Revista Academia y Virtualidad 2024 Vol. 17(1)

Editorial Neogranadina

enero - junio ■ e-ISSN 2011-0731 ■ pp. 41-55

DOI: https://doi.org/10.18359/ravi.6804

CC BY NC ND

Matriz MILHER, una herramienta didáctica para la conversión de tasas de interés*

Cristhian Daniel Solis Reina[a] ■ Milton Hernando Triana Lozano[b] ■ Fabián Hernando Rodríguez Oliveros[c]

Resumen: El presente artículo tiene como fin presentar los resultados de la validación de una nueva herramienta didáctica denominada matriz MILHER, donde se explica la estructura y funcionamiento como alternativa a los métodos tradicionales para la conversión de tasas de interés financiero. Esta validación aborda el problema de la complejidad y dificultad que tanto estudiantes como profesores enfrentan al utilizar los métodos tradicionales de igualación de potencias o fórmulas para la conversión de tasas. También se plantea la necesidad de encontrar métodos más eficientes y prácticos de enseñanza a los estudiantes. El estudio se llevó a cabo con estudiantes de Matemáticas Financieras de diferentes universidades, en donde se realizaron seminarios-talleres y se aplicaron encuestas antes y después de los mismos. Los resultados revelaron que la mayoría de los estudiantes utilizaban métodos como la gráfica de equivalencia de tasas, el método de preguntas y respuestas propuesto por Ramírez y Martínez, pero no todos comprendían y podían explicar adecuadamente los resultados de la conversión de tasas. Así mismo, se observó una mejora en la comprensión y capacidad de explicación de los estudiantes al emplear la matriz. El artículo destaca la importancia de encontrar métodos más eficientes y prácticos para enseñar la conversión de tasas de interés. La matriz MILHER se presenta como una alternativa efectiva y eficiente que facilita el proceso de enseñanza-aprendizaje y ahorra tiempo. Los resultados obtenidos con estudiantes universitarios respaldan la utilidad de la matriz y su capacidad para mejorar la comprensión de los conceptos relacionados con la conversión de tasas.

Palabras clave: aprendizaje; enseñanza; interés; tasas de interés; tasas equivalentes

* El artículo de investigación es resultado del proyecto Validación de la Matriz MILHER: una herramienta educativa para la conversión de tasas de interés financiero, código C119-102, financiado por la Corporación Universitaria Minuto de Dios, Uniminuto.

a Especialista en Formulación y Evaluación de Proyectos Públicos y Privados. Corporación Universitaria Minuto de Dios, Uniminuto, Villavicencio, Colombia. Correo electrónico: csolisreina@uniminuto.edu.co; ORCID: https://orcid.org/0000-0001-7562-0915.

b Contador público. Universidad Santo Tomás, USTA, Villavicencio, Colombia. Correo electrónico: miltontriana@ustavillavicencio.edu.co; ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6332-0173

c Especialista en Finanzas Públicas. Corporación Universitaria Minuto de Dios, Uniminuto, Villavicencio, Colombia. Correo electrónico: frodrigue75@uniminuto.edu.co; ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8508-2217

Recibido: 23/06/2023 **Aceptado:** 14/10/2023 **Disponible en línea:** 25/04/2024

Cómo citar: Solis Reina, C. D., Triana Lozano, M. H., & Rodriguez Oliveros, F. H. (2024). Matriz MILHER, una herramienta didáctica para la conversión de tasas de interés. *Academia Y Virtualidad, 17(1)*, 41–55. https://doi.org/10.18359/ravi.6804

MILHER Matrix, a Didactic Tool for Interest Rate Conversion

Abstract: This article presents the results of validating a new didactic tool called the MILHER Matrix. The structure and functioning of this matrix were explained as an alternative to conventional known procedures for the equivalence of rates, which are complex and pose difficulties for both students and teachers. The article also highlights the need to find more efficient and practical teaching methods for students. Approaches were conducted with financial mathematics students from different universities. Seminars and workshops were organized, during which surveys were administered before and after explaining the MILHER Matrix. Systematized data showed that students were using methods such as the rate equivalence graph and the question-and-answer method by Ramírez and Martínez. However, not all of them fully understood and could adequately explain the results of rate conversion. The article emphasizes the importance of finding more efficient and practical methods to teach the topic of financial interest rate equivalence. The MILHER Matrix is presented as an alternative that effectively facilitates the learning of this topic and efficiently saves time in its application. The results obtained with university students support the utility of the matrix and its versatility in applying knowledge related to rate conversion.

Keywords: Learning; Teaching; Interest; Interest Rates; Equivalent Rates

Matriz MILHER, uma ferramenta didática para a conversão de taxas de juros

Resumo: Este artigo tem como objetivo apresentar os resultados da validação de uma nova ferramenta didática chamada matriz MILHER, explicando sua estrutura e funcionamento como uma alternativa aos métodos tradicionais para a conversão de taxas de juros financeiros. Esta validação aborda o problema da complexidade e dificuldade que tanto estudantes quanto professores enfrentam ao utilizar os métodos tradicionais de igualação de potências ou fórmulas para a conversão de taxas. Também é levantada a necessidade de encontrar métodos de ensino mais eficientes e práticos para os estudantes. O estudo foi realizado com estudantes de Matemática Financeira de diferentes universidades, onde foram realizados seminários-workshops e aplicadas pesquisas antes e depois dos mesmos. Os resultados revelaram que a maioria dos estudantes utilizava métodos como o gráfico de equivalência de taxas, o método de Perguntas e Respostas proposto por Ramírez e Martínez, mas nem todos compreendiam e podiam explicar adequadamente os resultados da conversão de taxas. Da mesma forma, observou-se uma melhoria na compreensão e na capacidade de explicação dos estudantes ao usar a matriz. O artigo destaca a importância de encontrar métodos mais eficientes e práticos para ensinar a conversão de taxas de juros. A matriz MILHER é apresentada como uma alternativa eficaz e eficiente que facilita o processo de ensino-aprendizagem e economiza tempo. Os resultados obtidos com estudantes universitários apoiam a utilidade da matriz e sua capacidade de melhorar a compreensão dos conceitos relacionados à conversão de taxas.

Palavras-chave: aprendizado; ensino; juros; taxas de juros; taxas equivalentes

Introducción

Un tema fundamental a la hora de aprender y aplicar las Matemáticas Financieras es la equivalencia de tasas de interés financiero, pues en los temas subsecuentes de esta asignatura es de vital importancia que se opere correctamente en las distintas situaciones de aplicaciones financieras o para resolver los ejercicios de interés compuesto, anualidades (rentas) y gradientes, entre otros.

Los métodos convencionales para logar este cometido son dispendiosos y complejos, dado que estudiantes de distintas instituciones de educación superior en programas universitarios pertenecientes a las ciencias administrativas, económicas y contables expresan múltiples dificultades cuando deben trabajar con la equivalencia de tasas de interés financiero. Además, cabe decir que los docentes admiten que dichos saberes son un poco complejos y difíciles de enseñar.

La primera dificultad es el reconocimiento de las tasas de interés, pues no todos identifican correctamente la clase, la periodicidad y la modalidad de dichas tasas. Otro problema es que, a pesar de reconocer adecuadamente los elementos de la tasa de interés, no se sabe elegir qué fórmula utilizar o qué procedimiento aplicar para empezar a convertir la tasa inicial dada, así como tampoco se identifica cuándo se obtiene la tasa solicitada, para resolver los ejercicios de matemáticas financieras en temas de interés compuesto, anualidades, gradientes y muchos otros que precisan conocer con exactitud qué tasa emplear.

De ahí la necesidad de plantear una alternativa altamente eficaz y eficiente que permita un adecuado proceso de enseñanza-aprendizaje-evaluación, que facilite el ahorro racional del tiempo y que sea a su vez amigable en términos de aplicabilidad, para lo cual se propuso validar la herramienta denominada matriz MILHER como alternativa didáctica altamente efectiva (eficaz y eficiente). Así mismo, se explicó su estructura y uso, para luego compararla experimentalmente con otros métodos convencionales utilizados para la equivalencia de tasas. Esta matriz se valoró como una alternativa en términos de eficacia y eficiencia en las aulas.

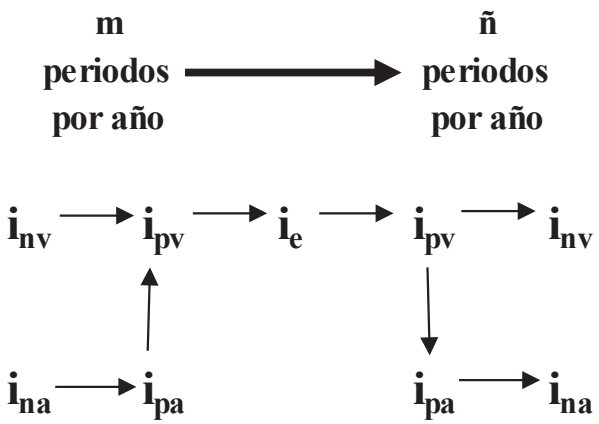
Así pues, ¿permite la herramienta denominada matriz MILHER una mayor eficiencia en términos de tiempo para la equivalencia de tasas en matemáticas financieras y en cuanto a aplicabilidad por su sentido práctico?

Marco teórico

Antecedentes

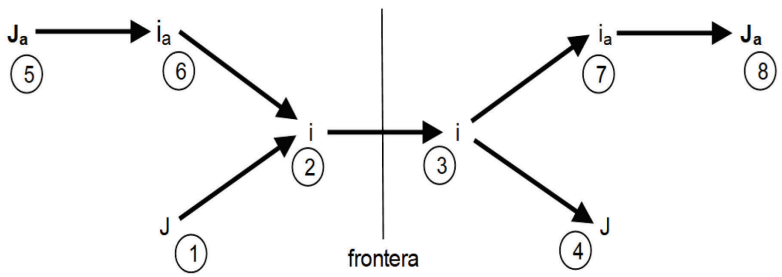
En el artículo titulado *La tasa de interés: información con estructura* Buenaventura Vera (2003) hace una exposición del concepto, la naturaleza, las denominaciones, las clases, la declaración y los demás elementos de las tasas de interés, para presentar luego su ruta de equivalencia de tasas (figura 1), y que años después Baca Currea (2007) mejora en su texto de *Ingeniería económica,* en el que presenta su llamada Gráfica de equivalencia de tasas (figura 2), en donde cada uno usa diversas denotaciones para explicar su modelo. Cabe señalar que son dos de los procedimientos más reconocidos en la equivalencia de tasas.

Figura 1. Ruta de equivalencia de tasas



Fuente: tomado de Buenaventura Vera (2003, p. 48).

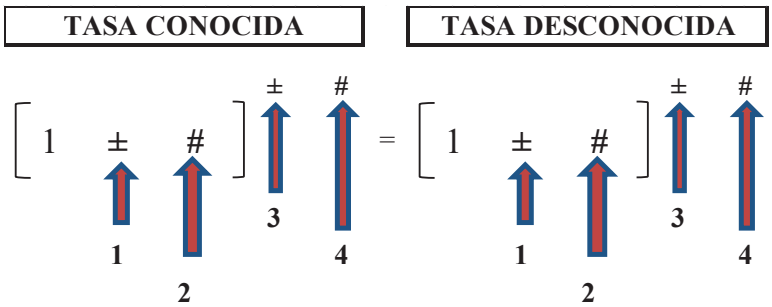
Figura 2. Gráfica de equivalencia de tasas



Fuente: tomado de Baca Currea (2007, p. 36).

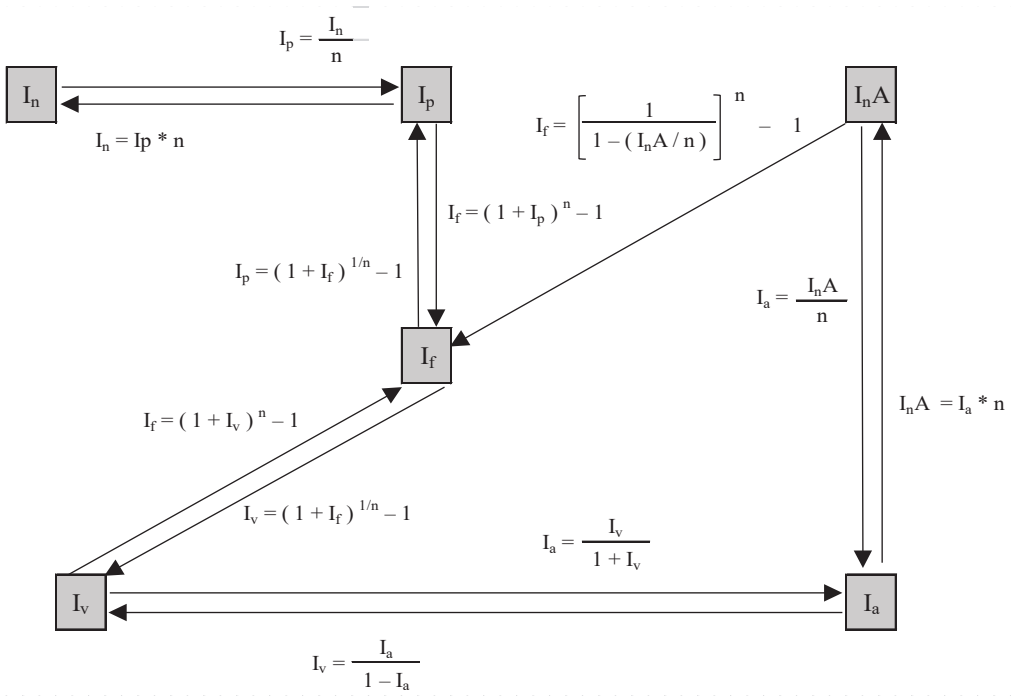
Años más tarde, en *Matemáticas financieras,* Ramírez Mora y Martínez Cárdenas (2010) presentaron en su texto siete procedimientos más, de los cuales se destacan los siguientes que han sido los más aplicados: el procedimiento con base en preguntas (figura 3), el procedimiento del diagrama de conversión de tasas de interés de Moreno Gómez y Rueda Forero (1998), ilustrado en la figura 4; el procedimiento de transformación de tasas equivalentes de Vélez Pareja (2005), figura 5, y el procedimiento del diagrama de conversión de tasas de interés de Meza Orozco, que más tarde se actualizó en 2017, figura 6.

Figura 3. Procedimiento con base en preguntas



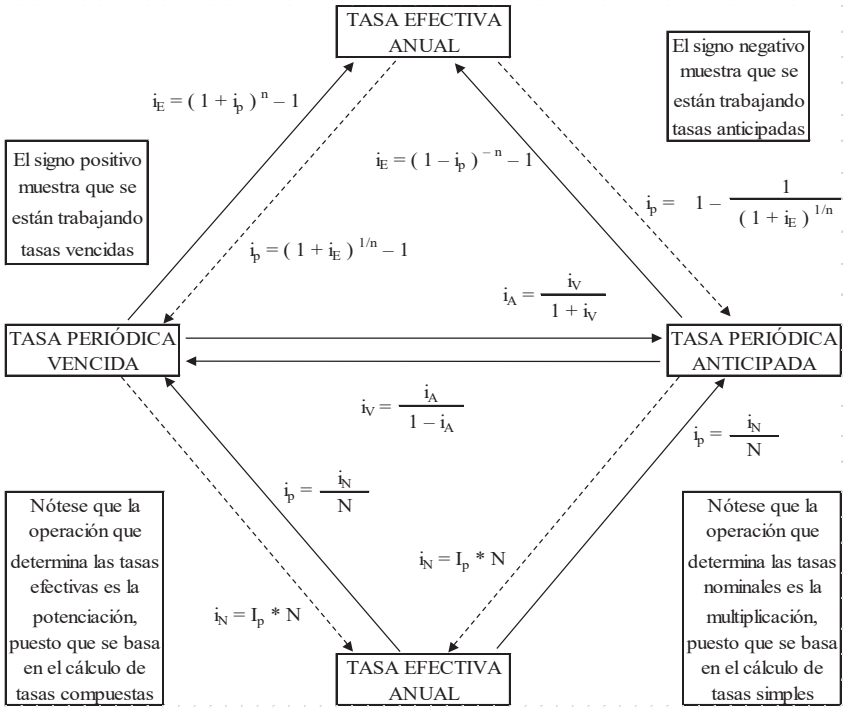
Fuente: tomado de Ramírez Mora y Martínez Cárdenas (2010, p. 89).

Figura 4. Diagrama de conversión de tasas de interés de Moreno Gómez y Rueda Forero (1998)



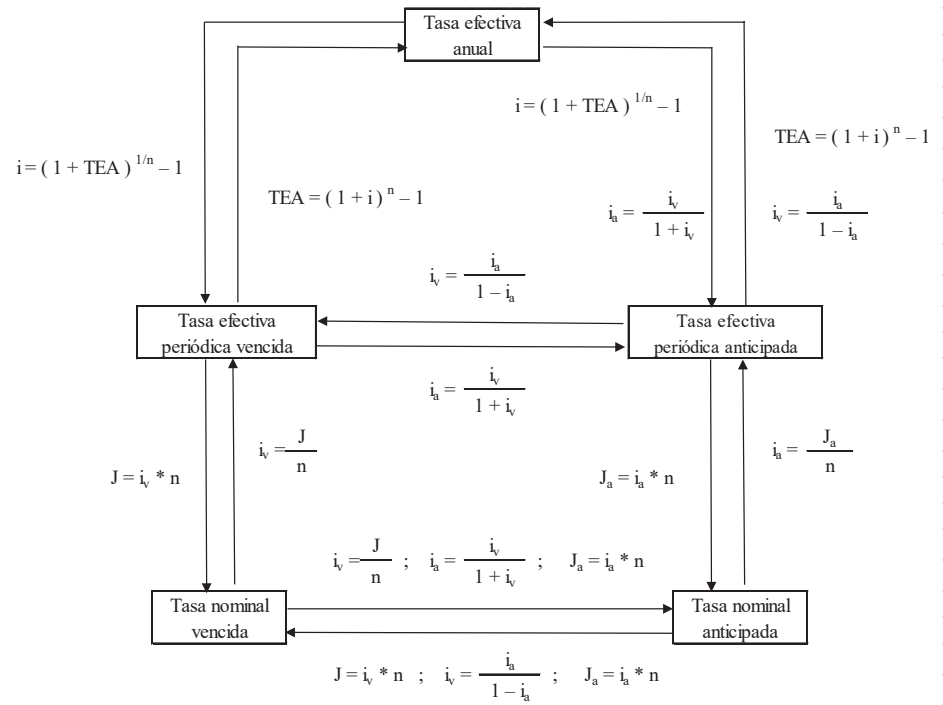
Fuente: tomado de Ramírez Mora y Martínez Cárdenas (2010, p. 93).

Figura 5. Transformación de tasas equivalentes de Vélez Pareja (2005)



Fuente: tomado de Ramírez Mora y Martínez Cárdenas (2010, p.94).

Figura 6. Diagrama de conversión de tasas de interés de Meza Orozco (2008)



Fuente: tomado de Meza Orozco (2017, p. 180).

Todos estos procedimientos cumplen con el objetivo de lograr la conversión de tasas de interés o equivalencia de tasas, pero por lo que puede observarse, el desarrollo en algunos casos implica el manejo de varios cálculos, lo que conlleva un buen lapso de tiempo para su consecución.

Las tasas de interés

El valor del dinero en el tiempo tiene un vínculo con la concepción de interés (Villarreal Navarro, 2013, p. 28) y en su forma más simple se define el interés como el dinero pagado por la utilización del dinero que no es propio o como el rendimiento obtenido por invertirlo productivamente (Vidaurri Aguirre, 2017, p. 117).

Hay dos tipos de tasas de interés: simple y compuesto. El primero se refiere a aquella tasa de interés que se recibe al final de cada periodo y que se ha venido aplicando siempre sobre un mismo valor inicial. El segundo es la tasa de interés que también se recibe finalizado un periodo, pero que se aplica a un capital anterior con los intereses ya acumulados en dicho periodo (Cano Morales, 2017, p. 88).

Ahora bien, en operaciones con interés compuesto las tasas de interés tienen tres elementos: la clase, la periodicidad y la modalidad. La clase nos indica que las tasas pueden ser nominales o efectivas, las primeras muestran el número de capitalizaciones que se realizan durante un lapso anual (Morales Castaño, 2014, p. 58-59) y, las últimas, la tasa de interés que se está pagando efectivamente por el dinero en un periodo de conversión o liquidación estipulado (Morales Castaño, 2014, p. 62-63). Seguidamente, la periodicidad indica la frecuencia de capitalización o cantidad de veces que los intereses se acumulan en un año (Herrera Aráuz, 2017, p. 43) y el periodo de referencia, mientras no se diga lo contrario, siempre será el año (Ramírez Molinares, Carlos Vicente *et al.,* 2009, p. 72). Finalmente, la modalidad revela su aplicación en donde una tasa de interés es vencida cuando la liquidación se hace terminado el periodo o es anticipada si su liquidación se hace al principio del mismo (García, 2008, p. 98).

Procedimientos usados para conversión de tasas

En las Matemáticas Financieras es fundamental comparar valores ubicados en distintas fechas, y esto se hace utilizando el criterio de equivalencia económica, que implica que dos sumas distintas de dinero en tiempos desiguales poseen el mismo valor económico (Blank y Tarquin, 2012, p. 159-160), de aquí que se afirme que un gran desacierto en el análisis financiero, en la formulación y evaluación de proyectos ha sido tratar igualmente cantidades de dinero ubicadas en puntos distintos en el tiempo (Serrano Rodríguez, 2011, p.33). Sin embargo, indistintamente de que se perciba como tasa descuento, tasa de retorno o costo de oportunidad se considera como una tasa de interés porcentual en su operación.

Según Triana Lozano (2020, p. 55 y ss), en los textos universitarios se encuentran varios métodos para la conversión de tasas, entre los que resaltan la Gráfica de Baca Currea (2007), el de preguntas y respuestas de Ramírez Mora y Martínez Cárdenas (2010), el Diagrama de Vélez Pareja (2013), el Diagrama de Moreno Gómez y Rueda Forero (1998), el Diagrama actualizado de Meza Orozco (2017) y menciona, además, que los más empleados son los dos primeros métodos por profesores universitarios para la enseñanza de este tema.

Matriz MILHER, herramienta en proceso de validación

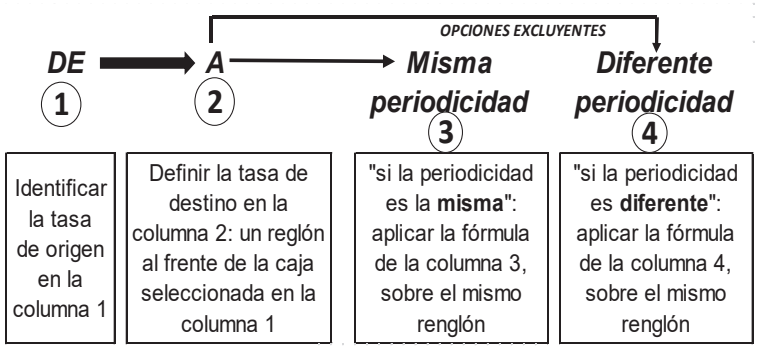
La matriz MILHER, ya en su segunda versión (figura 8), ha sido presentada con éxito ante la comunidad académica de varios niveles, en congresos, foros, simposios, clases espejo y otros eventos formativos y de investigación de corte local, nacional e internacional.

La figura 7 muestra el proceso para emplear la Matriz MILHER, en donde primero se debe identificar la tasa de origen, seguido a esto se debe definir la tasa de destino, y finalmente se identifica la periodicidad (misma o diferente) para definir la fórmula a emplear.

Para comprender mejor esta herramienta didáctica, en la figura 8 se presenta un diagrama de cuatro columnas. La columna inicial muestra cuatro

alternativas de la tasa de interés (tasa nominal anticipada, tasa nominal vencida, tasa efectiva anticipada y tasa efectiva vencida), que se van a convertir o de origen (tasa conocida), que se va a cambiar. La segunda columna presenta cuatro salidas de destino para la nueva tasa de interés (tasa desconocida), tasa de destino. Las dos últimas columnas (tercera y cuarta) muestran las fórmulas que se deben emplear, que son excluyentes entre sí, y su elección depende de si la conversión que se efectúa sigue teniendo la misma periodicidad (se va a la tercera columna) o si dicha periodicidad de la nueva tasa cambia (se va a la cuarta columna) respecto de la tasa de origen o inicial (Triana Lozano, 2020, p. 58). Después de obtener el resultado, se decide si trabajar con el factor hallado (con ciertas posiciones decimales o con todas) si se requiere aplicar en otro tema o si decide presentar porcentualmente la cifra encontrada.

Figura 7. Proceso de aplicación de la matriz MILHER



Fuente: elaborado por Milton Hernando Triana Lozano.

Figura 8. Matriz MILHER v2

1 DE	2 A	3 Misma periodicidad ("excluyentes")	4 Diferente periodicidad
Nominal Anticipada (J_a)	Nominal Anticipada ("J_a")		$J_a = (1 - (1 - J_a / m)^{(m/md)}) * md$
	Nominal Vencida ("J")	$J = (1 / (1 - J_a / m) - 1) * m$	$J = (1 / (1 - J_a / m)^{(m/md)} - 1) * md$
	Efectiva Anticipada ("i_a")	$i_a = J_a / m$	$i_a = 1 - (1 - J_a / m)^{(m/md)}$
	Efectiva Vencida ("i")	$i = 1 / (1 - J_a / m) - 1$	$i = 1 / (1 - J_a / m)^{(m/md)} - 1$
Nominal Vencida (J)	Nominal Anticipada ("J_a")	$J_a = (1 - 1 / (1 + J / m)) * m$	$J_a = (1 - 1 / (1 + J / m)^{(m/md)}) * md$
	Nominal Vencida ("J")		$J = ((1 + J / m)^{(m/md)} - 1) * md$
	Efectiva Anticipada ("i_a")	$i_a = 1 - 1 / (1 + J / m)$	$i_a = 1 - 1 / (1 + J / m)^{(m/md)}$
	Efectiva Vencida ("i")	$i = J / m$	$i = (1 + J / m)^{(m/md)} - 1$
Efectiva Anticipada (i_a)	Nominal Anticipada ("J_a")	$J_a = i_a * m$	$J_a = (1 - (1 - i_a)^{(m/md)}) * md$
	Nominal Vencida ("J")	$J = (1 / (1 - i_a) - 1) * m$	$J = (1 / (1 - i_a)^{(m/md)} - 1) * md$
	Efectiva Anticipada ("i_a")		$i_a = 1 - (1 - i_a)^{(m/md)}$
	Efectiva Vencida ("i")	$i = i_a / (1 - i_a)$	$i = 1 / (1 - i_a)^{(m/md)} - 1$
Efectiva Vencida (i)	Nominal Anticipada ("J_a")	$J_a = (1 - 1 / (1 + i)) * m$	$J_a = (1 - 1 / (1 + i)^{(m/md)}) * md$
	Nominal Vencida ("J")	$J = i * m$	$J = ((1 + i)^{(m/md)} - 1) * md$
	Efectiva Anticipada ("i_a")	$i_a = i / (1 + i)$	$i_a = 1 - 1 / (1 + i)^{(m/md)}$
	Efectiva Vencida ("i")		$i = (1 + i.)^{(m/md)} - 1$
		m = periodicidad conocida	*md = periodicidad desconocida*

Fuente: elaborado por Milton Hernando Triana Lozano.

Materiales y métodos

Enfoque y alcance

Esta investigación fue desarrollada bajo un enfoque mixto, con elementos cualitativos y cuantitativos, pues se dieron apreciaciones de corte analítico y subjetivo para la discusión, para ello se empleó un modelo fisicomatemático que cuantifica la cientificidad de todo conocimiento que desee llamarse científico, porque solo tienen sentido las proposiciones que pueden verificarse empíricamente a través de hechos de la experiencia y de la lógica (Bernal Torres, 2016). Cabe decir que se seleccionó este enfoque con el fin de validar la herramienta didáctica matriz MILHER, para mejorar la enseñanza y comprensión del tema de la equivalencia de tasas de interés financiero o de conversión de tasas, como también se le conoce.

De igual forma, la metodología cuantitativa también implica la recopilación y análisis de datos numéricos y su posterior interpretación mediante técnicas estadísticas, por lo que en este estudio se utilizaron encuestas para recopilar datos antes y después de la implementación de los seminarios-talleres sobre la conversión de tasas con esta herramienta, dichos datos cuantitativos permitieron evaluar el impacto de la matriz en la comprensión y capacidad de explicación de los estudiantes encuestados.

Este es también un estudio con alcance explicativo, pues el interés se enfoca en exponer por qué ocurre un fenómeno y en qué contextos se revela (Hernández Sampieri y Mendoza Torres, 2018, p. 105), y cuyo objetivo principal es presentar y validar la matriz MILHER, una herramienta para la conversión de tasas de interés financiero en términos de eficiencia y eficacia. La presentación de esta herramienta tiene como fin brindar una alternativa efectiva que facilita el proceso de enseñanza-aprendizaje que permite dar apreciaciones de corte subjetivo y analítico sobre los resultados obtenidos.

Participantes

Se encuestaron 444 estudiantes de Matemáticas Financieras de diferentes carreras de pregrado, de las ciencias económicas, administrativas y contables y, por otro lado, de ingenierías en cinco instituciones de educación superior: la Corporación Universitaria Minuto de Dios (Uniminuto), la Universidad Santo Tomás (USTA), la Universidad de los Llanos (Unillanos), la Corporación Universitaria Autónoma de Nariño (AUNAR), estas cuatro universidades con presencia en la ciudad de Villavicencio, Meta. De igual manera, se contó con estudiantes de la Universidad de La Guajira, con sede en Maicao, en el departamento de La Guajira.

La muestra en este estudio fue no probabilística por conveniencia, de tipo intencional, dado que el objetivo era validar la herramienta para la conversión de tasas de interés financiero con estudiantes de Matemáticas Financieras de distintas universidades. En estos eventos se presentó una buena acogida por parte de los alumnos de dichas instituciones, quienes mostraron una actitud proactiva y estuvieron dispuestos al desarrollo de las encuestas y la participación activa en los ejercicios prácticos de equivalencia de tasas de interés empleando la matriz MILHER.

Instrumentos

Se diseñaron dos instrumentos de recolección de información tipo encuestas, ambas con cuestionarios de preguntas cerradas y de selección múltiple con única respuesta, la primera de las cuales se efectuó para indagar conocimientos previos a la explicación de la herramienta, y la segunda se realizó después de las pruebas iniciales para validar la aplicación práctica de la matriz MILHER con las personas que la utilizaron.

Procedimiento

Se realizó un acervo bibliográfico con fuentes nacionales e internacionales que tratan el tema de la equivalencia de tasas de interés, para luego respaldar la explicación sobre la estructuración de la matriz MILHER. A continuación, se procedió a validar la herramienta a través de seminarios-talleres sobre conversión o equivalencia de tasas con los estudiantes de las diferentes universidades que permitieron que los investigadores explicaran dicha herramienta.

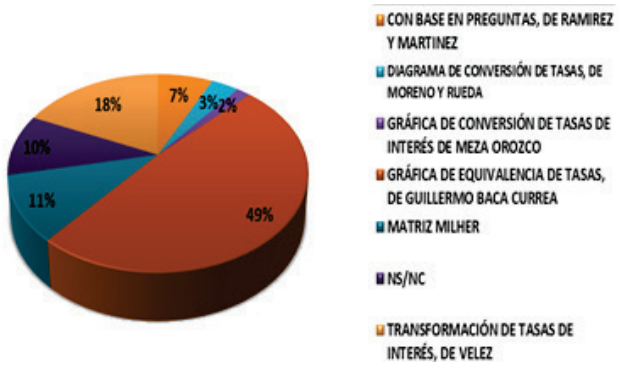
Cada evento formativo realizado constaba de dos segmentos secuenciales: el primero, una parte explicativa que trataba al menos dos ejercicios de conversión o equivalencia de tasas por los métodos tradicionales con que se había aprendido o se manejaba el tema. El segundo segmento consistía en un ejercicio de prueba de solución acompañada del facilitador y con máximo cuatro ejercicios de prueba propuestos para ser resueltos individualmente por parte de los participantes, según la disponibilidad de tiempo que se otorgaba, y solo con la matriz MILHER.

Resultados

Inicialmente, previo a la realización del seminario-taller explicativo de la herramienta, se practicó una primera encuesta en la que se indagó el procedimiento empleado para la equivalencia de tasas y sobre la capacidad de los estudiantes para comprender y explicar dichos resultados obtenidos.

Del total de los 444 participantes en las 5 instituciones de educación superior se evidenció que el 49 % empleaba la gráfica de conversión de tasas de Baca Currea, seguido de un 18 %, que utilizaba el procedimiento de transformación de tasas de interés de Vélez; un 11%, que usaba el método de Ramírez y Martínez, y un 10 %, que empleaba la gráfica de conversión de tasas. Los menores porcentajes, como puede observarse en la figura 9, corresponden al uso de otros procedimientos.

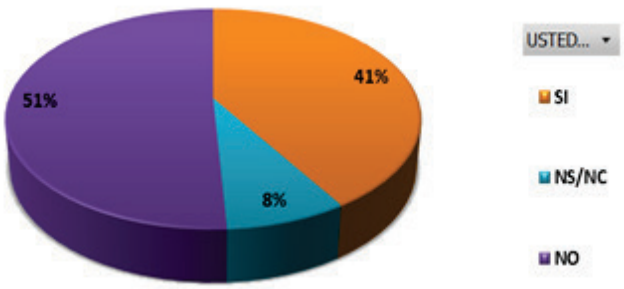
Figura 9. Método empleado para la equivalencia tasas de interés



Fuente: elaboración propia.

Por otro lado, de dichos estudiantes encuestados, 51 % de ellos no comprendía del todo ni podía explicar el tema de equivalencia de tasas de interés financiero, en tanto que un 41 % sí lo podía hacer y 8 % no sabía/no contestaba, como lo ilustra la figura 10.

Figura 10. Capacidad para comprender y exponer el resultado de la equivalencia de tasas



Fuente: elaboración propia.

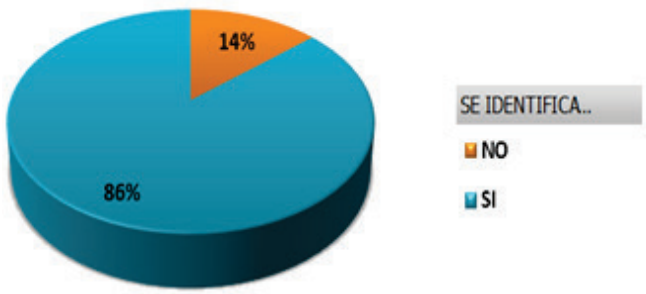
Posteriormente, se repasaron los conceptos básicos sobre las tasas de interés financiero, como la definición, los elementos que las componen y los procedimientos tradicionales para su conversión. Adicionalmente, se propusieron y explicaron los siguientes cuatro ejercicios:

- Ejercicio 1: hallar una tasa equivalente efectiva bimestral vencida de una tasa del 18 % N. B. A.
- Ejercicio 2: hallar una tasa efectiva semestral vencida de una tasa del 21 % N. T. V.
- Ejercicio 3: convertir una tasa del 19 % N. S. V. en una tasa efectiva bimestral anticipada.
- Ejercicio 4. Convertir una tasa del 32 % N. S. V. en una tasa nominal bimestral anticipada.

Seguidamente, se aplicó un segundo instrumento con el que se indagó las percepciones al aplicar la matriz MILHER en la resolución de ejercicios propuestos.

Así pues, con los mismos participantes encuestados se concluyó que 86 % sí identificaba cada uno de los elementos de una tasa de interés y el restante 14 % no lo hacía aún (figura 11).

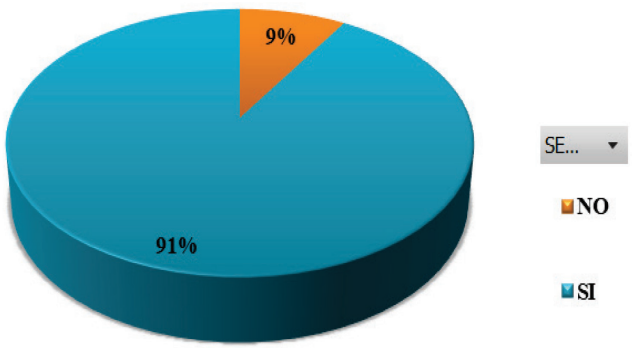
Figura 11. Identificación de los elementos de la tasa de interés



Fuente: elaboración propia.

En cuanto a la percepción sobre la claridad de la información proporcionada sobre la matriz MILHER, presentada en la figura 12, del total de participantes, 91 % consideró que sí se le proporcionó información clara y amplia sobre la estructura de esta matriz y que la podrían utilizar en otra situación de conversión de tasas de interés financiero.

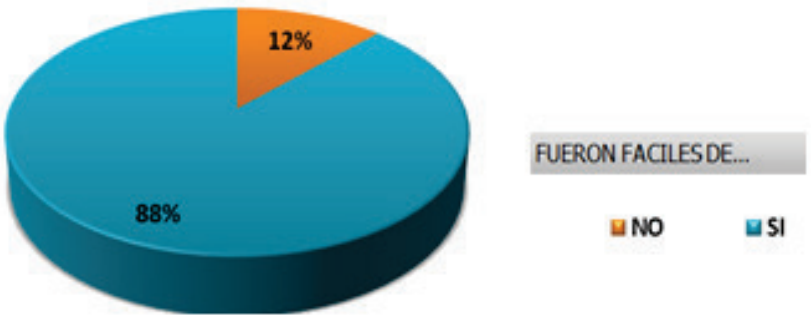
Figura 12. Percepción de la información explicativa sobre la matriz MILHER



Fuente: elaboración propia.

Respecto a la identificación de las denotaciones en las fórmulas (figura 13), el 88 % pudo identificar correctamente las denotaciones que aparecen en cada una de ellas en las dos últimas columnas de la matriz MILHER y el restante 12 % no lo pudo hacer, a pesar de que en el cuerpo de la herramienta estaban descritas.

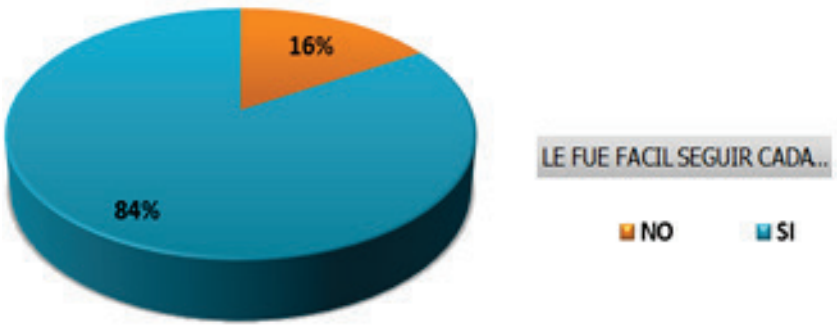
Figura 13. Identificación de las denotaciones en las fórmulas



Fuente: elaboración propia.

Así mismo, 84 % de los encuestados consideró la matriz MILHER como una herramienta bastante didáctica que facilita y cumple con el objetivo de hallar tasas de interés equivalente, mientras que 16 % opinó lo contrario (figura 14), dentro de este último porcentaje están algunos estudiantes y profesores que querían experimentar con otro tipo de ejercicios y situaciones financieras de conversión de tasas de interés.

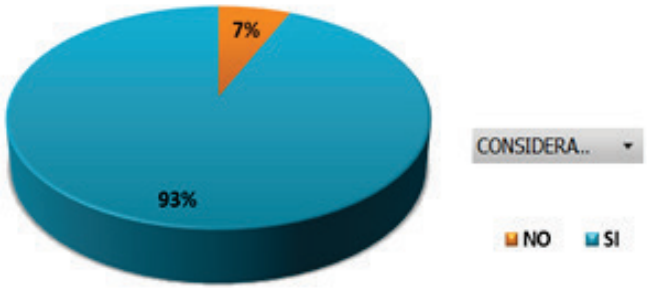
Figura 14. Facilidad para operar la matriz MILHER



Fuente: elaboración propia.

Por otro lado, del total de encuestados, 93 % manifestó que no hay posibilidad de error en las respuestas dadas sobre conversión de tasas equivalentes utilizando la matriz MILHER y el restante 7 % estimó lo contrario (figura 15), y señalaron que debían hacerse pruebas para las otras fórmulas que no se emplearon en el evento formativo.

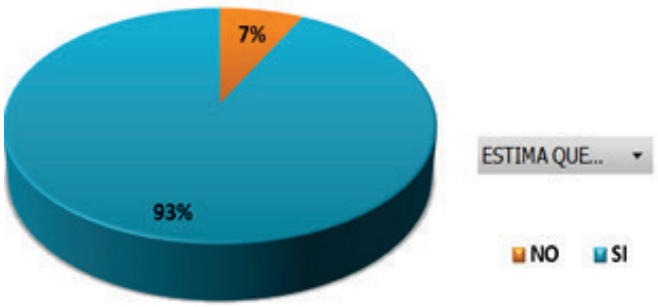
Figura 15. Consideración de la matriz MILHER como alternativa facilitadora para la equivalencia de tasas



Fuente: elaboración propia.

Del mismo modo, de los 444 estudiantes encuestados hay un 93 % que consideró que no hay posibilidad de error en las respuestas dadas sobre conversión de tasas equivalentes utilizando la matriz MILHER, y el restante 7 % estima lo contrario (figura 16).

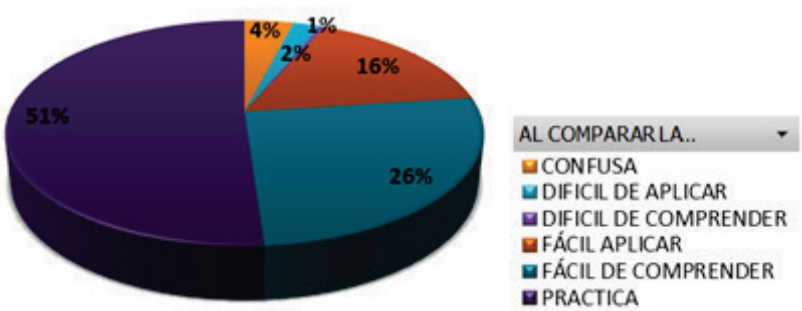
Figura 16. Disminución de la posibilidad de error al utilizar la matriz MILHER



Fuente: elaboración propia.

Finalmente, de los mismos abordados, un 51 % considera que la matriz MILHER es práctica; seguido de un 26 % que manifiesta que es fácil de comprender, y de un 16 % que enuncia que es fácil de aplicar. Las percepciones negativas acerca de la matriz obtuvieron menores porcentajes, solo 4 % la consideró confusa; 2 %, difícil de aplicar, y un 1 % mencionó que era difícil de comprender (figura 17).

Figura 17. Percepciones finales sobre el uso de la matriz MILHER



Fuente: elaboración propia.

Discusión

Es fundamental dominar el tema de la equivalencia de tasas de interés financiero, dado que permite comprender que "un par de tasas son equivalentes cuando se operan durante el tiempo de modo distinto y arrojan un resultado idéntico" (Ramírez Molinares, Carlos Vicente *et al.,* 2009, p. 80), lo cual es necesario para la comprensión de los temas subsecuentes de matemáticas financieras y son el insumo para otras asignaturas como Análisis Financiero, Finanzas, Presupuestos, Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión, entre otras.

Ya se conocían resultados experimentales anteriores en el año 2019 con la matriz MILHER (Triana Lozano, 2019) y con esta validación se logró en términos de eficacia resultados iguales frente a métodos convencionales empleados, se generó un ahorro de tiempo de más del 50 % en la solución de situaciones de conversión de tasas de interés y se consiguió una gran aceptación por su aplicabilidad y practicidad para los usuarios que la habían empleado.

De los resultados obtenidos a partir de la validación de la matriz MILHER con estudiantes de cinco universidades, se identificó previamente los eventos formativos realizados en esta investigación que la Gráfica de Guillermo Baca Currea se utilizaba principalmente en estas instituciones de educación superior. Así mismo, se determinó que la mayoría de los encuestados comprendía y podía explicar la equivalencia de tasas, así como identificar los tres elementos de los que se compone una tasa de interés y que, además, casi siempre reconocían la periodicidad. También, se pudo identificar que lo que menos reconocen es la clase.

Posterior a las explicaciones y los ejercicios ejecutados para validar la matriz MILHER, un gran porcentaje de los estudiantes manifestó que sí se le proporcionó información clara y amplia sobre su estructura para poder utilizarla, que le fue fácil seguir los pasos secuenciales para resolver los ejercicios propuestos, que distinguen sin dificultad alguna la escogencia excluyente de una de las dos últimas columnas donde se encuentran las fórmulas y que identifican correctamente las denotaciones que aparecen en dichas fórmulas

Así mismo, los encuestados consideraron que la matriz MILHER facilita el proceso de aprendizaje de equivalencia de tasas de interés y que sí se disminuye el margen de error al utilizarla. De igual forma, consideraron que es una herramienta didáctica, práctica, muy fácil de comprender y aplicar.

En entrevistas no estructuradas con los docentes y con los directivos y/o personal administrativo asistentes e invitados, se evidenció una buena impresión sobre la funcionalidad de la matriz MILHER y los profesores titulares de la asignatura de Matemáticas Financieras aseveraron que incorporarán su manejo en las sesiones de clase presenciales o virtuales.

Así pues, al validar la matriz MILHER se infiere que esta constituye una excelente alternativa para la solución de ejercicios de conversión de tasas, por la versatilidad en su aplicación y manejo, es decir, es fácil de entender y es práctica a la hora de usarla.

Finalmente, así como un lector hábil será aquel capaz de reconocer, identificar y retener la información que encuentra en un texto, así como de comprender tanto el mensaje explícito como el implícito, y de evaluar el estilo como el contenido de la comunicación escrita (Negrete Martínez, 2019), análogamente un estudiante de Matemáticas Financieras o uno de sus profesores debe ser competente y comprender las situaciones problémicas que pueden surgir al tratar el tema de la equivalencia de tasas de interés.

Conclusiones

Inicialmente se pudo exponer la estructura y el funcionamiento secuencial de la herramienta didáctica denominada matriz MILHER para la equivalencia de tasas, mediante la realización de seminarios-talleres formativos con estudiantes de pregrado de cuatro universidades de Villavicencio y una de la Guajira (Colombia), trabajando ejercicios de prueba bajo la guía del facilitador del evento formativo, en donde las personas abordadas (estudiantes y maestros) expresaban el apropiado reconocimiento de cada una de sus partes y la fácil identificación de cada una de las denotaciones de las fórmulas.

Luego, se pudo comparar experimentalmente la eficiencia y aplicabilidad de la matriz MILHER,

y se indagó por otros procedimientos empleados para la equivalencia de tasas de interés financiero en estudiantes de instituciones de educación superior presentes en la región de la Orinoquia y el Caribe de Colombia constatando lo que se había presentado en estudios iniciales que se generaban ahorros de tiempo (visto como recurso) en la solución de cualquier ejercicio, comprobando que dos tasas son equivalentes cuando su periodicidad y/o convertibilidad son diferentes, pero su efecto produce el mismo resultado en un año (Flórez Uribe, J. A., 2008, p. 21), y verificando la facilidad de aplicación de esta herramienta didáctica en forma reiterada para cualquier usuario que la opere, aunque cabe decir que hubo limitaciones en cuanto a cobertura, ya que se pretendió tener acceso a una mayor población universitaria.

Finalmente, se logró valorar la matriz MILHER como instrumento didáctico para la equivalencia de tasas de interés financiero, por lo que se identificó que previamente se tiene un dominio en el reconocimiento de estas, aunque no tanto de la efectividad en la aplicación del método que anteriormente se utilizaba, y, en la parte final del seminario-taller, se pudo evidenciar que es una herramienta que gustó en cuanto aprendizaje y enseñanza se refiere, por su practicidad en cualquier situación problemática de equivalencia de tasas.

Referencias

Baca Currea, G. (2007). *Ingeniería económica*. Fondo Educativo Panamericano.

Bernal Torres, C. A. (2016). *Metodología de la Investigación. Administración, economía, humanidades y ciencias sociales* (3.ª ed.), Pearson Educación de Colombia S. A. S.

Blank, L. T. y Tarquin, A. J. (2012). *Engineering Economy* (7.ª ed.), McGraw-Hill Companies Inc.

Buenaventura Vera, G. (2003). La tasa de interés: información con estructura. *Estudios Gerenciales*, *86*, 39-50. https://www.redalyc.org/pdf/212/21208603.pdf

Cano Morales, A. M. (2017). *Matemáticas financieras. Bajo normas internacionales de contabilidad y normas internacionales de información financiera* (2.ª ed.). Ediciones de la U.

Flórez Uribe, J. A. (2008). *Matemáticas financieras empresariales*. (2.ª ed.). ECOE Ediciones.

García, J. A. (2008). *Matemáticas financieras con ecuaciones de diferencia finita*. (5.ª ed.). Pearson Educación de Colombia Ltda.

Hernández Sampieri, R. y Mendoza Torres, C. P. (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. (2.ª ed.). McGraw-Hill Interamericana Editores S. A. de C. V.

Herrera Aráuz, D. (2017). *Matemática financiera*. (1.ª ed.). AlfaOmega.

Meza Orozco, J. de J. (2017). *Matemáticas financieras aplicadas*. (1.ª ed.). Sexta Edición.

Morales Castaño, C. M. (2014). *Finanzas del Proyecto. Introducción a las matemáticas financieras*. (1.ª ed.). C. E. Esumer.

Moreno Gómez, N. E. y Rueda Forero, P. (1998). *Matemáticas financiera*. (2.ª ed.). Universidad Industrial de Santander.

Negrete Martínez, M. V. (2019). ¿Es la lectura un componente importante de la cultura organizacional de las empresas? *Revista Gestión, Organizaciones y Negocios, GEON*, *6*(2), 97-109. https://doi.org/https://doi.org/10.22579/23463910.157

Ramírez Molinares, C. V., García Barbosa, M., Pantoja Algarín, C. R. y Zambrano Meza, A. (2009). *Fundamentos de matemáticas financieras*. (1.ª ed.). Editorial Universidad Libre Sede Cartagena.

Ramírez Mora, J. M. y Martínez Cárdenas, E. E. (2010). *Matemática financiera. Interés, tasas y equivalencia*.(1.ª ed.). Editorial Trillas de Colombia Ltda.

Rojas López, M. D. (2008). *Evaluación financiera de proyectos para ingenieros*. (1.ª ed.). Ediciones ECOE.

Serrano Rodríguez, J. (2011). *Matemáticas financiera y evaluación de proyectos*. (2.ª ed.). Alfaomega: Universidad de los Andes.

Triana Lozano, M. H. (2019). La matriz MILHER, una herramienta para la conversión de tasas de interés. En Corporación Universitaria Minuto de Dios Virtual y a Distancia. (2.ª ed.). *Medio Ambiente, Sociedad, Ética, Auditoría y Educación*. p. 177.

Triana Lozano, M. H. (2020). Novedosa herramienta didáctica para la conversión de tasas de interés financiero. *Revista Gestión, Organizaciones y Negocios, GEON. 7*(1), 49-69. https://doi.org/10.22579/23463910.188

Vélez Pareja, I. A. (2013). *Decisiones de inversión para valoración financiera de proyectos y empresas*. (5.ª ed.). E. P. U. Javeriana.

Vidaurri Aguirre, H. M. (2017). *Matemáticas financieras*. (2.ª ed.). Cengage Learning Editores S. A. de C. V.

Villarreal Navarro, J. E. (2013). *Ingeniería económica*. (1.ª ed.). Pearson Educación de Colombia Ltda.