

Estrategia didáctica para la enseñanza del Álgebra en Ingeniería - primera iteración.

Didactic strategy for teaching Engineering Algebra - first iteration.

Hugo Moreno-Reyes¹, María Guadalupe de Lourdes Acosta-Castillo², Claudia Ivonne Arámbula-García³

¹Tecnológico Nacional de México, Santiago de Querétaro - México

²Tecnológico Nacional de México, Guanajuato - México

³Universidad de Santander, Cúcuta - Colombia

ORCID: [10000-0002-7284-9754](https://orcid.org/0000-0002-7284-9754), [20000-0003-4456-8362](https://orcid.org/0000-0003-4456-8362), [30000-0002-9865-7689](https://orcid.org/0000-0002-9865-7689)

Recibido: 20 de octubre de 2023.

Aceptado: 12 de diciembre de 2023.

Publicado: 01 de enero de 2024.

Resumen- La Tecnología Educativa se aproxima con investigaciones basadas en tendencias de actualidad, mostrando un crecimiento en estos temas de investigación. Dichas tendencias podrían verse afectadas por una rigurosidad deficiente en la metodología que siguen para maximizar las oportunidades que ofrece la tecnología en las investigaciones educativas. En este trabajo de investigación se analizan las deficiencias en las competencias específicas previas presentadas por los estudiantes en las asignaturas de ingeniería relacionadas con Álgebra por medio de la metodología IBD (Investigación basada en el diseño) como base general para el desarrollo de cada una de sus etapas, iniciando con la definición - análisis y la situación – diagnóstico de la problemática, donde se concurre a la resolución de expertos, para posteriormente aplicar un instrumento de evaluación con las principales competencias previas relacionadas con Álgebra requeridas por los estudiantes de Ingeniería y una encuesta de apropiación tecnológica. Enseguida se presenta la primera iteración del diseño y desarrollo de la estrategia didáctica, la cual se basa en la idoneidad didáctica del Enfoque Ontosemiótico (EOS) por medio de procesos de modelación, y utilizando al NOOC como tecnología digital que ofrece tiempos de duración breve para cumplir con la nivelación en el área de Álgebra requerida por estudiantes de ingeniería.

Palabras clave: modelación, tecnología, álgebra.

Abstract— The investigations related to Educational Technology are characterized by an acceleration in the emerging research themes and follow the current trends. This will lead to a lack of attention to the methodological rigor and the complete potential of the Technology in learning processes. The present work addresses the issues of the deficiencies in the specific competencies presented by the students in the engineering assignments related to Algebra by means of the DBR methodology as a general basis for the development of one of its stages, starting with the situation - diagnostic of the problem, taking into account the opinion of experts, the application of an evaluation tool with the main competencies related to Algebra required by the Engineering students and a technology appropriation survey. Then presents the first iteration of design and development of the didactic strategy, which is based on the didactic suitability of the Ontosemiotic Approach (EOS) and uses the NOOC as digital technology that conveys letter with the level Algebra area required by engineering students.

Keywords: modeling, technology, algebra.

*Autor para correspondencia.

Correo electrónico: lourdes.acostacastillo@gmail.com (María Guadalupe de Lourdes Acosta Castillo).

La revisión por pares es responsabilidad de la Universidad de Santander.

Este es un artículo bajo la licencia CC BY (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Como citar este artículo: H. Moreno-Reyes, M. G. L. Acosta-Castillo y C. I. Arámbula-García, "Estrategia didáctica para la enseñanza del Álgebra en Ingeniería - primera iteración", *Aibi revista de investigación, administración e ingeniería*, vol. 12, no. 1, pp. 64-79 2024, doi: [10.15649/2346030X.3456](https://doi.org/10.15649/2346030X.3456)

I. INTRODUCCIÓN

El ser humano y la tecnología han desarrollado una compleja relación a través del tiempo. En primer lugar, la tecnología es utilizada como un medio para optimizar los sentidos y las capacidades humanas, ya que, a diferencia de los animales, el ser humano es capaz de transformar el entorno y adaptarlo a sus necesidades como individuo y como ser social [1].

La Tecnología y su relación con la educación hace referente de manera inicial a la presencia de las herramientas tecnológicas resultantes de la revolución científico – tecnológica, así como a los recientes avances en las tecnologías de información y comunicación [2], en este sentido, la Tecnología y la Educación se han encontrado relacionados desde el origen del hombre en la tierra.

Durante la Segunda Guerra Mundial los métodos de enseñanza – aprendizaje se involucraron en la búsqueda de la masificación y optimización por lo que durante las décadas de 1950 – 1960 se utilizaron tecnologías audiovisuales como vértice de principios conductistas en ambientes educativos. Para la década de 1970, se crean asociaciones internacionales de diseño y evaluación de la enseñanza, lo cual lleva a un replanteamiento de la utilidad de las herramientas tecnológicas para los sistemas educativos en las siguientes dos décadas [3].

A mediados del siglo XX, las tecnologías digitales permitieron la comunicación a través de audio y video, vía satelital y después, de manera más comercial, a través de Internet, principalmente con una finalidad militar. Posteriormente, a finales de siglo, organismos gubernamentales y de educación superior con suficiente capacidad económica fueron los primeros en realizar sesiones de trabajo y cursos a distancia en espacios institucionales para que “alumnos presenciales” recibieran conocimientos “a distancia”.

Con la democratización de las redes y herramientas telemáticas, las opciones de educar ya no se restringen al espacio físico presencial del docente y el alumnado. Ahora, estas redes y herramientas digitales permiten agilizar los procesos administrativos para ofertar los mismos cursos presenciales y la novedad de una nueva modalidad de “semipresenciales” a través del Internet, online o en línea. Así, los procesos académicos fueron puestos poco a poco a disposición de una mayor población, siendo cada vez más los contenidos de su interés solicitados con base en sus propias necesidades y aficiones.

En muy pocos años, la oferta educativa a través de internet se ha extendido y consolidado, rompiendo las barreras de la distancia y de la presencialidad. Así es como surgió el Modelo Educativo (completamente) Virtual. En un modelo virtual, por medio de las correspondientes herramientas tecnológicas, el estudiante está en el centro de los planteamientos, esfuerzos e intervenciones de acompañamiento psicopedagógico y académico instruccional del docente [4].

El presente trabajo realiza la primera iteración de una propuesta de estrategia didáctica basada en la idoneidad didáctica del enfoque Ontosemiótico de lo didáctico (EOS), tomando en cuenta procesos de modelación y utilizando un NOOC con el objetivo de afrontar la deficiencia en el área de Álgebra presentada por estudiantes de ingeniería en las competencias previas de las asignaturas matemáticas y aquéllas propias de su carrera.

II. MARCO TEÓRICO

a. *El álgebra como rama de las matemáticas y su didáctica*

Dado que el presente trabajo se refiere a la enseñanza – aprendizaje de Álgebra en Ingeniería, será el primer aspecto que se aborde en este marco teórico, donde se relata el origen del Álgebra como el avance en el descubrimiento de fórmulas y de técnicas para resolver ecuaciones que son complementadas con el descubrimiento de un lenguaje donde dichas fórmulas y técnicas pueden ser expresadas [5].

Posteriormente, se presenta la descripción de idoneidad didáctica del Enfoque Ontosemiótico del Conocimiento y la Instrucción Matemáticos (EOS), propuesto por Godino, Batanero y Font [6], como un instrumento para la realización de intervenciones educativas, así como sus elementos que son compuestos por la idoneidad epistémica, ecológica, afectiva, interaccional y mediacional, las cuales a su vez se relacionan con representatividad de significados, entorno, significados, interés, configuraciones y adecuación en el proceso de enseñanza.

A continuación, se realiza un acercamiento a la modelación matemática, la cual se presenta como un enfoque de enseñanza de las matemáticas y de las ciencias. Si se complementa con instrumentos digitales, la modelación aparece de como un acceso que facilita el trabajo con los alumnos puesto que combina situaciones reales con formas matemáticas, destacando su importancia dentro de los planes y programas de estudios para enriquecer la enseñanza y el aprendizaje [7].

Finalmente, se describe la importancia de los NOOC, los cuales aparecen desde hace relativamente poco tiempo a nivel internacional, gracias a su flexibilidad y virtualidad. Desde su integración en la educación actual, se han desarrollado diferentes plataformas para atender sus necesidades específicas tales como su usabilidad y el número de personas al que va dirigido, e incluso se han ido clasificando de acuerdo con sus diferentes finalidades y formato [8].

Para los orígenes en la historia del Álgebra, podría hacerse referencia al desarrollo de una diversidad de culturas en Mesopotamia (1800 a. C. – 100 a. C.) las cuales presentaban una solidez matemática en temas como la resolución de ecuaciones cuadráticas. Avances similares se observaron en Grecia, Egipto, India y China, donde se utilizaban las operaciones matemáticas principalmente para el comercio. Estas civilizaciones aportaron la presencia de la incógnita para resolver problemas que anteriormente se consideraban puramente aritméticos. Entre los personajes que realizaron aportaciones de las civilizaciones mencionadas podemos encontrar al griego Diofanato y su presentación de cuestiones algebraicas en el planteamiento de problemas, al Indú Brahmagupta y el uso de los números negativos y a Mohamed ben Musa o Al-Khawarizmi con su contribución del vocablo [9].

El desarrollo de los principios algebraicos se produjo inicialmente como el resultado de enfrentar una serie de problemáticas planteados en una época determinada, la cual se relaciona con el avance económico del mundo occidental que se conocía a finales de la edad media.

Posteriormente se consolidó el lenguaje simbólico algebraico, buscando la construcción de un sistema de representación de que a modo de herramienta útil permitiera la expresión de relaciones y aplicara lineamientos para la solución de problemas.

La evolución del Álgebra surge a partir de la sintaxis algebraica, construyendo estratos de lenguajes simbólicos de mayor complejidad, culminando con la formulación matemática contemporánea denominada Sistema Matemático de Signos del Álgebra, el cual se conoce también como sistema de representación simbólico [10].

El surgimiento de la Geometría Analítica marca el momento donde la Geometría deja de ser fundamental en las justificaciones realizadas para los teoremas algebraicos y el Álgebra inicia con la utilización de instrumentos simbólicos propios. A partir de a lo anterior, la notación simbólica y las reglas sintéticas de Álgebra son aplicadas a la resolución de problemas geométricos.

Esta modificación, aunada a la búsqueda de fórmulas generalizadas para la resolución de ecuaciones, proporcionó la introducción de la enseñanza de Álgebra como una valiosa herramienta aplicada para resolver problemas. Ahora el lenguaje algebraico es estandarizado y depurado frente a la creciente necesidad de enseñarlo con universalidad y coherencia [11]. En este sentido, el estudio del Álgebra permanece vigente, principalmente debido a las dificultades en su aprendizaje.

b. Idoneidad didáctica del enfoque ontosemiótico del conocimiento y la instrucción matemáticos (eos)

El EOS, se enfoca en diseñar una herramienta para dar un valor a los elementos que afectan el rendimiento escolar en los alumnos, proporcionando datos que servirán para rediseñar estrategias de enseñanza y de aprendizaje.

El EOS puede ser aplicado en el análisis de diferentes áreas del proceso de diseño instruccional, partiendo desde el análisis y planeación e implementación de estrategias didácticas, sesiones de clases, o cursos completos hasta el análisis de libros de texto y programas curriculares entre otros elementos [12].

Las nociones teóricas del EOS (Fig. 1) se clasifican en 5 grupos para el análisis de aspectos complementarios de los procesos de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas [6].

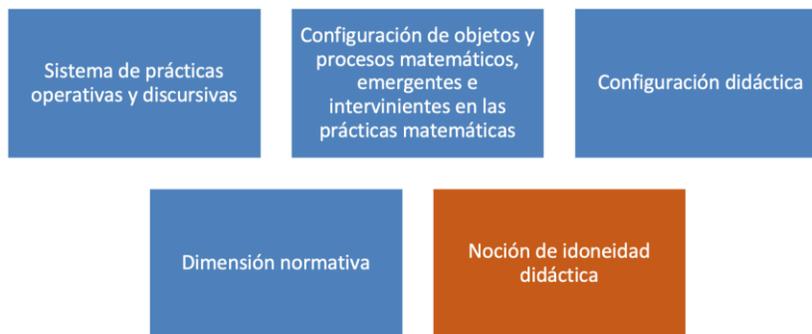


Figura 1: Nociones teóricas del EOS. Fuente: Elaboración propia con base en Godino, Batanero y Font (2007).

Los autores establecen que el análisis ontosemiótico enfocado en las prácticas matemáticas accede a relacionar a la práctica y el objeto con la competencia y el conocimiento aplicados en la resolución de problemas matemáticos.

Godino [13], propone en sus dimensiones la descripción de idoneidad como una herramienta para realización de intervenciones educativas (Fig. 2).

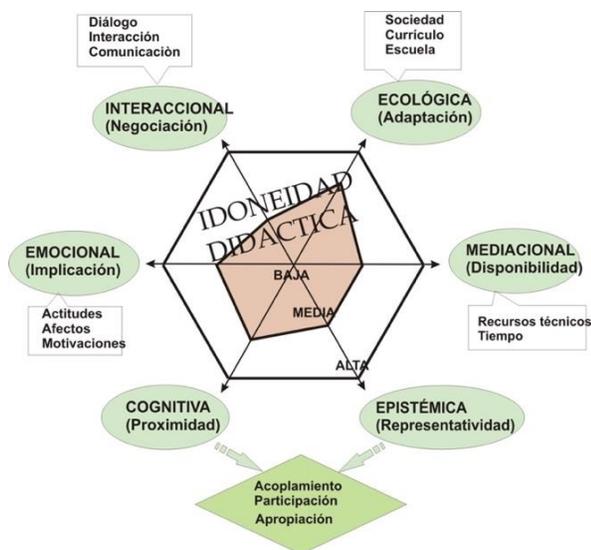


Figura 2: Idoneidad didáctica en las facetas del EOS. Fuente: Godino (2013).

Con base en las dimensiones de la idoneidad didáctica del EOS, Moreno [14], realiza una propuesta de 41 elementos o ítems para describir cada indicador, la cual puede ser utilizada en determinar el grado de influencia en cada dimensión (Fig. 3).

Estos elementos o ítems para cada uno de los indicadores de los componentes servirán como base en la búsqueda de la idoneidad didáctica de la estrategia para la enseñanza del Álgebra a desarrollar con base en procesos de modelación.

Componente	Pregunta (ítem) representativa (o) del descriptor (indicador) en el cuestionario
Situaciones – problemas Lenguaje Elementos regulativos (definiciones, proposiciones, procedimientos) Argumentos Relaciones (conexiones, significados)	<h3>Faceta Epistémica (Contenido)</h3> <ol style="list-style-type: none"> 1. Una selección de contenidos se contextualizaron, ejercitaron y aplicaron mediante situaciones-problema 2. Las situaciones que se proponen conducen al planteamiento de problemas 3. Se usan diferentes modos de expresión (verbal, gráfico, simbólico) 4. Se emplea un nivel adecuado del lenguaje 5. Se promueve la expresión e interpretación 6. Son clara y correctamente enunciados las definiciones y procedimientos 7. Se presentan los enunciados y procedimientos básicos del tema 8. Se promueve la generación y negociación de las reglas 9. Las explicaciones, comprobaciones y demostraciones son adecuadas 10. Se promueven momentos de validación a partir de argumentos 11. Se relacionan y articulan de manera significativa los objetos matemáticos puestos en juego (situaciones, lenguaje, reglas, argumentos) y las distintas configuraciones en que se organizan
Adaptación al currículo Apertura hacia la innovación didáctica Adaptación socio- profesional y cultural Conexiones intra e interdisciplinarias	<h3>Faceta Ecológica (Contexto, entorno)</h3> <ol style="list-style-type: none"> 12. El proceso de estudio planteado por el curso (desarrollo y evaluación) corresponde al modelo educativo establecido por la institución 13. El curso incorpora estrategias didácticas novedosas e integra el uso de las TIC 14. Los contenidos del curso se orientan al mundo de la vida real y contribuyen a la formación de ciudadanos informados capaces de tener juicio propio y responsable sobre los temas de interés social 15. Los contenidos del curso se relacionan con otros contenidos dentro de la misma disciplina y con contenidos de otras disciplinas
Conocimientos previos Adaptaciones curriculares a las diferencias individuales Aprendizaje	<h3>Faceta Cognitiva (Aprendizaje)</h3> <ol style="list-style-type: none"> 16. Los alumnos disponen de los conocimientos previos necesarios para aprender el tema 17. Se logran los aprendizajes planteados 18. Se incluyen actividades de ampliación y de refuerzo para el aprendizaje del tema 19. Las diferentes formas de evaluación muestran la apropiación de los conocimientos y el desarrollo de las competencias planteadas
Intereses y necesidades Actitudes Emociones	<h3>Faceta Afectiva (Afectos, interés, actitud)</h3> <ol style="list-style-type: none"> 20. Las tareas planteadas para los alumnos son de su interés 21. Se promueve la valoración de la utilidad de las matemáticas en la vida cotidiana y profesional 22. Se promueven actitudes de perseverancia y responsabilidad en la realización de actividades 23. Se favorece la argumentación en situaciones de igualdad; el argumento se valora en sí mismo y no por quién lo dice. 24. Se promueve la autoestima evitando el rechazo, fobia o miedo a las Matemáticas 25. Se muestran las cualidades de estética y precisión de las matemáticas
Interacción docente- discente Interacción entre discentes Autonomía	<h3>Faceta Interaccional (Interacciones)</h3> <ol style="list-style-type: none"> 26. El Profesor hace una presentación adecuada del tema (presentación clara y bien organizada, no habla demasiado rápido, enfatiza los conceptos clave del tema) 27. El Profesor reconoce y resuelve conflictos de significado, atiende dudas y propicia momentos para preguntas y respuestas con los alumnos 28. Se busca llegar a consensos con base al mejor argumento 29. El Profesor usa diversos recursos retóricos y argumentativos para involucrar y captar la atención de los alumnos 30. El Profesor facilita la inclusión de los alumnos en la dinámica de la clase y no la exclusión 31. Se favorece el diálogo y comunicación entre los estudiantes 32. Los estudiantes favorecen la inclusión en el grupo y se evita la exclusión 33. Se contemplan momentos en los que los estudiantes asumen la responsabilidad del estudio (mayor autonomía en la exploración, formulación y validación)
Recursos materiales Número de alumnos, horario y condiciones del aula Tiempo	<h3>Faceta Mediacional (Medios)</h3> <ol style="list-style-type: none"> 34. Se usan materiales manipulativos e informáticos que permiten enunciar buenas situaciones, lenguajes, procedimientos, argumentaciones 35. Las definiciones y propiedades son contextualizadas y motivadas usando situaciones y modelos concretos y visualizaciones 36. La cantidad de alumnos en el grupo es razonable 37. El horario y la distribución de horas del curso es apropiado 38. El aula es adecuada al número de alumnos 39. Se tiene el tiempo suficiente (en la clase y fuera del aula) para tratar los contenidos del curso 40. Se invierte el tiempo en los contenidos más importantes o nucleares del Tema 41. Se invierte el tiempo en los contenidos que presentan más dificultad de Comprensión

Figura 3: Idoneidad didáctica en las facetas del EOS.
 Fuente: Godino (2013).

c. Modelación matemática

En Ingeniería, las matemáticas son un componente esencial e importante de análisis, cálculo, pronóstico y optimización, entre otras cosas; en donde los fundamentos de las matemáticas superiores radican principalmente en la aritmética, el álgebra y la geometría, por lo que proponer procesos de aprendizaje basados en la modelación matemática a través de las etapas y niveles de competencia matemática permite al estudiante afrontar cognitivamente sus omisiones y conflictos, así como reconstruir correctamente conceptos y procedimientos. De esta forma, el proceso de modelización se adecua perfectamente a una estrategia de enseñanza-aprendizaje y por tanto se convierte en un tema interesante [15].

La modelización se refiere, en primer lugar, a una etapa de formulación seguida de una validación, de tal forma que en la formulación se examina un fenómeno o situación para establecer relaciones entre las variables implicadas. Dichas relaciones surgen de observaciones o conjeturas acerca de la situación a estudiar. De forma adicional, comprende una serie compleja de operaciones o transformaciones matemáticas que resultan en un modelo explicado de manera simbólica. La etapa de validación consiste entonces en comprobar la validez del modelo volviendo a la realidad que se representó inicialmente Janvier [16].

Para Villa [17], el proceso de modelización / modelación, consiste en la obtención de un modelo matemático a partir de un fenómeno o problema real, donde el modelador, además de sus conocimientos matemáticos, debe tomar en cuenta el contexto de su situación, así como sus habilidades para describir, representar y establecer las relaciones entre diferentes montos para construir nuevos objetos matemáticos. Lo anterior contiene implicaciones didácticas, donde las matemáticas que son aplicadas a situaciones reales no matemáticas llevan implícito algún modelo. En este sentido, los estudiantes deben diferenciar entre los objetos formados por la matemática y la situación no matemática donde intervienen. Para Bassanezi [18], la modelación abstrae la realidad, de tal forma que generaliza y predice, es decir, transforma situaciones reales en problemas matemáticos obteniendo soluciones que deben interpretarse con lenguaje usual.

Por su parte, Litwin [19], destaca la importancia de que los modelos representan una simplificación de la realidad, tomando en cuenta únicamente los aspectos que se eligieron para ser incluidos.

Para este trabajo se toma como referencia la propuesta sistémica de modelación realizada por Scardigli, Bello, Cicchini, Cuadrado y Sara [20], los cuales presentan una guía para trabajar la modelación matemática de fenómenos del mundo real para el trabajo científico y tecnológico realizado por estudiantes de ingeniería de acuerdo con los pasos mostrados en la Fig. 4.

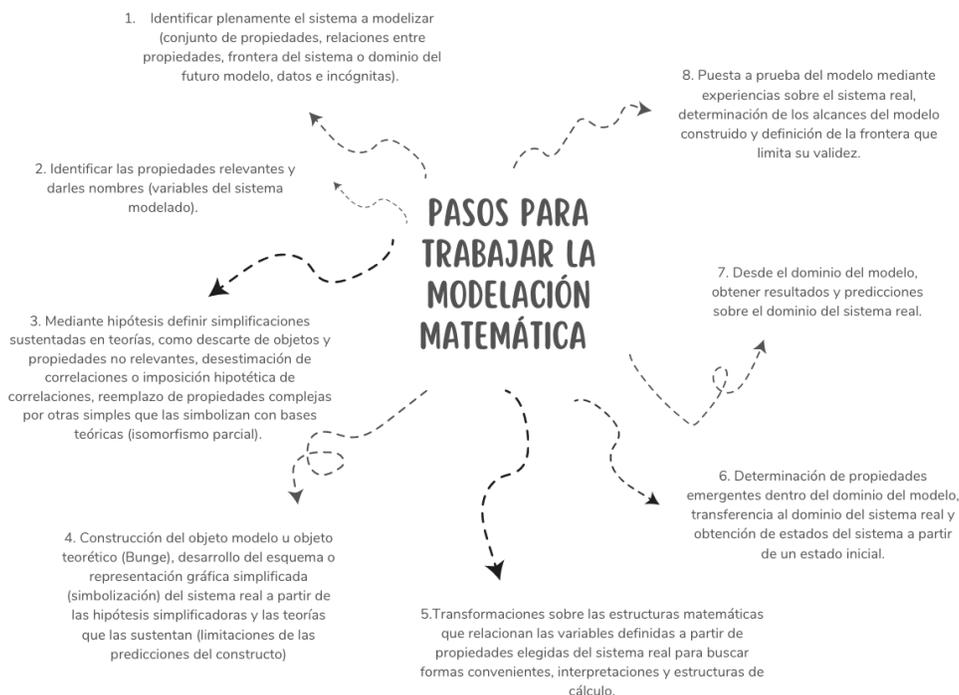


Figura 4: Pasos para trabajar la modelación matemática.
Fuente: Godino (2013).

Con base en estos puntos se ha desarrollado una agrupación de actividades sintetizando el proceso de modelación en las siguientes etapas:

1. Identificar el problema y sus propiedades.
2. Definir simplificaciones sustentadas en teorías y construcción del objeto o modelo teórico.
3. Transformaciones sobre estructuras matemáticas y sus propiedades emergentes.
4. Obtención de resultados.
5. Puesta a prueba del sistema en el sistema real.

Los pasos presentados tienen como objetivo motivar a los estudiantes en el proceso de aprendizaje, ampliando su entramado cognitivo y apoyándolos en la construcción de conceptos matemáticos, por lo que serán utilizados para la propuesta de estrategia con base en los indicadores de la idoneidad didáctica del EOS, por medio de la herramienta digital NOOC.

d. *Nano open online course (nooc)*

Las tecnologías empleadas en los medios educativos se pueden categorizar de diferentes maneras. Entre estos podemos mencionar los canales sensoriales utilizados, el control del docente sobre el medio de comunicación, el control del estudiante sobre el medio de comunicación y la utilidad de ese medio de acuerdo con el tamaño del grupo objetivo. Es importante que los docentes identifiquen las características de la tecnología utilizada en su práctica de enseñanza con el objetivo de seleccionar aquella que presente una mayor utilidad [21].

López [22], afirma que, si un docente muestra interés en la implementación de la tecnología en su práctica docente, éste debería realizar una reflexión acerca de sus prácticas actuales y aquellas que representan una mayor dificultad para sus estudiantes, siendo este el punto de inicio para la tecnología adecuada basada en su experiencia real.

Desde hace relativamente poco tiempo, los MOOC (Massive Open Online Courses) irrumpieron en la enseñanza universitaria a nivel internacional, pasando posteriormente a otros niveles educativos e incluso al ámbito empresarial. Lo anterior ha sido posible de la mano del acceso a internet en diferentes dispositivos móviles y las economías de escala por su virtualidad y facilidad de acceso. Desde su creación, se han ido desarrollando diferentes plataformas para ingresar a ellos, lo que ha llevado a la creación de nuevas opciones como cursos de menor duración llamados NOOC (Nano Open Online Course), cursos de duración mínima de 3 horas, donde se adquieren conocimientos breves. Si bien los MOOC han sido estudiados y han proporcionado bibliografía considerable, en cambio, para los NOOC se han realizado pocos estudios. En cuanto a la estructura, los MOOC se componen comúnmente de una presentación, la mayoría de las veces en video, seguidas de lecturas complementarias. Posteriormente se presentan los contenidos agrupados por módulos con información de texto o audiovisual y terminan con la evaluación que de igual forma puede presentarse en diversos formatos.

A más de 10 años de la creación de los primeros MOOC, ha surgido un nuevo formato de curso abierto, mucho más corto y flexible, destinado a abordar uno de los mayores problemas de los MOOC, como son las altas tasas de abandono. Donde los MOOC están diseñados para una duración total de alrededor de 10 horas, en este caso los cursos NOOC o Nano se sugieren a partir de 3 horas y buscan entrenar aspectos cortos de capacitación que pueden requerirse en un momento determinado.

Como se mencionó anteriormente, aunque ya existe una bibliografía sustancial y bien establecida sobre MOOC, nano cursos y NOOC, pocos estudios empíricos brindan resultados sobre su funcionamiento. La primera referencia a ellos data de 2013 entre los ocho famosos tipos de MOOC que aparecen en la taxonomía de Clark [23] como mini-MOOC o Micro-NOOC. [24]. El propósito de estos nuevos formatos es permitirle participar en cursos en línea en cualquier momento y en cualquier lugar.

Debido a estas razones, el presente trabajo utiliza el NOOC como herramienta para el desarrollo de la estrategia didáctica con principios de modelación matemática, donde se parte del estudio de diferentes contenidos audiovisuales desarrollados en Microsoft Teams, tomando en cuenta las competencias previas específicas relacionadas con Álgebra, requeridas por los estudiantes de Ingeniería.

III. METODOLOGÍA

De acuerdo con Gibelli [25], el plan metodológico de intervención educativa implica la planeación y actuación profesional que permite a los actores de la educación controlar su práctica profesional a partir de la indagación solución en diferentes etapas: la primera es la etapa de planeación, donde se selecciona la preocupación temática, se construye el problema y se diseña la solución en un proyecto de intervención. La siguiente etapa consiste en la fase de implementación, donde se aplican las actividades incluidas en la propuesta que pueden ser susceptibles de modificaciones o actualizaciones de acuerdo con las necesidades que surgen con el avance de las actividades.

La etapa posterior es la evaluación y el seguimiento a la aplicación de actividades incluidas en el proyecto, para dar paso a la etapa final de socialización – difusión y a las actividades de socialización, adopción y recreación, donde el receptor toma conciencia de la importancia del problema y se interesa por la utilización y adopción de la propuesta que le fue realizada. El autor clasifica a las propuestas de intervención como aquellas de Actuación Docente y las propuestas encaminadas al Apoyo a la Docencia. Las primeras colocan al docente como el actor principal y se enfocan en la docencia y su práctica como su foco de atención principal. En cuanto a las propuestas de Apoyo a la Docencia. Los actores principales podrían ser diferentes al docente, enfocándose en la problemática que los rodea en su práctica profesional.

Entre los factores que deben tomarse en cuenta para la planificación de una intervención educativa se encuentra la planificación previa del actuar docente, la cual puede sufrir adaptaciones o modificaciones, pero debe sostenerse en un plan previo correctamente establecido [26]. Es precisamente en esta etapa de planeación, donde la identificación de riesgos y el Plan de Gestión aparecen como una herramienta útil en la disminución o minimización de los riesgos que podrían hacer que el trabajo de intervención no cumpla con los objetivos establecidos de acuerdo con los entregables planteados y los recursos involucrados en el tiempo establecido.

Con el fin de disminuir las brechas entre la investigación teórica y las problemáticas que surgen en la práctica de la docencia, surgen las Investigaciones basadas en el diseño [27], cuya aproximación metodológica se orienta en el estudio del contexto de aprendizaje por medio del diseño instruccional con sus respectivas herramientas y estrategias. Cabe destacar que esta metodología no solamente busca diseñar, si no que permite realizar iteraciones y experimentación con la evaluación de sus resultados.

En 2013, Godino, Batanero, Contreras, Estepa, Lacasta y Wilhelmi realizan un análisis acerca de las características de la IBD, concluyendo que puede ser utilizada en complemento con otras teorías como el EOS, específicas para cierto tipo de investigaciones. Debido a que estas investigaciones son predictivas, sobre ellas no se puede realizar directamente una norma de acción, por lo que para superar esta brecha es necesario que se desarrollen teorías y criterios de valoración normativos acerca de la eficiencia en las acciones educativas a partir de investigaciones teóricas y aplicadas. En el caso del EOS, la interfaz que trata de abordar esta problemática sería la Idoneidad Didáctica [28].

Debido a que la investigación educativa tiene una alta proporción de enfoques interdisciplinarios y diseños orientados a la resolución de problemas, la investigación basada en el diseño (IBD) representa una opción metodológica con mayor eficacia y aplicación. Existe una gran cantidad de investigación relacionada con eLearning y escenarios virtuales de aprendizaje.

Además, su campo de aplicación se refiere a diferentes ciencias aplicadas, ya que sus resultados podrían implementarse en la solución de problemas y relacionan a la teoría con la práctica [9].

Barab y Squire [30], proponen que la mejora en la enseñanza y aprendizaje a través de la tecnología puede lograrse por medio de la IBD como una alternativa en el campo de la Tecnología Educativa, puesto que la IBD integra el desarrollo de soluciones a problemas prácticos en ambientes de aprendizaje con la identificación de principios de diseño.

Brown [31], propone que la metodología de la IBD requiere que se aborden problemas complejos en contextos reales mediante la colaboración de sus participantes, integrando principios de diseño con aproximaciones tecnológicas para ofrecer soluciones plausibles a

problemas complejos por medio de un riguroso procedimiento que mejore y ponga a prueba ambientes de aprendizaje innovadores, además de implementar nuevos principios de diseño.

De acuerdo con Large [32], la IBD (Investigación Basada en el Diseño) se puede representar por medio de una metodología con cuatro grandes etapas (Fig.5).

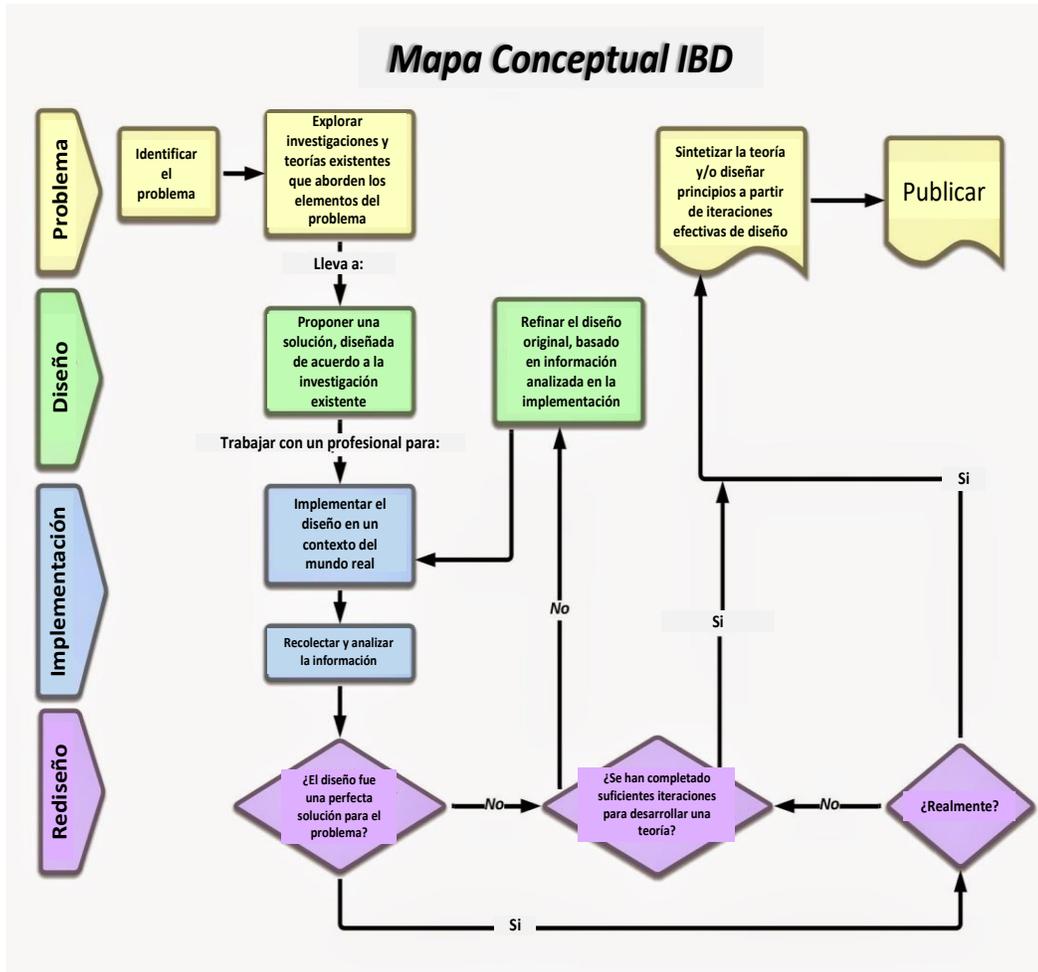


Figura 5: Metodología investigación basada en el diseño. Fuente: Traducción con base en Large (2015).

Herrington et al., 2007, presenta la descripción de las actividades y elementos de cada una de estas etapas (Fig. 6):

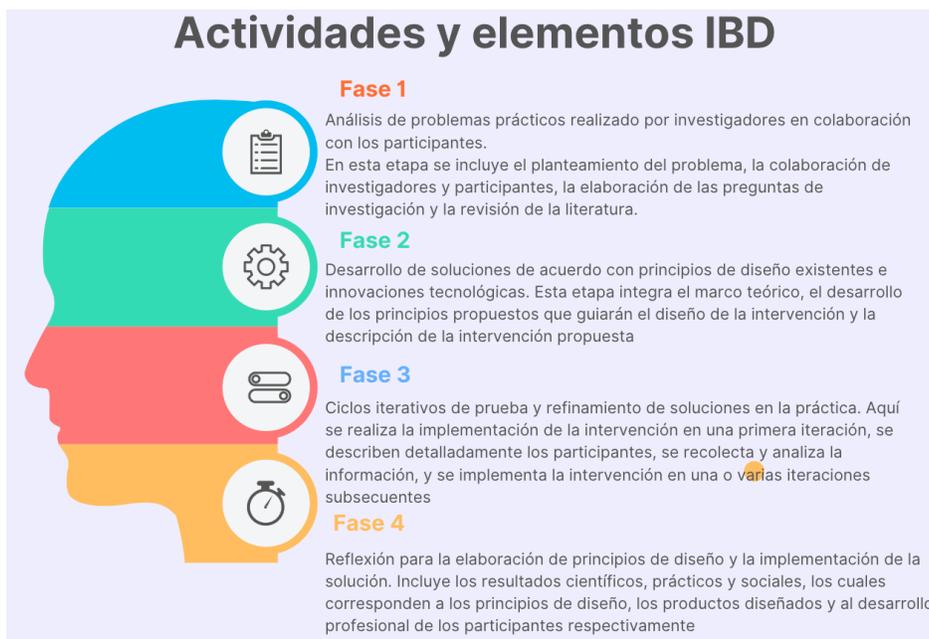


Figura 6: Actividades y elementos de la Investigación Basada en el Diseño (IBD-DBR). Fuente: Herrington et al. (2007).

De acuerdo con la información presentada, la metodología IBD se despliega como la metodología global de las actividades a realizar, desarrollando las fases de: investigar, diseñar, implementar y complementar con principios de diseño. En esta línea de organización, la presente investigación comprendió las siguientes etapas en su desarrollo:

- Análisis de la situación – diagnóstico del problema, tomando en cuenta una evaluación diagnóstica de las competencias específicas relacionadas con Álgebra requeridas por los estudiantes de ingeniería y una encuesta de su capital tecnológico.
- Desarrollo de soluciones con el diseño y desarrollo de la estrategia didáctica con base en la idoneidad didáctica del EOS tomando en cuenta principios de modelación y el diseño instruccional del NOOC como herramienta tecnológica.
- Primera iteración de evaluación y perfeccionamiento de soluciones de la práctica con la implementación y valoración de una estrategia didáctica.
- Documentación y producción de principios de diseño desarrollando el informe que integre las propuestas de mejora basadas en los resultados de la primera iteración realizada de acuerdo con la metodología IBD.

Cabe mencionar que esta metodología son las fases generales del trabajo de investigación, donde para cada una de las fases y sus actividades corresponderá un proceder en particular, el cual será desplegado en cada uno de los apartados mostrados a continuación.

a. Análisis diagnóstico del problema

1. evaluación diagnóstica

A continuación, se presentan los temas cuya selección se realizó con base en las competencias previas requeridas para las asignaturas comunes relacionadas con Álgebra en las carreras de Ingeniería del Tecnológico Nacional de México:

- Expresiones algebraicas
- Fracciones algebraicas
- Ecuaciones de primer grado
- Sistemas de ecuaciones lineales
- Ecuaciones cuadráticas

Una vez seleccionados los temas a desarrollar en la intervención, se aplicó un instrumento de evaluación diagnóstica compuesta por 13 ítems en dichos temas, con el objetivo de obtener un antecedente a la implementación de la estrategia didáctica delimitado a los estudiantes participantes en la intervención. En esta ocasión la evaluación se realizó a una muestra de 32 estudiantes de la carrera Ingeniería Industrial asignados por la institución participante. Los resultados se presentan en la Tabla 1, donde 0 significa respuesta incorrecta y 1 respuesta correcta.

Tabla 1: Resultados de instrumento con temas seleccionados para la realización de la intervención.

Alumno	TEMAS												Calificación por estudiante	
	EXPRESIONES ALGEBRAICAS			FRACCIONES ALGEBRAICAS			ECUACIONES DE PRIMER GRADO			SISTEMAS DE ECUACIONES LINEALES				ECUACIONES CUADRÁTICAS
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
2	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	38%
3	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	54%
4	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	92%
5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100%
6	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	46%
7	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	92%
8	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	85%
9	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	54%
10	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	62%
11	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	31%
12	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31%
13	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	77%
14	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	46%
15	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	46%
16	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23%
17	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	54%
18	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	54%
19	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	69%
20	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	31%
21	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	54%
22	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	54%
23	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	38%
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
25	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	31%
26	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	62%
27	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	69%
28	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1	46%
29	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	38%
30	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	46%
31	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	31%
32	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	62%

TOTAL RESPUESTAS CORRECTAS POR COMPETENCIA	64/96	31/96	51/96	24/32	40/96	
PROMEDIO RESPUESTAS CORRECTAS POR COMPETENCIA	67%	32%	53%	75%	42%	

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla de resultados se pueden observar las calificaciones individuales por alumno y los promedios por tema. El tema con mayor dificultad para resolver en los estudiantes en este instrumento fue la simplificación de fracciones algebraicas con un 32% de respuestas correctas, seguida de la resolución de ecuaciones cuadráticas con un 42%.

Adicionalmente, las respuestas incorrectas se clasificaron de acuerdo con la clasificación propuesta por Abrate, Pochulu y Vargas [33], acerca de los tipos de errores matemáticos (Tabla 2):

E1. Errores derivados del lenguaje matemático. Estos errores resultan de la traducción incorrecta de hechos matemáticos definidos en un lenguaje natural a otro lenguaje más formado matemáticamente, o de un lenguaje simbólico a otro lenguaje simbólico.

E2. Errores por dificultades en la obtención de datos de ubicación. Estos errores están relacionados con deficiencias en la capacidad de pensar en imágenes espaciales o visuales, lo que lleva a una mala interpretación de hechos o datos matemáticos.

E3. Errores debidos a conclusiones o asociaciones erróneas. Los errores de inferencia o asociación defectuosa surgen al aplicar o inferir que las reglas y características identificadas por esquemas significativos se aplican en contextos análogos o relacionados. En estas circunstancias, el alumno es consciente de que la situación presentada es diferente de las demás consideradas, pero "inventa" nuevas reglas o aporta la validez de las conocidas de otras situaciones al caso considerado.

E4. Errores causados al recuperar el esquema anterior. Estos errores se deben a la persistencia de ciertos elementos de contenido o al proceso de solución de la situación, aunque hayan cambiado las condiciones básicas del problema matemático considerado. El alumno no se da cuenta de que la situación es diferente a las que le presentan los demás, por lo que no saca conclusiones competentes sobre las reglas o características, sino que las aplica considerando que se encuentran en un contexto conocido.

E5. Errores resultantes de cálculos incorrectos o accidentales. Los errores son causados por cálculos incorrectos o accidentales cuando cada paso de un problema matemático o proceso de resolución de problemas es correcto o corresponde a la lógica interna de la acción deseada, pero el resultado final no es una solución debido a errores de cálculo mientras realiza funciones básicas o causado por la transferencia incorrecta de símbolos y números relacionados con el proceso de solución.

E6. Posibles errores por falta de construcción de conocimientos previos. Estos errores resultan del aprendizaje incorrecto o incompleto de hechos, destrezas, habilidades y conceptos previos que impiden la correcta comprensión de la información. Esta categoría incluye los errores causados por una discrepancia entre la información de la pregunta y el tratamiento que le da el estudiante.

E7. Errores por falta de conocimientos previos. Este tipo de error resulta de la falta o ausencia de conceptos y destrezas previas, hechos y destrezas que impiden el procesamiento de la información en su conjunto y la resolución de un problema o tarea matemática.

Tabla 2. Clasificación por tipo de error a respuestas incorrectas en evaluación diagnóstica.

Muestras	EXPRESIONES ALGEBRAICAS			FRACCIONES ALGEBRAICAS			ECUACIONES DE PRIMER GRADO			SISTEMAS DE ECUACIONES LINEALES	ECUACIONES CUADRÁTICAS		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	E5	E1	E5	E7	E3	E7	E1	E5	E7	E3	E7	E7	E7
2			E5	E7	E7	E7		E3			E3	E3	E3
3	E5			E1						E3	E7	E7	E7
4					E1								
5													
6	E5			E7	E7	E7		E3	E3				E3
7					E3								
8						E5		E3					
9	E5			E7	E7	E7		E1	E1				
10	E3		E5		E7	E7			E5				
11				E5	E5	E5		E5	E5	E5	E7	E7	E7
12					E3	E7	E5	E1	E7	E7	E7	E7	E7
13					E3	E7			E5				
14	E5		E5		E3	E7		E5	E1	E5			
15	E1			E3	E7	E7					E3	E3	E3
16			E5		E3	E7		E5	E7	E7	E7	E7	E7
17	E1	E1	E5		E7			E5	E5				
18	E1			E3	E3						E3	E3	E3
19		E3				E3			E7			E1	
20	E1			E3	E3	E7	E1		E7		E3	E3	E3
21	E1		E1		E3		E3	E3	E3				
22				E7	E7	E7			E5		E3	E1	
23			E1	E7	E7	E7		E3			E3	E3	E3

24	E1	E1	E1	E7	E7	E7	E5	E5	E7	E7	E3	E3	E7
25			E5	E3	E3	E3			E7	E7	E7	E7	E7
26				E3	E3						E3	E3	E3
27	E1		E5		E3				E5				
28		E5		E3	E7	E7			E5		E3	E1	
29			E5	E5	E3	E1		E7			E3	E3	E3
30			E5		E3	E7		E1			E3	E3	E3
31			E5		E3	E7	E5	E1	E7		E3	E3	E3
32							E7	E5	E1		E7	E1	

Fuente: Elaboración propia.

Con esta clasificación, se observa que la mayoría de los errores se encuentran en orden descendiente entre los tipos 7 (errores debidos a la ausencia de conocimientos previos), 3 (errores debidos a inferencias o asociaciones incorrectas), 5 (errores debidos a cálculos incorrectos o accidentales) y 1 (Errores debidos al lenguaje matemático), por lo que se confirma la información proporcionada en la consulta a expertos acerca de las deficiencias en conocimientos previos y a conocimientos erróneos en niveles educativos previos.

2. ENCUESTA DE CAPITAL TECNOLÓGICO

Para complementar la información de la etapa de diagnóstico, se aplicó una encuesta a los estudiantes compuesta por 20 ítems de opción múltiple para conocer el uso y apropiación de TIC en el entorno escolar, de manera que la información obtenida proporcione una guía en las rutas de aprendizaje que contribuyan al desarrollo de estrategias didácticas incorporando elementos tecnológicos.

Los resultados obtenidos con la aplicación de la encuesta nos ofrecen una visión acerca de los principales dispositivos tecnológicos que utilizan los estudiantes y su enfoque o aplicación educativa, por ejemplo, al conocer que más del 90% de ellos cuenta con un teléfono celular pero tan solo el 70% tiene una computadora en sus hogares, siendo el celular el de mayor utilización para fines educativos y segundo lugar en conexión a internet.

Por otra parte, alrededor del 40% de los estudiantes se conectan a internet de 1 a 2 horas diariamente, mientras que un poco menos del 30% se conectan de 2 a 3 horas diariamente.

En cuanto al uso que le dan a su conexión a internet, en primer lugar, aparecen las redes sociales, en segundo la mensajería instantánea y en tercero el correo electrónico. Un 72% de los estudiantes se conecta diariamente a sus redes sociales, principalmente a Whatsapp y Facebook, y la mayoría de ellos lo hace por medio de su teléfono celular.

El 88% de los estudiantes se comunica con sus profesores a través de redes sociales, siendo nuevamente Whatsapp y Facebook las redes principales. Aunque el medio de comunicación principal con los profesores consiste en el correo electrónico (94%) y 63% de los estudiantes revisan su correo una vez al día. La principal actividad en el correo electrónico consiste en el envío de mensajes (86%) y de archivos adjuntos (82%).

Los estudiantes realizan un uso frecuente de la mensajería instantánea (67%), utilizando principalmente Whatsapp (98%) para el intercambio de archivos (61%) y mensajes de texto (71%) relacionados con propósitos educativos.

En el área de videoconferencias, solo cerca del 30% de los estudiantes tienen videoconferencias con sus profesores, de los cuales casi el 70% lo hace por medio de Hangouts, que ahora se ha complementado con Microsoft Teams.

Con estos resultados, se observa una prominencia en la utilización de dispositivos móviles para su utilización con fines educativos por los estudiantes, así como un alto índice de tiempo en su comunicación por redes sociales.

b. Diseño y desarrollo de la estrategia didáctica

1. Desarrollo del nooc

Para la metodología y naturaleza de producción y desarrollo del NOOC, se toman en cuenta tres estructuras principales [34]:

1. El diseño instruccional: planteamiento de estrategias didácticas, dinamización del aprendizaje y evaluación.
2. La operación del curso: oferta del material, certificación, seguimiento y evaluación del rendimiento de los usuarios en el entorno virtual de aprendizaje.
3. Los contenidos audiovisuales y multimedia complementados con actividades de comprensión, contenidos textuales e infográficos y de evaluación.

Dichas estructuras se relacionan con la idoneidad didáctica y el proceso de modelación en la parte de diseño instruccional, así como se presenta en la Figura 7.



Figura 7: Estructura del NOOC y su relación con la idoneidad didáctica y la modelación matemática.

Fuente: Elaboración propia.

2. Diseño instruccional

De acuerdo con Godino, Contreras y Font [6], un proceso de diseño instruccional comprende distintas dimensiones interconectadas: epistémica (significados institucionales), docente (funciones del profesor), discente (funciones de los alumnos), mediacional (recursos materiales), cognitiva (significados personales) y emocional (sentimientos y afectos). Cada una de estas dimensiones se puede modelizar como un proceso estocástico cuyos estados pueden categorizarse a través del tiempo.

Para cada proceso de instrucción matemática sobre un objeto matemático se toman en cuenta elementos del significado pretendido del objeto y de las funciones docentes y discentes [13].

Tomando como base el trabajo de los autores mencionados, los recursos instruccionales específicos de la propuesta de intervención se seleccionarán y modelizarán como una distribución temporal de funciones y componentes en sus posibles estados. Lo anterior como una trayectoria que describa esa secuencia en particular de funciones o componentes. Los autores proponen los siguientes tipos de procesos y sus correspondientes trayectorias (Tabla 3).

Tabla 3: Trayectorias para cada proceso instruccional.

Trayectoria	Descripción
Trayectoria epistémica	Distribución del tiempo de enseñanza del componente significado institucional aplicado. Estos componentes (problemas, funciones, lenguaje, definiciones, propiedades, argumentos) se suceden en un orden específico en el proceso de comando.
Trayectoria docente	Distribución de las tareas/actividades docentes a lo largo del proceso de aprendizaje.
Trayectoria discente	Distribución de las actividades de los alumnos (una para cada alumno).
Trayectoria mediacional	Representa la distribución de los recursos técnicos utilizados (libros, apuntes, herramientas, software, etc.).
Trayectorias cognitivas:	Significados personales de los alumnos en su cronogénesis.
Trayectorias emocionales	La distribución temporal de los estados emocionales de cada estudiante (actitudes, valores, amores y sentimientos) en relación con los objetos matemáticos y el proceso de aprendizaje.

Fuente: Godino, Contreras y Font (2006).

Cada una de estas trayectorias actúa de forma no determinística, ya que sus elementos pueden ser aleatorios y producir cambios en las trayectorias anteriores debido a la situación personal de cada estudiante.

c. Desarrollo del curso

Para el desarrollo del curso propuesto, se muestra a continuación la configuración global elaborada a partir de cada uno de los temas por abordar, seguida de la configuración para cada uno de los criterios de idoneidad del EOS a ser utilizadas en la primera iteración.

El significado pretendido para el EOS se aplica en esta ocasión para los cursos de ciencias básicas incluidos en primero y segundo semestre de Ingeniería, presentando de manera inicial la definición y enseguida se desarrollan ejercicios y ejemplos de aplicación cuyos resultados utilizan cada uno de los temas. La situación que se plantea en cada tema tiene como objetivo responder al cuestionamiento de cómo discriminar las situaciones que utilizan cada uno de ellos y cómo resolverlas. La figura 8 representa la estructura global de dichas lecciones, integrando la secuencia de configuraciones relacionadas a los tipos de ejercicios planteados, la llamada configuración particular se refiere a los ejercicios planteados en el curso propuesto como intervención.



Figura 8: Configuración global de cada tema.
Fuente: Elaboración propia.

Para esta configuración global, la figura 9 presenta la configuración epistémica que aborda los elementos de lenguajes, situaciones, conceptos, procedimientos, propiedades y argumentos relacionados con cada tema.

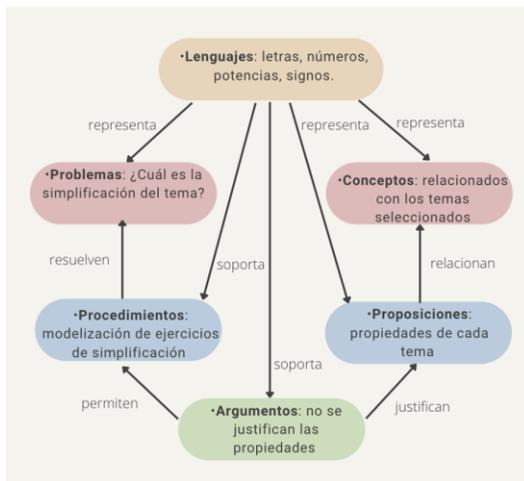


Figura 9: Configuración epistémica de cada tema.
Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, la configuración cognitiva aparece en la figura 10, donde se abordan los significados previos y pretendidos para este tema.

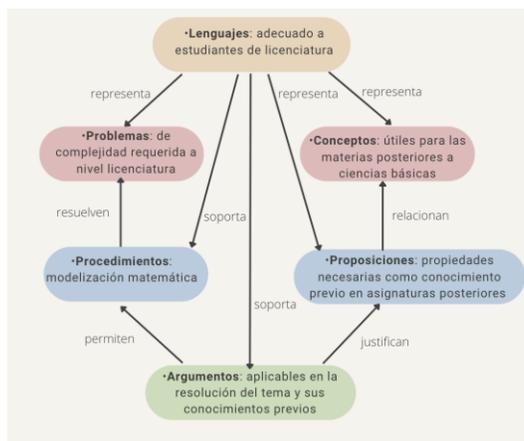


Figura 10: Configuración cognitiva de cada tema.
Fuente: Elaboración propia.

En la figura 11 la configuración semiótica con la configuración elaborada para cada tema.

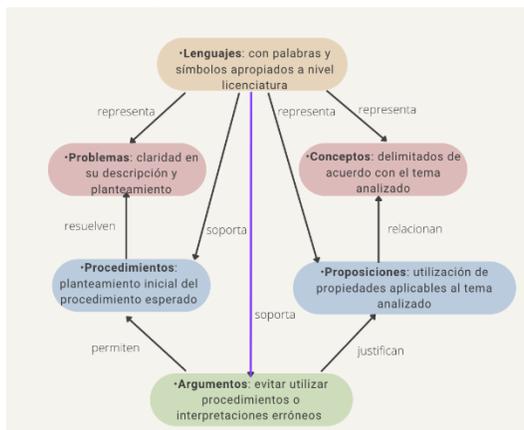


Figura 11: Configuración semiótica de cada tema.
Fuente: Elaboración propia.

La figura 12 ofrece una representación de la configuración mediacional y la figura 13 la configuración emocional desarrolladas para este tema.

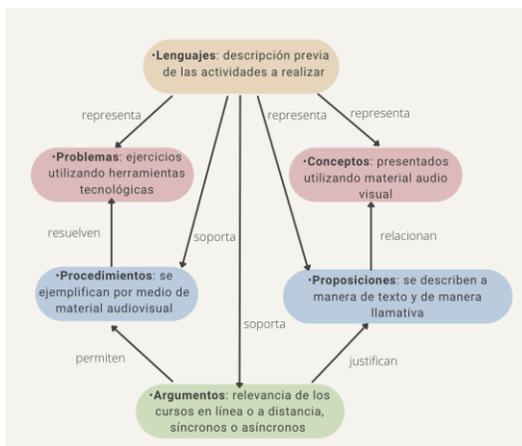


Figura 12: Configuración mediacional de cada tema.
Fuente: Elaboración propia.

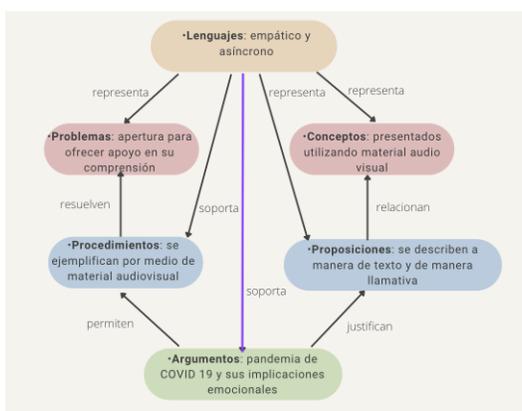


Figura 13: Configuración emocional de cada tema.
Fuente: Elaboración propia.

Una vez definida la etapa anterior, el modelo propuesto para el desarrollo del NOOC consta de los siguientes elementos mostrados en la Figura 14:

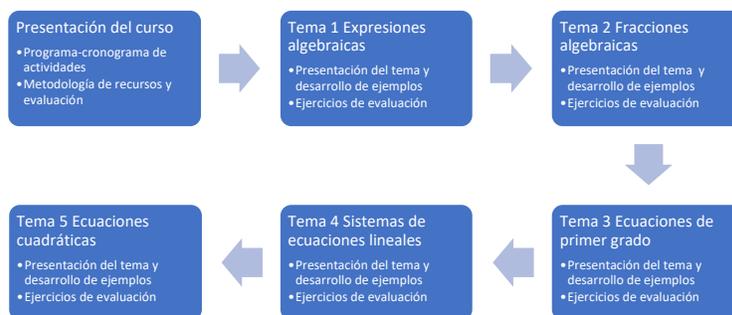


Figura 14: Modelo propuesto para el NOOC.
Fuente: Elaboración propia.

Como se muestra en la figura, cada uno de los temas consta de dos elementos, el primero de ellos relacionado con la explicación del tema y la explicación de ejemplos siguiendo el proceso de modelación matemática y finalmente se presentan ejercicios a ser resueltos por los estudiantes como forma de evaluación.

d. Implementación primera iteración

En la etapa de la implementación como primera iteración, se realizó un equipo en Microsoft Teams, utilizando la cuenta institucional de cada uno de los participantes (Figura 15), donde se colocaron las asignaciones de cada uno de los temas con los recursos presentados en la sección anterior, dejando el espacio adecuado para recibir las respuestas.

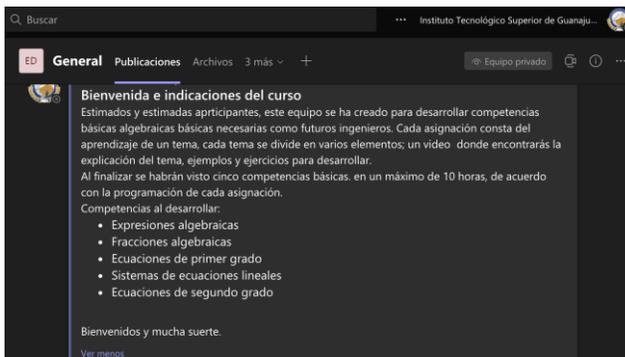


Figura 15: Propuesta de estrategia didáctica en Microsoft Teams primera iteración.
Fuente: Elaboración propia.

IV. RESULTADOS Y PROPUESTA DE SOLUCIÓN

Como parte de los resultados en la primera iteración realizada, la tabla 4 presenta los resultados obtenidos en la resolución de los ejercicios propuestos para cada tema de la estrategia didáctica.

Tabla 4: Resultados de aplicación de la primera iteración de la estrategia didáctica para la enseñanza de Álgebra.

	TEMAS													Calificación por estudiante		
	EXPRESIONES ALGEBRAICAS			FRACCIONES ALGEBRAICAS			ECUACIONES DE PRIMER GRADO			SISTEMAS DE ECUACIONES LINEALES			ECUACIONES CUADRÁTICAS			
Muestras	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13			
1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	46%		
2	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	92%		
3	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	62%		
4	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	92%		
5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100%		
6	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	69%		
7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100%		
8	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	85%		
9	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	85%		
10	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	92%		
11	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	85%		
12	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	69%		
13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	100%		
14	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	77%		
15	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	62%		
16	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	54%		
17	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	77%		
18	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	62%		
19	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	77%		
20	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	46%		
21	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	69%		
22	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	85%		
23	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	92%		
24	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	54%		
25	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	69%		
26	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	77%		
27	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	85%		
28	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	69%		
29	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	54%		
30	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	92%		
31	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	77%		
32	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	69%		
TOTAL POR TEMA	74			80			74			24			61			76%
PROMEDIO POR TEMA	77%			83%			77%			81%			64%			

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla de resultados se presentan nuevamente las calificaciones individuales por participante y los promedios por tema. El porcentaje de calificación por estudiante se obtuvo dividiendo el total de ítems entre la cantidad de ítems correctos de cada uno de los estudiantes, mientras que el total por tema representa la cantidad total de preguntas por cada tema que fueron respondidas correctamente por todos los estudiantes y el porcentaje de promedio por tema se obtuvo de dividir la cantidad de respuestas correctas entre el total de ítems por cada tema, observándose una diferencia en comparación con el diagnóstico como un incremento de hasta un 50% en los temas que habían presentado mayor deficiencia.

En cuanto al análisis de idoneidad didáctica de la estrategia implementada, se utilizó a manera de autoevaluación el instrumento propuesto por Moreno [14] mostrado anteriormente, para el cual se han colocado los 41 ítems referidos a los indicadores representativos de idoneidad didáctica del EOS y su cumplimiento en cada tema de la estrategia didáctica (Tabla 5).

Tabla 5: Autoevaluación indicadores representativos de la idoneidad didáctica EOS y su cumplimiento en la primera iteración de la estrategia didáctica.

Ítem	Tema 1	Tema 2	Tema 3	Tema 4	Tema 5
1	SI	SI	SI	SI	SI
2	SI	SI	SI	SI	SI
3	SI	SI	SI	SI	SI
4	SI	SI	SI	SI	SI
5	SI	SI	SI	SI	SI
6	SI	SI	SI	SI	SI
7	SI	SI	SI	SI	SI
8	NO	NO	NO	NO	NO
9	SI	SI	SI	SI	SI
10	SI	SI	SI	SI	SI
11	SI	SI	SI	SI	SI
12	SI	SI	SI	SI	SI
13	NO	NO	NO	NO	NO
14	NO	NO	NO	NO	NO
15	NO	NO	NO	NO	NO
16	NO	NO	NO	NO	NO
17	SI	SI	SI	SI	SI
18	SI	SI	SI	SI	SI
19	NO	NO	NO	NO	NO
20	SI	SI	SI	SI	SI
21	SI	SI	SI	SI	SI
22	NO	NO	NO	NO	NO
23	NO	NO	NO	NO	NO
24	NO	NO	NO	NO	NO
25	NO	NO	NO	NO	NO
26	SI	SI	SI	SI	SI
27	NO	NO	NO	NO	NO
28	NO	NO	NO	NO	NO
29	SI	SI	SI	SI	SI
30	NO	NO	NO	NO	NO
31	NO	NO	NO	NO	NO
32	NO	NO	NO	NO	NO
33	SI	SI	SI	SI	SI
34	SI	SI	SI	SI	SI
35	SI	SI	SI	SI	SI
36	SI	SI	SI	SI	SI
37	SI	SI	SI	SI	SI
38	SI	SI	SI	SI	SI
39	SI	SI	SI	SI	SI
40	SI	SI	SI	SI	SI
41	SI	SI	SI	SI	SI

Fuente: Elaboración propia.

La información presentada ofrece una visión propia del cumplimiento con los indicadores del EOS, donde se observan algunos elementos que no cumplen con lo establecido por el enfoque, principalmente aquellos ítems relacionados con la faceta ecológica y del entorno (ítems 12 a 19), la faceta afectiva (ítems 20 al 25) y la faceta interaccional (ítems 26 al 33). Lo anterior se relaciona con los criterios de idoneidad abordados con las trayectorias semióticas, mediacionales y emocionales, utilizadas principalmente por el medio que fue utilizado para realizar la intervención, el cual fue delimitado por la vía institucional de contacto con los estudiantes y por la situación de pandemia. Estos resultados ofrecen una visión acerca de las mejoras y ajustes a realizar en el desarrollo de una segunda iteración, la cual ofrecería los resultados finales del proceso de investigación.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Como se mencionó anteriormente, los resultados de la primera iteración hacen una especial atención en el refinamiento de las trayectorias semióticas, mediacionales y emocionales en cada uno de los temas analizados (expresiones algebraicas, fracciones algebraicas, ecuaciones de primer grado, sistemas de ecuaciones lineales y ecuaciones cuadráticas). Amanera de trabajo futuro, se plantea el rediseño de estas trayectorias de manera conjunta y el desarrollo de iteraciones posteriores, debido a que sus configuraciones son semejantes para cada tema, ya que se refieren a condiciones análogas donde se abordan, por una parte, las condiciones institucionales y del entorno, el involucramiento de los estudiantes y la manera de identificar conflictos semióticos de manera potencial. Dichas configuraciones pueden ser integradas a su vez en cada una de las configuraciones globales para cada uno de los temas.

VI. REFERENCIAS

- [1] Adell, J. (2006). Tendencias en educación en la sociedad de las tecnologías de la información. *EduTec. Revista Electrónica De Tecnología Educativa*, (7).
- [2] Delgado, C. J. D. (2011). Tecnología Meta-Tecnología Educación. *Sophía*, (11), 31-55.
- [3] Area, M. (2009). Introducción a la tecnología educativa. Laguna: Universidad de la Laguna.
- [4] Area, M. (2000). Redes multimedia y diseños virtuales. En *Actas del III Congreso Internacional de Comunicación, Tecnología y Educación R. Pérez (coord.)*. Universidad de Oviedo, pp. 128-135.
- [5] Puig, L. (1998). Componentes de una historia del álgebra. El texto de al-Khwarizmi restaurado. *Investigaciones en matemática educativa II*. Universitat de Valencia. Departament de Didáctica de la matemática, 109-131.
- [6] Godino, J. D., Batanero, C. y Font, V. (2007). The onto-semiotic approach to research in mathematics education. *ZDM. The International Journal on Mathematics Education*, 39 (1-2), 127-135.
- [7] Moreno-Reyes, H., Oñate, P. y Alcántara, R. (2016). La modelación matemática como estrategia didáctica para propiciar el aprendizaje, en *Modelación Matemática: ingeniería, biología y ciencias sociales*. Huajuapán: Universidad Tecnológica de la Mixteca.
- [8] Cabero, J. (2015). Visiones educativas sobre los MOOC. *RIED: Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 18(2), 39-60.
- [9] Palacio, O. J. (2013). Génesis del álgebra. *Pedagogía en Acción*, 1, 97-100.
- [10] Kieran, C. y Filloy, E. (1989): "El aprendizaje del álgebra escolar desde una perspectiva psicológica" en *Enseñanza de las Ciencias*, 73, pp. 229-240.
- [11] Fernández, F. (1997). Aspectos históricos del paso de la aritmética al álgebra. *Uno*, 14. Valencia, R. (2015). Las TIC como instrumento pedagógico en la educación superior. *RIDE (Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo)*, 5(9).
- [12] Malet, O., Giacomone & Repetto, A. M. (2021). La Idoneidad didáctica como herramienta metodológica: desarrollo y contextos de uso. *Revemop*, 3, e202110, 1-23.
- [13] Godino, J. D. (2013). Indicadores de idoneidad didáctica de procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*, 8 (11), 111-132.
- [14] Moreno, H. (2017). Valoración de la idoneidad didáctica de un proceso de estudio de Cálculo Diferencial por los estudiantes. En J. M. Contreras, P. Arteaga, G. R. Cañadas, M. M. Gea, B. Giacomone y M. M. López-Martín (Eds.), *Actas del Segundo Congreso Internacional Virtual sobre el Enfoque Ontosemiótico del Conocimiento y la Instrucción Matemáticos*.
- [15] Acosta, M.G.L, Moreno-Reyes, H. (2019). Proceso de modelación algebraica con fundamentos psicopedagógicos en ingeniería: propuesta de desarrollo. En Barragán, F., Palafox, S. y Santiago, A. (Eds.), *Modelación Matemática III: Biomatemáticas e Ingeniería*. (pp. 200 – 217). Universidad Tecnológica de la Mixteca.
- [16] Janvier, C. (1996). Modeling and the initiation into Algebra. En Bednarz et al (Eds.). *Approaches to Algebra. Perspectives for Research and Teaching*. pp 225- 236. Dordrecht: Kluwer.
- [17] Villa, J. A. (2007). La modelación como proceso en el aula de matemáticas. *Un marco de referencia y un ejemplo*. *Tecno Lógicas* (19), pp.63,85.
- [18] Bassanezi, R. (2002). *Ensino-aprendizagem com modelagem matemática*, Contexto, São Paulo, Brasil.
- [19] Litwin, E. (2008) *El oficio de enseñar. Condiciones y contextos*. Buenos Aires, editorial Paidós.
- [20] Scardigli, M., Bello, C., Cicchini, A., Cuadrado, G., y Sara, A. (2013). Reflexiones sobre la Modelización Matemática como una Práctica de Enseñanza y de Aprendizaje en Carreras de Ingeniería. *Revista de Informática Educativa y Medios Audiovisuales*, 10(17), 17-21.
- [21] Escamilla, J. G. (1998). Metodología de selección y uso de tecnología educativa. *Elección y uso de tecnología educativa*, 11 – 22.
- [22] López, J. (2018). *EduTEKA - Cómo seleccionar recursos educativos digitales*. Recuperado el 20 de noviembre 2018, de <http://eduteka.icesi.edu.co/articulos/SeleccionRecursosDigitales>.
- [23] Clark, D.(2013).MOOCs:taxonomy of 8 types of MOOC. Recuperado de: <http://donaldclarkplanb.blogspot.com.es/search?q=MOOCs:+taxonomy>.
- [24] Coakley, D., Garvey, R., & O'Neill, Í. (2016). Micro-learning-Adopting Digital Pedagogies to Facilitate Technology-Enhanced Teaching and Learning for CPD. Empowering 21st Century Learners Through Holistic and Enterprising Learning (pp. 272-275). Malaysia: Springer Singapore. Recuperado de: https://doi.org/10.1007/978-981-10-4241-6_24.
- [25] Gibelli, T. (2014). La investigación basada en diseño para el estudio de una innovación en educación superior que promueve la autorregulación del aprendizaje utilizando TIC. Congreso. Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación. Buenos Aires, Argentina. Recuperado de: <https://docplayer.es/9341961-Congreso-iberoamericano-de-ciencia-tecnologia-innovacion-y-educacion.html>.
- [26] Jordán, M. (2009). *Intervención educativa sobre osteoporosis en la Cátedra Universitaria del Adulto Mayor con el uso de un sitio Web [tesis]*. Matanzas: Universidad de Ciencias Médicas de Matanzas.
- [27] Brown, A.L. (1992). Design experiments: Theoretical and methodological challenges in creating complex interventions in classroom settings. *The Journal of The Learning Sciences*, 2(2), 141-178.
- [28] Godino, J. D. (2021). De la ingeniería a la idoneidad didáctica en educación matemática. *Revemop*, e202129, 1-26, 2021.
- [29] Benito, B., y Salinas, J. (2016). World Café Cmaps para la elicitación y transferencia de conocimiento entre docentes universitarios. En *Proceedings of the 7th International Conference on Concept Mapping*.
- [30] Barab, S., Squire, K. (2004). Design-based research: putting a stake in the ground. *Journal of the Learning Sciences*, 13(1), 1-14.
- [31] Brown, A.L. (1992). Design experiments: Theoretical and methodological challenges in creating complex interventions in classroom settings. *The Journal of The Learning Sciences*, 2(2), 141-178.
- [32] Large, M. (8 de febrero de 2015). Design-Based Research [Mensaje en un blog]. Balancing on the Leading Edge. Recuperado de: <http://balancingontheleadingedge.blogspot.com/2015/02/i-am-currently-taking-class-in-design.html>.
- [33] Abrate, R., Pochulu, M. y Vargas, J. (2006). Errores y dificultades en Matemática: Análisis de causas y sugerencias de trabajo [versión digital pdf]. Buenos Aires, Argentina: Universidad Nacional de Villa María. Recuperado de <http://unvm.galeon.com/Libro1.pdf>.
- [34] Fischer, H., Dreisiebner, S., Franken, O., Ebner, M., Kopp, M., y Köhler, T. (2014). Revenue vs. Costs of MOOC Platforms. Discussion of Business Models for xMOOC Providers Based on Empirical Findings and Experiences During Implementation of the Project iMOOX In 7th International Conference of Education, Research and Innovation (ICERI2014). IATED (pp. 2991-3000).