

Matemática 101: fortaleciendo las competencias en matemática preuniversitaria por medio de aprendizaje adaptativo

Alberth Estuardo Alvarado Ortiz, Byron Haroldo Linares Román, Flor de María Sagastume Mayén, José Roberto Portillo Aristondo

MATH 101: strengthening pre-college mathematics through adaptive learning

Resumen

Matemática 101 es un curso remedial orientado a futuros estudiantes en áreas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM, por sus siglas en inglés) y que busca fortalecer su formación en el área de matemáticas mediante dos características clave: es virtual y adaptativo. Mediante la evaluación constante, Matemática 101 presenta a cada estudiante una ruta de aprendizaje adaptada a sus propias necesidades. Para cumplir con su objetivo central, este curso se compone de 73 módulos virtuales de aprendizaje con más de 380 video lecciones, un banco con más de 2,160 problemas, más de 40 actividades formativas y un foro de discusión. En este artículo se presentan el contenido, estructura, metodología de enseñanza-aprendizaje e implementación de Matemática 101. Por último, también se incluyen algunos resultados preliminares de nuestra primera experiencia con este curso.

Palabras clave: aprendizaje adaptativo; aprendizaje a su propio ritmo; diseño instruccional; curso remedial; matemática preuniversitaria; curso en línea; deserción

Abstract

MATH 101 is a remedial course for prospective students in Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) majors, which aims to strengthen their mathematical background through two main features: it is virtual and adaptive. Based on constant assessments, MATH 101 presents to each student a learning path adapted to his own needs. To accomplish its objective, MATH 101 is composed of 73 virtual learning modules with more than 380 video lectures, a bank with over 2160 problems, over 40 formative activities, and a discussion forum. This article discusses all the course details regarding its content, structure, teaching-learning methodology, and implementation. Some preliminary results of our first experience with MATH 101 are also included.

Keywords: adaptive learning; self-paced learning; instructional design; remedial course; pre-college mathematics; online course; attrition

Introducción

Bajos niveles de competencia en matemáticas

Diversos estudios señalan que, en varios países de Latinoamérica, las deficiencias en el área de matemáticas que muestran la mayoría de los estudiantes de bachillerato son preocupantes (Tecnológico de Costa Rica, 2015, pp. 26-31). Guatemala no es una excepción y conforme al reporte de la Dirección General de Evaluación e Investigación Educativa (DIGEDUCA) del Ministerio de Educación de Guatemala, en 2019,¹ únicamente 13.56% del estudiantado de último año de bachillerato obtuvo un resultado excelente o satisfactorio en el área de matemáticas de la *Evaluación Graduandos 2019* que administra dicha institución (Dirección General de Evaluación e Investigación Educativa, 2019). Esto significa que un alto porcentaje de las personas que se inscriben a las universidades del país no cuentan con las competencias necesarias para tener éxito en el primer curso de matemáticas al que deben enfrentarse. En consecuencia, algunos jóvenes dispuestos a estudiar alguna carrera en áreas STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas [STEM], por sus siglas en inglés) se desmotivan al reconocer su débil formación en matemáticas básicas y deciden abandonar sus estudios o, en el mejor de los casos, trasladarse a otras carreras no científicas.

Este problema tiene implicaciones muy profundas, como la escasez de talento humano calificado para las empresas del sector industrial, científico y tecnológico del país debido a que las matemáticas es el lenguaje de la ciencia y, al mismo tiempo, el pilar fundamental de la formación ciudadana por su contribución al desarrollo del razonamiento lógico, la abstracción y el pensamiento crítico, entre muchos otros. No es casualidad que el año 2022 haya sido proclamado por la UNESCO como el “Año Internacional de las Ciencias Básicas para el Desarrollo Sostenible” (UNESCO, 2019, p. 2). Por tanto, es imperativo trabajar en favor de la formación en matemáticas de nuestros jóvenes y así lograr aumentar la cantidad de ingenieros, científicos, e investigadores latinoamericanos para de esta manera contar con ciudadanos mejor preparados que afronten los desafíos del mundo de hoy.

Un desafío para las universidades

Los cursos remediales son una de las estrategias tradicionales que emplean las universidades para garantizar que el estudiantado de primer ingreso cumpla con los prerrequisitos y adquieran todas las competencias necesarias para desarrollarse exitosamente en la educación superior. Ahora bien, las universidades reciben estudiantes cuyas bases en matemáticas son tan diversas que un *único* curso remedial suele no ser efectivo para cubrir ese amplio espectro. En palabras simples, mientras algunos estudiantes necesitan únicamente una revisión rápida de temas selectos para estar preparados para su primer curso de matemáticas universitarias, otros presentan dificultades incluso con aritmética básica. Por ende, no solo el contenido del curso remedial debe ser personalizado, sino también el tiempo y el esfuerzo dedicados al desarrollo de cada

¹ Estos son los datos más recientes con los que se cuenta al momento de la redacción de este artículo.

tema. Este aspecto hace que el diseño de un solo curso de nivelación en matemáticas sea un desafío y que la tecnología sea el mejor aliado para poder afrontarlo. Ante esta situación y la necesidad de repensar la forma en la que los cursos remediales han sido diseñados habitualmente, surge el proyecto Matemática 101.

Matemática 101 es una respuesta de la Universidad Galileo a las preocupantes deficiencias en el área de matemáticas mostradas por los estudiantes de bachillerato durante los últimos años. La finalidad de este proyecto es actualizar y fortalecer la formación que el estudiantado recibió durante sus estudios de bachillerato en el área de matemáticas utilizando la metodología virtual, en donde la Universidad Galileo ha sido líder. En esencia, Matemática 101 es un *curso remedial* con dos características clave: es *virtual* y *adaptativo*. Esto significa que la plataforma educativa le diseña a cada estudiante una *ruta de aprendizaje personalizada* basada en los datos recopilados por medio de una prueba diagnóstica y la evaluación constante, fortaleciendo así sus áreas de oportunidad individuales.

En este artículo se describe brevemente el diseño, contenido, metodología e implementación del curso Matemática 101. Asimismo, la discusión se centra en exponer todas aquellas características que hacen de este un curso remedial no tradicional. Por último, se expondrán algunos resultados preliminares de las experiencias adquiridas y lecciones aprendidas durante la primera implementación de Matemática 101. Para más detalles acerca de este proyecto se refiere al lector al artículo “MATH 101: An Adaptive Remedial Course” (Portillo, Alvarado y Linares, 2022, pp. 1-19).

Matemática 101

¿Qué es?

Matemática 101 es un curso remedial autogestivo y asincrónico, con dos características adicionales novedosas: es virtual y adaptativo; es decir, basado en la evaluación constante presenta a cada estudiante módulos de aprendizaje ajustados a sus necesidades. Su diseño adaptativo permite adecuar los diferentes contenidos al ritmo y conocimiento individual, personalizando y enriqueciendo de esta forma la experiencia de aprendizaje. El curso combina el uso de la tecnología con material audiovisual y actividades de enseñanza-aprendizaje activas para que los estudiantes puedan aprender haciendo y a su propio ritmo. De esta forma, este curso busca desarrollar las competencias fundamentales que requieren los primeros cursos universitarios de matemáticas en carreras STEM, facilitando así la transición entre los cursos de matemáticas del bachillerato y los universitarios.

¿Qué temas cubre?

Cada uno de los temas estudiados en Matemática 101 fueron seleccionados meticulosamente y constituyen la base de cualquier curso inicial de matemáticas universitarias para carreras en áreas STEM. Sin el dominio de estos temas, resulta imposible que una persona pueda comenzar con el estudio de ramas más avanzadas de las matemáticas; por ejemplo: geometría analítica, cálculo y estadística, entre muchas otras. El curso empieza desde cero y se compone de cuatro unidades

temáticas, las cuales se describen a continuación:

- De la Aritmética al Álgebra: esta unidad introduce el concepto de número, los conjuntos numéricos (desde los naturales hasta los complejos), divisibilidad, descomposición en factores primos, el máximo común divisor, el mínimo común múltiplo, las propiedades de los números reales, la recta numérica real y el valor absoluto. En esta unidad también se aprovecha para repasar aritmética básica incluyendo operaciones con números racionales, exponentes, radicales y el orden de operaciones.
- Álgebra Elemental de los Números Reales: en esta unidad se estudian los conceptos de expresión algebraica, monomio y polinomio, así como las operaciones fundamentales con expresiones algebraicas, factorización y las operaciones básicas con expresiones racionales y fraccionarias.
- Modelos Matemáticos Simples: esta unidad se dedica al estudio del concepto de ecuación, ecuaciones lineales y cuadráticas, sistemas de ecuaciones lineales y desigualdades. En esta unidad también se cubren los principios de resolución de problemas y la construcción de modelos matemáticos simples usando tanto ecuaciones como desigualdades.
- Elementos de Trigonometría: esta unidad incluye el concepto de ángulo y sus medidas, triángulos, triángulos congruentes, triángulos semejantes, el teorema de Tales, el teorema de Pitágoras, las razones trigonométricas, resolución de triángulos rectángulos, una introducción a las identidades trigonométricas fundamentales y la resolución de triángulos oblicuos.

¿Cómo funciona?

La Figura 1 presenta un esquema general de la forma en la que Matemática 101 opera. A continuación, se detallan cada uno de los pasos ilustrados en dicha figura.



Figura 1. Esquema del funcionamiento general de Matemática 101.

Paso 1. Matemática 101 comienza con una prueba diagnóstica (no estandarizada) que evalúa conceptos básicos y habilidades tanto operativas como en la resolución de problemas en las siguientes cuatro áreas: (i) aritmética, (ii) álgebra, (iii) modelos matemáticos simples (ecuaciones y desigualdades) y (iv) elementos de trigonometría. Esta prueba se divide en cuatro secciones correspondientes a cada unidad del curso.

Paso 2. La plataforma recopila y analiza los datos obtenidos mediante la prueba diagnóstica.

Paso 3. Con la información obtenida en el diagnóstico se genera el llamado *Perfil de Ingreso* de cada estudiante, el cual contiene sus fortalezas y áreas de oportunidad en cada una de las cuatro áreas evaluadas.

Paso 4. Basado en el *Perfil de Ingreso*, la plataforma le diseña a cada estudiante su *ruta de aprendizaje* personalizada con la cual será guiado a lo largo del curso. Dicha ruta se compone de módulos de aprendizaje virtuales dedicados a fortalecer sus áreas de oportunidad.

Paso 5. Cada módulo que compone el curso Matemática 101 contiene dos secciones etiquetadas como “Contenido” y “Verifica tus Conocimientos”. La sección de “Contenido” incluye: una serie de video lecciones que cubren la teoría y ejemplos del tema en discusión, presentaciones con resúmenes de los conceptos más relevantes y actividades lúdicas intercaladas entre los videos para poner en práctica lo aprendido. Por otro lado, el apartado “Verifica tus Conocimientos” contiene un cuestionario compuesto por problemas, ejercicios y preguntas teóricas acerca del tópico central del módulo, y su objetivo central es evaluar el progreso de cada estudiante. Si el estudiante resuelve satisfactoriamente el cuestionario presentado en esta sección, la plataforma determina que domina el tema y que su preparación es adecuada para continuar con el siguiente módulo en su ruta de aprendizaje. En caso contrario, la plataforma detecta que requiere de apoyo y le redirige a la sección de “Contenido”. Es importante enfatizar que, contrario al esquema tradicional, cada módulo de aprendizaje empieza con la sección “Verifica tus Conocimientos” para validar si se domina el tema y permitir el avance en el curso sin necesidad de pasar por la sección de “Contenido”.

Paso 6. Cuando el estudiante ha completado todos los módulos que componen su *ruta de aprendizaje*, la plataforma genera el llamado *Perfil de Egreso* a través de una evaluación final que cubre las cuatro unidades del curso. Se espera que el nuevo perfil cumpla con las competencias necesarias para cursar con éxito el primer curso de matemáticas universitarias. En caso de que no se logre alcanzar la meta trazada, se recomendará al estudiante volver a tomar el curso, o bien, apoyarse en una secuencia de cursos remediales tradicionales.

Un curso virtual con una metodología activa

Una característica muy importante de Matemática 101 es que se basa en la metodología conocida como *Aprender haciendo* (*Learning by doing*, en inglés), en la cual se busca que los estudiantes se involucren activamente con el contenido del curso y puedan así crear el conocimiento por sí mismos (Reese, 2011, p. 1). Es más, de acuerdo con la literatura, *Learning by doing* es una metodología idónea cuando los participantes ya cuentan con cierto nivel de familiaridad con el contenido del curso

(Reese, 2011, p. 5). Este es precisamente el caso de los temas desarrollados en Matemática 101 ya que estos constituyen un repaso general de los cursos de matemáticas de la escuela secundaria y del bachillerato.

Para alcanzar el objetivo central de las metodologías de aprendizaje activo, el contenido del curso fue cuidadosamente seleccionado y segmentado de acuerdo con lo promulgado por la metodología ATCL (Active Topic Centered Learning) desarrollada por Illescas, Alvarado y Portillo (2019, pp. 1-15). ATCL establece que el contenido de un curso debe dividirse en *tópicos* y que cada una de las actividades formativas y sumativas del curso deben girar exclusivamente alrededor de estos. Por *tópico*, se refiere al componente más pequeño de una unidad y que, por ende, es indivisible en subtópicos. Siguiendo este esquema, el curso Matemática 101 se encuentra segmentado en unidades y estas a su vez están subdivididas en tópicos puntuales. Para cada uno de dichos tópicos se crearon módulos de aprendizaje virtuales dedicados únicamente a desarrollar el tema central de este. Es así como Matemática 101 cubre 73 tópicos dosificados en cuatro unidades a través de más de 70 módulos de aprendizaje virtuales. En la siguiente sección se brindan más detalles acerca de los elementos específicos que conforman un módulo de aprendizaje virtual.

Las matemáticas son una disciplina que se aprende resolviendo muchos problemas y, por lo tanto, la práctica constante es fundamental. Como se mencionó antes, Matemática 101 busca involucrar activamente al estudiantado en su proceso de aprendizaje y esto es un reto en cualquier curso a distancia. En un curso virtual convencional de matemáticas, el contenido se presenta en una serie de videos y al final se evalúa al estudiante mediante la resolución de problemas. Matemática 101 dista de este diseño y, en su lugar, empieza por presentar una serie de problemas que cada estudiante debe procurar resolver antes de proporcionarle cualquier tipo de material de apoyo. De esta forma, el estudiante puede intentar resolver dichos problemas utilizando únicamente sus conocimientos previos y, en caso de no lograrlo, se le redireccionará al contenido correspondiente. Es así como cada participante pasa de ser un ente pasivo recibiendo información de las video lecciones a ser un ente activo que afronta por sí mismo el reto que se le presenta, o bien, que busca ayuda en los videos y actividades formativas para poder avanzar con el curso.

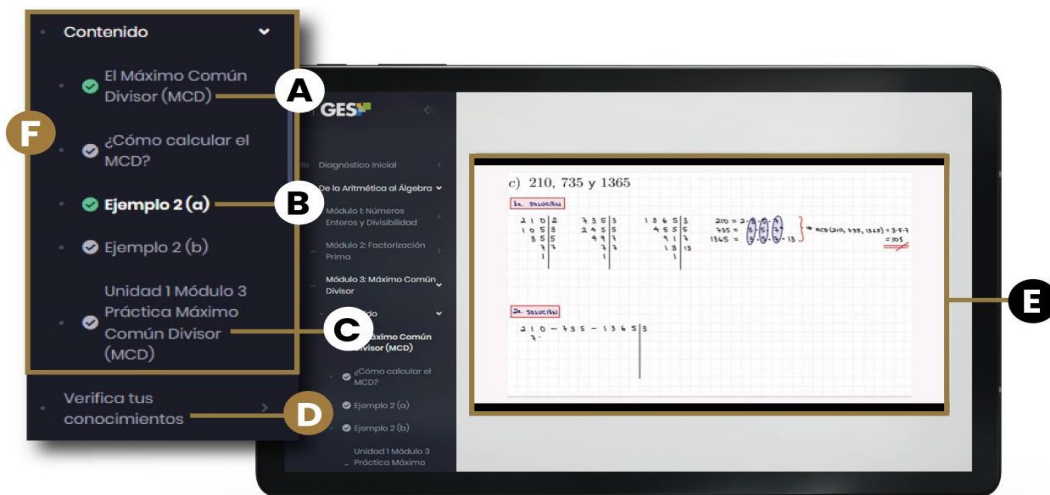


Figura 2. Captura de pantalla de la vista de un módulo de aprendizaje virtual que cubre el tópico “Máximo Común Divisor”. La barra de navegación a la izquierda muestra los enlaces a (A) video lecciones teóricas, (B) video lecciones prácticas, (C) ejercicios de práctica, y (D) sección “Verifica tus Conocimientos”. Un ejemplo de una video lección del módulo se muestra en (E), mientras que (F) apunta hacia la sección llamada “Contenido”.

Verifica tus Conocimientos: el propósito de esta sección es evaluar el dominio del tema demostrado por cada estudiante. Para ello, incluye un cuestionario con preguntas conceptuales, ejercicios operativos y problemas verbales en donde el estudiante debe aplicar los conceptos y la teoría desarrollada en la sección de contenido, o bien, sus conocimientos previos para poder resolverlos. Es importante mencionar que estas evaluaciones se generan aleatoriamente a partir de un banco de problemas. Dicho banco contiene diferentes reactivos de opción y elección múltiple organizados por tema y objetivos de aprendizaje, para así garantizar que las preguntas presentadas cumplan con la finalidad trazada inicialmente. Hay que tener presente que esta sección es la primera que se despliega y, en caso de que el estudiante no domine el tema, debe volver a tomar la evaluación; de aquí la importancia de contar con un banco de problemas suficientemente amplio. Al momento de esta publicación, Matemática 101 tiene implementado un banco de más de 2,160 reactivos.

Contenido: esta sección tiene como finalidad desarrollar el tópico del módulo mediante video lecciones que comprenden la presentación de las bases teóricas del tema en cuestión, así como la ejemplificación, interpretación y presentación de las distintas aplicaciones de este. Para cumplir con su propósito, la sección de contenido incluye los recursos que se describen enseguida.

- *Video lecciones teóricas:* incluyen una explicación detallada acerca de los aspectos teóricos del tópico en desarrollo; estas incluyen definiciones, resultados importantes, teoremas y demostraciones selectas.
- *Video lecciones prácticas:* presentan la resolución paso a paso de un gran número de problemas tipo que ejemplifican el tema tratado en las video lecciones teóricas.

Al momento de esta publicación, Matemática 101 cuenta con más de 380 video lecciones teóricas y prácticas. Es importante resaltar que la duración promedio de las video lecciones es de 6 minutos y 3 segundos, la cual cumple con los parámetros establecidos por la literatura acerca de la duración óptima de una videoconferencia asíncrona para lograr mantener la atención del estudiante (Guo, Kim y Rubin, 2014, pp. 1-5). Por otro lado, se utilizaron diferentes formatos de videos: grabación con chroma en estudio (Talking Head), presentación de diapositivas (Slideshow), capturas de pantalla (Screencast) y grabación en estudio utilizando pizarra de vidrio (Lightboard), para así poder presentar el contenido de una manera más atractiva y efectiva. Entre estos formatos de video cabe destacar los *screencasts* de alta calidad ya que fueron grabados con una tableta y un lápiz digital, y son ideales para la resolución de problemas en matemática. Por otro lado, también se cuenta con los videos tipo *lightboard*, en los cuales se utiliza una pizarra especial de vidrio suspendida en un marco con luces LED incrustadas alrededor y sobre la cual se utilizan marcadores fluorescentes que resaltan con la iluminación, permitiendo una excelente visibilidad del texto escrito a mano ya que el mismo aparenta estar flotando frente al profesor. Debido a su similitud con el formato de instrucción tradicional, este último tipo de video permite mantener la atención y reforzar la transmisión de conceptos. En la Figura 3, se muestran algunos ejemplos de cada uno de los formatos de video utilizados en este curso.

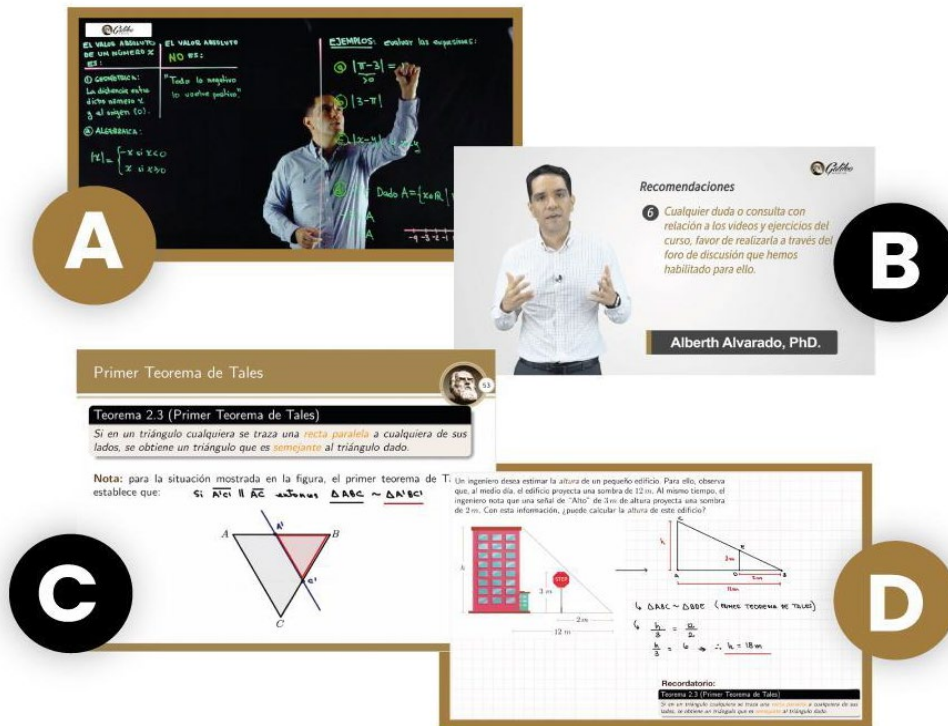


Figura 3. Ejemplos de los formatos de video utilizados en Matemática 101: (A) Lightboard, (B) Talking head, (C) Slideshow, y (D) Screencast.

- **Presentaciones:** esta subsección (agregada en la segunda edición de Matemática 101) contiene lecturas cortas que complementan el material dictado en las video lecciones y material de apoyo en donde se resumen aquellos resultados y teoremas más relevantes.
- **Practica lo aprendido:** esta subsección (agregada en la segunda edición de Matemática 101) incluye ejercicios, problemas y diferentes actividades lúdicas para que el estudiantado pueda poner en práctica el contenido presentado en las video lecciones. Es más, si el estudiante falla en la resolución de los problemas y ejercicios de esta sección se le presenta la solución detallada de estos. Cabe resaltar que estas actividades se encuentran intercaladas con las video lecciones para que los estudiantes se mantengan involucrados activamente en su proceso de aprendizaje.

Como recurso adicional de aprendizaje, el curso también cuenta con un foro de discusión para facilitar la interacción entre el estudiantado y los instructores. Este foro tiene como propósito responder todas aquellas dudas acerca del contenido del curso, o bien, resolver alguna dificultad técnica que pueda surgir. La participación y discusión en este foro suelen tornarse muy interesantes debido a la naturaleza adaptativa del curso, ya que los estudiantes que han avanzado más en el contenido pueden apoyar a quienes aún no han alcanzado ese nivel.

Implementación adaptativa y recolección de datos

Matemática 101 es un proyecto desarrollado por el Departamento de Matemática Aplicada en colaboración con el Departamento GES de Universidad Galileo, siendo este último el encargado de la administración y desarrollo de la plataforma educativa (Learning Management System, LMS), llamada Galileo Educational System (GES). El curso fue implementado en el GES y en sus primeras dos ediciones se emplea un diseño adaptativo simple pero práctico y funcional basado en un algoritmo de condicionales.

Para la toma de decisiones, la plataforma utiliza un *esquema adaptativo exterior* y otro *interior*. El esquema adaptativo exterior es el encargado de determinar cuáles de las cuatro unidades del curso debe estudiar cada estudiante con base en los datos recopilados mediante el examen de diagnóstico, los cuales definen su perfil de ingreso. Una vez registradas las unidades que debe cursar un estudiante, el esquema adaptativo interior toma el control y este es el responsable de guiarle dentro de cada unidad. El esquema adaptativo interior toma decisiones basado en los resultados de la evaluación obligatoria presentada en la sección “Verifica tus conocimientos” de cada módulo.

Si un estudiante obtiene una nota mayor o igual a 61% en dicha evaluación, la plataforma le dirigirá al próximo módulo de la unidad actual o a la siguiente unidad en su ruta de aprendizaje. En caso de no mostrar conocimiento del tema evaluado (nota inferior a 61%), el esquema adaptativo interior le redireccionará a la sección de “Contenido” del módulo actual para que pueda estudiar el tema y finalmente volver a tomar la evaluación.

Es importante enfatizar que el esquema adaptativo interior *no* permitirá el avance al siguiente módulo hasta que este no demuestre pleno dominio de la temática. En caso de que un estudiante no logre aprobar la evaluación luego de múltiples intentos, se le sugiere que solicite apoyo en el foro de discusión para que el equipo docente pueda ayudarle personalmente.

Hay que considerar que las evaluaciones en la sección “Verifica tus conocimientos” son generadas aleatoriamente a partir de un banco de problemas y presentan a cada estudiante diferentes reactivos en la gran mayoría de intentos. De esta manera, Matemática 101 personaliza el contenido del curso conforme al perfil de ingreso de cada participante y a su desempeño dentro de cada unidad.

A pesar de que el curso está diseñado para que el estudiantado avance a su propio ritmo y los esquemas exterior e interior son los encargados de ir trazando la ruta de aprendizaje sin intervención del docente, este último cuenta con un *dashboard* en donde se puede observar el progreso de cada estudiante. Dicho *dashboard* resume información importante como perfil de ingreso, estado actual de avance, tiempo invertido, intentos por módulo, recursos educativos utilizados y, por supuesto, el perfil de egreso. Todos estos parámetros pueden ser empleados por el docente para monitorear periódicamente a cada uno de sus estudiantes.

La continua recolección y análisis de datos a través de la plataforma educativa de Matemática 101 permite entender a fondo el proceso de aprendizaje y detectar fácilmente aquellos tópicos de matemáticas preuniversitarias en donde las instituciones educativas deben poner mayor énfasis. Es más, la segmentación de Matemática 101 en más de 70 tópicos puntuales posibilita

la detección del área y el tema específico en el que cada estudiante está teniendo dificultades. Estos datos podrían trasladarse a las instituciones con personas asignadas en este curso para darles retroalimentación y así mejorar continuamente la enseñanza de matemática. No es posible mejorar significativamente, si no se sabe exactamente en qué se está fallando.

En las próximas ediciones de Matemática 101, se tiene el interés en la implementación de algunas de las herramientas ya conocidas de Inteligencia Artificial (IA) para así poder diseñar un mejor esquema adaptativo que dosifique el contenido del curso y personalice aún más la experiencia de aprendizaje de cada estudiante. Se aprovecharán las primeras dos ediciones de este curso para recolectar datos y así entender mejor el problema y alimentar el modelo de IA que se utilizaría en futuras ediciones del curso.

Algunos resultados preliminares y conclusiones

Para medir el impacto inicial de Matemática 101, se utilizaron como indicadores el examen de diagnóstico (inicial y final) y el desempeño académico en el primer curso de matemáticas para ingeniería. En la primera edición del curso, se contó con una cohorte con más de 100 estudiantes de las ingenierías de Universidad Galileo, de los cuales 86 finalizaron el curso satisfactoriamente. Los resultados preliminares obtenidos son realmente alentadores, ya que se observó un incremento de 59% en la nota promedio del examen de diagnóstico (inicial versus final) y una reducción de 34% en la desviación estándar. Además, 62% de los estudiantes que aprobaron Matemática 101 obtuvieron una nota promedio de 80 puntos (sobre 100) en dicho curso. La Figura 4 contiene los estadísticos descriptivos e ilustra cómo la distribución de las notas del diagnóstico final es menos dispersa y se encuentra a la derecha de la del diagnóstico inicial.

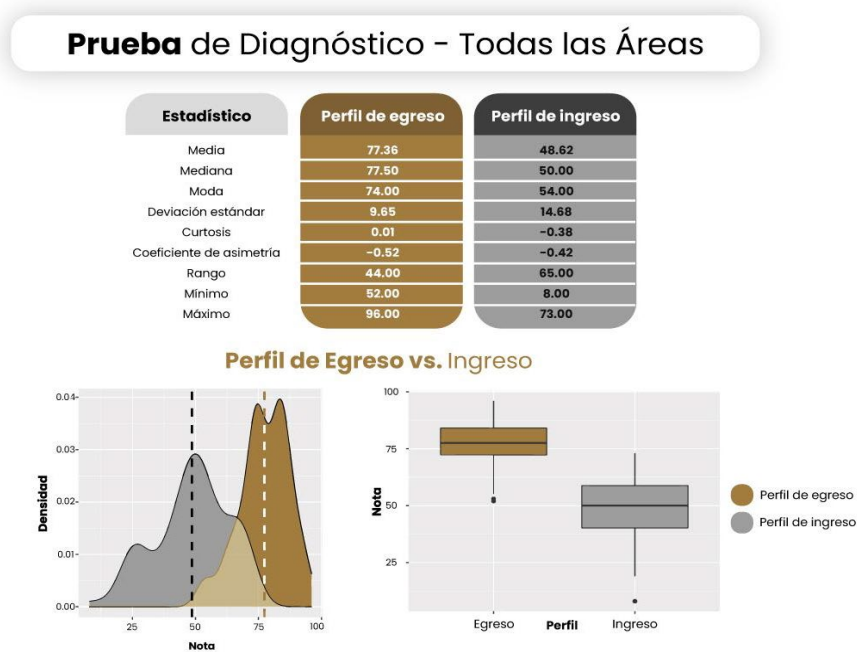


Figura 4. Estadísticos descriptivos y gráficos comparativos de los perfiles de ingreso y egreso.

Las implicaciones de estos resultados numéricos son muchas, entre ellas, denotan una mejora significativa en el manejo de la operatoria matemática básica y una mayor capacidad para la resolución de problemas. Este análisis estadístico preliminar sugiere que Matemática 101 le proporciona al estudiante la oportunidad de reforzar sus conocimientos en el área de matemáticas básicas y lo preparan satisfactoriamente para el primer curso de matemáticas en la universidad. Aunque esta es solo una primera aproximación, el análisis estadístico realizado y la representatividad de nuestra muestra indican que el proyecto puede tener éxito al escalarlo a más estudiantes de diferentes instituciones educativas del país y que ellos también se vean beneficiados con este.

En Guatemala y en varios países de Latinoamérica, el sueño de los jóvenes de estudiar alguna carrera en áreas STEM se trunca en el primer curso de matemáticas universitarias, el cual requiere de una formación sólida en matemáticas básicas, la cual, por cualquier motivo, no recibieron adecuadamente en el bachillerato. Los recursos tecnológicos adecuados, junto a un diseño instruccional idóneo, como los de Matemática 101, proporcionan una solución factible para esta problemática. Cualquier estudiante que se involucre activamente en cada una de las actividades de este curso ya no tiene impedimentos para alcanzar esa meta.

Referencias

- Dirección General de Evaluación e Investigación Educativa - Ministerio de Educación de Guatemala, (2 de diciembre de 2019). Comunicado de prensa #5, resultados de la evaluación Graduandos 2019. *Digeduca*. <https://digeduca.wordpress.com/2019/12/02/comunicado-de-prensa-5-resultados-de-la-evaluacion-graduandos-2019/>
- Easdown, D. (2009). Syntactic and semantic reasoning in mathematics teaching and learning. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 40:7, 941-949, doi: 10.1080/00207390903205488
- Guo, P., Kim, J. & Rubin, R. (2014). *How video production affects student engagement: An empirical study of MOOC videos*. 41-50. 10.1145/2556325.2566239. https://www.researchgate.net/publication/262393281_How_video_production_affects_student_engagement_An_empirical_study_of_MOOC_videos
- Illescas, G. A., Alvarado, A. E., & Portillo, J. R. (2019, June). *Active, Topic-centered Learning Paper*, presented at 2019 ASEE Annual Conference & Exposition, Tampa, Florida. 10.18260/1-2--32032.1-16. <https://peer.asee.org/active-topic-centered-learning>
- Portillo, J., Alvarado, A., y Linares, B. (2022). *MATH 101: An Adaptive Remedial Course Paper*, presented at 2022 ASEE Annual Conference & Exposition, Minneapolis, MN. 1-19 <https://peer.asee.org/40581>
- Reese, H. W. (2011). The learning-by-doing principle. *Behavioral Development Bulletin*, 17(1), 1-19. <https://doi.org/10.1037/h0100597>

Tecnológico de Costa Rica (julio, 2015). ¿Latinoamérica, negada a las matemáticas? *Revista Pensis*, 3, 26-31.
<https://www.tec.ac.cr/pensis/ediciones/pensis-iii-edicion>

UNESCO (2019). Proclamación de un Año Internacional de las Ciencias Básicas para el Desarrollo (2022). *UNESDOC Biblioteca Digital*. 2-4. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000371464_spa

Ph. D. Alberth Estuardo Alvarado Ortiz

alberth@galileo.edu

Universidad Galileo

ORCID: [0000-0001-7017-7125](https://orcid.org/0000-0001-7017-7125)

M. Sc. Byron Haroldo Linares Román

bhlr@galileo.edu

Universidad Galileo

ORCID: [0000-0002-8914-4101](https://orcid.org/0000-0002-8914-4101)

M. Sc. Flor de María Sagastume Mayén

fsagastume@galileo.edu

Universidad Galileo

ORCID: [0000-0002-7261-7945](https://orcid.org/0000-0002-7261-7945)

M. Sc. José Roberto Portillo Aristondo

portillo51@galileo.edu

Universidad Galileo

ORCID: [0000-0003-2110-6165](https://orcid.org/0000-0003-2110-6165)