

Modelación matemática del crecimiento del maíz para el mejoramiento de las competencias matemáticas de los estudiantes del grado 7° (séptimo) de la institución Educativa Valentín Manjarrez del corregimiento de La Loma del municipio de El Paso, Cesar.

Yásser José Echávez Peñaranda

Diplomado de profundización en práctica e investigación pedagógica

Grupo: 1

Tutora:

Judy Andrea Lugo Quesada

Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD

Escuela de Ciencias de la Educación - ECEDU

Programa de Licenciatura en Matemáticas

2021

Resumen

La modelación o “Matematización” es uno de los cinco procesos matemáticos consagrados en los Lineamientos Curriculares emanados por el MEN, es decir, es sugerente que se implemente en las aulas de clases para transformar los paradigmas de enseñanza- aprendizaje de las matemáticas, en esa medida, esta propuesta busca implementar una secuencia didáctica sobre la modelación matemática del crecimiento del maíz en los estudiantes de séptimo, apoyándose en la herramienta Geogebra para ajustar una fórmula que describa esta situación particular. Así pues, esta propuesta es de tipo exploratorio con un enfoque cualitativo que busca identificar elementos cognitivos, motivacionales y pedagógicos que puedan presentarse en la implementación de la misma, registrando en los diarios de campo, a través de la observación participante, lo acontecido en los momentos que integran esta secuencia.

En el diario de campo se realizan los análisis de las dificultades y alcances de las actividades llevadas a cabo por los estudiantes, aportando esto un valioso recurso para la producción de conocimiento pedagógico como se verá plasmado en este proyecto.

Palabras claves: Enseñanza, Matemáticas, Modelación, Motivación, Tic’s.

Abstract

Modeling or "mathematization" is one of the five mathematical processes enshrined in the Curricular Guidelines issued by the MEN, that is, it is suggestive that it be implemented in classrooms to transform the teaching-learning paradigms of mathematics, in that As a measure, this proposal seeks to implement a didactic sequence on the mathematical modeling of corn growth in seventh grade students, relying on the Geogebra tool to adjust a formula that describes this particular situation. Thus, this proposal is exploratory with a qualitative approach that seeks to identify cognitive, motivational and pedagogical elements that may be present in its implementation, recording in field diaries, through participant observation, what happened in the moments that make up this sequence.

In the field diary, the analyzes of the difficulties and scope of the activities carried out by the students are carried out, providing a valuable resource for the production of pedagogical knowledge as it will be reflected in this project.

Key word: Teaching, Modeling, Mathematics, TIC's , Motivation.

Tabla de contenido

Diagnóstico de la propuesta pedagógica.....	5
Pregunta de investigación	6
Marco de referencia	7
Marco metodológico	11
Intencionalidades en la construcción de la Práctica Pedagógica	11
Metodología	14
Producción de conocimiento pedagógico	16
Análisis y discusión	19
Conclusiones.....	28
Referencias Bibliográficas.....	30
Anexos	35

Diagnóstico de la propuesta pedagógica

Este proyecto tiene como propósito cambiar un poco el paradigma de la enseñanza de la matemática para mitigar en cierta forma la estigmatización y la apatía que tiende a crearse en el imaginario de los estudiantes sobre las matemáticas en los niveles de educación secundaria, más específicamente con los estudiantes del grado séptimo de la Institución Educativa Valentín Manjarrez del corregimiento de la Loma del municipio de El Paso del departamento del Cesar, contexto que se caracteriza por ser un corredor minero de alta explotación de carbón, con una población que en su mayoría es pobre a pesar de tener esta gran fuente económica, esto conlleva a crear familias disfuncionales, a una demarcada prostitución infantil y a forjar un proyecto de vida limitado entre los estudiantes quienes muchas veces solo aspiran a entrar a laborar en estas empresas carboníferas o al trabajo informal; algunos jóvenes se dejan llevar por las drogas y terminan delinquiendo. Este malestar social en que les ha tocado vivir a los estudiantes tiene una influencia notoria en el desempeño académico, máxime en el área de matemáticas teniendo en cuenta los resultados de las pruebas externas.

Con base en esta problemática se genera así un imaginario colectivo en los estudiantes que coloca, entre las áreas del conocimiento humano, a la matemática como un área aburrida, demasiado abstracta y con poca utilidad práctica en la vida cotidiana. Se busca, entonces, una reivindicación matemática en los estudiantes mediante la investigación de factores que puedan permitir, en los procesos de enseñanza – aprendizaje, la incorporación de la modelación de fenómenos de su contexto a través de las matemáticas en asociación imprescindible con las TIC. Los estudiantes, al encontrar que las matemáticas pueden aplicarse a la interpretación, explicación y resolución de problemas de su contexto, pueden cambiar la mentalidad que obstaculiza su motivación y el aprendizaje de las mismas.

Pregunta de investigación

Partiendo de la problemática social que viven los estudiantes descrita en el diagnóstico y la constante falencia de carácter metodológico y pedagógico que se presente en la enseñanza de las matemáticas hacen que se generen unos prejuicios hacia las matemáticas, como que es una materia aburrida, poco aplicable a la vida diaria y que solo es para personas inteligentes; la metodología con que se vienen enseñando las matemáticas generan obstáculos en su comprensión e interés por parte de los estudiantes, más si se trata de una población con tantos factores sociales que influyen en su aprendizaje. Por ende, cabe preguntarse: ¿Cómo se pueden mejorar los procesos matemáticos a partir de la modelación matemática del crecimiento del maíz en los estudiantes del grado séptimo de la institución Educativa Valentín Manjarrez del corregimiento de La Loma del municipio de El Paso, Cesar?

Marco de referencia

En la actualidad, uno de los puntos más neurálgicos e importantes que tiene la educación, es la implementación de las herramientas y programas tecnológicos en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Por esta razón, el proceso de modelización de las matemáticas a través del uso de las TIC's ha adquirido gran relevancia, entendiéndose por modelización matemática, al proceso de manifestación matemática a partir de un hecho o situación donde se encuentra involucrado el mundo real, dicho proceso de modelación no sucede de forma instantánea o inmediata, incluso, acorde con Berry & Davies (1996), citados por Villa & Jaramillo (2011), el proceso de modelización puede considerarse como un ciclo que se desarrolla a través de una serie de etapas y de las cuales se puede decir que son: la declaración del problema en el mundo real; formulación de un modelo; solución matemática; interpretación de los resultados; evaluación de la solución; refinamiento del modelo y la declaración del problema en el mundo real. Asimismo, Vasco, citado por Agudelo (2015), nos da una idea más concreta, pero no menos rigurosa, de lo que se entiende por modelación matemática en los diferentes contextos en los que se circunscribe: “la modelación es el arte de producir modelos matemáticos que permitan simular la dinámica de distintos subprocesos de la realidad” (p. 32).

Por otro lado, para lograr este proceso de modelación matemática, se requiere de los conocimientos del modelador para construir un nuevo objeto matemático y poder convertirlo en una estrategia didáctica y transmitirlos al aula de clase. Así lo exponen Arias, Leal y Organista (2011), que, al intentar implementar estrategias interdisciplinarias que conlleven a la integración de las matemáticas, la biología, la química y la física, arguyen que:

en la enseñanza – aprendizaje de las ciencias, además de dominar diversos conceptos, se hace necesario desarrollar la habilidad de representar dichos conceptos y al mismo tiempo de

interpretar diversos tipos de representación, “en particular las representaciones gráficas, ya que son como una forma de comunicación científica y una herramienta para el trabajo didáctico (García, 2005). Es decir, que teóricamente las gráficas que se presentan en los textos escolares, deben tener entre sus objetivos, el ayudar a construir el concepto de diferentes objetos matemáticos (p. 96).

Esto implica un fortalecimiento de la educación matemática y del desarrollo de sus competencias con el propósito de influir de manera transversal en las áreas de las ciencias naturales, e incluso de las ciencias sociales. Es importante, entonces, que se reconozcan las falencias que se tienen en las otras áreas en lo que respecta a la construcción e interpretación de una de las herramientas más básicas de la modelación matemática, como lo son las gráficas, ya sean de diseño manual, o mediante algún software que facilita el proceso, ya que, para estos autores, estas ciencias, que son de carácter experimental, requieren también en sus experimentos la manipulación de variables independientes y de las variables dependientes. Por ende, si se quiere una modelación matemática auténtica, es menester que se unifiquen criterios en cuanto a los campos de acción de estas disciplinas, puesto que en los textos escolares de física, biología y química se deben incorporar dentro de los contenidos, espacios para la participación de la modelación mediante el uso de gráficas de situaciones o fenómenos, como crecimiento poblacional, desplazamiento y tiempo, presión y temperatura.

Todo esto es un tanto difícil, dado que la matemática ha sido entendida como una disciplina aparte y delimitada epistemológicamente dentro de los parámetros de las ciencias formales y abstractas con respecto a las ciencias fácticas, como lo sostiene Bunge (1959). En esta medida, se debe reconocer que durante años ha habido una brecha de carácter disciplinar que ha obstaculizado la enseñanza de esta ciencia formal:

Durante muchos años, la “modelación y las aplicaciones” han estado limitadas en las instituciones escolares a la aplicación de un conocimiento matemático, previamente aprendido por los alumnos, a determinadas situaciones más o menos reales, con la doble finalidad de mostrar su utilidad y servir de motivación al aprendiz. Aún hoy día este uso perdura en los sistemas de enseñanza (Fonseca, Pereira & Casas, 2011, p. 105).

Cabe anotar que la transfiguración progresiva de las matemáticas y de sus estereotipos se hacen cada día más influyentes en el campo de la enseñanza, esto es, se la mira cada vez más por los estudiantes como algo completamente abstracto y alejado de lo pragmático, pero esto también depende de los modelos pedagógicos y didácticos con los que se enseña. Muchos docentes, siguen enseñando las matemáticas como se enseñaban en la época de Newton, por lo cual se debe reconocer este obstáculo epistemológico y mitigarlo desde la modelación. Debemos tener en cuenta el fenómeno de la dialéctica de la historia en cuanto a las demandas de cada generación, es decir, la generación de hoy en día demanda más visualización y lúdica que las generaciones de los siglos anteriores. Entonces, teniendo en cuenta esta premisa, se hace necesario la incorporación de otros elementos que son fascinantes para los jóvenes, como lo son las nuevas tecnologías. Así pues, García (2011) hace un análisis de las actitudes y de las competencias que se desarrollan al introducir el software Geogebra en el aula de clases como garante de procesos de modelización, que, respecto al uso del software, “provocó un desarrollo de las actitudes matemáticas en los estudiantes, acorde con las posibilidades de cada uno, que muchos de los estudiantes siguieron exhibiendo después del trabajo con Geogebra” (p. 402).

En este sentido, la autora continúa reconociendo los alcances de su estudio al punto de confesar que, pese a que el uso del software Geogebra provocó un mayor gusto, motivación, confianza e implicación por las matemáticas, esta transformación positiva de actitudes “no es

extrapolable a la asignatura y a la materia, tal como la conciben los estudiantes, sin el apoyo de esta herramienta” (García, 2011, p. 510). En otros términos, el interés matemático está más enfocado en el uso del programa que hacia la asignatura de matemáticas, lo que significa que se debe seguir investigando en el sentido en que se puedan unificar estas dos inclinaciones actitudinales.

Nace la necesidad de confrontar lo teórico y abstracto con la experiencia y lo concreto mediante el uso metodológico y científico de la modelación apoyado en las TIC, más específicamente en el aprovechamiento del software de carácter matemático, no obstante, es necesario tener en cuenta que “el software en sí mismo, no es capaz de lograr aprendizajes de conceptos matemáticos si no es utilizado de forma racional y acompañado de actividades didácticas que produzcan aprendizajes significativos en los estudiantes” (Huapaya, 2012, p. 24), lo que lleva a pensar la educación matemática, con el agregado tecnológico, desde otra perspectiva, esta es, desde la perspectiva experimental, tal que ahonde en el desarrollo de estrategias que potencialicen las aptitudes de los estudiantes en la resolución de problemas de su contexto, en la manipulación de variables, en la proposición de hipótesis y en la explicación de fenómenos circundantes. El mismo autor exhorta a dirigir la enseñanza hacia la resolución de problemas de los diferentes contextos: intra-matemáticos, artificiales, de otras ciencias, y de la vida real. Cuando se pone la mirada a la interdisciplinariedad, como se dijo anteriormente, entonces surge la necesidad de esa perspectiva experimental para demostrar la legitimidad de los conceptos matemáticos.

Marco metodológico

Intencionalidades en la construcción de la Práctica Pedagógica

Si se parte de la pregunta, ¿qué importancia tiene el diario de campo para fundamentar el proceso de la práctica pedagógica? Se puede responder como sigue: el diario de campo es un instrumento muy importante para el docente, ya que permite analizar de manera etnográfica el contexto de una práctica pedagógica, pero a la vez, como lo indica Martínez (2007), permite la sistematización de la información que puede proporcionar la inmersión a ese contexto, información que puede ser aprovechada para formular y resolver problemas de investigación.

Como se sabe, la practica pedagógica es un proceso muy denso y significativo para el docente, porque puede entenderse como un “laboratorio de experimentación”, según Velasco y Díaz de Rada, citados por Albertín Carbó (2007), donde cualquier cosa tiene cabida, o cualquier cosa puede suceder y el docente debe desarrollar una especial susceptibilidad para captar los más sutiles detalles en la descripción del momento etnográfico. Según estos mismos autores, el diario de campo es fundamental puesto que constituye un instrumento de investigación muy eficiente para captar al investigador y, a su vez, a la investigación misma. Esto implica, según Albertín Carbó (2007), que la narración que proporciona el diario de campo no sea interpretada como una realidad externa al investigador, sino que es una construcción donde el investigador o sujeto de la práctica pedagógica es un participante más que hace parte de esa realidad y que la afecta.

Por su parte, Porlán Ariza (2008) proporciona un argumento que es infalible y que fundamenta aún más la aplicación del diario de campo en el contexto pedagógico, dado que considera que este instrumento no es exclusivo de las ciencias sociales como la antropología, la pedagogía y la historia, sino que también se aplica a ciencias como la geología, la botánica, la geografía, etc. lo que le da un valor científico considerable. En esta medida, Porlán Ariza (2008)

enfatisa en que el pensamiento que no es registrado por medio de la escritura es moldeable, difuso, efímero, dependiente de las subjetividades y de las premuras del devenir, mientras que la experiencia que es registrada o plasmada adquiere un mayor valor y precisión, puesto que “el pensamiento se vuelve más preciso al convertirse en texto y el texto activa nuevos procesos de pensamiento” (Porlán Ariza, 2008, p. 2).

En el desarrollo de la práctica pedagógica se descubre que registrar las experiencias acaecidas en el proceso, todo lo relevante que puede suceder en el aula de clases, permite el desarrollo de una conciencia autocrítica reveladora de cambios, es decir, permite un análisis retrospectivo de las fallas y aciertos, de las debilidades y fortalezas que poseemos como profesionales de la educación. Llevar este registro significa consolidar un diario de campo que puede entenderse como una memoria interna que se puede consultar a largo plazo. Asimismo, como indica Porlán Ariza (2008), los diarios de campo facilitan “la comunicación profesional rigurosa” (p. 2), esto es, crea espacios comunicativos para compartir o intercambiar estos registros que se han llevado a cabo con una rigurosidad y sistematicidad que deben ser cualidades intrínsecas de un profesional de la educación. En este sentido, se puede hablar de un desarrollo de las capacidades comunicativas, críticas y reflexivas al manejar el diario de campo como instrumento de investigación.

El docente es un investigador innato, un etnógrafo por naturaleza, puesto que es un participante más antes que un observador objetivo dentro de una población determinada de la que puede obtener mucha información. Así pues, cuando se pregunta cómo mejorar los procesos matemáticos a partir de la modelación matemática del crecimiento del maíz en los estudiantes del grado séptimo de la Institución Educativa Valentín Manjarrez, es porque se ha venido observando una desvalorización de las matemáticas en los estudiantes al ver que estas se enseñan

desde el punto de vista de lo abstracto y poco en su aplicación práctica, es decir, en su capacidad de modelar los fenómenos de la naturaleza y del universo entero empezando por fenómenos sencillos como el crecimiento lineal de una planta o el crecimiento exponencial de una población de bacterias. Para que esto sea efectivo, se debe contribuir desde la investigación a explorar los espacios para crear estas posibilidades, para concretarlas y darles solución. No tendremos estudiantes investigativos si como docentes no somos investigadores. Freire (1997) invita a enseñar con coherencia, ya que enseñar requiere corporificar las palabras con el ejemplo.

Cada práctica pedagógica arroja una cantidad considerable de información que algunas veces ignoramos. Lo que se logra con el diario de campo es captar las realidades, sistematizarlas, hacer más rigurosa la labor docente y, en esta medida, contribuir mediante el ejemplo a que los estudiantes también sean receptivos e investigativos. Cuando los estudiantes sean investigativos y productores de texto significa que se ha forjado en ellos el espíritu de la autonomía y del pensamiento libre, pueden ser capaces en ese momento de argumentar con mayor ante situaciones de la vida que podrían parecer difíciles.

Así pues, con estos argumentos se puede argüir que la principal intención de los diarios de campo en la construcción de una práctica pedagógica eficaz y científica consiste en la sistematización de la misma, bajo los criterios que pueda brindar la propuesta de investigación que se implementa.

Metodología

En esta propuesta se planteó un tipo de investigación exploratorio con la intencionalidad de identificar los elementos conceptuales, cognitivos, motivacionales, pedagógico-didácticos que intervinieron en la implementación de la modelación matemática del crecimiento del maíz como estrategia de intervención para el desarrollo de la práctica pedagógica con los estudiantes de séptimo grado de la Institución Educativa Valentín Manjarrez. Según Salinas y Cárdenas (2009), la investigación exploratoria “sirve para familiarizarse con un fenómeno relativamente desconocido” (p. 60), en suma, la modelación matemática no es que se trate de un tema desconocido, pero aplicada en el contexto de la educación remota con los estudiantes de séptimo grado puede resultar un terreno diferente con nuevos retos que asumir. En esta medida, al explorar la práctica pedagógica se trata de detectar las dificultades que puedan presentarse en la implementación de la secuencia didáctica basada en la modelación matemática del crecimiento del maíz, así como modelos o hipótesis aún no formuladas por otras investigaciones.

Por otro lado, este tipo de estudio implica una adecuada revisión de la literatura para reflexionar de manera sistemática, adecuada y creativa sobre el problema que se estudia (Bonilla y Rodríguez, 2000). Los proyectos de este tipo son flexibles en su metodología y se centran en el descubrimiento de las características del fenómeno a estudiar.

Enfoque de investigación

A esta propuesta se le dio un enfoque de investigación cualitativa. En este tipo de enfoque la investigación tiende a ser circular oscilando entre los hechos y la interpretación de estos mediante el diario de campo; en esa medida, las preguntas se pueden ir desarrollando antes, durante o después de recolectar los datos y de esta manera ir perfeccionándolas hasta lograr

responderlas (Sampieri, Fernández y Baptista, 2014). En este caso, el diario de campo ha sido pertinente para la interpretación de la práctica pedagógica durante y después de la implementación de la propuesta, permitiendo registrar la deconstrucción de los procesos desde el diseño de la propuesta, las reflexiones sobre el rol docente entendiendo este como un investigador dentro del aula, la planeación didáctica, la construcción de saber pedagógico.

Técnica de recolección de datos

En esta propuesta de investigación e intervención pedagógica se hizo uso de la observación participante como técnica propicia para la recolección de información a través de los diarios de campo, pues más que un proceso de observación, implica una intervención directa del investigador sobre el fenómeno estudiado (Corbetta, 2003). No obstante, es menester aclarar que el desarrollo de esta práctica pedagógica se dio desde la modalidad de la educación remota cuyo único canal de comunicación fue la plataforma de mensajería de WhatsApp. La intervención directa que plantea el autor pudo verse afectada ligeramente por esta situación, pero la observación del proceso y acompañamiento se dio a través del envío de evidencias fotográficas, del dialogo por mensajes de texto, audios y videos por medio de la aplicación.

Producción de conocimiento pedagógico

Se sabe que la construcción de conocimiento obedece al campo de la epistemología, pero la reflexión sobre esa construcción meta-cognitiva y de fondo en cuanto a la transferencia de la misma en el campo de la educación es suscitada por la pedagogía y la didáctica, disciplinas que juegan un papel importante en la construcción del saber pedagógico que se diferencia en sobremanera del saber científico, aunque este pueda contribuir a darle un estatus epistemológico a la pedagogía misma por cuanto se adhiere a las otras disciplinas y a las actualizaciones de su cuerpo de conocimientos. Dichas actualizaciones se generan a partir de la solución de unas problemáticas presentadas en la práctica docente que requieren de la investigación y de la intervención, con lo cual, por consiguiente, se produce el saber pedagógico. En palabras de Quero (2006): “los docentes generamos teorías, como fundamento consciente o inconsciente de nuestra práctica pedagógica, que pueden contribuir a la constitución de una base de conocimientos sobre los procesos que explican nuestra actuación profesional” (p. 94). Esto es congruente con una concepción práctica de la práctica pedagógica, ya que se tiene que la práctica pedagógica es un epicentro idóneo para que se produzca el momento epistemológico, es decir, un punto crítico donde se generan interrogantes, preguntas problemas que ameritan resolverse y se produzca conocimiento.

Es en este sentido que se articula de manera incluyente la cita de Beillerot, Blanchard y Mosconi (1998) en cuanto a su postura sobre la tensión existente entre la teoría y la práctica. Una dualidad que siempre me ha despertado inquietudes y reflexiones desde mi etapa como alumno hasta mi etapa hoy en día como docente. Se pensaba que la teoría y la práctica entraban en un conflicto irreconciliable, puesto que se la miraba desde aristas absolutistas, esto es, el que era muy teórico era poco práctico y el que era muy práctico era débil en lo teórico; hoy en día, se

está de acuerdo con que existe una relación biunívoca entre estos dos conceptos al punto de que son insolubles y dependientes. Los autores Beillerot, Blanchard y Mosconi (1998) son coherentes con esta postura al sostener que el saber, es decir, el conocimiento producto de la reflexión racional, es inherente a la práctica, la cual implica en esencia un cúmulo de experiencias que posteriormente se llevan a la sistematización. Esto, en última instancia, concuerda con mis reflexiones sobre la práctica pedagógica.

De acuerdo con Russi (2010) en la construcción del saber pedagógico emergen conceptos o bien objetos pedagógicos en las condiciones del mismo saber, esto es, en un campo abierto, plural interdisciplinar, mas no en una sola disciplina. Las condiciones en que se circunscribe el saber radican en un tiempo, un espacio y esencialmente en un problema que pueda conducir a una investigación.

Por otro lado, cabe retomar la pregunta cómo articular los contenidos establecidos en el currículo partiendo de una propuesta de investigación pedagógica. Ahora que se evoca esta inquietud, se puede aseverar que dentro de los parámetros en que se ha formulado la pregunta de investigación de esta propuesta, esto es, dentro de la modelación matemática, se hace necesaria una ardua reflexión y una coherencia sobre los contenidos establecidos en los estándares de competencias. Según Villa-Ochoa (2010), la modelación matemática es una herramienta de mucha utilidad que permite a los estudiantes establecer relaciones entre los contextos en los que estos se encuentran, las matemáticas y las otras ciencias, pero advierte que para que para tal fin es necesario la organización de un currículo que vaya en coherencia con unos principios filosóficos que conciban al saber matemático como una construcción social en el que los estudiantes participan y se apropian de este saber de una manera compartida e interdisciplinaria, es decir, en sincronía con las demás disciplinas de conocimiento.

Desde luego que esta propuesta pedagógica al estar enfocada en la modelación matemática implica necesariamente una articulación curricular desde los estándares de competencias hasta los DBA, puesto que en los Lineamientos Curriculares se estipula la modelación matemática como uno de los cinco procesos generales de la actividad matemática MEN (2001), asimismo, los estándares están permeados por este proceso y sugieren en su componente de pensamiento variaciones una reivindicación entre los contenidos abstractos de la matemática con la modelación de procesos reales.

Análisis y discusión

Partiendo de los argumentos presentados en las preguntas sobre qué significa sistematizar y para qué sistematizar una propuesta pedagógica, se puede intentar responder este interrogante más profundo e importante que encarna una de las dimensiones del maestro, como sujeto que está llamado a la construcción de conocimiento, esto es, la investigación.

Así pues, sabiendo que sistematizar, desde la definición general que aportan Torres y Cendales (2017), implica una interpretación a posteriori de la experiencia acaecida en el contexto en el que se sumerge el investigador, esto sugiere que el conocimiento que construye no necesariamente tiene que limitarse a la objetividad absoluta, sino que puede aproximarse a una construcción subjetiva de la realidad. En esta medida, cada experiencia que el maestro investigador quiere sistematizar a la luz de una intención de transformar dicha realidad, debe entenderse como una construcción que no puede escapar a la subjetividad y que dicha subjetividad no tiene por qué mirarse como un obstáculo epistemológico, sino que también tiene sentido para la sistematización.

Puede decirse, entonces, que la situación anteriormente descrita tiene una implicación epistemológica para el maestro investigador. Debe hacerse consciente de que la sistematización más allá de un enfoque positivista y objetivo, como sostienen Torres y Cendales (2017), también tiene un enfoque centrado en lo subjetivo como inherente a la objetividad, como factor que permite la racionalidad científica, el universalismo teórico.

Por otro lado, también se puede decir la sistematización suscita una implicación pedagógica, por cuanto debe inspirarle al maestro investigador una reflexión que lo invite a la transformación, al devenir, a la formación, pues como sostienen Vásquez y Fernández (2008) respecto a la importancia y sentido de la sistematización: “si el docente no ha generado preguntas

acerca de su hacer y no re significa su práctica continuamos asistiendo a una educación de tipo instruccional, no formativa” (p. 3). Esto significa que la sistematización implica una oportunidad de cambio conceptual, metodológico, de paradigma de su quehacer pedagógico. No solo de transformar la realidad de su contexto, sino que también de dejarse transformar en el proceso mismo, de cuestionar el orden de sus ideas y de sus estructuras cognitivas y las formar como interactúa con el mundo. Esta última representa una implicación social que no puede pasar desapercibida, pues la razón de una investigación y su posterior sistematización debe tener alcances que involucren a todos los sujetos participantes del proceso.

Así, al realizar el proceso de sistematización de la propuesta pedagógica se pueden deducir los siguientes análisis:

Respecto a la implementación de la actividad 1 de la secuencia, denominada “¡Vamos a ver crecer el maíz!” surge una reflexión de fondo respecto al contexto en que fue aplicada la secuencia didáctica abordada dentro del proyecto de investigación, puesto que es un contexto que no se inclinó a la presencialidad, sino que se continuó desde el trabajo en casa con acompañamiento virtual a través de Whatsapp. Esto representa unas diferencias y unos retos aún mayores al momento de abordar cualquier propuesta pedagógica y de investigación, pues significó enfrentarse a unas situaciones que requieren el contacto directo entre docente y estudiantes, así como de la supervisión de campo requerida. Esto a su vez representa una limitación que no permitió desarrollar en plenitud los procesos descritos en la secuencia didáctica.

Para tratar de subsanar un poco esta dificultad presentada realicé tres videos en los cuales explico de manera amena y detallada el paso a paso del desarrollo por momentos de la secuencia

didáctica, obteniéndose una clara comprensión por parte de los estudiantes y de los padres de familia de lo que se pide realizar en ella.

Una situación que ameritó una variación en la implementación de la actividad planeada, más explícitamente en el momento 2 de la guía 2 de la secuencia didáctica fue la de saltar los pasos 1 y 2 de este momento para desarrollar de manera directa la etapa de graficación y ajuste de la ecuación por medio del programa Geogebra.

La implementación de una propuesta de investigación pedagógica requiere del oportuno seguimiento de las actividades implementadas con observación participante directa, no obstante, el contexto en el que se trabajó con la colaboración de tres estudiantes permitió la incorporación de nuevas narrativas y nuevos retos que, en última instancia, pueden producir nuevo saber pedagógico, esto es, la sistematización de una experiencia significativa como esta permite a futuro servir como insumo para que otros docentes puedan continuar o mejorar las condiciones de aplicabilidad de la modelación matemática de una situación cotidiana para los estudiantes como lo es el crecimiento del maíz.

¿Qué saber pedagógico se produce de esta experiencia investigativa? Se puede decir que mucho saber pedagógico, como saber hacer una secuencia de didáctica que pueda ser aplicada a un contexto diferente de la presencialidad con plataformas virtuales asincrónicas. Esto representa un reto conmensurable que requiere abarcarse con mayor profundidad, por ende, esta propuesta que sujeta a nuevos cambios y posteriores implementaciones.

Ahora bien, en relación con la implementación de la actividad 2 de la secuencia, denominada “Modelemos la ecuación del crecimiento del maíz” es pertinente reflexionar que el uso de Geogebra representa una herramienta clave para la modelación matemática. En general, el uso de software es indispensable para la matematización de fenómenos y estudios más

abstractos. En esta medida, los estudiantes pueden llegar a entender que las matemáticas no solo se hacen con lápiz, papel y razonamiento mental, sino que involucran las herramientas computacionales.

En la implementación de la actividad con los estudiantes hubo una ligera variación con respecto a la actividad planeada, esto es, con el momento 2 de la guía 2 de la secuencia didáctica, en lo relacionado con la realización manual de las gráficas de los datos obtenidos. En este momento se saltaron los pasos 1 y 2 y se pasó directamente al uso del software Geogebra con los comandos de ajuste polinómicos que ya trae el programa, dado que el tiempo de implementación de la actividad fue muy corto.

Por último, en la implementación de la actividad 3 de la secuencia, denominada “Evaluando y refinando el modelo”, se evidencia que los estudiantes ahondaron por medio de la secuencia didáctica en el proceso de modelación matemática como un ciclo que se desarrolla a través de una serie de etapas y de las cuales se puede decir que son: la declaración del problema en el mundo real; formulación de un modelo; solución matemática; interpretación de los resultados; evaluación de la solución; refinamiento del modelo y la declaración del problema en el mundo real tal como lo sostiene Berry & Davies (1996), citados por Villa & Jaramillo (2011).

En este momento de la secuencia didáctica se presentaron los siguientes inconvenientes o variaciones: en primer lugar, tuve una confusión en cuanto a la comprensión de la guía de actividades del Paso 7, por lo cual, desarrollé solo dos actividades de la SD y la tutora me hizo caer en cuenta de que tenía que desarrollar 3, por lo cual no se desarrolló al máximo en el tiempo estipulado para tal fin, sino que tuvo que desarrollarse este momento con la premura del tiempo, factor que puede haber incidido en un desarrollo efectivo del proceso de modelación matemática.

Pese a que hubo un contratiempo en el diseño y aplicación de estos momentos de la secuencia didáctica, se pudo observar que los estudiantes pudieron completar el ciclo completo de la modelación matemática descritos por Berry & Davies (1996), es decir, los estudiantes declararon el problema que es el de describir matemáticamente el crecimiento del maíz; formularon un modelo mediante mediciones y el uso de Geogebra; evaluaron el modelo respecto de los datos de sus mediciones con los de la ecuación obtenida. En síntesis, los estudiantes completaron el proceso adecuado que implica la modelación de un fenómeno.

Llegados a este punto de la secuencia didáctica se debe considerar que esta contempla el debido proceso de modelación propuesto por los autores mencionados arriba. Es de reconocer que los estudiantes entendieron la importancia del método de ensayo y error en un ejercicio como estos en el que se puede presentar obstáculos en las mediciones, los estudiantes comprendieron, al mismo tiempo, los alcances del error en las mediciones, así como su oportunidad de ajuste mediante el software. No obstante, dado que se hizo un gran proceso por parte de los estudiantes, queda abierta la posibilidad de refinar mucho más el modelo matemático obtenido.

La propuesta pedagógica que he planteado basada en la modelación matemática con ayuda del software Geogebra pretende cambiar la forma en que se enseñan las matemáticas desde una postura algorítmica y centrada en lo abstracto hacia un modelo heurístico y centrado en lo concreto de los contenidos del área a sabiendas de que el MEN (2001) propone la modelación matemática como uno de los procesos más importantes para desarrollar las competencias esperadas. Asimismo, se plantea un anclaje interdisciplinar en la medida en que las actividades contempladas en las estrategias requieren del saber ocupado en el campo de la biología, puesto que al modelar el crecimiento de una planta de maíz se articulan conceptos e

intuiciones de este saber específico, no obstante, para que esto sea posible, se hace necesario el uso de las Secuencias Didácticas, que, en palabras de Pimienta Prieto (2011) son un conjunto integrado de actividades mediadas por un docente con el fin de lograr unos resultados de aprendizaje mediante una serie de recursos. El mismo autor menciona que la prioridad de estas Secuencias Didácticas es la del desarrollo de las competencias con base en una situación problema de contexto.

Así pues, el abordaje de una propuesta de investigación pensada desde la modelación matemática con mediación de las TIC en el proceso de identificación de patrones que subyacen en los fenómenos de la naturaleza implica una profunda reflexión enmarcado en los dos procesos que menciona Restrepo Gómez (2003), esto es, en una deconstrucción de la práctica pedagógica como insumo del docente en formación para descubrir la estructura de los elementos teóricos, sistémicos y epistemológicos subyacentes del momento didáctico; así como de una oportuna reconstrucción de la misma práctica en el que se produce saber pedagógico importante para el mejoramiento continuo. Se puede decir entonces que la construcción del conocimiento pedagógico es una consecuencia de intervenir el proceso de enseñanza-aprendizaje desde una propuesta de investigación.

Angulo Abaúnza y Álvarez Valencia (2010) también sostienen que la práctica pedagógica investigativa como proyección social sugiere una lectura ecléctica de la realidad desde sus diferentes ámbitos y una interrelación entre sujetos de aprendizaje para que se pueda construir conocimiento pedagógico. En este sentido, se puede decir que esta propuesta pedagógica basada en la modelación matemática puede aportar al conocimiento pedagógico en cuanto implica nuevos contextos y nuevas situaciones como que no en el contexto donde se pretende aplicar los estudiantes siguen con el trabajo en casa debido a que no se dan las condiciones de bioseguridad

en la institución focalizada. Esto representa un nuevo reto en el que no se ha experimentado con la propuesta de la modelación matemática y en la que se pueden adquirir nuevas experiencias sucesibles de sistematización y de construcción de conocimiento.

Luego de implementar la propuesta de investigación e intervención pedagógica basada en el mejoramiento de los procesos matemáticos por medio de la modelación matemática del crecimiento del maíz en los estudiantes de 7° de la Institución Educativa Valentín Manjarrez del municipio de El Paso Cesar se puede llegar a reflexionar que la manera en que Berry & Davies (1996), citados por Villa & Jaramillo (2011), estipula la serie de etapas que debe llevar la modelación de un fenómeno del mundo real es muy pertinente a la hora de organizar y diseñar una secuencia didáctica, ya que estas etapas corresponden a un ciclo, según los autores, que se puede ir reanudando y mejorando en el proceso.

Así pues, de acuerdo con esto y con los eventos registrados en la implementación de la secuencia didáctica, se puede decir este referente teórico orientó en gran parte el proceso de modelación del maíz con los estudiantes, puesto que las evidencias presentadas en el instrumento 2 para cada uno de los momentos de esta estrategia llevaron consigo una declaración del problema, cuando a los estudiantes se les presentó el problema de modelar el crecimiento del maíz; una formulación de un modelo, cuando los estudiantes hicieron las mediciones, ingresaron los datos en la tablas y luego en el programa Geogebra; una solución matemática, cuando estos aprovecharon los comandos de ajuste polinomial del software y obtuvieron la ecuación que describía aproximadamente el fenómeno; una evaluación de la solución o modelo encontrado, cuando en la guía tres evaluaron la ecuación obtenida en la nueva tabla de valores y compararon estos valores con los promediados en los momentos anteriores; no obstante, faltaría una etapa muy importante que consiste en el refinamiento del modelo, pero como se ha dicho en las

reflexiones dadas en los instrumentos de los pasos anteriores, esta propuesta queda abierta a posteriores investigaciones o intervenciones.

Por otro lado, se puede también rescatar de esta experiencia una fortaleza muy importante que fue la motivación de los estudiantes al momento de concebir el proceso estipulado en los momentos didácticos, esto es, en un principio les llamó la atención la idea de que la clase de matemáticas por un momento se convirtiera en un escenario de experimentación y de contacto con el mundo real al llevar a cabo el proceso de siembra de los granos de maíz, así como de sus mediciones diarias, asimismo, los padres de familia también se mostraron interesados con la actividad, puesto que se pusieron a disposición para que los estudiantes realizaran los momentos, colaborando con los recursos (impresión del material, recipientes o materas), el acompañamiento y supervisión de la ejecución de la actividad. Ahora bien, si se habla de las limitaciones encontradas se tiene una muy relevante: la no presencialidad, es decir, el trabajo remoto a través de plataformas virtuales como WhatsApp. Esto en gran medida implicó un acto de resiliencia, pero que, sin embargo, dificultó un poco la observación participante debido a que esta técnica implica una intervención directa del investigador sobre el fenómeno estudiado (Corbetta, 2003); otra limitación es el tiempo, ya que los lapsos de ejecución de los momentos fueron cortos y no se logró llegar a la etapa de la modelación matemática que proponen los autores anteriormente citados consistente en el refinamiento del modelo conseguido y, de esta manera, ajustar mucho más la ecuación con el fin de obtener una descripción más exacta del fenómeno, en este caso, el crecimiento del maíz. Con todo y esta limitación se logró la ejecución de la actividad y el desarrollo de las competencias matemáticas.

Con relación a lo anterior, cabe decir que una recomendación clave para futuras implementaciones de esta propuesta sería mejorar el acercamiento con los educandos para

conseguir una plena experiencia etnográfica que permita registrar y describir los más significativos detalles del objeto de estudio, así como de una delimitación más pertinente del tiempo para lograr diseñar y ejecutar una secuencia didáctica más que permita completar las etapas de la modelación matemática, propuesta por los autores, a cabalidad, y, en consecuencia no se pierda el rumbo de la pregunta de investigación. Respecto a esto, cabe resaltar que gracias al acompañamiento de la tutoría se vino refinando hasta llegar a una pregunta más concisa y pertinente que abarque todo el entramado del problema de investigación.

Así las cosas, la planeación de esta propuesta de investigación basada en el diseño de una secuencia didáctica propició en los estudiantes el desarrollo de las competencias matemáticas estipuladas por el MEN (2001), así como de “los cinco procesos generales que se contemplaron en los Lineamientos Curriculares de Matemáticas son: formular y resolver problemas; modelar procesos y fenómenos de la realidad; comunicar; razonar, y formular comparar y ejercitar procedimientos y algoritmos” (p. 51), en especial el segundo proceso.

Conclusiones

Se puede decir que la planeación de esta propuesta, basada en una secuencia didáctica fue pertinente, por cuanto permitió sistematizar el proceso de investigación pedagógica, desde el diseño, aplicación y análisis de los resultados obtenidos, con base en los referentes que sustentan la mayoría de las etapas de la modelación y los procesos matemáticos propuestos por el MEN. No obstante, dada la premura del tiempo, no se logró cerrar el ciclo de modelación matemática propuesto por Berry & Davies en cuanto a un refinamiento del modelo obtenido, esto es, un ajuste más fino de la ecuación que describe el crecimiento del maíz, quedando así abierta la propuesta para próximas experiencias de investigación pedagógica.

Implementar esta propuesta desde la educación remota, esto, como ya se dijo, representa un reto pedagógico de mayores proporciones, puesto que dificulta una verdadera observación participante. Sin embargo, dadas las bondades de la tecnología se pudo sacar adelante el proyecto, permitiendo la construcción de una nueva experiencia y de saber pedagógico que abarca al mismo tiempo la importancia de la tecnología en el proceso de modelación matemática. La observación participante desde la virtualidad puede que se denote frágil e ineficaz, pero sustentada bajo el interés del investigador de explorar la solución de un problema, puede brindar información efectiva con alto índice de sistematización.

La modelación matemática del crecimiento del maíz o de cualquier otro fenómeno es una propuesta que aspira servir como estrategia pedagógica para el desarrollo de los procesos matemáticos, así como de las competencias del área y de esta forma cambiar el paradigma de enseñanza tradicionalista y mecanicista de la matemática por un paradigma heurístico que basado en la solución de problemas y la aplicación de los contenidos abstractos en las realidades de los estudiantes.

Los registros fotográficos evidencian que la propuesta logró generar la motivación que se esperaba obtener en los estudiantes, y en la misma proporción, propició los espacios para que se desarrollara el proceso matemático de la modelación como lo indican los Lineamientos curriculares, ya que los estudiantes realizaron mediciones del fenómeno a partir de la declaración del problema, registrando estas medidas en las tablas predispuestas para tal fin; realizaron un ajuste polinómico con ayuda de Geogebra, luego probaron el modelo y lo compararon con las mediciones obtenidas, llevando así una gran parte del proceso que implica la modelación.

Referencias Bibliográficas

- Abreu, J; Parra, C; Molina, E. (2012) El Rol de las preguntas de investigación en el método científico. [Archivo en pdf].
[http://www.spentamexico.org/v7-n1/7\(1\)169-187.pdf](http://www.spentamexico.org/v7-n1/7(1)169-187.pdf)
- Abril, M. P. (2003). La investigación sobre la propia práctica como escenario de cambio escolar. *Pedagogía y saberes*, (18), 70-74.
<https://doi.org/10.17227/01212494.18pys70.74>
- Agudelo, D. (2015). La modelación matemática a través de las TIC para la enseñanza de la solución de los sistemas de dos ecuaciones lineales con dos incógnitas en el grado noveno, un estudio de caso. Universidad Nacional de Colombia.
<http://bdigital.unal.edu.co/52384/1/71360571.2015.pdf>
- Albertín Carbó, P. (2007). La formación reflexiva como competencia profesional. Condiciones psicosociales para una práctica reflexiva. El diario de campo como herramienta. *Revista de Enseñanza Universitaria*, 30, 7-18.
<https://idus.us.es/handle/11441/55274>
- Arias, C., Leal, L. & Organista, M. (2011). La modelación de la variación, un análisis del uso de las gráficas cartesianas en los libros de texto de biología, física y química de secundaria. Universidad del Valle.
http://revistaambiente.univalle.edu.co/index.php/revista_de_ciencias/article/view/520/642
- Balliache, D. (2006) El problema de investigación y su delimitación. Documento de trabajo. [Archivo en pdf]
http://www.unsj.edu.ar/unsjVirtual/comunicacion/seminarionuevastechnologias/wp-content/uploads/2015/06/01_Planteo-del-problema-SI.pdf

Baquero Másmela, P. (2006). *Práctica Pedagógica, Investigación y Formación de Educadores*.

Tres concepciones dominantes de la práctica docente. *Actualidades Pedagógicas*, (49), 9-22.

https://www.researchgate.net/publication/237043087_Practica_Pedagogica_Investigacion_y_Formacion_de_Educadores_Tres_concepciones_dominantes_de_la_practica_docente

Beillerot, J., Blanchard, C. y Mosconi, N. (1998). *Saber y relación con el saber*. Buenos Aires: Paidós.

Bonilla, E., y Rodríguez, P. (2000). *Más allá del dilema de los métodos. La investigación en ciencias sociales*. Bogotá, Universidad de los Andes: Grupo Editorial Norma.

Bunge, M. (1959). *La ciencia. Su método y su filosofía*.

https://users.dcc.uchile.cl/~cguierr/cursos/INV/bunge_ciencia.pdf

Corbetta, P. (2003) *Metodología y Técnicas de Investigación social*.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7081403>

Del Moral, A. (s.f.). *Principios y estándares para la educación matemática del National Council of Teachers of Mathematics* (traducción al castellano de la versión americana).

https://www.edu.xunta.gal/centros/cafi/aulavirtual2/pluginfile.php/16164/mod_resource/content/0/ANA_VIDAL/Principios_y_estandares.pdf

Fonseca, C., Pereira, A. y Casas, J. (2011). Una herramienta para el estudio funcional de las matemáticas: los Recorridos de Estudio e Investigación (REI). *Educación Matemática*, vol. 23, núm. 1.

<http://www.scielo.org.mx/pdf/ed/v23n1/v23n1a5.pdf>

Freire, P. (1997). *Pedagogía de la autonomía: saberes necesarios para la práctica educativa*. siglo XXI.

https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=OYK4bZG6hxC&oi=fnd&pg=PA23&dq=%E2%80%9Cpedagog%C3%B3g%C3%ADa+de+la+autonom%C3%ADa+&ots=f7CewYjjIU&sig=6ZKZl2R_l4tjsQNwdY3HW9Mt0EQ

Fundación Gabriel Piedrahita Uribe (FGPU). (2001). Estándares básicos de competencias en matemáticas. Recuperado el 18 de octubre de 2014, de Eduteka:

<http://www.eduteka.org/pdfdir/MENEstandaresMatematicas2003.pdf>

Galeano, A., Preciado, G., Carreño, J., Aguilar, L. y Espinosa, O. (2017). ¿Qué es un modelo pedagógico?

<https://www.magisterio.com.co/articulo/que-es-un-modelo-pedagogico>

García, M. (2011). Evolución de actitudes y competencias matemáticas en estudiantes de secundaria al introducir Geogebra en el aula. Universidad de Almería.

<http://funes.uniandes.edu.co/1768/2/Garcia2011Evolucion.pdf>

Herrera, M. (2011). Problemas del Entorno Aplicando Metodología de Investigación. Pág.18-24.

[http://aulas.uniminuto.edu/mdl_201750/pluginfile.php/971356/mod_label/intro/LIBRO METODOLOGIA DE INVESTIGACION.pdf](http://aulas.uniminuto.edu/mdl_201750/pluginfile.php/971356/mod_label/intro/LIBRO_METODOLOGIA_DE_INVESTIGACION.pdf)

Huapaya, E. (2012). Modelación usando función cuadrática: experimentos de enseñanza con estudiantes de 5to de secundaria. Pontificia Universidad Católica Del Perú.

https://www.researchgate.net/profile/Enrique_Huapaya_Gomez/publication/296637710_MODELACION_USANDO_FUNCION_CUADRATICA_EXPERIMENTOS_DE_ENSEANZA_CON_ESTUDIANTES_DE_5TO_DE_SECUNDARIA/links/56d6fe8208aeb_e4638af09d3/MODELACION-USANDO-FUNCION-CUADRATICA-EXPERIMENTOS-DE-ENSEANZA-CON-ESTUDIANTES-DE-5TO-DE-SECUNDARIA.pdf

- Martínez, L. (2007). La observación y el diario de campo en la definición de un tema de investigación. *Revista perfiles libertadores*, 4(80), 73-80.
https://www.academia.edu/download/34712308/9_La_observacion_y_el_diario_de_Campo_en_la_Definicion_de_un_Tema_de_Investigacion.pdf
- MEN, (2001). Estándares básicos de competencias en matemáticas.
<http://www.eduteka.org/pdfdir/MENEstandaresMatematicas2003.pdf>
- Pérez Orozco, C. (2016). Módulo del curso de Metodología y Técnicas de Investigación. Cundinamarca, 155. Lección 7.
<http://hdl.handle.net/10596/8927>
- Porlán Ariza, R. (2008). El diario de clase y el análisis de la práctica. *Averroes. Red Telemática Educativa de Andalucía*, 8 p.
<https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/25448/EI%20Diario%20de%20clase%20y%20el%20an%c3%a1lisis%20de%20la%20pr%c3%a1ctica..pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rodríguez, R. (2010). Aprendizaje y enseñanza de la modelización: caso de las ecuaciones diferenciales.
<https://core.ac.uk/download/pdf/157765303.pdf>
- Roumieu, S. (2014). La importancia de las funciones en la formulación de modelos matemáticos utilizando tecnología: implementación del modelo 1 a 1. Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación.
<https://www.oei.es/historico/congreso2014/memoriactei/874.pdf>
- Russi, O. A. I. (2010). Saber pedagógico y saber disciplinar ¿Convergencia o Divergencia? *Paideia Surcolombiana*, (15), 100-106.
<https://doi.org/10.25054/01240307.1094>

Salinas, P. y Cárdenas, M. (2009). Métodos de Investigación social.

<https://biblio.flacsoandes.edu.ec/catalog/resGet.php?resId=55376>

Sampieri, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). Metodología de la investigación.

<http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>

Suárez, L. (2014). Modelización _ graficación para la matemática escolar.

<http://www.editdiazdesantos.com/wwwdat/pdf/9788499696140.pdf>

Torres, A. y Cendales, L. (2017). La sistematización como práctica formativa e investigativa.

Pedagogía Y Saberes, (26), 41.50.

<https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/PYS/article/view/6837>

Vásquez y Fernández. (2008). La experiencia pedagógica: un espacio de reflexión. Utp. Facultad de ciencias de la educación. Colombia.

<http://www.utp.edu.co/educacion/raton/antes/Miraton8/articulos/experiencia.pdf>

Villa-Ochoa, J. (2010). La Modelación Matemática en el currículo. Elementos para la discusión.

<http://funes.uniandes.edu.co/907/>

Villa Ochoa y Jaramillo, C. (2011). Sense of a reality through mathematical modelling, trends in teaching and learning of mathematical modelling.

https://www.researchgate.net/publication/229072445_Sense_of_Reality_Through_Mathematical_Modelling

Anexos

Anexo 1: Registros fotográficos:

Actividad 1:

https://drive.google.com/file/d/1TNvaXcF2w-cvs_0lhHI9CIGOwmAtSAZz/view?usp=sharing

Actividad 2:

<https://drive.google.com/drive/folders/1f4ppc4GcvqhWrq8-udQ-UY3B3B2OkmJ-?usp=sharing>

https://drive.google.com/drive/folders/1MOCULOc2wI3SDIcw_6U7Jpd8VFYGO5_p?usp=sharing

Actividad 3:

<https://drive.google.com/drive/folders/1la11EAf8HX-g7sY2b4V2tPHQ8RE0ggME?usp=sharing>

Anexo 2: Consentimientos informados:

<https://drive.google.com/drive/folders/1uy-TZ0ileqWRaiYtP2hfnLqcUtdp30r3?usp=sharing>

Anexo 3: Videos explicativos de los momentos de la secuencia didáctica:

Video 1: <https://youtu.be/YW5a-UUSASU>

Video 2: <https://youtu.be/C1CxL2Idt7w>

Video 3: <https://youtu.be/iS213KN80tc>

Video 4: <https://youtu.be/YW9sVQIt-Z8>

Video 5: https://youtu.be/UW3V_VrFncK

Anexo 4: Secuencia didáctica

<https://drive.google.com/drive/folders/1wbBpFwv9uFYHjwRWN5RTys7OAzSKcP33?usp=sharing>