

Redes neuronales generativas antagónicas para mejorar la calidad de sistemas de identificación facial

Ana Paula Mazzeo

Maria Agustina Mazzeo

Sergio Nesmachnow

Instituto de Computación, Facultad de Ingeniería

Universidad de la República, Uruguay



1. Introducción
2. Conceptos previos
3. Presentación del problema
4. Implementación
5. Evaluación Experimental
6. Conclusiones
7. Trabajo futuro

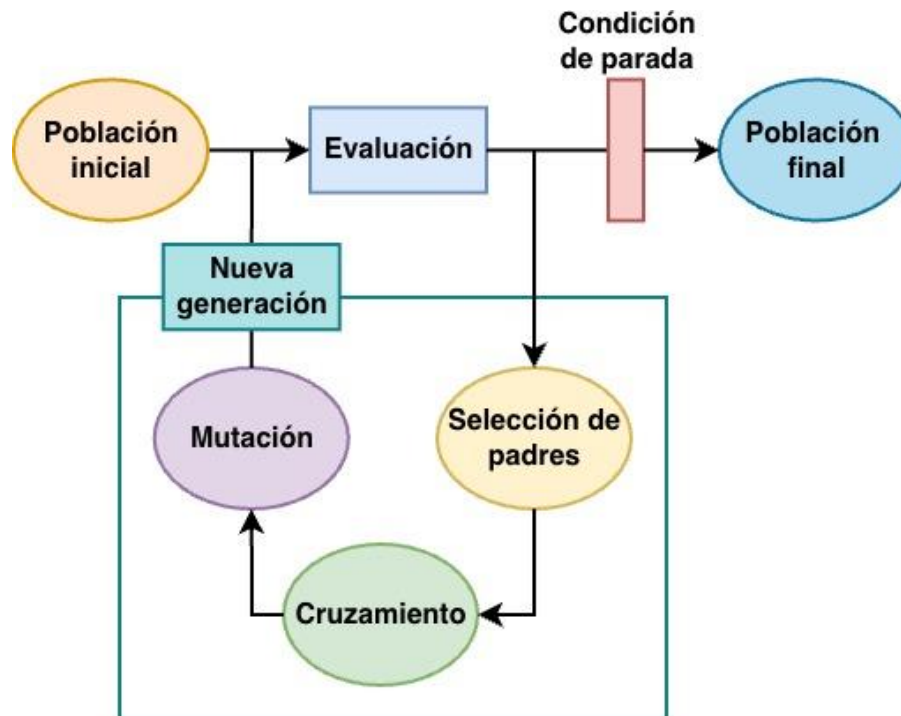
- El reconocimiento facial es una tecnología central en seguridad, autenticación y dispositivos cotidianos.
- Los conjuntos de datos reales incluyen distribuciones desbalanceadas, sesgos y dificultades para capturar condiciones controladas.
- La generación de rostros sintéticos mediante GANs permite ampliar y equilibrar datasets, analizar sesgos y evaluar modelos en escenarios difíciles de reproducir experimentalmente.

El proyecto propone utilizar GANs para generar rostros sintéticos y estudiar el comportamiento de modelos de reconocimiento facial frente a distintas razas.

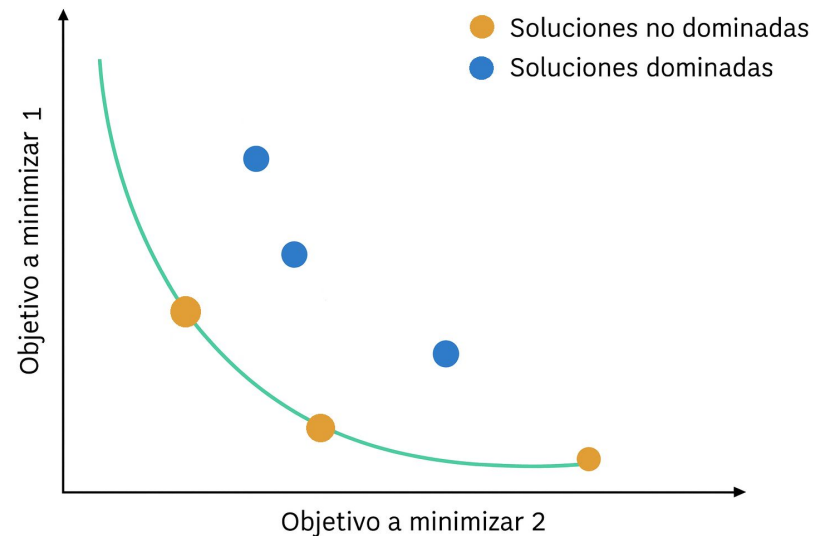
GANs: Redes generativas antagónicas

- Entrenan un **generador** y un **discriminador** que compiten para producir datos sintéticos realistas.
- El generador aprende a engañar al discriminador y el discriminador aprende a distinguir real de sintético.
- El objetivo es que las muestras generadas sean indistinguibles de las reales.
- El **espacio latente** es una representación matemática multidimensional.
- Los vectores del espacio latente son los vectores de entrada al generador.

- Estrategias de optimización y búsqueda de soluciones.
- Inspirados en los principios de la selección natural y evolución biológica.
- Operan sobre una población de soluciones candidatas.
- Utilizan operadores genéticos como selección, cruzamiento y mutación.



- Optimización simultánea de múltiples objetivos.
- Permiten explorar múltiples soluciones en paralelo.
- Buscan convergencia al frente y diversidad entre soluciones.
- Ejemplo: NSGA-II.

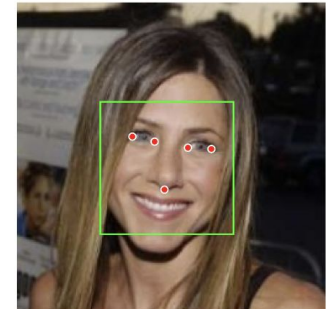


- Cuatro etapas de un sistema de reconocimiento facial: detección, alineación, representación y verificación o clasificación.
- **DeepFace** integra múltiples detectores y modelos de reconocimiento y permite combinarlos fácilmente para construir sistemas completos de reconocimiento facial.

Imagen original



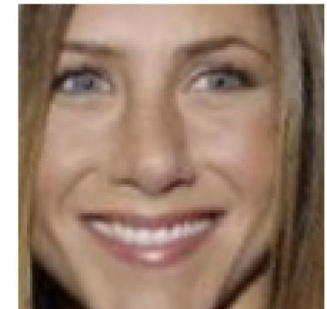
Detección de puntos



Cara detectada



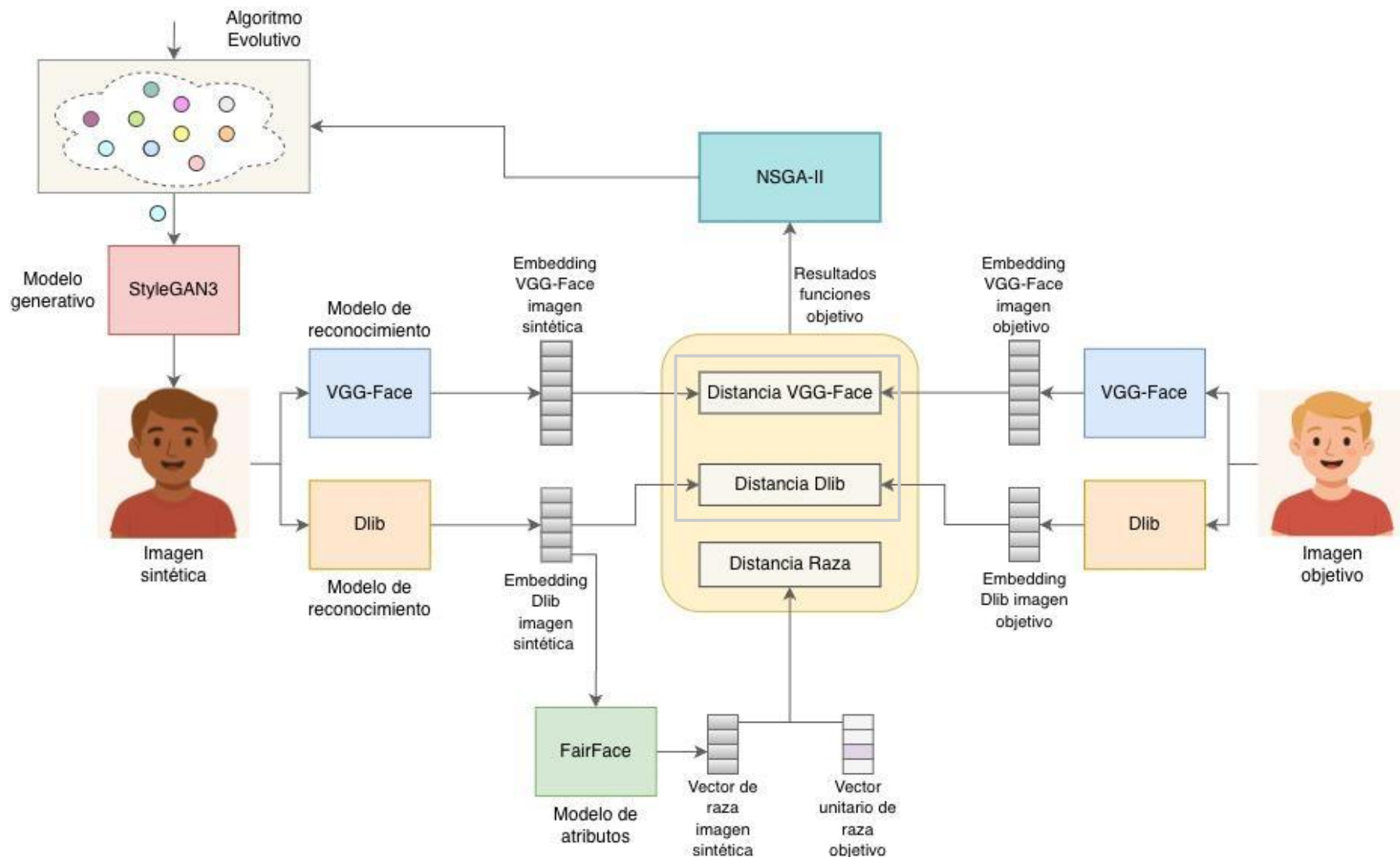
Cara alineada



- El espacio latente de una GAN es de alta dimensionalidad y difícil de explorar.
- Los algoritmos evolutivos permiten recorrer múltiples regiones del espacio latente manteniendo diversidad y evitando mínimos locales.
- El proyecto propone un MOEA para optimizar dos objetivos: similitud facial con una imagen objetivo y correspondencia con una raza predefinida.
- La similitud se evalúa con dos reconocedores independientes.

- Representación de individuos: vectores de 512 valores reales.
- Inicialización aleatoria.
- Selección de padres por torneo.
- Cruzamiento BLX- α con $\alpha = 0,2$.
- Mutación gaussiana ($\mu = 0, \sigma = 1$).
- Selección de supervivientes: NSGA-II.

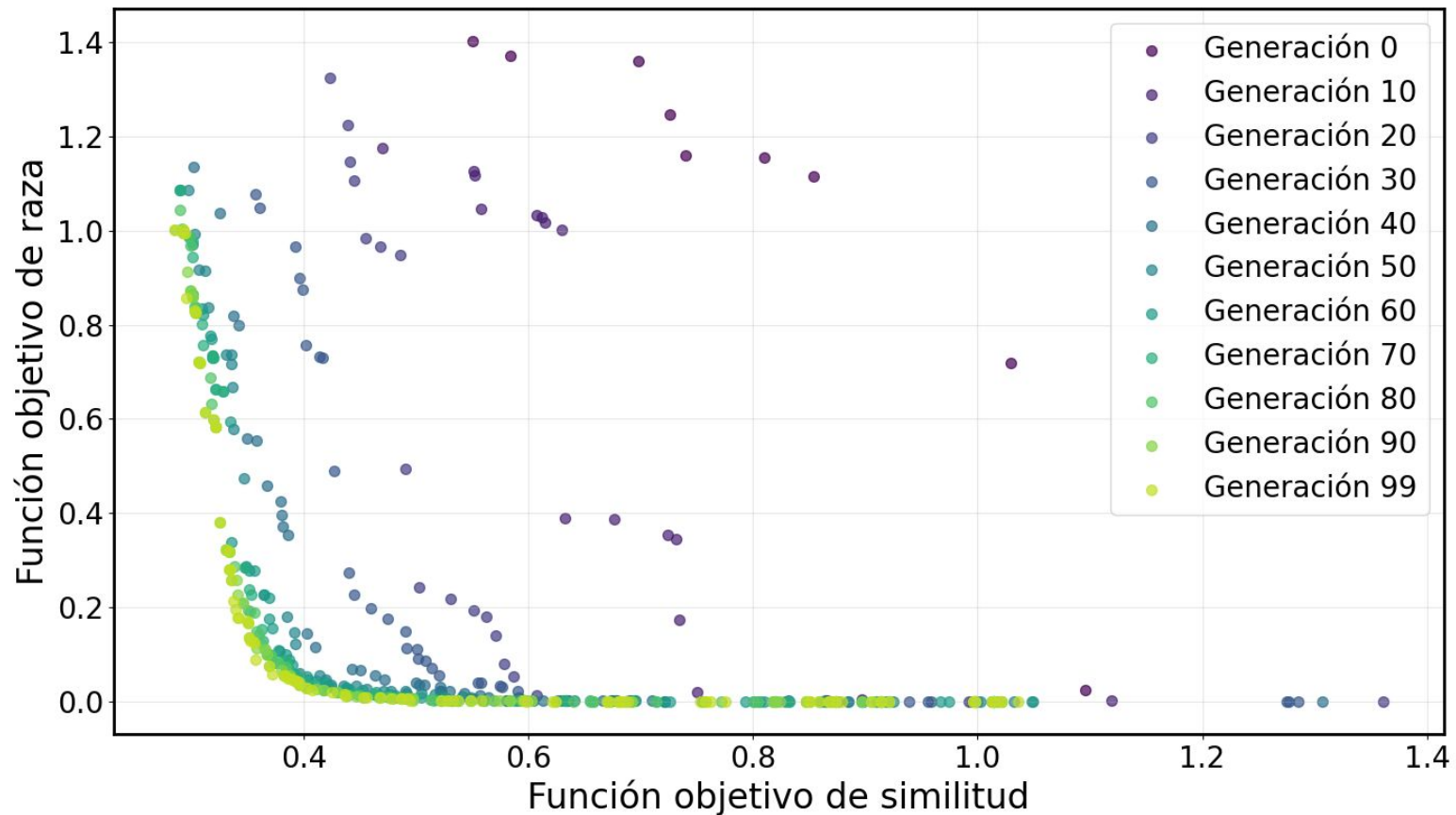
- Sistema de reconocimiento 1:
 - Modelo de detección de rostros: MTCNN.
 - Modelo de reconocimiento: VGG-Face.
- Sistema de reconocimiento 2:
 - Modelo de detección de rostros: Dlib.
 - Modelo de reconocimiento: Dlib.
- Clasificador racial: FairFace.



- Población: 80 individuos.
- Criterio de parada: 100 generaciones.
- Probabilidad de mutación: 0,001.
- Probabilidad de cruzamiento: 0,9.

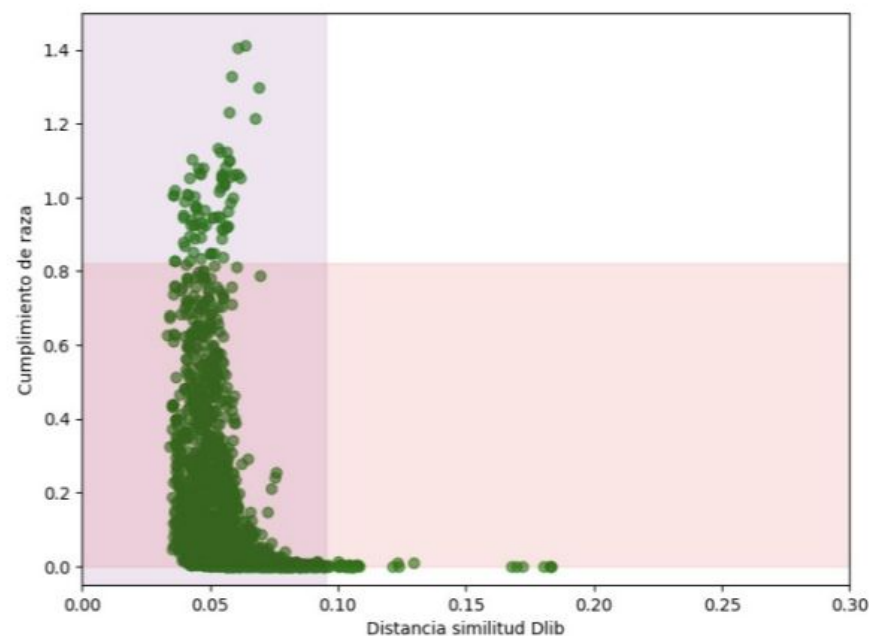
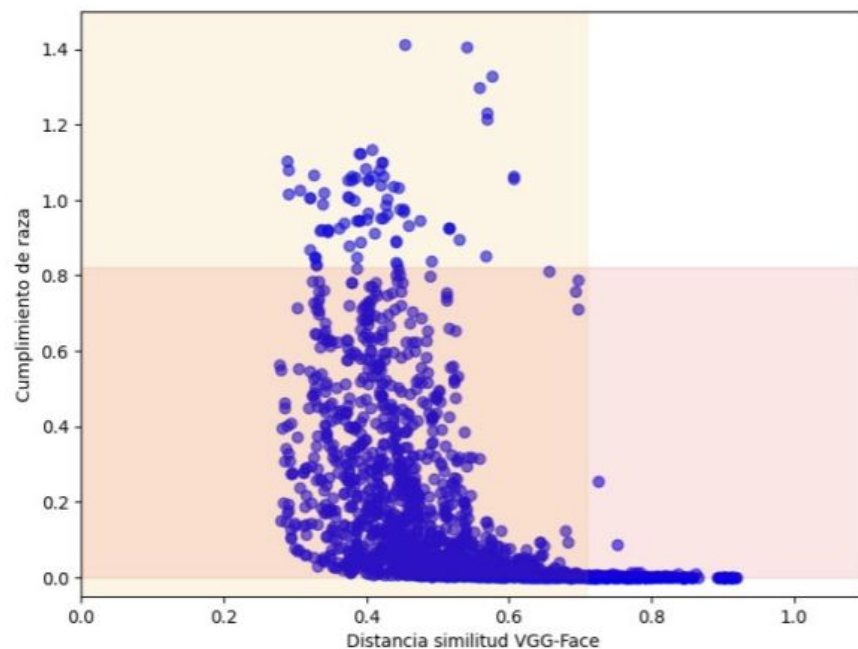
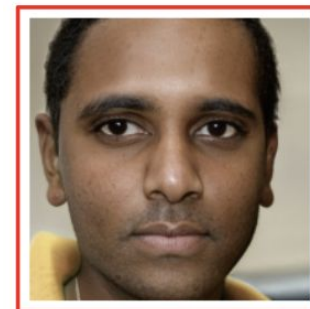


- Evolución del frente de pareto cada 10 generaciones.



Validación - Tasa de acierto

- Soluciones no dominadas para una instancia.
- 88.9% de las soluciones fueron reconocidas por ambos reconocedores como instancias de la imagen objetivo.
- 96.3% de las soluciones fueron clasificadas con la raza determinada.

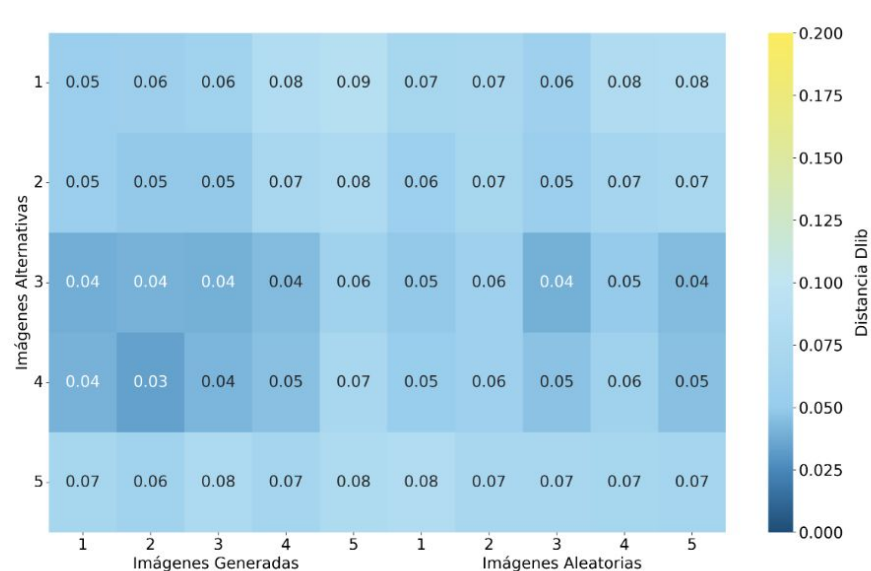
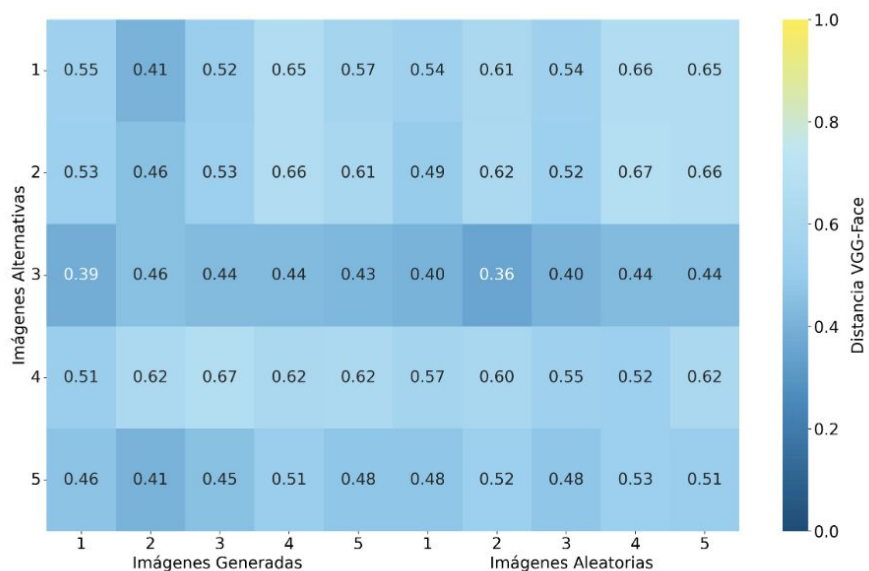


Evaluación Experimental

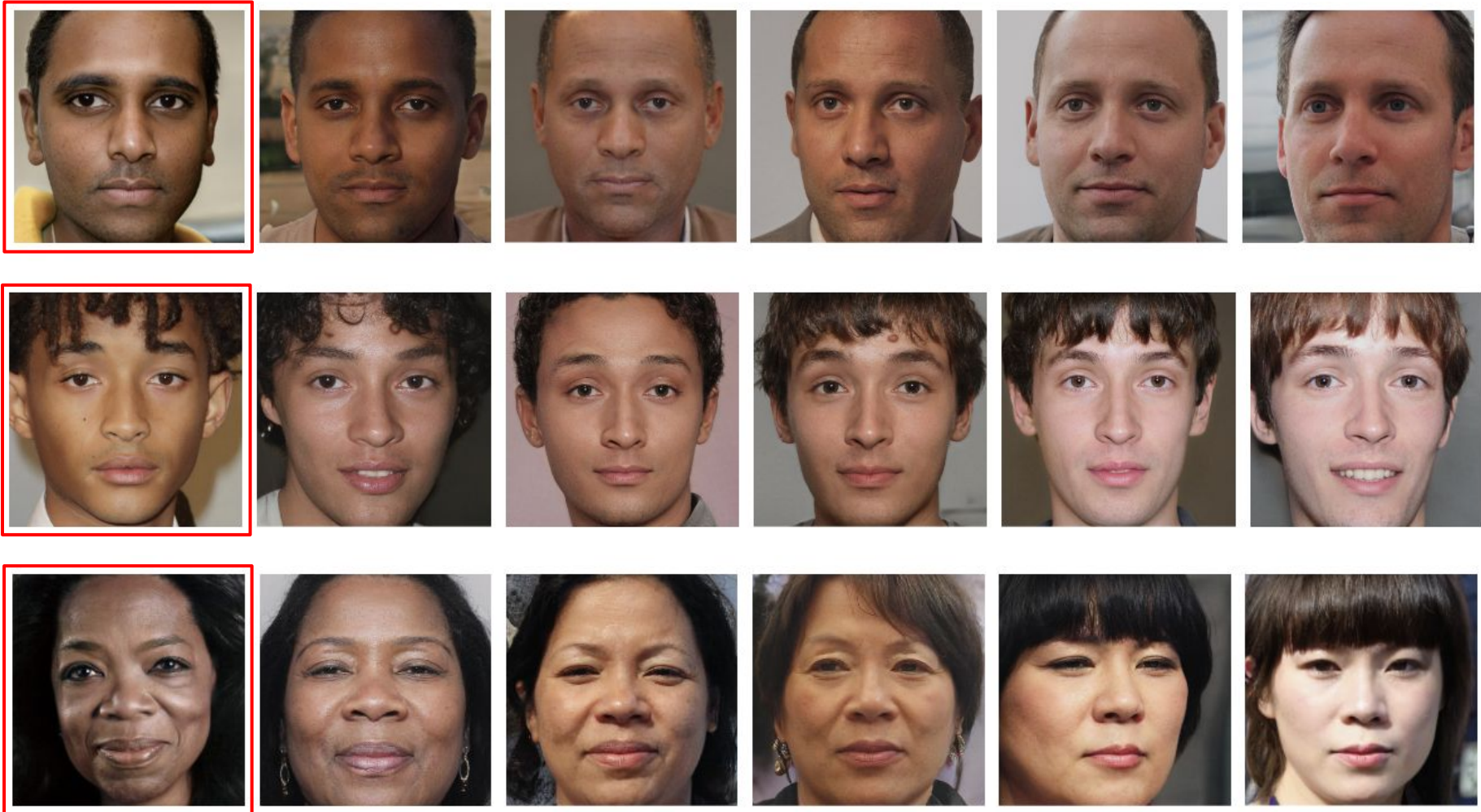
Validación - Calidad de las soluciones



UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY

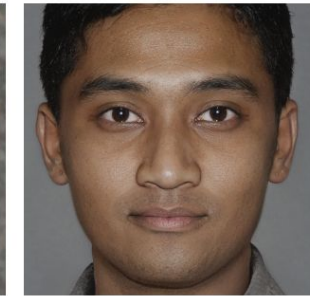
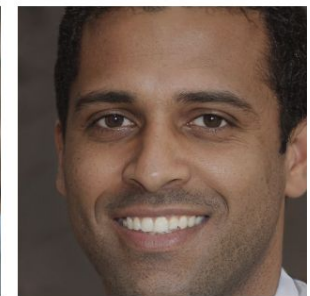
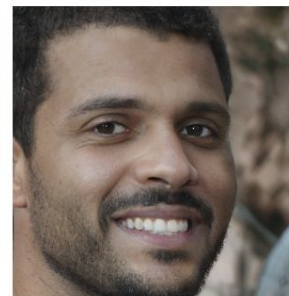
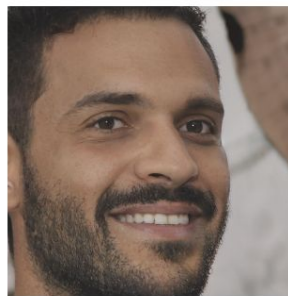
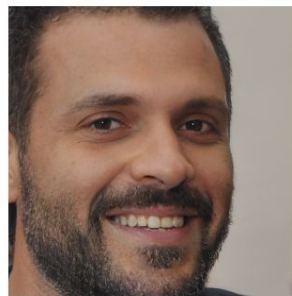
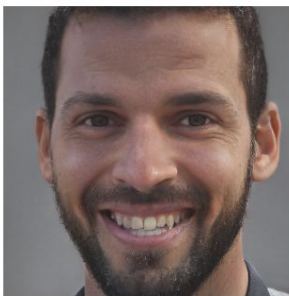
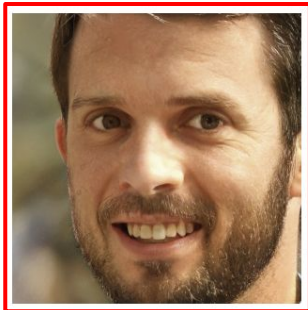
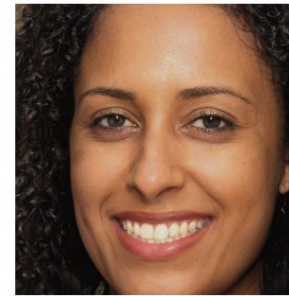


Ejemplos de soluciones



Evaluación Experimental

Ejemplos de soluciones



- El algoritmo permitió explorar el espacio latente y generar rostros que equilibran similitud facial y atributos raciales.
- El uso combinado de dos reconocedores mejoró la robustez y redujo el riesgo de sobreajuste a una única arquitectura.
- Las evaluaciones mostraron convergencia estable, diversidad en los frentes y capacidad para engañar múltiples modelos de reconocimiento facial.

- Integrar un tercer reconocedor facial como nueva métrica u objetivo independiente.
- Extender la optimización a atributos adicionales como género y edad con FairFace u otro clasificador.
- Añadir inicialización inteligente de la población para acelerar la convergencia del algoritmo.



FACULTAD DE
INGENIERÍA



UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY

¡Gracias!

Ana Paula Mazzeo
Maria Agustina Mazzeo
Sergio Nesmachnow