

# APLICACIÓN DE ALGORITMOS GENÉTICOS PARA OPTIMIZAR EL OTORGAMIENTO DE PRÉSTAMOS BANCARIOS

## APPLICATION OF GENETIC ALGORITHMS TO OPTIMIZE THE GRANTING OF BANK LOANS

**Karla Naomi Martínez Rojas<sup>1</sup>**

kmartinezr011@alumno.uaemex.mx

ORCID: 0009-0008-3580-0645

**Yaroslaf Aarón Albarrán Fernández<sup>2</sup>**

yaalbarranf@uaemex.mx

ORCID: 0000-0002-2615-4740

### Resumen

En este proyecto se utilizó una base de datos obtenida de la plataforma Kaggle, publicada por (Torres, 2020), la cual contiene información sobre préstamos bancarios en Alemania. Los datos fueron transformados a un formato binario y consisten en una muestra de 1000 elementos, también llamados cromosomas, cada uno con longitud de 20 *bits*, que representan aspectos clave en la toma de decisiones para la concesión de préstamos. Se dividieron en dos conjuntos, uno de entrenamiento y otro de prueba. Se le aplicó un Algoritmo Genético (selección, cruce y mutación) al conjunto de entrenamiento, obteniendo una lista de los mejores valores adaptados, y realizando una comparación con el grupo de prueba, obteniendo así a los individuos óptimos del segundo conjunto para la aprobación de un préstamo bancario.

**Palabras clave:** instituciones financieras, préstamos, algoritmos evolutivos, algoritmos genéticos, optimización.

---

<sup>1</sup> Ingeniería en Sistemas Inteligentes, Centro Universitario UAEM Nezahualcóyotl, Universidad Autónoma del Estado de México

<sup>2</sup> Ingeniería en Sistemas Inteligentes, Centro Universitario UAEM Nezahualcóyotl, Universidad Autónoma del Estado de México



### Abstract

In this project, a database obtained from the Kaggle platform, published by (Torres, 2020), containing information on bank loans in Germany, was used. The data was transformed into a binary format and consists of a sample of 1000 elements, also called chromosomes, each with a length of 20 bits, which represent key aspects in decision-making for lending. They were divided into two sets, one for training and one for testing. A Genetic Algorithm (selection, crossbreeding and mutation) was applied to the training set, obtaining a list of the best adapted values, and making a comparison with the test group, thus obtaining the optimal individuals of the second set for the approval of a bank loan.

**Keywords:** financial institutions, lending, evolutionary algorithms, genetic algorithms, optimization.

Fecha de envío: 05/06/2024

Fecha de aprobación: 10/11/2024

Fecha de publicación: 01/01/2025

### Introducción

En el ámbito de las instituciones financieras, la toma de decisiones para otorgar préstamos o créditos, es un componente crítico que impacta directamente a la estabilidad y competitividad de las instituciones bancarias. Según (Cárdenas, 2004), un préstamo es una operación financiera en el cual interactúan dos actores económicos, el *prestamista*, que puede ser una persona, alguna empresa, o una institución bancaria que otorga los recursos económicos a la contraparte, el *prestatario*, quien recibe el dinero con la obligación de devolverlo, usualmente con un porcentaje extra conocido como *interés*. Este interés puede variar en función de las políticas específicas de una institución financiera, o bien de las preferencias individuales de una persona, al término de un lapso predefinido.

Este tipo de préstamos y créditos, representan una forma común de financiamiento para individuos, empresas y organizaciones con el propósito de obtener a cabo diversas actividades, como adquirir una vivienda, expandir un negocio o financiar proyectos. Como menciona (Méndez,



2020), los préstamos bancarios son una herramienta crucial para impulsar la actividad económica y su crecimiento, así como la realización de proyectos personales o empresariales. Es fundamental comprender los términos y condiciones del préstamo y garantizar que el plan de pagos sea viable para evitar dificultades financieras en el futuro. Por lo tanto, la toma de decisiones de los bancos, se basa en emplear diversas técnicas y criterios adicionales para determinar la elegibilidad del solicitante.

Es crucial tener en cuenta que los criterios que pueden diferir entre instituciones, dependen del tipo específico de préstamo o crédito solicitado. Además, la tecnología, como modelos de *scoring* crediticio y algoritmos, está siendo cada vez más utilizada para evaluar la solvencia del solicitante, dando paso a la aplicación de técnicas dentro del área de la Inteligencia Artificial (IA). (The BlackBox Lab, 2020), plantea que un ejemplo serían los Algoritmos Evolutivos (AE) que son métodos de optimización inspirados en el proceso de evolución natural. Estos algoritmos son utilizados para encontrar soluciones aproximadas o incluso óptimas a problemas complejos, en los que, al explorar las posibles soluciones de manera exhaustiva, resulta impracticable.

La idea central detrás de estos Algoritmos, es simular la combinación de material genético, aplicando operaciones genéticas como la selección, la recombinación (también llamada cruce) y la mutación a una población de soluciones potenciales. Los Algoritmos Genéticos (AG) son especialmente útiles en problemas de optimización, dentro de los cuales tenemos a los Algoritmos Genéticos (AG) una técnica de búsqueda y optimización que se basa en principios tomados de la genética y la evolución natural, una variante específica de los AG. Como señala (Conectando ideas, 2023), la fortaleza de los algoritmos genéticos radica en su capacidad para explorar soluciones de manera simultánea y abordar espacios de búsqueda extensos y complicados.

Aunque la inteligencia artificial ya ha permitido a las entidades financieras realizar inferencias sobre los perfiles de los solicitantes para obtener préstamos bancarios de manera automática. Con la aplicación de los Algoritmos Genéticos se lograría optimizar la selección de préstamos, ya que tienen la capacidad de adaptarse y evolucionar a lo largo del tiempo, buscando así soluciones cada vez más eficientes respecto al cambio. Como menciona (Pompas, 2024), fortalecer la capacidad predictiva y adaptativa de las instituciones en un mercado en constante cambio, reducir riesgos y, como última instancia, ofrecer una experiencia financiera más personalizada a los clientes.



## **Antecedentes**

Dentro del ámbito financiero, se han encontrados algunos trabajos que aplican Algoritmos genéticos en los que la importancia de estos radica en abordar la gestión de riesgos y problemas de optimización como es el trabajo de (Hernández, 2022), donde la optimización de carteras, ha sido uno de los campos más beneficiados por estas tecnologías, ya que busca maximizar sus rendimientos mientras minimizan los riesgos que esto conlleva, sin embargo, la estabilidad financiera vista en el trabajo de (Metawua et al., 2016) muestra una perspectiva donde la instituciones financieras enfrentan el desafío de distribuir de manera equitativa, gestionando las restricciones crediticias de manera efectiva, ayudando a mitigar el impacto de posibles crisis crediticias; asimismo, hablando de prevenir la mala toma de decisiones (Ramos, 2017), aborda en su trabajo que la predicción precisa del riesgo crediticio es esencial para la estabilidad financiera, mediante el uso de modelos de *rating* crediticio y análisis avanzados, estas herramientas permiten a las instituciones anticipar y abordar los riesgos potenciales antes de que estas se conviertan en crisis económicas, asimismo (Eraso y Suarez, 2018), aplica los Algoritmos Genéticos enfocados a los mercados capitales, donde la selección de portafolios de inversión desempeña un papel crucial en la maximización de rendimientos y la mitigación de los riesgos, dando por concluido que la innovación de tecnología puede abordar una variedad de sectores, ayudando a la toma de decisiones estratégicas fundamentadas en datos, teniendo resultados favorables en el áreas de finanzas como también lo es este trabajo, dejando a la espera de cómo se desenvolverá ahora en esta problemática del otorgamiento crediticio.

## **Materiales y Métodos**

Para el desarrollo de este proyecto, se utilizó una base de datos obtenida del repositorio de Kaggle por (Torres, 2020). Esta base de datos está bajo licencia de código abierto Apache 2.0. Es una licencia de software libre permisiva que permite a los usuarios utilizar, copiar, modificar y redistribuir el software sin pagar derechos de autor o licencia.

La base de datos consta de 1000 registros, de los cuales cada uno está conformado por 21 características, explicadas a continuación:



1. **Checking\_status**: Nos menciona el estado de cuenta de un cliente, la cual puede tener estos cuatro valores
  - “<0”: Valores negativos
  - “0<x<200”: Valores entre 0 y 200
  - “No checking”: No dispone de una cuenta
  - “>=200”: Valores de más de 200
2. **Duration**: Duración en meses del prestamos
3. **Credit\_history**: Indica si el cliente tiene o tuvo créditos y su estado.
  - “critical/other existing credit”: Estado crítico o existe otro crédito existente
  - “existing paid”: Tiene créditos, pero han sido correctamente pagados al momento
  - “delayed previously”: Tuvo retraso en alguno de sus pagos anteriores
  - “no credits/all paid”: No tiene historial crediticio o todos los créditos fueron pagados correctamente
  - “all paid”: Todos los créditos fueron pagados correctamente
4. **Purpose**: Indica el motivo para la solicitud
  - “radio/tv”: Para un radio o televisión.
  - “education”: Para educación.
  - “furniture/equipement”: Para muebles o equipamiento.
  - “new car”: Para un coche nuevo.
  - “used car”: Para un coche 2<sup>a</sup> mano.
  - “bussiness”: Para trabajo.
  - “domestic appliance”: Para un electrodoméstico.
  - “repairs”: Para algunas reparaciones.
  - “other”: Otros.
  - “retraining”: Para adquirir nuevas habilidades.
5. **Credit\_amount**: Indica la cantidad de dinero en la cuenta
6. **Saving\_status**: Indica los ahorros del cliente y el monto.
  - “no known savings”: No tiene
  - “<100”: Tiene menos de 100
  - “100<=x<500”: Tiene entre 100 y 500
  - “500<=x<1000”: Tiene entre 500 y 1000



- “ $\geq 1000$ ”: Tiene más de 1000
7. Employment: Tiempo de permanencia en su empleo
- “ $\geq 7$ ”: Lleva trabajando como mínimo 7 años en la empresa actual.
  - “ $1 \leq x < 4$ ”: Lleva en la empresa entre 1 y 4 años.
  - “ $4 < x \leq 7$ ”: Lleva en la empresa entre 4 y 7 años.
  - “unemployed”: No tiene trabajo al momento.
  - “ $< 1$ ”: Lleva menos de 1 año
8. Installment\_commitment: Nos indica los plazos del préstamo
9. Personal\_status: Sexo y estado civil
- “male single”: Hombre soltero.
  - “female div/sep/mar”: Mujer divorciada, casada o que depende de alguien.
  - “male div/sep”: Hombre divorciado o separado.
  - “male mar/wid”: El cliente es un hombre casado o viudo.
10. Other\_parties: Indicador de otras personas involucradas
- “none”: No hay partes involucradas
  - “guarantor”: El cliente cuenta con un aval
  - “co applicant”: El cliente cuenta con co-solicitante, comparten responsabilidad.
11. Residence\_since: Tiempo de vivir en su residencia
12. Property\_magnitude: Tipo de propiedades
- “real\_estate”: Se posee propiedades inmobiliarias como casas, apartamentos o terrenos.
  - “life insurance”: Cuenta con un seguro de vida.
  - “no know property”: Se desconoce si el cliente posee algún tipo de propiedad a su nombre.
  - “car”: Cuenta con un coche.
13. Age: Edad del solicitante
14. Other\_payment\_plans: Plan de pago adicional
- “none”: No dispone de ningún pago adicional aparte del pago estándar del préstamo.
  - “store”: Tiene uno ofrecido por una tienda o comercio específico.



- “bank”: Tiene uno ofrecido por el banco u otra institución financiera que otorgó el préstamo inicial.

**15. Housing:** Situación de la vivienda

- “rent”: Reside en una vivienda alquilada.
- “own”: Reside en una vivienda propia
- “for free”: Vivienda que no está sujeta a pagos de alquiler o de hipoteca.

**16. Existing\_credits:** Numero de créditos abiertos al momento

**17. Job:** Situación laboral del solicitante

- “skilled”: Tiene un trabajo nivel avanzado de conocimiento
- “unskilled resident”: Tiene un trabajo nivel medio o bajo de conocimiento
- “high qualified/self emp/mgmt”: Tiene un trabajo de alto nivel de conocimiento, es autónomo o trabaja en un puesto de gestión.
- “unemp/ unskilled non res”: Está desempleado y además no tiene habilidades especializadas.

**18. Num\_dependents:** Número de personas que dependen del solicitante económicamente.

**19. Own\_telephone:** Posee o no teléfono móvil propio.

**20. Foreing\_worker:** Su área de trabajo es foráneo o no.

**21. Class:** Indicador de si el cliente es apto o no para recibir el préstamo

Como se observa los valores de cada una de las variables son diferentes entre sí, por lo que se realizó un proceso de transformación y normalización de los datos, con un código en Python, el cual ayudó a cambiar las variables a binario, ver Tabla 1.

Variables	Valores originales	Variables modificadas
<b>Checking_status:</b>	“<0” y “no checking”	<b>0</b>
	“ $0 \leq x < 200$ ” y “ $\geq 200$ ”	<b>1</b>
<b>Duration:</b>	duration $\leq 12$ meses	<b>0</b>
	duration $> 12$ meses	<b>1</b>
<b>Credit_history:</b>	“critical/other existing credit” y “delayed previously”	<b>0</b>



	“existing paid”, “no credits/all paid” y “all paid”	<b>1</b>
<b>Purpose:</b>	“education”, “business” y “retraining”	<b>1</b>
	“radio/tv”, “furniture/equipement”, “new car”, “used car”, “domestic appliance”, “repairs” y “other”	<b>0</b>
<b>Credit_amount:</b>	credit_amount <= 5000	<b>0</b>
	credit_amount > 5000	<b>1</b>
<b>Saving_status:</b>	“no known savings” y “<100”	<b>0</b>
	“100<=x<500”, “500<=x<1000” y “>=1000”	<b>1</b>
<b>Employment:</b>	“<1”, “1<=x<4”, y “unemployed”	<b>0</b>
	“4<x<=7” y “>=7”	<b>1</b>
<b>Installment_commitment</b> :	installment_commitment <= 2	<b>0</b>
	installment_commitment > 2	<b>1</b>
<b>Personal_status:</b>	male single, male div/sep	<b>0</b>
	female div/sep/mar, male mar/wid	<b>1</b>
<b>Other_parties:</b>	“none”	<b>0</b>
	“guarantor”, y “co applicant”	<b>1</b>
<b>Residence_since:</b>	residence_since <= 2 años	<b>0</b>
	residence_since > 2 años	<b>1</b>
<b>Property_magnitude:</b>	“no known property”	<b>0</b>
	“real_estate”, “life insurance” y “car”	<b>1</b>
<b>Age:</b>	age <= 35	<b>0</b>
	age > 35	<b>1</b>
<b>Other_payment_plans:</b>	“none”	<b>0</b>
	“store”, y “bank”	<b>1</b>
<b>Housing:</b>	“rent”, y “for free”	<b>0</b>



	“own”	1
<b>Existing_credits:</b>	existing_credits <= 1	0
	existing_credits > 1	1
<b>Job:</b>	“unemp”/ “unskilled non res”	0
	“skilled”, “unskilled resident”, “high qualified/self emp/mgmt”	1
<b>Num_dependents:</b>	num_dependents == 0	0
	num_dependents > 0	1
<b>Own_telephone:</b>	“yes”	1
	“no”	0
<b>Foreign_worker:</b>	“yes”	0
	“no”	1
<b>Class:</b>	“good”	1
	“bad”	0

*Tabla 1. Variables originales y modificadas*

Cada individuo contiene los 21 aspectos ya mencionados, sin embargo, como la última columna es la clase a la que pertenece, ese no se ocupa en el algoritmo, por lo tanto, se manejó un cromosoma de tamaño de 20 bits, respetando las posiciones de las variables como se muestra en la Tabla 2.

0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0
Checking_status	Duration	Credit_history	Purpose	Credit_amount	Saving_status	Employment	Installment_commitmen	Personal_status	Other_parties	Residence_since	Property_magnitude	Age	Other_payment_plans	Housing	Existing_credits	Job	Num_dependents	Own_telephone	Foreign_worker

*Tabla 2. Ejemplo de cromosoma*



## Desarrollo

El proceso se dividió en las siguientes etapas:

### I. Preparación y Carga de datos

Se modificó la base de datos (BD) original para binarizar los valores de las variables que componen a los individuos como se muestra en la Ilustración 1 y en la Ilustración 2 .

	A	B	C	D	E	F	G
1	checking_status	duration	credit_history	purpose	credit_amount	savings_status	employment
2	'<0'	6	'critical/other existing credit'	radio/tv	1169	'no known savings'	'>=7'
3	'0<=X<200'	48	'existing paid'	radio/tv	5951	'<100'	'1<=X<4'
4	'no checking'	12	'critical/other existing credit'	education	2096	'<100'	'4<=X<7'
5	'<0'	42	'existing paid'	furniture/equipment	7882	'<100'	'4<=X<7'
6	'<0'	24	'delayed previously'	'new car'	4870	'<100'	'1<=X<4'
7	'no checking'	36	'existing paid'	education	9055	'no known savings'	'1<=X<4'

*Ilustración 1. BD Original.*

	A	B	C	D	E	F	G
1	checking_status	duration	credit_history	purpose	credit_amount	savings_status	employment
2	1	0	0	0	0	0	0
3	1	1	0	0	1	0	0
4	1	0	0	1	0	0	0
5	1	1	0	0	1	0	0
6	1	1	0	0	0	0	0
7	1	1	0	1	1	0	0

*Ilustración 2. BD Binarizada*

- La base de datos binarizada se dividió en dos conjuntos: uno de entrenamiento y otro de prueba.
- Los dos conjuntos de prueba se cargaron en formato csv separando del primer conjunto las variables (x), menos la última columna (y) que es la variable objetivo.
- Se utilizó la herramienta 'SimpleImputer' para llenar los valores faltantes con la palabra 'NaN', lo que facilitó la detección de algún problema en el algoritmo genético.
- Se normalizaron los datos utilizando 'MinMaxScaler' para escalar las características

### II. Modelo de regresión lineal

- Se entrenó un modelo de regresión, utilizando los datos normalizados del paso anterior.
- Se obtuvieron los coeficientes, es decir, los pesos en base a la importancia de cada uno de los atributos.

### III. Función de adaptación del algoritmo genético



Los pesos generados, se utilizaron para la función de adaptación del algoritmo genético. De tal modo que la función de adaptación se ve de la siguiente manera:

$$Valor_{adaptado} = \sum_{i=1}^n w_i * Valor$$

Donde:

$Valor_{adaptado}$  es el valor total de adaptación del individuo.

$n$  es el numero de atributos que componen al individuo.

$w_i$  es el valor ponderado asignado a el atributo  $i$ .

$Valor_i$  es el valor real

#### IV. Aplicación del Algoritmo genético

Se aplicó la Selección Torneo, Cruce De Dos Puntos Y Mutación Simple.

- **Selección:**

Se eligen a los individuos para la nueva población, generando una nueva lista del mismo tamaño de la población inicial.

- **Cruce:**

Usando la población final de la selección, opta por tomar dos individuos de esa lista y cruzar el material genético, dando dos hijos y seleccionando al más apto, para irse a una nueva población del mismo tamaño.

- **Mutación:**

Seguido del cruce, algunos o todos los individuos pueden mutar dependiendo la probabilidad de mutación, obteniendo otra nueva lista del mismo tamaño de la población inicial.

La condición de paro de este código fue cumplir con un porcentaje específico del 75% la población adaptada, alcanzando un umbral de adaptación, el cual se basó en el



percentil 90 de las adaptaciones obtenidas, dando al final la lista de los mejores valores adaptados.

## V. Comparación final y aplicación

Después de la aplicación del algoritmo genético, se ocupa la base de datos de prueba, la cual se compara con la lista obtenida en el paso 4, para finalmente mostrar cuales fueron los elementos iguales de la base de prueba encontrados.

## Resultados

En la salida podemos observar el número de generaciones en las que el algoritmo deja de iterar debido a que llegó o sobre pasó el porcentaje de individuos adaptados, ver Ilustración 3, así como los valores adaptados de la población inicial.

```
Generación 1: 10.220440881763528% de la población ha alcanzado el umbral de adaptación.  
Generación 2: 28.45691382765531% de la población ha alcanzado el umbral de adaptación.  
Generación 3: 53.106212424849694% de la población ha alcanzado el umbral de adaptación.  
Generación 4: 77.35470941883767% de la población ha alcanzado el umbral de adaptación.  
  
Resultado_Real  Adaptacion  
0              1      0.071886  
1              0      0.107906  
2              1      0.169935  
3              1      0.253424  
4              0      0.043977  
..            ***      ***  
494           1      -0.054169  
495           0      0.062263  
496           0      0.051618  
497           1      0.161241  
498           1      0.065712  
  
[499 rows x 2 columns]
```

*Ilustración 3. Salida*

Seguido de una lista de los mejores individuos adaptados, en su forma de cromosoma dándonos una población final, del mismo tamaño que la población inicial de 499 elementos, ver Ilustración 4.



```
Mejores Individuos en Forma Binaria:  
Individuo 1: 000000010010101011  
Individuo 2: 0100000011010011001  
Individuo 3: 00100000010100111011  
Individuo 4: 01000000010010111000  
Individuo 5: 00010001010010010010  
Individuo 6: 0000000000010011101  
Individuo 7: 0000000010010001101  
Individuo 8: 010000001101000000  
Individuo 9: 00000001001110101010  
Individuo 10: 0000000001100101011  
:  
:  
Individuo 498: 0000000011100101011  
Individuo 491: 10010001011010111100  
Individuo 492: 00000001011010110100  
Individuo 493: 00100000010011111000  
Individuo 494: 10000100010010101000  
Individuo 495: 01000111001110100000  
Individuo 496: 01000001011011110010  
Individuo 497: 00000000000110011111  
Individuo 498: 0000000000110011110  
Individuo 499: 01000001010011101000
```

***Ilustración 4. Salida dos***

Finalmente se obtuvo una lista de los elementos del segundo conjunto que eran iguales y significaban un préstamo/crédito aceptado, sin embargo, se puede observar que, a pesar de que los valores coincidían con los valores mejor aceptados al 75%, al ver su clasificación original de ese conjunto, resultó tener cuatro individuos con préstamo/crédito rechazado, que el algoritmo identificó como un aceptado, ver Ilustración 5.

	class
17	1
40	1
91	1
118	1
120	1
127	1
147	1
152	0
163	1
181	1
194	1
248	0
281	0
372	1
400	0
407	1
442	1
458	1
477	1

***Ilustración 5. Salida tres***

En cambio, si modificamos alguna de las variables, como el porcentaje de valores adaptados al 85%, observamos que este se detiene hasta la generación cinco, ver Ilustración 6 , y en cambio, en



la salida final de los mejores elementos del conjunto de prueba, obtenemos un menor número de elementos seleccionados y solo dos falsos verdaderos, ver Ilustración 7.

```
Generación 1: 10.220440881763528% de la población ha alcanzado el umbral de adaptación.  
Generación 2: 26.252505010020037% de la población ha alcanzado el umbral de adaptación.  
Generación 3: 46.292585170340686% de la población ha alcanzado el umbral de adaptación.  
Generación 4: 72.74549098196393% de la población ha alcanzado el umbral de adaptación.  
Generación 5: 86.57314629258516% de la población ha alcanzado el umbral de adaptación.
```

*Ilustración 6. Segunda Salida*

	Class
0	1
11	0
16	1
101	1
102	0
105	1
268	1
296	1
360	1
372	1
434	1
461	1
477	1

*Ilustración 7. Segunda salida tres*

## Discusión

Mediante este proyecto, exploramos la aplicación de un algoritmo genético enfocado en el área financiera, con el objetivo de reducir tiempos en la toma de decisiones. Esto se logró mediante la combinación del análisis de los datos, la aplicación de la regresión lineal, que ayudó en la asignación de pesos ajustados donde los valores fueron asignados en función de la influencia que tuvieran en el resultado final, y finalmente, la aplicación del algoritmo genético que permitió obtener valores aleatorios, basados en un conjunto de datos previo, y lograr hacer pruebas para la identificación de un buen candidato.

Los resultados obtenidos mostraron incidencias en las que el algoritmo identificó satisfactoriamente un candidato que, en la base de datos original, había sido aprobado. Esto podría ser benéfico para los solicitantes antes de ir a una valoración, ya que al aplicar este tipo de programas, podrían tener una vista preliminar de lo que podrían obtener por respuesta de un banco en cuestión de segundos, siempre y cuando, la base de datos se alimentara de forma constante, y



con más datos históricos que posibilitaran ver el conjunto de atributos mínimos esenciales para otorgar los préstamos.

Además de destacar el margen de error, relativamente bajo, que se obtuvo en la comparación de resultados, lo que podría identificarse como una herramienta eficaz en la toma de decisiones crediticia. Sin embargo, también se pudo observar, tras varias iteraciones, que favorecía a individuos con ciertos valores, lo que podría sesgar la toma de decisiones si no se sabe manejar adecuadamente, por lo que nos lleva a un problema de uso que debería ser supervisado para evitar que se haga mal uso de la herramienta y pueda garantizar transparencia y equidad en los resultados.

Aunque en esta ocasión, las pruebas fueron realizadas con una base de datos aparentemente real, también se sabe que los datos pudieron ser modificados para su uso académico como lo es este caso, y esto podría conllevar más trabajo la transformación adecuada para el uso de datos obtenidos directamente de alguna institución bancaria.

## **Cierre**

La aplicación del método de regresión lineal fue una ventaja, dado que los valores ponderados usados en la función de adaptación no fueron fijos, sino que fueron adaptados específicamente respecto a la importancia de cada variable, así como la ejecución del algoritmo genético que permitió obtener las mejores combinaciones en base a datos de entrenamiento, y así realizar una búsqueda en los datos de prueba, donde se observaron resultados satisfactorios al obtener un margen de error pequeño respecto a su clasificación inicial y la selección del algoritmo.

Los resultados obtenidos, mostraron ser eficaces en la identificación de candidatos aptos para otorgar préstamos/créditos. Sin embargo, se observan limitantes como el riesgo de sesgo en algunos patrones de datos, lo que afectaría los resultados. De este modo, sería necesaria la supervisión de personal capacitado para garantizar el uso transparente y adecuado de estas tecnologías.



## Referencias

- Cárdenas, G. A. (2004). *Diccionario de Ciencias-Administrativas*. www.cucea.udg.mx:  
[https://www.cucea.udg.mx/include/publicaciones\\_drupal/pdfs/dic\\_ecoadm.pdf](https://www.cucea.udg.mx/include/publicaciones_drupal/pdfs/dic_ecoadm.pdf)
- Conectando ideas. (27 de Junio de 2023). *Algoritmos genéticos en inteligencia artificial: La clave para mejorar la toma de decisiones*. conectandoideas.net:  
<https://conectandoideas.net/algoritmos-geneticos-en-inteligencia-artificial/#:~:text=La%20clave%20de%20los%20algoritmos%20gen%C3%A9ticos%20en>  
[n](https://conectandoideas.net/algoritmos-geneticos-en-inteligencia-artificial/#:~:text=La%20clave%20de%20los%20algoritmos%20gen%C3%A9ticos%20en)
- Eraso, L. M., y Suarez, N. (2018). *Configuración de Algoritmos Genéticos para la selección de Portafolios de Inversión en el Mercado de Capitales Colombiano*. core.ac.uk :  
<https://core.ac.uk/download/pdf/161642593.pdf>
- Hernández, S. (Junio de 2022). *Aplicación de algoritmos genéticos a la optimización de carteras*. oa.upm.es: [https://oa.upm.es/70927/1/TFG\\_SOFIA\\_HERNANDEZ\\_MONTERO.pdf](https://oa.upm.es/70927/1/TFG_SOFIA_HERNANDEZ_MONTERO.pdf)
- Mendez, G. (22 de Septiembre de 2020). *Créditos bancarios: Un círculo virtuoso para la economía*. Deloitte Spanish Latin America:  
<https://www2.deloitte.com/mx/es/pages/dnoticias/articulos/creditos-bancarios-circulo-virtuoso-para-economia.html>
- Metawua, N., Elhoseny, M., Hassan, M., y Hassanien, A. E. (2016). *Loan Portfolio Optimization using Genetic Algorithm: A case of credit constraints*. ResearchGate:  
[https://www.researchgate.net/publication/313804105\\_Loan\\_portfolio\\_optimization\\_using\\_Genetic\\_Algorithm\\_A\\_case\\_of\\_credit\\_constraints](https://www.researchgate.net/publication/313804105_Loan_portfolio_optimization_using_Genetic_Algorithm_A_case_of_credit_constraints)
- Pompas, J. (23 de Enero de 2024). *Algoritmos Genéticos: La Evolución Computacional*. Linked in:  
<https://es.linkedin.com/pulse/algoritmos-gen%C3%A9ticos-la-evoluci%C3%B3n-computacional-pompas-guti%C3%A9rez-yvqof>
- Ramos, H. M. (2017). *Implementación de una herramienta de análisis de riesgo de crédito basado en el modelo de rating de crédito, algoritmos genéticos y clustering jerárquico aglomerativo*. core.ac.uk: <https://core.ac.uk/download/pdf/323349107.pdf>
- The BlackBox Lab. (22 de Junio de 2020). *Qué son los algoritmos evolutivos y para qué se usan*. theblackboxlab.com: <https://theblackboxlab.com/2020/06/22/que-son-los-algoritmos-evolutivos-y-para-que-se->

