

## Microlearning Como Estrategia Para una Educación Asincrónica

Enrique Mateus-Nieves

ORCID iD (0000-0002-0500-7450)

Edwin Moreno Moreno

ORCID iD (0000-0003-4372-9283)

Universidad Externado de Colombia

*jeman124@gmail.com;*

*enrique.mateus@uexternado.edu.co*

*edwinuptc@yahoo.es;*

*edwin.moreno03@est.uexternado.edu.co*

**Resumen:** *En esta experiencia de aula se buscó innovar los procesos de enseñanza y de aprendizaje de las matemáticas con un grupo de estudiantes de secundaria (grado noveno) que aprenden a identificar procesos de variación, covariación entre magnitudes, independencia y dependencia entre variables e identificar las funciones como una relación entre dos cantidades, elementos clave para el aprendizaje del cálculo infinitesimal. La experiencia es de tipo descriptivo con un muestreo no probabilístico por conveniencia, desarrollado desde un ambiente virtual de aprendizaje; como estrategia pedagógica se usó microlearning. Destacándose el desarrollo de contenidos ofimáticos, competencias para interpretar, conocer y representar funciones a partir de situaciones cotidianas que involucran relación entre magnitudes.*

**Palabras clave:** *Funciones, Microlearning, Tics.*

## Microlearning as a Strategy for an Asynchronous Education

**Abstract:** *This classroom experience sought to innovate the processes of teaching and learning mathematics with a group of secondary school students (ninth grade) who learn to identify processes of variation, covariation between magnitudes, independence and dependence between variables and identify functions as a relationship between two*

*quantities, key elements for learning infinitesimal calculus. The experience is descriptive with a non-probabilistic sampling by convenience, developed from a virtual learning environment; microlearning was used as a pedagogical strategy. The development of office automation content and skills for interpreting, understanding and representing functions based on everyday situations involving relationships between magnitudes were emphasized.*

**Keywords:** *Functions, Microlearning, Tics.*

## 1. INTRODUCCIÓN

La tecnología es una herramienta que por sí sola no crea, ni almacena, ni difunde conocimiento y por tanto no sirve para hacer ninguna gestión de este, si no se tienen en cuenta factores relativos a las personas y a las interacciones que se dan entre éstas (Alcoba & Sélles, 2014). Dicha tecnología ha implementado como herramienta el aprendizaje electrónico o eLearning, para capacitar y educar a través de Internet. En los últimos años el eLearning ha desarrollado nuevas metodologías como el microlearning «información comprimida en pequeñas cápsulas digitales de aprendizaje», muestran que permite adquirir conocimientos de forma rápida y con resultados efectivos.

Esta propuesta se desarrolla bajo el modelo educativo colombiano donde el abordaje del pensamiento variacional está presente tanto en primaria como en secundaria, no obstante, los resultados de las pruebas internas y externas asociadas al componente del pensamiento variacional muestran que los estudiantes de grado noveno de un establecimiento educativo, de carácter público estatal en la ciudad de Bogotá, donde se realizó esta experiencia, presentan dificultades para: modelar<sup>1</sup> situaciones matemáticas que involucran el uso de variables; identificar la dependencia o independencia entre variables; cuándo cambia una en función de otra; si están directa o inversamente relacionadas; así como, interpretar los diferentes registros de representación (gráfico, tabular, simbólico y lenguaje natural). De ahí el interés de los profesores de matemáticas en preocuparnos en buscar alternativas que den respuesta satisfactoria en miras a superar dichas dificultades, se decidió innovar el proceso de enseñanza desde el diseño e implementación de un ambiente virtual de aprendizaje (AVA) para la enseñanza de funciones.

La metodología implementada en el diseño del AVA fue el uso de microlearning, como herramienta para un aprendizaje continuo que precisa de alto grado de efectividad en sus acciones formativas. Este sistema permitió adecuar el proceso de formación matemática, facilitando medir su efectividad de manera casi instantánea. Se trabajó el microlearning bajo la premisa de “menos es más”, buscando aportar mayor calidad de contenidos en el menor tiempo posible. Esto porque observamos a los estudiantes cómo a través de las redes sociales e internet, acceden a nuevos contenidos. Notamos que las

---

1. En este trabajo modelar constituye una estructura análoga de un mundo real o situación imaginaria, evento o proceso que una persona construye en la mente al razonar. En otras palabras, representar o mostrar ideas y relaciones (en este caso matemáticas mediante objetos, ilustraciones, gráficas, ecuaciones, entre otros). (Moreira & Rodriguez, 2002)

nuevas generaciones han venido modificando los métodos de aprendizaje, prefiriendo contenidos cortos y precisos que transmitan una idea clara y concisa, frente a los largos textos o libros a los que estábamos acostumbrados. Lo que a nuestra generación nos tomó días aprender, hoy las nuevas generaciones lo hacen en minutos, por lo que implementar el microlearning como técnica para capacitar y formar en matemáticas, desde el uso de formatos multimedia, fue ideal para generar este tipo de contenido: Tips, vídeos cortos, interactivos, dinámicos, donde les hablamos sobre temas matemáticos específicos: variación, covariación y funciones reales.

El Ministerio de Educación Nacional (MEN) de Colombia, presenta dos retos para la enseñanza de las matemáticas: enseñar para ser matemáticamente competentes<sup>2</sup> e incorporar TICs al currículo en los diferentes niveles de formación. Plantea que “las competencias matemáticas no se alcanzan por generación espontánea, sino que requieren de ambientes de aprendizaje enriquecidos por situaciones problema significativas y comprensivas que posibiliten avanzar a niveles de competencia más y más complejos” (MEN, 2006, p. 49). Reconocemos que los espacios virtuales de aprendizaje favorecen ese propósito gracias a las ventajas que presenta el uso de recursos digitales y las posibilidades flexibles de las plataformas actuales; sin embargo, observamos que se piensa poco en el componente pedagógico toda vez que se centra la atención, casi de forma exclusiva, a los elementos de orden tecnológico.

## **2. MARCO DE REFERENCIA**

Se fundamentó esta experiencia en dos ejes teóricos 1) Niveles de razonamiento covariacional citados en Mateus-Nieves & Moreno (2021), propuestos por Carlson, Jacobs, Coe, Larsen & Hsu (2003). 2) mediados tecnológicamente por un Ambiente Virtual de Aprendizaje Adaptativo.

### **2.1. Razonamiento covariacional**

Mateus-Nieves & Moreno (2021) citan la teoría de la covariación de Kelley de 1967, estableciendo que, cuando existen diferentes acontecimientos que pueden ser la causa desencadenante de un mismo hecho, sólo los que se demuestre que se relacionan de forma consistente con él a lo largo del tiempo, serán considerados como causa del acontecimiento. De ahí que, es posible entender la covariación como la información de múltiples observaciones (relación entre dos o más variables).

---

2. Esto es para el MEN (2006): “concebir el abordaje de procesos generales (formular y resolver problemas; modelar procesos y fenómenos de la realidad; comunicar; razonar, y formular comparar y ejercitar procedimientos y algoritmos) que redunden en el desarrollo de competencias matemáticas definidas, pues ser matemáticamente competente requiere ser diestro, eficaz y eficiente en el desarrollo de cada uno de esos procesos generales, en los cuales cada estudiante va pasando por distintos niveles de competencia.” (p. 56).

Carlson et al., (2003) trabajan sobre la importancia de modelación de relaciones funcionales para la interpretación de modelos de eventos dinámicos y para la comprensión de los conceptos principales del cálculo. Proponen un marco conceptual para el estudio del razonamiento covariacional, incorporando cinco acciones mentales y cinco niveles. Con base en las acciones mentales (mostradas en la tabla 1), clasifican a los estudiantes en niveles de acuerdo con la imagen global que parece sustentar las varias acciones mentales que esa persona exhibe en el contexto de un problema o tarea propuesto.

Tabla 1. Acciones mentales del marco conceptual para la covariación

<b>Acción mental</b>	<b>Descripción de la acción mental</b>	<b>Comportamiento</b>
AM1	Coordinación del valor de una variable con los cambios en la otra	Designación de los ejes con indicaciones verbales de coordinación de las dos variables (e.g., $y$ cambia con cambios en $x$ ).
AM2	Coordinación de la dirección del cambio de una variable con los cambios en la otra variable.	Construcción de una línea recta creciente. Verbalización de la consciencia de la dirección del cambio del valor de salida mientras se consideran los cambios en el valor de entrada.
AM3	Coordinación de la cantidad de cambio de una variable con los cambios de la otra.	Localización de puntos/construcción de rectas secantes. Verbalización de la consciencia de la cantidad de cambio del valor de salida mientras se consideran los cambios en el valor de entrada.
AM4	Coordinación de la razón de cambio promedio de la función con los incrementos uniformes del cambio en la variable de entrada.	Construcción de rectas secantes contiguas para el dominio. Verbalización de la consciencia de la razón de cambio del valor de salida (con respecto al valor de entrada) mientras se consideran los incrementos uniformes del valor de entrada.
AM5	Coordinación de la razón de cambio instantánea de la función, con los cambios continuos en la variable independiente para todo el dominio de la función	Construcción de una curva suave con indicaciones claras de los cambios de concavidad. Verbalización de la consciencia de los cambios instantáneos en la razón de cambio para todo el dominio de la función (los puntos de inflexión y la dirección de las concavidades son correctos)

Fuente: Mateus-Nieves & Moreno (2021, p. 123).

Estas acciones mentales están relacionadas con el grado de evolución que muestra el estudiante al desarrollar tareas que implican covariación. Dichas acciones mentales están planteadas en orden ascendente de complejidad, para nuestro caso consideramos: identificación de variables; determinar cuál es independiente y cuál dependiente; determinar

el valor de una variable con relación a los cambios de la otra; determinar cambio y cantidad entre variables; definir cuál es la función que relaciona las variables, y plantear el tipo de función que representa.

## 2.2. Niveles de razonamiento covariacional

Mateus-Nieves & Moreno (2021, p. 116) plantean que “los estudiantes deben ser capaces de analizar patrones de cambio en varios contextos, ligado a cómo los estudiantes interpretan y construyen enunciados”. Para determinarlo establecen cinco niveles de desarrollo de las imágenes de covariación, (tabla 2); estos niveles están planteados en términos de acciones mentales sustentadas por cada imagen. Asocian este concepto al conjunto de habilidades de raciocinio y conceptualización que se involucran en la comprensión de fenómenos dinámicos. Identifican los procesos cognitivos involucrados en el desarrollo del razonamiento covariacional y establecen un marco para la construcción de imágenes, que incluyen acciones mentales incidentes en la interpretación y representación de las funciones asociadas a dichos eventos. Cuando un estudiante interactúa en una situación particular donde dos variables cambian, una dependiendo de los resultados de la otra, se hace complejo determinar lo que están pensando sobre la situación, de ahí que los comportamientos que observamos en ellos se convierten en elementos para saber a qué acción mental se encuentra asociado dicho comportamiento.

Tabla 2. Marco conceptual para los niveles de la covariación

Niveles	Características
Nivel 1 (N1) Coordinación	Nivel de coordinación, las imágenes de la covariación pueden sustentar la acción mental de coordinar el cambio de una variable con cambios en la otra variable (AM1).
Nivel 2 (N2) Dirección	Nivel de dirección, las imágenes de la covariación pueden sustentar a las acciones mentales de coordinar la dirección del cambio de una de las variables con cambios en la otra. Las acciones mentales identificadas como AM1 y AM2 son sustentadas por imágenes de N2.
Nivel 3 (N3) Coordinación cuantitativa	Nivel de coordinación cuantitativa, las imágenes de covariación pueden sustentar a las acciones mentales de coordinar la cantidad de cambio en una variable con cambios en la otra. Las acciones mentales identificadas como AM1, AM2 y AM3 son sustentadas por imágenes de N3.
Nivel 4 (N4) Razón promedio	Nivel de la razón promedio, las imágenes de covariación pueden sustentar a las acciones mentales de coordinar la razón de cambio promedio de una función con cambios uniformes en los valores de entrada de la variable. La razón de cambio promedio se puede descomponer para coordinar la cantidad de cambio de la variable resultante con los cambios en la variable de entrada. Las acciones mentales identificadas como AM1 hasta AM4 son sustentadas por imágenes de N4.

Niveles	Características
Nivel 5 (N5). Razón instantánea	Nivel de la razón instantánea, las imágenes de covariación pueden sustentar a las acciones mentales de coordinar la razón de cambio instantánea de una función con cambios continuos en la variable de entrada. Este nivel incluye una consciencia de que la razón de cambio instantánea resulta de refinamientos más y más pequeños en la razón de cambio promedio. Las acciones mentales identificadas como AM1 hasta la AM5 son sustentadas por imágenes de N5.

Fuente: Mateus-Nieves & Moreno (2021, p. 123)

Desde estos niveles de Razonamiento covariacional es posible evidenciar el grado de pensamiento covariacional desarrollado por el alumno, considerando que cada nivel se va alcanzando de acuerdo con el grado de superación de las acciones mentales mostradas por el estudiante.

### 2.3. Ambientes Virtuales de Aprendizaje Adaptativo

En Mateus-Nieves & Chala (2021) se plantea que los avances tecnológicos han facilitado el acceso a los datos, la comunicación interpersonal y la difusión de todo tipo de información; pero ha dificultado la forma de dilucidar la información pertinente para la acción que genera el conocimiento. Lo que nos permite inferir que estamos en la era del conocimiento y a la vez de la infoxicación,<sup>3</sup> resaltamos que la tecnología debe ser considerada siempre un medio y no un objetivo final, de ahí que, los aspectos didácticos basados en herramientas tecnológicas se materializan en modelos alternativos de formación, como el eLearning con amplia difusión, ejemplo: los MOOC (Cursos en Línea Abiertos y Masivos, por sus siglas en inglés), que son una modalidad de aprendizaje flexible «los participantes pueden acceder desde cualquier lugar, momento, y avanzar a su propio ritmo». Durante la fase uno de esta experiencia, de exploración, encontramos un crecimiento exponencial de las plataformas que ofrecen MOOC; sin embargo, en algunas se desconoce que los eLearning cuentan con estándares asociados a dos componentes principales: 1) Las plataformas, tecnologías de la información y comunicación y 2) Los contenidos.

Mateus-Nieves, Buitrago & Feria (2021), citando algunos aportes de Biscay en 2005, indican que las plataformas y tecnologías de la información y comunicación deben cumplir con los siguientes criterios vinculados al estándar SCORM<sup>4</sup>: 1) Interoperabilidad, ofrecer la capacidad de exhibir contenidos independientemente de quién y

3. El término infoxicación fue acuñado por Alfons Cornella en 1996. Proviene del inglés Overload y consiste en delimitar la situación de exceso informacional en la que se tiene más información para procesar de la que humanamente es posible tratar, y, como consecuencia, brota la ansiedad.

4. SCORM (Sharable Content Object Reference Model, traducido como: Modelo Referenciado de Objetos de Contenido Compartible). Incluye un conjunto de estándares y especificaciones que permite crear

cómo fueron creados. Producir contenidos independientemente de la plataforma en la cual serán incorporados. 2) Reusabilidad. enfocada en disminuir los tiempos de producción y aumentar la calidad de los contenidos. 3) Trazabilidad. Capacidad de registrar y hacer seguimiento a cada usuario y al contenido al que accede. 4) Accesibilidad, los contenidos necesarios estén al alcance en todo momento y puedan ser accedidos desde cualquier lugar a través los dispositivos disponibles. 5) Resiliencia. Principio destinado a impedir la obsolescencia tecnológica de los contenidos y de los estándares. En otras palabras, de adaptabilidad. 6) Escalabilidad. Posibilidad de crecer sistemáticamente en contenidos, materiales, funcionalidad y usuarios. Con relación a los contenidos, plantea que estos deben tener al menos las siguientes características: 1) Calidad de los objetos de aprendizaje, 2) Pertinencia. La adecuación de los contenidos y la conveniencia de los mismos. 3) Orientación al usuario. Satisfacción de los requisitos, las expectativas y las necesidades de los usuarios. Relacionando usuario con (gestores, personal, profesores) y externo (alumnos, sociedad en general).

Bajo este panorama, se asume la definición de Mason, Weller & Pegler (2003, p. 56), de un objeto virtual de aprendizaje (OVA) como: “una pieza digital de material de aprendizaje que direcciona a un tema claramente identificable y que tiene el potencial de ser reutilizado en diferentes contextos” pensados como elementos que conforman el AVA. Por ello, incluimos a la definición el medio de difusión, es decir que el objeto de aprendizaje pueda ser difundido a través de múltiples medios: ordenadores, tabletas, televisores y/o teléfonos inteligentes. Dado que, con la masificación de las tecnologías móviles, los objetos virtuales se han venido adaptando hacia fragmentos cortos pero concretos que sean capaces de explicar en su integralidad un concepto; Arshavskiy (2019) lo define como *microlearning*<sup>5</sup>.

Encontramos que las tecnologías que admiten MOOC, también admiten *microlearning*, (módulos cortos, con contenido del curso y actividades de aprendizaje completas encapsuladas en paquetes de cinco a diez minutos), lo que implica entregar contenido y realizar actividades de aprendizaje en pequeños fragmentos, «anuncios por correo electrónico, paneles de cursos y plataformas integradas de redes sociales». En la tabla 3 mostramos algunas ventajas de usar *microlearning*.

Tabla 3. Ventajas de usar *microlearning*

Ventaja	Descripción
Facilita la formación	Mediante pequeñas píldoras de información o vídeos reducidos se aumenta en gran medida la atención e interés de los estudiantes, más que con los métodos tradicionales escritos.
Mayor retención de los conocimientos	Gracias a las nuevas técnicas y recursos de formación que se aplican con el <i>microlearning</i> , el alumno permanece más atento e incorpora conocimientos con mayor rapidez.

objetos pedagógicos estructurados, con objetivos fundamentales de facilitar la portabilidad de contenido de aprendizaje, poder compartirlo y reusarlo.

5. El *microlearning* es una estrategia que basa el aprendizaje a partir de micro contenidos (micro media).

Ventaja	Descripción
Justo a tiempo	Se puede acceder a la formación en cualquier momento. De esta forma se puede conseguir cubrir sus necesidades de aprendizaje de los estudiantes, evitando las limitaciones de tiempo que tienen los cursos de formación presenciales.
Accesible en múltiples dispositivos	Un plus del micro aprendizaje es que puede diseñarse de tal forma que sea posible visualizar en múltiples dispositivos como móviles, tablets, ordenadores... etc.
Ahorro de tiempo en formación	Los estudiantes dedican menos tiempo en el proceso de aprendizaje que a un curso presencial. Los contenidos de un curso microlearning son cortos y concisos, ocupando al estudiante unos pocos minutos al día. Teniendo en cuenta la vida que llevamos, esta fórmula se considera un gran avance para los alumnos que desean tener conocimientos rápidamente y que no les lleve mucho tiempo adquirirlos.
Motivador	Los cursos de microlearning están divididos en diferentes fases o módulos que tienen que ir superando para finalizar el curso. Al superar progresivamente estos módulos, el estudiante se auto motiva para no dejar el curso y finalizarlo. Esto consigue engancharlo de tal forma que disfruta con el proceso y le incentiva para seguir aprendiendo, incluso le anime a realizar nuevos cursos.

Fuente: Mateus-Nieves & Chala (2021, p. 46160).

El objetivo principal de esta tendencia educativa es que los estudiantes adquieran las habilidades necesarias para asimilar la información, reflexionen sobre la misma y logren aplicarla. De ahí que el microlearning es una manera diferente de aprender, fragmenta los contenidos didácticos para alcanzar determinadas competencias. Este aprendizaje se crea en pequeños pasos que al alcanzarse unos con otros, crea un conocimiento complejo y profundo. Caracterizándose porque es posible realizarlo en corto tiempo y en cualquier lugar sin depender de espacios físicos ni de sistemas tradicionales. Para el estudiante actual resulta cómodo y eficiente. Compártimos la posición de Mora & Bejarano (2016) cuando plantean que no todas las prácticas mediadas por las tecnologías pueden ser consideradas educativas *per se*, ya que una acción educativa requiere planeación, coordinación y evaluación de la actividad en sí misma y de los resultados obtenidos. Un entorno virtual se considera de aprendizaje cuando se piensa en un marco pedagógico soportado por un modelo, enfoque o intención formativa.

### 3. METODOLOGÍA

La experiencia se aborda desde el enfoque cualitativo, usando la investigación-acción como “una forma de indagación realizada por el profesorado para mejorar sus acciones docentes y que posibilita revisar su práctica a la luz de evidencias obtenidas” Latorre (2003, p. 5). Se adelantó la experiencia con una población de 120 estudiantes de secundaria (grado

noveno, a cada uno se le asignó un número, del 1 al 120, para luego poder identificarlos y hacer seguimiento), que pertenecen a una institución de carácter público estatal en la ciudad de Bogotá. Se utilizó un muestreo no probabilístico por conveniencia caracterizado por estudiantes seleccionados que están fácilmente disponibles y porque sabemos pertenecen a la población de interés. La experiencia se ejecutó en tres momentos: 1) Exploración y análisis de infraestructura: determinamos las posibilidades y limitaciones que supone la implementación de un entorno digital escolar en la institución. Se caracterizó la muestra en cuanto a competencias digitales y se definieron los recursos humanos y tecnológicos necesarios comparados con la infraestructura que la institución escolar ofrecía. 2) Intervención: se diseñó e implementó un AVA. 3) Se evaluó la experiencia.

La metodología propuesta implicó, además de identificar, caracterizar herramientas y estrategias para la enseñanza de las funciones utilizando las TIC, el planteamiento de un modelo pedagógico de base, que respondiera a las preguntas: ¿qué tópicos relacionados con la funciones vale la pena comprender? ¿qué aspectos de esos tópicos deben ser comprendidos por los estudiantes? ¿cómo se puede promover la comprensión de dicho contenido? y ¿cómo se puede averiguar qué comprenden y qué aprenden los estudiantes? Para el caso particular de esta propuesta, se reitera la importancia de no pensar, exclusivamente en los recursos tecnológicos, sino que de manera simultánea, se prestara atención a los aspectos pedagógicos que permitan presentar situaciones particulares que faciliten a los investigadores identificar las acciones mentales que los estudiantes asumen ante la situación propuesta y de acuerdo a la acción identificada, describir la forma como el estudiante razona covariacionalmente al enfrentarse a situaciones de variación «identificación del nivel de covariación».

#### **4. DESCRIPCION DE LA EXPERIENCIA**

Inicialmente exploramos diversas plataformas «Miriada X, Google interactive, Moodle, Future learn», y elegimos a Moodle porque se consideró permite desarrollar un proceso de enseñanza adaptativo, de manejo intuitivo y de fácil acceso para los estudiantes, dada la edad de formación que tienen y el nivel de acceso en horarios extraescolares, desde sus ordenadores o smartphone. Se validó la información con la población en miras de seleccionar la muestra desde un dialogo participante, que permitio establecer un marco ético, que permitiera que la información recogida fuera segura y confiable. Se encontró que mas del ochenta por ciento de la población usa smartphone, pero solo un cincuenta por ciento tiene algun plan de datos para acceso a internet, de ahí que para la selección de la muestra consideramos entre las opciones esa facilidad para acceder a la web en cualquier momento; también que el estudiante tuviera disponibilidad y quisiera participar de la experiencia, además que tuviera ciertas características que diferenciamos en tres aspectos: 1) que se le dificulte aprender matemáticas, 2) que tenga mediana habilidad para aprender matemáticas, y 3) que le gusten las matemáticas, bien sea porque se destaca en el aprendizaje de las mismas o bien porque considera son una ciencia y a la vez una herramienta para la vida que le motivan su estudio y aprendizaje. De ahí que se eligió una muestra de 50 estudiantes de grado noveno pertenecientes a diferentes grupos (901, 902, ... 905).

Se creó un ambiente virtual de aprendizaje (AVA) sobre la plataforma seleccionada, considerando los estándar SCORM «uso de la plataforma y contenidos»; entendido como un sistema de relaciones pedagógicas en el cual se persiguen objetivos de formación y de aprendizaje, en un entorno digital (web), desde una estructura flexible y de autonomía para el estudiante. El eje central para el diseño del AVA fueron los microlearning porque permiten dos factores fundamentales para su creación. 1) Facilita la conectividad de nuestros estudiantes desde los Smartphone. 2) Utilizamos micro Tips y micro vídeos como elemento de comunicación, debido a que las notas de campo recogidas en la primera fase, mostraron que la población está acostumbrada a usar las redes sociales para enterarse entre otras cosas de (noticias, farándula, novedades...) donde no les cuesta mucho mantener la atención sobre un texto y más si este es de varias páginas.

Para lograrlo fue necesario dividir la muestra en dos grupos de 17 estudiantes cada uno y un tercero con 16; capacitar a los tres profesores que nos ayudaron con la experiencia y que enseñan matemáticas en grado noveno en el uso y manejo de la plataforma. Estos docentes encontraron novedosa la implementación de microlearning como una forma diferente de enseñar y de aprender, porque los contenidos se presentaron como actividades «retos» que debían superarse para subir de “nivel” y recibir una etiqueta «cinturón de diferente color»; la Figura 1 muestra parte de esta estructura. Los contenidos fueron fragmentados didácticamente para alcanzar las competencias establecidas por el MEN: Tips con actividades puntuales para permitir al estudiante interpretar y representar diversas situaciones que involucran el uso de variables, identificar cuáles de ellas son independientes y cuales dependientes; Tips y micro videos con actividades puntuales para formular y ejecutar acciones que las involucren. Finalmente, Tips con actividades puntuales que invitan a los estudiantes a argumentar las acciones adelantadas conducentes a la construcción de funciones matemáticas. Todos estos actos requirieron en el equipo de profesores fomentar en el aula la observación y escucha activa, la toma y recopilación de datos a través de diarios de campo.

The image shows a screenshot of the AVA interface. At the top, there is a header 'MATERIAL DE APOYO'. Below this, there are several sections:

- Nivel 1 Cinturón Blanco:** A section with a blue and white icon. Text: 'Apreciados estudiantes este es primer nivel para afrontar el reto matemático de las variaciones. Al terminar este nivel seras cinturón blanco y podrás desarrollar habilidades para diferenciar las magnitudes y si dichas variables son concretas o continuas.' Below the text is a drawing of a white belt.
- Dudas e inquietudes:** A section with a blue and white icon. Text: 'En este espacio podrás escribir tus dudas y comentarios.'
- Ticket de salida:** A section with a blue and white icon. Text: 'Después de haber aprobado el nivel de cinturón blanco contesta las siguientes preguntas.'
- Nivel 2 Cinturón Verde:** A section with a green and white icon. Text: 'Restricción No disponible hasta que: La actividad Nivel 1 Cinturón Blanco está realizada y superada. Después de logrado el cinturón blanco, te espera el cinturón verde. Eso da cuenta de tu gran nivel. El reto ahora es ....' Below the text is a drawing of a green belt.
- Ticket de salida:** A section with a blue and white icon. Text: 'Después de haber aprobado el nivel de cinturón blanco contesta las siguientes preguntas: 1. ¿Cuál fue el error que más cometiste a lo largo de la lección?'
- Pantallazo de ubicación en el plano:** A section with a blue and white icon.

On the right side of the interface, there are two numbered questions:

1. ¿Que es lo más importante que aprendiste hoy?
2. ¿Que ventajas y/o desventajas encontraste al realizar las actividades de manera virtual?

Figura 1. Diseño estructura del AVA

Pensando en la componente pedagógica del AVA se buscó responder a las preguntas planteadas en la metodología desde una serie de pequeñas actividades «implementación de microlearning», conducentes a que la plataforma fuera adaptativa para los estudiantes, permitiendo observar que los alumnos accedían a contenidos de acuerdo con el avance que mostraba cada uno. Con relación a la calidad de los objetos de aprendizaje, las actividades interactivas se enfocaron en concientizar a los estudiantes sobre los fenómenos de variación, para ello, usamos Tips que les permitieran observar, interpretar, interactuar y analizar diversas situaciones de cambio entre dos magnitudes, para algunos usamos microvideo, en otros usamos applets de Geogebra online «algunos explicativos, otros mostrando las situaciones planteadas». Tips con los contenidos a aprender «identificación de: cantidades cambiantes, variables». Tips con actividades específicas de análisis, interpretación, deducción «dependencia e independencia entre variables». Tips para identificar los medios de interacción «cuantificación de la variación». Recursos «videos que mostraban la situación puntual planteada, tablas de valores que debían diligenciar, gráficos que debían realizar en el plano cartesiano utilizando diferentes colores, uno por cada variable identificada». Por cuestión de espacio, más adelante mostraremos algunas de las situaciones planteadas. Con relación a la pertinencia, nos guiamos por los “servicios de comunicación” «foro interactivo para expresar sus sentimientos, avances, retrocesos, éxitos y fracasos en el desarrollo de las actividades propuestas»; elementos que nos permitieron triangular con lo observado por el equipo de profesores cuando trabajaron en el aula, los distintos registros relacionados con el tipo de acción mental e identificar el nivel que los estudiantes mostraban al enfrentarse a las situaciones que les mostraba el AVA.

Para el diseño de los micro contenidos consideramos los aportes de Posada & Villa-Ochoa (2006), quienes llaman la atención sobre la necesidad que estos converjan en elementos asociados a los sistemas de representación y la modelación matemática, dado que facilitan didácticamente la comprensión del concepto de función, en particular de la lineal, a partir del estudio de la variación. En las primeras actividades aplicadas a la población encontramos nivel N1 de comprensión «Coordinación», los que nos llevó a proponer que el estudio de las funciones comenzara por mostrar al estudiante acciones mentales que les permitiera identificar variables, determinar la independencia o dependencia entre ellas, coordinar el valor de una variable con relación a los cambios en la otra. Lo que nos llevó a plantear algunos Tips, ya no con funciones sino con situaciones que involucren procesos de variación. La intención principal fue buscar que los alumnos de la muestra identificaran las funciones como una relación entre dos cantidades de magnitud, cuya razón de cambio es constante cuando esta es lineal.

Se comenzó a aplicar desde el estudio sistemático de la noción de variación en diferentes escenarios de la vida cotidiana y de la misma matemática, ej.: llenado con agua de un recipiente; cambios de la temperatura en una ciudad determinada en diferentes épocas del año; costo de una llamada telefónica usando las tarifas de algunos planes de telefonía celular que los estudiantes tenían; costo de llamadas telefónicas a nivel regional, nacional e internacional, entre otras. Por cuestión de espacio únicamente mostramos el llenado con agua de un recipiente del laboratorio de química porque nos permite compartir fácilmente el tipo de acción mental que el estudiante muestra, el nivel de covariación y el tipo de competencia que el alumno va alcanzado. El recipiente era una

probeta de 500ml graduada, se les pidió calcular el tiempo que tarda en llenarse cuando se contempla la apertura de una llave del acueducto del mismo laboratorio. Con este ejercicio se buscó que los estudiantes identificaran cuáles variables estaban presentes, cuál era independiente y cuál dependiente. Buscamos que los alumnos determinaran que la variación implica la covariación y correlación de magnitudes cuantificadas numéricamente.

En la Figura 2 mostramos algunas apartados de texto icónico-verbal considerado en esta micro situación, donde el estudiante debía leer la información planteada en el enunciado mostrado, mirar el video donde se abría una llave para llenar con agua el recipiente desde dos momentos diferentes. En el primero, la llave estaba abierta en una determinada posición y demoraba mas tiempo en llenarse; en el segundo momento el recipiente se llenaba más rápido.

Nombre del estudiante \_\_\_\_\_  
Cuaderno de preguntas actividad inicial<sup>17</sup>

La figura muestra un recipiente que se está llenando. El liquido sale de una llave abierta según se desee, pero durante el llenado no se modifica la abertura de la llave, esto con el fin de permitir pasar la misma cantidad de liquido cada segundo.

Utilice la información proporcionada para contestar las preguntas que se formulan a continuación.

	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Altura del nivel de agua a medida que se va llenando el recipiente</li><li>2. Longitud del chorro de agua (la medida que va desde la boca del grifo o la llave hasta que desaparece porque hace contacto con el liquido que ya está en el recipiente)</li><li>3. Diámetro del recipiente</li><li>4. Cantidad de agua a medida que se va llenando el recipiente</li><li>5. Altura del recipiente</li><li>6. Tiempo transcurrido mientras va cayendo el liquido en el recipiente</li></ol>
---	---

Figura 2. Situación: Identificación de variables. (Fuente: Elaboracion propia)

Se buscó la posibilidad que los alumnos verbalizaran los procesos cognitivos alcanzados mediante entregables escritos, que debían subir al foro, donde se mostraba el proceso ejecutado y logrado; debían expresar los éxitos y fracasos en el proceso. Buscamos de esta manera que el estudiante asocie la naturaleza de los objetos matemáticos con su origen funcional y, a partir de esta funcionalidad, constituya los aspectos de representación y significado que configuran el objeto matemático. Se les sugirió hacer diversas representaciones que le permitieran expresar y usar el objeto. Esto porque el significado atiende a la interpretación del objeto. De ahí que, el conjunto de interpretaciones que el estudiante pueda asociar a un objeto por la funcionalidad que representa configurará su significado. Para ello se pidió hacer uso de diversos registros de representación, icónico-verbal, simbólico, tabular, algebraico, geométrico. Llevamos a la muestra a razonar si la situación cambiaba cuando cambiamos la probeta por un vaso de precipitado del mismo volumen; aquí, cambiamos la forma del recipiente pero las variables antes mencionadas se mantuvieron constantes.

La información recopilada en el foro triangulada con las notas de campo de los profesores y las de los investigadores, permitió identificar progreso en las acciones mentales de los estudiantes, pasó de la AM1 a la AM3, se identificó verbalización de la conciencia

de cambio en el llenado del recipiente con relación al tiempo empleado; así como identificar la razón de cambio entre magnitudes. Se logró que los estudiantes construyeran tablas de valores para hacer los registros; reconocieran que el cambio en la forma del recipiente no influye en las variables definidas ni en su dependencia o independencia. Lo que permite inferir que la muestra alcanzó nivel tres de coordinación cuantitativa, dado que fue capaz de sustentar las acciones mentales de coordinar la cantidad de cambio en una variable con relación a los cambios en la otra.

En este apartado la muestra manifestó dificultades para la construcción de gráficos apoyados en el software Geogebra on line, quizá por falta de manejo de los comandos del software a pesar que se les había dado inicialmente una capacitación sobre cómo hacerlo. Retroalimentamos las acciones a seguir para ejecutar los gráficos, ayudados de registros realizados en sus cuadernos, usando papel y lápiz. Se encontró que a través de estas actividades los estudiantes desarrollaron habilidades para interpretar cantidades como *variables*. Sin embargo, persisten algunas dificultades para representarlas en el plano cartesiano cuando usan lápiz y papel, persiste la confusión para ubicar las variables en los ejes del plano, esto porque les cuesta identificar cuál era la variable independiente, cuál la dependiente y el orden para ubicarlas en los ejes cartesianos; notaron la situación cuando comparaban su trabajo con el que se mostraba en el AVA. Lo que permitió ratificar la ubicación en un nivel tres «de coordinación cuantitativa», donde las imágenes de covariación sustentan las acciones mentales de coordinar la cantidad de cambio en una variable con cambios en la otra. La Figura 3 muestra la producción de los estudiantes E3 y E7 sobre esta situación.



Figura 3. Imágenes de los gráficos cartesianos realizados por E3 y E7 frente a situaciones de llenado de recipientes (Fuente: elaboración propia).

Por otro lado, al formalizar conceptos en clase, se encontró que al asignarle a los estudiantes una fórmula y solicitarles la asignación de valores para posteriormente realizar el gráfico en el plano cartesiano, identificaron fácilmente la variable independiente asignando el eje  $x$ , y a la dependiente el eje  $y$  del plano. Situación que permitió evidenciar dificultades en los estudiantes para establecer el orden de las coordenadas de los puntos en el plano cartesiano pues, en lugar de utilizar ese plano para trabajar en un espacio orientado de dos dimensiones, limitan su uso solo a la descripción de parejas de números negativos o positivos. Con relación a la graduación de ejes la mitad de

la muestra tomó los valores de la tabla obtenida y los ubicó directamente en el plano sin considerar una escala adecuada. En la Figura 4 se muestra la producción de los estudiantes E4 y E5. El primero toma los valores directamente del registro tabular y los ubica en el plano; sin embargo, indica los ejes adecuadamente, por su parte E5 ajusta la escala adecuadamente pero frente a la falta de espacio en el papel hace un salto en los últimos valores, ello incide en un gráfico impreciso. Para estos estudiantes fue necesario reforzar qué son las coordenadas absolutas, referidas a distancias al origen (0,0) del plano cartesiano, correspondiente a la intersección de los ejes  $x$  e  $y$ , que deben utilizarse cuando conocemos los valores de  $x$  e  $y$  precisos del punto. Por ejemplo, al introducir en el software (2,3) se determina un punto a 2 unidades en el eje  $x$  paralelo 3 unidades al eje  $y$ , conformando la pareja (2,3), situación que no contemplaban cuando trabajaron con lápiz y papel. De ahí la diferencia en los gráficos hechos a mano comparados con los que el software les presentaba.

A pesar de estas dificultades podemos ubicar a estos estudiantes ya en un nivel cuatro «razón promedio» dado que las imágenes de covariación sustentan las acciones mentales de coordinar la razón de cambio promedio de una función con cambios uniformes en los valores de entrada de la variable. En estos estudiantes se observó desarrollo de competencias para interpretar situaciones, ejecutar acciones y argumentarlas. Pero la competencia para representar sigue manifestándose débil cuando hacen ajustes inadecuados tanto, en la selección de los ejes del plano, como en escala usada en los mismos. Para estos estudiantes es fundamental resignificar la matemática no exclusivamente en la aplicación mecánica de conceptos, sino que ésta le sea funcional a través del diseño y modelación de situaciones específicas que requieran solucionar.

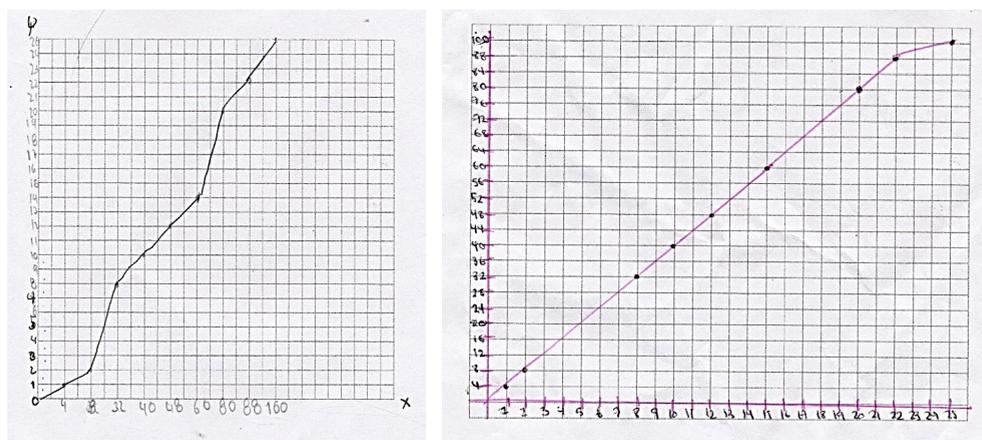


Figura 4. Imagen del gráfico cartesiano de E4 (izq.) y E5 (der.)

Las situaciones dinámicas propuestas permitieron a los estudiantes construir imágenes mentales de dos variables que cambian simultáneamente, considerando que dicho cambio está determinado por el cambio de una variable independiente que ocasiona el cambio de la otra, lo pudimos observar con las producciones del foro, por el tipo de producciones entregadas por los estudiantes decidimos replantearlo en dos

partes: foro general y foro de aprendizaje. En el primero presentaban comentarios, dudas, experiencias sobre cómo abordaban las situaciones; en el segundo presentaron las experiencias académicas adelantadas. En la figura 5 mostramos el dialogo entre cinco estudiantes (E51, E23, E27, E54, E60), que interactúan en el foro de aprendizaje cuyo raciocinio permite ubicarlos en una AM4 «verbalización de la consciencia de la razón de cambio» donde la coordinación de la razón de cambio de una magnitud con respecto a la otra no está suficientemente claro para todos. A pesar de ello se observó desarrollo de la competencia argumentativa, el tipo de expresiones que manifiestan son coherentes, las imágenes de covariación alcanzadas les permiten sustentar las acciones mentales para coordinar la razón de cambio continuo entre magnitudes. Lo que permite inferir una aproximación al nivel cinco de covariación, dado que se observa en estos estudiantes, consciencia de que la razón de cambio puede ser creciente o decreciente, esto es producto de un razonamiento refinado sobre la razón de cambio entre magnitudes «variables».

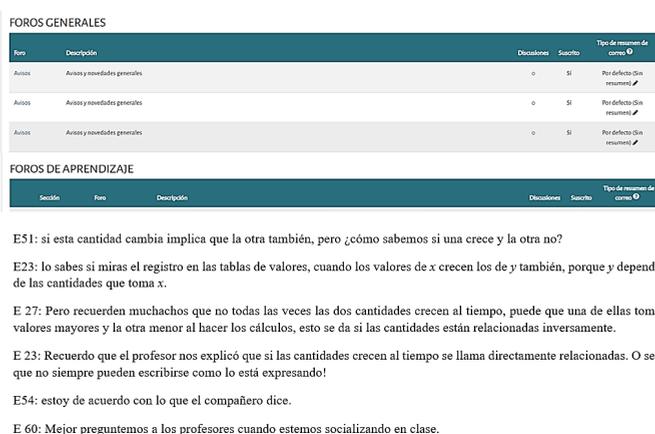


Figura 5. Razonamiento en el foro de aprendizaje de cinco estudiantes

Algunos estudiantes llegaron a reconocer que, para esbozar una gráfica, no necesariamente se debe tener una expresión algebraica que la soporte predeterminadamente. Esto se evidenció cuando esbozaban la forma de la curva dependiendo del comportamiento de los cambios de una variable respecto a la otra, en términos de la coordinación cualitativa y cuantitativa de las cantidades involucradas.

Se identificó que se hace necesario reforzar con los estudiantes el uso de registros de representación tabular y gráfico; porque les permite interpretar y diferenciar las nociones de magnitud relacionándola con la variable; así como establecer características para identificar cuál es la variable independiente. En dichos razonamientos se hace evidente un acercamiento a diversas nociones asociadas al concepto de función tales como: variables independientes, dependientes, lo que permite facilitar aproximaciones a: dominio, rango, máximos, mínimos y monotonía en el comportamiento creciente o decreciente de una función.

## 5. REFLEXIONES Y RETOS GENERADOS POR LA PROPUESTA

Notamos que la micro información emitida en Tips o videos es un elemento importante para contar lo que queremos, permitió ser efectivos comunicando y también formando, observamos que los estudiantes usaron esta micro información para identificar variables, diferenciar independencia o dependencia, cuándo están directa o inversamente relacionadas, así como reconocer los diferentes registros: tabular, algebraico y en plano cartesiano. Destacamos que no fue necesario incluir el refuerzo de contenidos, los estudiantes mismos retomaban los micro videos o los Tips para estudiarlos.

Calidad vs cantidad. Consideramos importante diseñar material de contenido sin olvidar que cuanto más precisa y fácil de entender sea la información, mucho más eficiente es su aprendizaje. La calidad en la producción del material (tips, videos, infografías, test, micro talleres, applets de Geogebra), permitió identificar que los estudiantes al notar calidad en dicho material prestaban mayor interés en el contenido presentado. Con relación al uso del tiempo, tratamos de presentar los contenidos considerando la información más relevante al tema invirtiendo el menor tiempo posible, de manera que el estudiante no se sature de información, alcance amplio, profundo conocimiento y uso del tema.

En la tabla 4 se muestran algunas ventajas y desventajas encontradas al aplicar este modelo de aprendizaje mediado por las tecnologías de la información y la comunicación.

Tabla 4. Ventajas y desventajas de los modelos de aprendizaje mediados por las tecnologías

Ventajas	Desventajas
Fomenta el trabajo colaborativo por medio de herramientas de interacción	Demasiada responsabilidad puesta sobre el estudiante, situación a la que no están acostumbrados.
Variedad de posibilidades y herramientas	Abundante información
Flexibilidad en los horarios (comunicación asincrónica y diacrónica)	Contenidos en los que se hace difícil lograr calidad pedagógica
No existen barreras geográficas	Algunas personas no poseen la tecnología necesaria
Múltiples herramientas multimedia al alcance.	Desconocimiento de habilidades para el aprendizaje online.
Interacción con la tecnología	Analfabetismo digital
Fomento de la responsabilidad	

Fuente: Elaboración propia.

En esta experiencia de aula, desde nuestra práctica pedagógica, observamos permanentemente acciones que reflejan problemas en los estudiantes sobre la comprensión y uso de los ejes cartesianos. Por ejemplo, la no distinción sobre cuál es el eje de las abscisas y cuál el de las ordenadas, la ubicación de puntos en el plano. Consideramos que estas falencias están asociadas a saberes previos como: utilizar letras para representar

variables, identificar cuál variable es independiente, cuál dependiente, cuándo y bajo qué circunstancias sucede esta relación de codependencia. Dificultad para expresar los registros de representación algebraico y gráfico para una función; así como identificación y uso de variables en los ejes del plano cartesiano.

El desarrollo de los contenidos ofimáticos, así como el uso de herramientas de captura de pantalla y adjunto de archivos fue adecuado para la mayoría de la muestra, a pesar de que se les dio una capacitación en uso y manejo de estos recursos, para algunos estudiantes fue difícil el envío de archivos desde la Tablet o su Smartphone dado que los submenús no se desplegaban de forma adecuada inhabilitando las acciones a seguir, no así cuando trabajaban desde el ordenador. Lo que se destaca es la cualificación de los estudiantes en la creación de contenido, lo que nos permite inferir que el micro aprendizaje se puede usar como aplicaciones en las que el profesor determina qué unidades de aprendizaje entregar cuándo, dónde, y en las que el alumno decide cuándo y cómo acceder a los recursos de aprendizaje.

Encontramos en los estudiantes uso de unidades de micro aprendizaje entregadas de diversas formas: presentaciones, resúmenes, uso de cuestionarios cortos, blogs y encuestas; permitiéndoles alcanzar a mejorar capacidad comunicativa. Hubo estudiantes que progresivamente refinaban su pensamiento, lo que les permitió desenvolverse de forma autónoma, en algunos de ellos observamos metacognición, cuando investigaban y comentaban a sus compañeros lo que habían encontrado en libros de texto y que utilizaban para buscar solución a las situaciones planteadas, otros formularon preguntas a sus compañeros relacionadas con las posibles variaciones en las situaciones propuestas. Lo que nos permite inferir que las herramientas tecnológicas utilizadas en la doble visión «uso de recursos digitales sin descuidar la componente pedagógica» se convierten en un vehículo efectivo para facilitar el proceso formativo de los estudiantes.

Sugerimos a los profesores interesados en este tipo de enseñanza la creación de actividades antes de la clase: resúmenes, videos, unidades de aprendizaje accesibles a través de una base de datos de búsqueda; mensajes de discusión y cuestionarios; capacitación sobre manejo de recursos digitales; actividades interactivas cortas que ocurran fuera del curso formal que ayude a los alumnos a incorporarlas y aplicarlas en sus vidas. Consideramos que crear MOOC de micro aprendizaje desafía las concepciones populares sobre cuándo y dónde se produce el aprendizaje, la forma en que aprendemos y lo que esperamos de la educación, porque es posible acceder a los cursos desde casi cualquier tipo de dispositivo conectado a internet; donde prime la comunicación visual, de acceso fácil. Elementos que mejoran significativamente la experiencia de los estudiantes con el proceso de aprendizaje, haciéndolo sencillo y práctico.

Notamos que el discurso matemático escolar carece de situaciones de enseñanza significativas para el estudiante, más bien fomenta una matemática prescrita, donde no es necesaria su construcción. Consideramos que el diseño de una situación específica que promueva la necesidad de construir y comprender situaciones cotidianas al estudiante facilita los procesos de enseñanza y de aprendizaje, situación que mejora cuando se involucra software especializado, como el que hoy día existe online, porque contribuye a la resignificación de las matemáticas como algo hecho, acabado y para uso exclusivo de pocos.

## 6. REFERENCIAS

- Alcoba, J., & Sellés, N. (2014). *eLearning y gestión del conocimiento*. ProQuest Ebook Central.
- Arshavskiy, M. (2019). *Tendencias de eLearning: ¿qué podemos esperar al entrar en el 2019 y más allá?* Cursos FEMXA.ES.
- Biscay, C. (2005). Los estándares de eLearning. (U. d. Virtual, Ed) *Ciencia y Tecnología* (5).
- Carlson, M., Jacobs, S., Coe, E., Larsen, S., & Hsu, E. (2003). Razonamiento covariacional aplicado a la modelación de eventos dinámicos: un marco conceptual y un estudio. *EMA*, 121-156.
- Latorre, A. (2003). *La investigación-acción, conocer y cambiar la práctica educativa*. Barcelona: Editorial Graó, de IRIF, S.L.
- Mateus-Nieves, E., & Chala Castillo, E. (2021). Instrumentalization vs Instrumentation of Microlearning in a Math class. *International Journal of Development Research*, 11(04), 46156-46162, April, 2021. <https://doi.org/10.37118/ijdr.21620.04.2021>.
- Mateus-Nieves, E., Moreno Moreno, E. (2021). Preliminary Notions of Calculus. A Class Experience in Basic Education. *Acta Sci. (Canoas)*, 23(2), 113-135, Mar./Apr. 2021. ISSN: 2178-7727. DOI: <https://doi.org/10.17648/acta.scientiae.5716>
- Mateus-Nieves, E., Buitrago, A., & Feria, M. (2021). *Transformación digital y didáctica crítica retos y barreras en la enseñanza del cálculo infinitesimal*. Ed., UEC. Bogotá, Colombia. Cap. 3. ISBN: 978-958-790-583-0.
- Mason, R., Weller, M., & Pegler, C. (2003). *Learning in the connected economy*. Londres: Open University.
- MEN. (2006). Ministerio de Educación Nacional. *Estándares Básicos de Competencias en Matemáticas*. Bogotá: Enlace Editores.
- MEN. (2004). *Pensamiento Variacional y Tecnologías Computacionales*. Ministerio de Educación Nacional. Bogotá: Enlace Editores Ltda.
- Mora, D., & Bejarano, G. (2016). Prácticas educativas en ambientes virtuales de aprendizaje. *Revista Aletheia*, 8(2), 48 – 63.
- Moreira, M. & Rodríguez, P. (2002). Modelos mentales y modelos conceptuales en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação e Ciências*, 2 (3), 36-56.
- Posada, F., & Villa, J. (2006). *Propuesta didáctica de aproximación al concepto de función lineal desde una perspectiva variacional*. Tesis de Maestría no publicada. Medellín: Universidad de Antioquia.