenación y asignación de un valor numérico a una magnitud en términos de una unidad de medida usada para determinar capacidad, longitud, volumen, masa, etc. (Bishop, 1999).
Diseñar	Se basa en la creatividad del ser humano y se reconoce cuando la persona crea, sugiere o inventa un diseño con tamaño y forma para estructurar un objeto o artefacto de la vida cotidiana en un entorno espacial. Además, se refiere a la transformación de la naturaleza (materia prima) en un objeto modificado (artefacto), es decir, un tipo de tecnología (Bishop, 1999).
Jugar	Se refiere a la participación en diferentes juegos como el fútbol, basquetbol, tenis y todos los juegos usados para la gamificación. También, esta actividad se evidencia en pasatiempos o momentos de ocio-entretenimiento donde se deben cumplir reglamentos que deben seguir los participantes, lo cual fortalece el desarrollo cultural del hombre, ser competente y usar las matemáticas para cumplir el objetivo del juego (Bishop, 1999). Además, la actividad de jugar puede ser entendida como la toma de decisiones para llevar a cabo un oficio, construcción de artefacto donde se deben cumplir condiciones.
Explicar	Esta actividad es transversal porque se evidencia en la ejecución de las otras actividades (contar, jugar, medir, diseñar, localizar) al exponer ideas razonables y coherentes a una persona o colectivos de personas sobre una actividad, artefacto o acerca de lo que se desea ejecutar. Este tipo de explicaciones debe ser entendible y argumentada basada en ejemplos (Bishop, 1999).

Fuente: Información retomada de Bishop (1999).

Tipos de piscicultura

La piscicultura es una actividad realizada por el ser humano que tiene como objetivo la cría de peces, controlando su reproducción, alimentación y enfermedades, con el objetivo de mejorar la producción y lograr los beneficios deseados (Diniz Filho, 2003). En este contexto, según Sosa et al. (2012), la palabra piscicultura proviene del latín *Pisce* = pescado + *culte* = cultivar, y está destinada a criar peces en condiciones naturales o artificiales. En la piscicultura existen algunas formas de cultivos de peces. Según las especies cultivadas, la piscicultura puede ser un monocultivo cuando es una sola existencia o estamento de peces, y policultivo, cuando se manejan dos o más especies aprovechando los diferentes tipos de ingestión que presentan. Según el tipo de cultivo, la piscicultura se puede nominar extensiva e intensiva (Vela y Ojeda, 2007) como se presenta a continuación.

Piscicultura extensiva

Se destaca por aprovechar racionalmente los cuerpos de agua naturales o los creados para riego. El propósito de este tipo de piscicultura es extraer el pescado con fines sociales, para que llegue alimento a poblaciones grandes, específicamente los que tienen pocas fortunas económicas. Además, se deben tener en cuenta varios factores, como, por ejemplo, el régimen hidrológico, el cual cambia según el aprovechamiento que tenga el espesor de agua adonde se realiza la plantación y que, si es para riego, puede haber casos en el que se pueda secar totalmente, por lo que la plantación de peces estará condicionado al periodo de lluvias (Vela y Ojeda, 2007).

Piscicultura intensiva

Hace referencia al cultivo de peces en lugares con estanques y albercas, construidos para especies que son inspeccionadas en todo momento y tienen en cuenta elementos necesarios como las

características de los cuerpos de agua, su temperatura, las sales disueltas, cantidad de oxígeno y grado de acidez o alcalinidad. Adicionalmente, el terreno donde se desarrolla la piscicultura intensiva se caracteriza por su impermeabilidad, por ser fácil de cavar y con una pendiente que permita que el agua llegue a las instalaciones por gravedad (Vela y Ojeda, 2007).

Metodología

Esta investigación es cualitativa con enfoque etnográfico (Hernández et al., 2014), desarrollada en tres etapas como se presenta en la Figura 1.

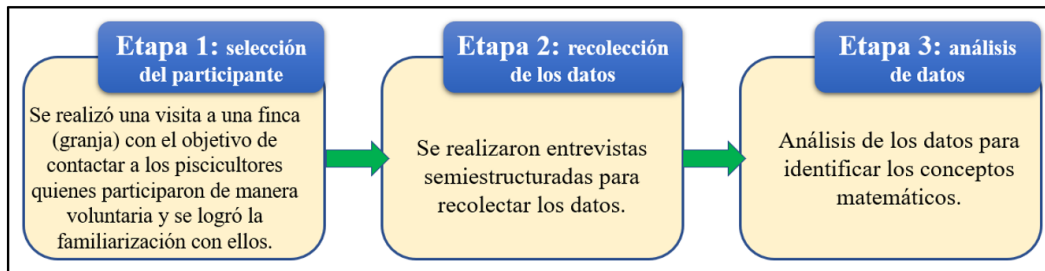


Figura 1. Camino metodológico.

Fuente: autores

Participantes y contexto

En esta investigación participaron dos piscicultores voluntarios del municipio de Suan, Atlántico-Colombia, quienes se describen en la Tabla II.

Tabla II. Información de los participantes

Piscicultor (P)	Nombre (Pseudónimo)	Edad en años	Experiencia en la práctica cotidiana	Escolaridad
P1	José	40	10	Básica primaria
P2	Angelo	29	6	Técnico en comercio exterior.

Suan es un municipio caracterizado por su producción agrícola con siembras de maíz, yuca, sandía, mango y especialmente, su ubicación es delimitada por el río Magdalena lo cual les permite a sus habitantes ejercer actividades pesqueras para su sustento diario y ofrecer una gastronomía variada para los visitantes o turistas. También, su progreso se debe a las instalaciones y ofertas de la Universidad

del Atlántico para que las personas puedan formarse técnica y profesionalmente.

Método de recolección de datos

Para recolección de los datos, se realizaron cuatro trabajos de campo en la finca (granja) donde los piscicultores tienen sus pozos y albercas y, a su vez, se implementaron entrevistas semiestructuradas basadas en la etnografía que busca indagar, interpretar y describir la realidad que viven las personas en su vida cotidiana o bien, en determinadas labores u oficios que son de interés considerando significados personales (Restrepo, 2016). En el primer día se visitó al piscicultor para conocer más de su entorno, costumbres y lograr la familiarización con él (Figura 2).



Figura 2. Evidencia de la alimentación de los peces.

En el segundo día se recolectaron los datos por medio de una entrevista semiestructurada donde se realizaron preguntas como, por ejemplo, ¿Por qué se dedica a la piscicultura? ¿Cuántos años tiene de experiencia? ¿Área superficial que posee el predio? ¿Área del predio disponible y/o apto para piscicultura? Además, se tomaron fotos para evidenciar los pozos y la interacción con el participante del estudio (Figura 3).



Figura 3. Conversación con el participante y evidencia de los pozos

En el tercer día se visitó a P2 con el fin de realizar la entrevista semiestructurada para recoger los datos y evidenciar los conceptos matemáticos, geométricos, etc. Durante la entrevista, se le preguntó a P2: “¿Cuántos alevines por metro cuadrado siembra?”, “¿Qué tipo de alimento se usaba?”, “¿Cada cuánto se alimentaban los peces?”. Luego, en medio de esta entrevista, P2 mencionaba aspectos fundamentales de su práctica cotidiana y se le hacía una pregunta para profundizar en dicho aspecto, es decir, las preguntas emergían naturalmente en el diálogo, pero, se reconocía constantemente las matemáticas involucradas en las actividades.

Método de análisis de datos

La información recolectada en la epata 2 a través de las entrevistas, fue analizada siguiendo el método de análisis cualitativo detallado propuesto por Hernández et al. (2014). Para ello, 1) se transcribieron las entrevistas y se dejaron en forma escrita. 2) se identificaron códigos iniciales que sugieren una idea de alguna actividad universal consideradas a priori en el marco conceptual. Específicamente, un código (c) reconoció cuando el investigador solicitó información sobre: *II: tamaño y profundidad promedio de los pozos; y el participante respondió: P2: el pequeño que miden 800 m² (40m de lago x 20m ancho) y 1,90m de profundidad (alto), el grande que mide 1200 m²*

(40m de largo x 30m de ancho) y profundidad 1m (alto). 3) Las actividades universales reconocidas se agruparon teniendo en cuenta similitudes o puntos en común que conforman un tema referido a una actividad universal, por ejemplo, para la construcción de pozos, se identificaron medidas aplicadas a diferentes contextos de uso (pozo pequeño y pozo grande). En este contexto, se observa que el piscicultor transita por las actividades de contar, medir, localizar y explicar, ofreciendo argumentos conectados con las características de los pozos. Asimismo, I1 manifiesta implícitamente la toma de decisiones refiriéndose a la actividad de jugar. En su defecto, se tiene que el pozo pequeño tiene profundidad de 1.90 m, un largo de 40m y un ancho de 20m, el pozo grande tiene una profundidad de 1m, un largo de 40m y un ancho de 30m, en síntesis, estas medidas inicialmente caen bajo el dominio de la actividad de medir, pero el discurso de I1 las medidas se asocian con otras actividades.

Resultados

Este estudio Etnomatemático valora la práctica cotidiana de la piscicultura y contribuye a la

enseñanza y aprendizaje de las matemáticas escolares a partir de las siguientes actividades: Medición de agua en litros, kilogramos de alimentos de los peces, dimensiones de los pozos, procedimiento para construir los pozos en GeoGebra. Por ejemplo, todas las medidas usadas por los piscicultores conforman su sistema de medida que puede ser un complemento o nuevo conocimiento para abordar los contenidos sugeridos por el MEN (2016) en los Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA) sobre sistemas de medidas convencionales y no convencionales.

Diseño de los pozos

La actividad de diseñar se evidenció cuando los piscicultores evidenciaron el uso de los modelos o tipos de pozos para la siembra de peces (Figura 4). Dichos modelos se refieren a patrones de medida y geométricos los cuales se repiten de manera similar con medidas iguales y formas. No obstante, existen otro tipo de pozos con forma cilíndrica construidos con plástico, tubos, pegamentos y generalmente están ubicados sobre el terreno como se muestran en la Figura 10.



Figura 4. Diseño de los pozos

Además, en esta investigación se usó el Software GeoGebra para modelar los pozos considerando las medidas (el pozo pequeño tiene profundidad de 1.90m, un largo de 40m y un ancho de 20m, el pozo grande tiene una profundidad de 1m, un largo de 40m y un ancho de 30m) como se muestra a

continuación siguiendo seis momentos. Primero se selecciona la herramienta “Vista” y luego, “Vista grafica 3D” Figura 5a). Segundo, se ocultan los ejes Ocultamos los ejes de la “Vista gráfica 3D”,

dando clic derecho sobre los ejes y quitando la selección de la palabra “Eje”. Luego, seleccione la opción “Cuadrícula” (Figura 5b).

Las medidas y formas de los pozos ofrecen un insumo desde la valoración etnomatemática de la práctica cotidiana para llevarlo a la matemática institucional insertada en GeoGebra. Es decir, la transición entre las matemáticas usadas por los piscicultores a las construcciones geométricas dinámicas demuestra que este material puede ser usado por profesores y estudiantes de matemáticas universitarias, bachillerato y primaria para trabajar sólidos, medidas y capacidades desde una óptica contextualizada.

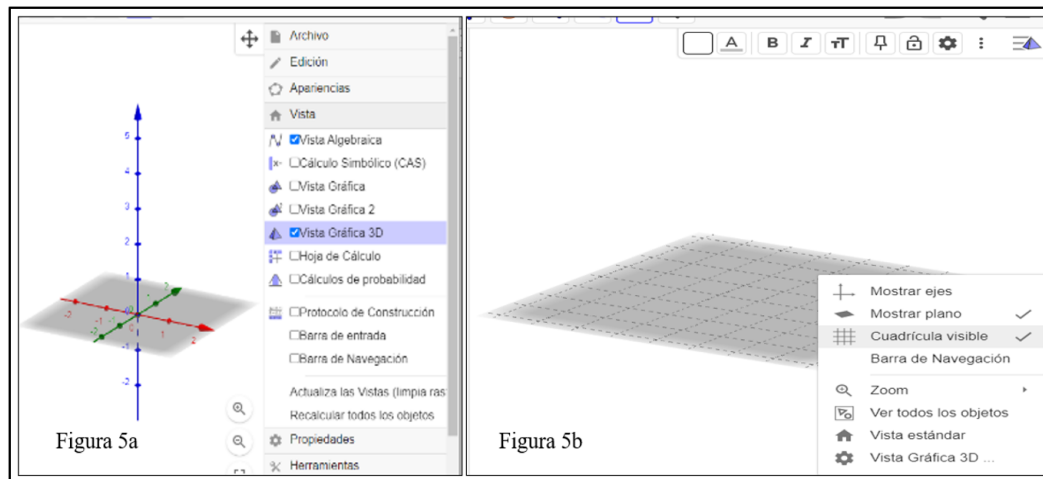


Figura 5. Preparación de la vista gráfica de GeoGebra.

Posteriormente, en el momento 3 se traza la primera recta y un punto exterior a la recta (ver Figura 6a) y el momento 4 se sugiere trazar una recta perpendicular a la recta creada que pase por el punto y luego, halle el punto de intersección entre las dos rectas (ver Figura 6b).

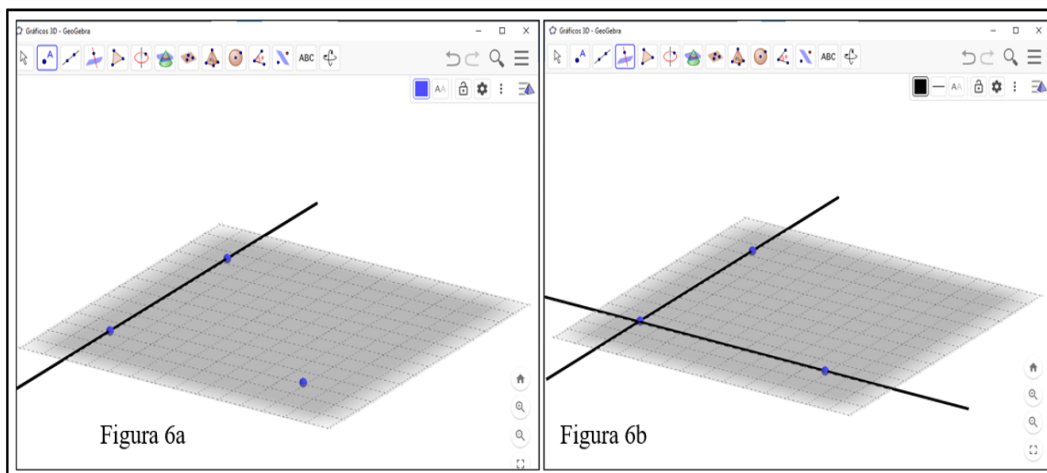


Figura 6. Graficación de recta, punto y perpendicular.

En el momento cinco se recomienda trazar una recta paralela a la primera recta que pase por el mismo punto que la recta perpendicular (Figura 7a). En el momento 6 ubica otro punto en la primera recta y luego, una recta paralela a la recta perpendicular que pase por dicho punto y halle el punto de intersección entre todas las rectas (Figura 7b).

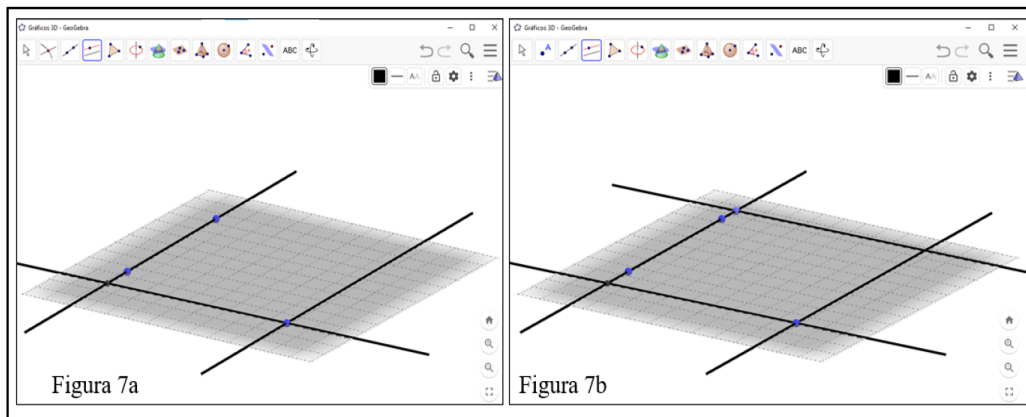


Figura 7. trazo de rectas paralelas y perpendiculares.

En el momento 7 del diseño de los pozos con GeoGebra, se sugiere usar la herramienta “polígono”, uniendo los cuatro puntos. Luego, se deben ocultar las rectas perpendiculares y paralelas, dando clic derecho – “Objeto visible” (Figura 8a). En el momento 8 se selecciona la herramienta “Extrusión a prisma (Prisma o Cilindro desde su base)”, dando clic sostenido al polígono para forzar aflorar la imagen y, por último, con la herramienta ABC texto se le colocan los valores del ancho el largo y la altura de la alberca (Figura 8b).

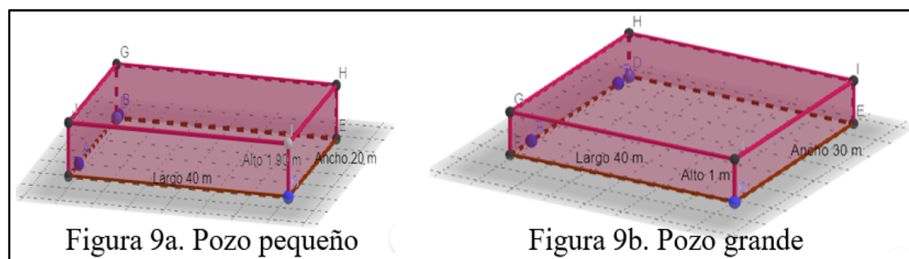


Figura 8. Conformación del prisma o pozo.

Localización de los pozos

La actividad de localizar se evidenció cuando los piscicultores decidieron el lugar donde se construirán los pozos usados para la siembra de peces (Tabla III). Especialmente, los pozos con forma de prisma rectangular se ubican excavando en la tierra (ver Figura 10a y 10b), mientras que los pozos con forma cilíndrica se localizan sobre la tierra con una base circular y plana.

Tabla III. Equivalencia de medidas del predio.

Unidad de medida	Equivalencia
2 cabuyas	2 hectáreas
1 cuarterón	¼ hectáreas

I2: ¿Área superficial que posee el predio?

P2: cabuyas o 2 hectáreas

I2: ¿Área del predio disponible y/o apto para piscicultura?

P2: 1 cuarterón (Tabla III).

La relación entre las medidas de la Tabla III y la localización, es que para ubicar los pozos se requiere ¼ de la hectárea, que fue lo usado por los piscicultores en su granja.

Medidas de los pozos

La actividad de medir se evidenció cuando los piscicultores iniciaron un proceso de construcción de los pozos, teniendo en cuenta que dependiendo del tamaño o tipos de pozos mejor será la optimización de la producción. En este contexto, se hizo un pozo pequeño (medidas: Largo= 40m, Alto=1.90m, Ancho=20m) para facilitar el cultivo de alevines y rápida cosecha (Figura 9a) y en el pozo grande (medidas: Largo= 40m, Alto=1.00m, Ancho=30m) hay menos riesgos a los problemas de oxigenación y se pueden cultivar cantidades mayores y, por lo tanto, será una cosecha más productiva (Figura 9b).

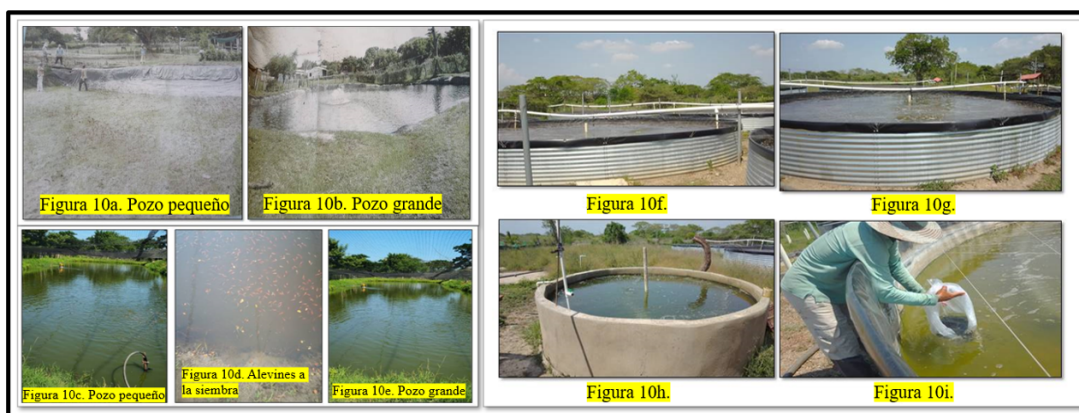


Figura 10. Cantidad de pozos

I1: número de estanques construidos...

P2: tres, dos pozos y una alberca (Figura 10).

Explicaciones

La actividad de explicar se evidenció cuando los piscicultores explicaron el paso a paso de cómo se hicieron los pozos y la cantidad de alimento que se usaba de acuerdo con el tamaño de los peces, además hallar el volumen y el área de cada uno de los pozos.

Para saber el volumen de los pozos empleamos la siguiente ecuación:

$$v = a * b * h \quad (1)$$

Donde

$$a * b = \text{área base } (m^2)$$

$$h = \text{altura } (m)$$

Reemplazando los datos en (1) podemos decir que, el volumen del pozo grande es: $v = 40m * 1.90m * 20m = 1.520m^3$ y el volumen del pozo pequeño es: $v = 40m * 1.00m * 30m = 1.200m^3$. Ahora bien, Para saber cuántos litros de agua le cabe a cada pozo, multiplicamos cada valor del volumen por 1000 que es lo equivalente en litros de agua, obteniéndose los

resultados siguientes: para el pozo grande: $1.520m^3 = 1.520.000$ litros de agua y para el pozo pequeño: $1.200m^3 = 1.200.000$ litros de agua.

Con estos procedimientos similares para hallar el volumen y área de los pozos, se podrían trabajar actividades geométricas relacionadas con el DBA 4 de octavo grado de secundaria donde se “describe atributos medibles de diferentes sólidos y explica relaciones entre ellos por medio del lenguaje algebraico” (MEN, 2016, p. 60). En la Figura 11 se muestra un ejemplo práctico donde se solicita hallar los volúmenes de cajas a partir de las dimensiones dadas.

Evidencias de aprendizaje

- Utiliza lenguaje algebraico para representar el volumen de un prisma en términos de sus aristas.
- Realiza la representación gráfica del desarrollo plano de un prisma.
- Estima, calcula y compara volúmenes a partir de las relaciones entre las aristas de un prisma o de otros sólidos.
- Interpreta las expresiones algebraicas que representan el volumen y el área cuando sus dimensiones varían.

Encuentra las razones aritméticas entre los diferentes volúmenes de las cajas y la expresión general para el volumen y el área exterior total de cada una de ellas.

Ejemplo

En la figura se presentan cinco cajas y en la tabla se especifican las dimensiones de cada una de ellas. Completa e interpreta la tabla a partir de las dimensiones de cada caja.

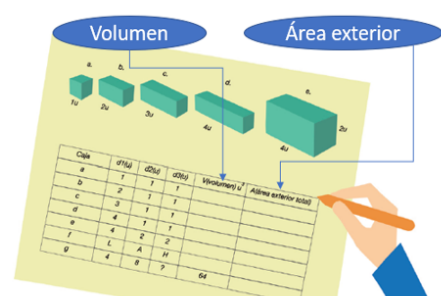


Figura 11. Conexión entre la forma de los pozos y problemas sugeridos en los DBA.

Fuente: información tomada del MEN (2016).

En este sentido, en el DBA 5 para el octavo grado se sugiere profundizar en estrategias para hallar el volumen de objetos matemáticos involucrados en la resolución de problemas matemáticos y de otras asignaturas o ciencias (MEN, 2016). Especialmente, en las evidencias de aprendizaje se plantea que los estudiantes creen estrategias para hallar el volumen de objetos regulares e irregulares y establezcan conexiones con las unidades de capacidad (litro, dm^3 , etc.).

Nociones matemáticas en los alimentos

En las entrevistas también se evidenciaron actividades universales entendidas como las nociones matemáticas en los alimentos que se describen en la Tabla IV. Por ejemplo, se reconocen nuevamente las conexiones entre medir y contar

cuando se usa el saco (bulto) y su capacidad con las mojarras.

Tabla IV. Nociones matemáticas en los alimentos.

Unidad de medida	Equivalencia	peso	Precio de venta
1 bulto de mojarra 45	1 saco	40 kg	\$ 70.000
1 bulto de mojarra 24	1 saco	40 kg	\$70.000

La alimentación es tres veces al día usando $\frac{1}{2}$ libra de alimento para alevines pequeños. También, la alimentación es tres veces al día consumiendo de 3 a 4 libras para alevines grandes. Con estas relaciones se lograron las equivalencias: 3 bultos de alimento para gastar en 3 meses corresponden a alevines pequeños (inicio) mojarra 45; 1 bulto de alimento para consumir en 1 semana para el caso de alevines grandes (mojarra 2), ver el extracto de la transcripción:

I1: tipo, origen frecuencia y cantidad de alimentación ...

P2: inicio de mojarra de 30 y después de mojarra 24, se alimentaban diario, 3 veces al día, 8:00 am - 12:00 pm- 4:00 pm, la cantidad de alimento cuando estaban pequeños ½ libra y se va aumentando a media que van creciendo, media libra cada día, Cuando están grandes de 3 a 4 libras de alimento, dos días antes de la pesca se dejaban de alimentar (Figura 11e, Figura 11f, Figura 11g, Figura 11h).

La forma de alimentar los peces siempre depende del buen manejo que se haga sobre la alimentación

de acuerdo con la etapa de crecimiento del pescado y al tamaño del estanque. La alimentación en un solo sitio no es muy conveniente, ya que gran parte del alimento será consumido solamente por los peces más grandes, dando como resultado un porcentaje mayor de peces pequeños. Adicionalmente, se debe suministrar el alimento distribuyéndolo por toda el área del estanque para garantizar la alimentación de todos los peces lo que permite tener más homogeneidad (Figura 12a, Figura 12b, Figura 12c, Figura 12d, Figura 12e, Figura 12f, Figura 12g, Figura 12h).



Figura 12. Alimentos para los peces.

En la Tabla V se presentan las características de los alevines teniendo en cuenta su tamaño, peso y precio de venta.

Tabla V. Características de los alevines.

Tipo de pez	Características	Color	Tamaño a la siembra	Peso a la siembra	Tamaño a la cosecha	Peso a la cosecha	Precio venta por kg
Tilapia (mojarra roja)	Es un pez con hábitos territoriales, agresivos en su territorio el cual defiende frente a cualquier otro pez. Los machos son más grandes y poseen mayor brillo y color.	rojo	½ pulgada	1-5 g	En cultivo comercial alcanzan dimensiones de hasta 20 cm.	200-500 g	\$ 10.000

Cachama	Es un pez dócil y resistente al manipuleo, soporta bajos niveles de oxígeno disuelto por periodos cortos, pero en exposiciones prolongadas desarrollan una expansión del labio inferior, que les permite captar el oxígeno disuelto de la película superficial del agua.	Gris oscuro	½ pulgada	1-5 g	En cultivo comercial alcanzan dimensiones de hasta 30 cm.	1 kg	\$10.000
---------	--	-------------	-----------	-------	---	------	----------

En el siguiente extracto de la transcripción se observan datos relevantes de los pesos de los peces (cachama, tilapia) en kilogramos.

P2: el peso promedio de la cachama es 1 kg, la tilapia ½ libra (200-500g) estas no se desarrollan como la cachama (ver Tabla V y Figura 13).

I1: ¿Alevines por metro cuadrado a la siembra?

I1: ¿Qué cantidad (kg) obtenida por metro cúbico a la cosecha?

P2: 5000 alevines en el pozo más grande y los más pequeños 3000 cada uno.

P2: por día sacaban 200kg, cada 5 días.

I1: ¿Peso promedio de los alevines a la siembra?

P2: ½ pulgada. (1-5g)

I2: ¿Peso promedio del pez a la cosecha?



Figura 13. Cosecha de peces empacados en canastas.

Conclusiones

En esta investigación se reconoció la etnomatemática inmersa en la práctica cotidiana de la piscicultura, por ejemplo, procesos de medición en la elaboración de los pozos y albercas, precios y mediciones en los alimentos proporcionados a los peces, conteos de alevines según el tamaño del pozo, entre otras nociones geométricas implícitas que se describieron con el fin de aportar un insumo al campo de la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. Con ello, el profesor de matemáticas tiene un material proveniente de su propia cultura que puede satisfacer las expectativas de los estudiantes cuando les proponga tareas matemáticas conectadas con su entorno sociocultural próximo. No obstante, en la literatura sobre etnomatemática algunos estudios se han motivados por el estudio de los conocimientos matemáticos de los pescadores, pero no profundizando en la piscicultura (e.g., Aroca, 2018; Chieus, 2009; Mansilla-Scholer et al., 2022, 2023; Rodríguez-Nieto et al., 2019).

Además, los procesos de medición y estimación de magnitudes como longitud, peso, capacidad y superficie, entre otros, tienen rasgos similares con algunos contenidos matemáticos planteados en los materiales curriculares (libros de texto y planes de estudios), donde se pueden establecer conexiones etnomatemáticas que favorezcan al aprendizaje del estudiante en distintos grados escolares (Rodríguez-Nieto, 2020; 2021; Rodríguez-Nieto y Alsina, 2022; Rodríguez-Nieto et al., 2023), como se presenta en la Figura 11. Es válido afirmar que, los resultados de esta investigación son para contribuir a la Educación Matemática y difieren de los trabajos que se han enfocado en la piscicultura resaltando el tipo y calidad de alimentos y proyectos piscícolas en embalses y en otros cuerpos de agua lénticos (Riascos et al., 2012; Rueda, 2011), crianza automatizada de peces en estanques artificiales en función de parámetros fisicoquímicos (Díaz-López y Vargas-Gómez, 2018), el rol de la pendiente en la construcción de estanques (Muderno, 2017). Por último, para futuras investigaciones sugerimos que

con estos resultados se diseñen tareas con problemas matemáticos relacionados con la piscicultura y se les apliquen a los estudiantes teniendo en cuenta el grado escolar.

Agradecimientos

A Dios y a los participantes de esta investigación por su información suministrada.

Referencias

- Aroca, A. (2008). Pensamiento geométrico en las mochilas arhuacas. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 11(2), 71-83.
- Aroca, A. (2015). Diseños prehispánicos, movimientos y transformaciones en el círculo y formación inicial de profesores. *Bolema Rio Claro*, 29 (52), 528-548. <https://doi.org/10.1590/19804415v29n52a06>
- Aroca, A. (2018). *Etnografía del saber matemático de pescadores de Buenaventura. Pacífico colombiano. Elementos para una educación matemática contextualizada*. Barranquilla: Editorial Universidad del Atlántico.
- Barbosa, J. C. (2001). Modelagem Matemática e os professores: a questão da formação. *Boletim de Educação Matemática*, 14(15), 5-23.
- Bishop, A. J. (1999). Enculturación matemática: la educación matemática desde una perspectiva cultural. México: Paidós.
- Chieus Jr, G. (2009). La braza de la red, técnica caiçara de medir. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 2(2), 4-17.
- D'Ambrosio, U. (1990). El papel de la educación matemática en la construcción de una sociedad democrática y justa. *Para el aprendizaje de las matemáticas*, 10(3), 20-23.

- D'Ambrósio, U. (2001). *Etnomatemática: Elo entre las tradições e a modernidad. Colección: Tendencias en educación matemática*. Belo Horizonte: Auténtica.
- D'Ambrosio, U. (2014). Las bases conceptuales del Programa Etnomatemática. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 7(2), 100-107.
- Díaz-López, H., & Vargas-Gómez, Y. (2018). Diseño de un módulo electrónico para la crianza automatizada de peces mediante modelamiento matemático multiparamétrico que simule las condiciones básicas necesarias para la crianza, en estanques artificiales en función de parámetros fisicoquímicos. *Revista UIS Ingenierías*, 17(2), 253-268.
- Diniz Filho, A. M. (2003). *Peixes: investigando os seres vivos*. São Paulo: Ática.
- García-García, J., & Bernandino-Silverio, N. (2019). Conocimientos geométricos en la elaboración de un artefacto en una comunidad Ñuu savi. *IE Revista de Investigación Educativa de la REDIECH*, 10(19), 105-120.
- Gerdes, P. (2013). *Geometría y Cestería de los Bora en la Amazonía Peruana*. Lima: Ministerio de Educación.
- Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. México: Mc Graw Hill.
- Mansilla-Scholer, L. E., Castro, Á. N., & Rodríguez-Nieto, C. A. (2022). Exploración del conocimiento matemático de los pescadores de la bahía de Puerto Montt, Chile. *Praxis & Saber*, 13(32), e12894-e12894.
- Mansilla, L. E., Castro, A. N., & Rodríguez-Nieto, C. A. (2023). Conexiones etnomatemáticas en el aula: implementación de una secuencia etnomatemática basada en la pesca del sur de Chile. *Información tecnológica*, 34(2), 53-64. <http://dx.doi.org/10.4067/s0718-07642023000200053>
- Ministerio de Educación Nacional [MEN]. (2016). *Derechos básicos de aprendizaje en Matemáticas*. MEN.
- Mojica Madera, M. A. (2014). *Etnomatemática y agricultura (Tesis de Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales)*, Universidad Nacional de Colombia.
- Muderno, J. R. (2017). Modelagem matemática aplicada à piscicultura: estudo voltado à construção de uma represa. *Revista FAROL*, 5(5), 162-177.
- Restrepo, E. (2016). El proceso de investigación etnográfica. *Etnografías contemporáneas*, 170-171.
- Riascos, J., Díaz, D., Beltrán, L., & Gutiérrez, F. (2012). Modelo dinámico para estimar la capacidad de carga de cuerpos de agua con piscicultura. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 15(1), 135-145.
- Rodríguez-Nieto, C. A. (2020). Explorando las conexiones entre sistemas de medidas usados en prácticas cotidianas en el municipio de Barranóa. *IE Revista de Investigación Educativa de la REDIECH*, 11, e-857. https://doi.org/10.33010/ie_rie_rediech.v11i0.857
- Rodríguez-Nieto, C. (2021). Conexiones Etnomatemáticas entre conceptos geométricos en la elaboración de las tortillas de Chilpancingo, México. *Revista de Investigación Desarrollo e Innovación*. 11, 273-296. <https://doi.org/10.19053/20278306.v11.n2.2021.12756>

- Rodríguez-Nieto, C. A., & Alsina, Á. (2022). Networking Between Ethnomathematics, STEAM Education, and the Globalized Approach to Analyze Mathematical Connections in Daily Practices. *Eurasia Journal of Mathematics Science and Technology Education*, 2022, 3(8), 1-22. <https://doi.org/10.29333/ejmste/11710>
- Rodríguez-Nieto, C., Escobar-Ramírez, Y., Font Moll, V., & Aroca, A. (2023). Ethnomathematical and Mathematical Connections Activated by a Teacher in Mathematical Problems Posing and Solving. *Acta Scientiae*, 25(1), 86-121. <https://doi.org/10.17648/acta.scientiae.7356>
- Rodríguez-Nieto, C., Mosquera-García, G., & Aroca, A. (2019). Dos sistemas de medidas no convencionales en la pesca artesanal con cometa en Bocas de Cenizas. *Revista Latinoamericana De Etnomatemática Perspectivas Socioculturales De La Educación Matemática*, 12(1), 6-24.
- Rodríguez-Nieto, C. A., Nuñez-Gutierrez, K., & Morales-García, L. (2022). Conectando medidas y patrones en siembras de palma de coco en Mexico. *Revista de investigación, Desarrollo e Innovación*, 12(1), 67-86. <https://doi.org/10.19053/20278306.v12.n1.2022.14209>
- Rojas-Molina, L. Y., Tique-Pinto, V. H., & Bocanegra-García, J. J. (2017). Uso de herramientas tecnológicas en la producción piscícola: una revisión sistemática de literatura. *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, 17(2), 47-57.
- Rueda, F. M. (2011). Breve historia de una gran desconocida: la acuicultura. *Revista Eubacteria*, nº 26.
- Oliveira Júnior, B., & Mendes dos Santos, E. (2016). Etnomatemática: O ensino de medida de comprimento no 6º ano do ensino fundamental na Escola Indígena Kanamari Maraã-AM, Brasil. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 9(2), 53-66.
- Sosa, I., Ramírez, P., & Barrera, G. (2012). *Acuicultura en México: Impacto en producción, manejo y conservación*. Editorial Academia Española.
- Tobo, W., Madera, F., López, E., & Gordillo, W. (2015). *La Piscicultura como Alternativa de Desarrollo del Departamento del Guaviare con Miras a la Exportación a los Estados Unidos*. Villavicencio: Universidad de los Llanos.
- Vela, S., & Ojeda, J. (2007). *Acuicultura: la revolución azul*. Madrid: Observatorio Español de Acuicultura-Consejo Superior de Investigaciones Científicas-Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.