



UNIVERSIDAD  
DE GRANADA



# Teaching-Learning Based Optimization

Pablo Olivares Martínez



UNIVERSIDAD  
DE GRANADA

## Introducción

Algoritmo publicado por R. V. Rao, V. J. Savsani y D. P. Vakharia en 2011 en el artículo *Teaching–learning-based optimization: A novel method for constrained mechanical design optimization problems* [3].



R. V. Rao



V. J. Savsani



D. P. Vakharia

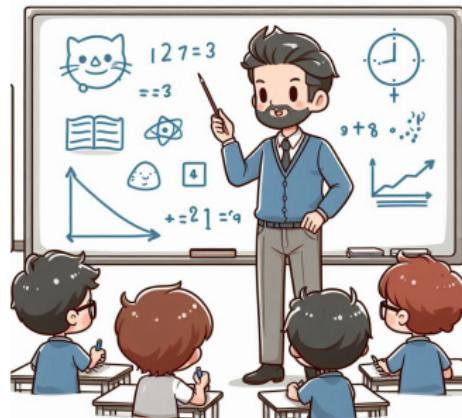
Entre ellos destaca Rao, quien posteriormente idearía el algoritmo *Jaya*.



# Explicación del algoritmo

Algoritmo inspirado en el modelo de aprendizaje en el aula.

- Primero, el profesor trata de transmitir sus conocimientos a los alumnos, intentando que la media de la clase mejore.
- Posteriormente, cada alumno interactúa con otros para afianzar y mejorar sus conocimientos.



# Explicación del algoritmo

Se divide en dos fases: **Fase del Profesor** y **Fase del Aprendiz**.

---

## Algorithm 1 Bucle Principal de TLBO

---

- 1: Instante inicial  $t = 0$ .
  - 2: Inicializar población de tamaño  $N$ ,  $G_0$ , de forma aleatoria.
  - 3: **while** no se cumpla el criterio de parada **do**
  - 4:     FASE DEL PROFESOR( $G_t$ )
  - 5:     FASE DEL APRENDIZ( $G_t$ )
  - 6:      $t \leftarrow t + 1$
  - 7: **end while**
- 



## Fase del Profesor

En esta fase, el profesor trata de mejorar la media de la clase.

- Se escoge como profesor  $T_t$  al mejor individuo de la población.
- Se obtiene el alumno promedio, como la media de todos los alumnos.
- El profesor trata de acercar la media de sus alumnos hacia él en un factor  $T_F$  igual a 1 o 2 aleatoriamente. Este acercamiento se hace en una proporción  $\eta$  entre 0 o 1 aleatoriamente.
- Se aplica la **heurística de Deb** para decidir si el nuevo alumno sustituye al anterior.



# Heurística de Deb

Heurística para escoger soluciones en problemas con restricciones.  
Dadas dos soluciones (alumnos), se escoge al individuo que:

- ① Si ambos candidatos cumplen las restricciones, se escoge aquel con mejor valor *fitness*.
- ② Si un candidato cumple las restricciones pero el otro no, se escoge el que las cumpla.
- ③ Si ambos candidatos violan las restricciones, se escoge el que las viole en menor medida.



# Fase del Profesor

---

**Algorithm 2** Fase del Profesor en TLBO

---

- 1:  $\bar{G}_t \leftarrow$  Calcular vector medio de  $G_t$
- 2:  $T_t \leftarrow$  Mejor individuo de  $G_t$
- 3: **for**  $i = 1$  to  $N$  **do** ▷ Proceso de enseñanza
- 4:    $T_F \leftarrow$  Aleatorio entre 1 y 2
- 5:    $\eta_t \leftarrow$  Aleatorio entre 0 y 1
- 6:    $X'_{t,i} \leftarrow X_{t,i} + \eta_t \cdot (T_t - T_F \cdot \bar{G}_t)$
- 7:   Evaluar  $f(X'_{t,i})$
- 8:   Aplicar heurística de Deb para  $X_{t,i}$ ,  $X'_{t,i}$
- 9: **end for**

---



## Fase del Aprendiz

En esta fase, cada alumno busca un compañero que le ayude a aprender.

- Para cada alumno  $X_i$ , se busca otro alumno  $X_j$  donde  $i \neq j$  y  $0 \leq i, j \leq$  tamaño de la población.
- Si el alumno  $X_j$  es mejor que el actual  $X_i$ , nos acercamos a él con una proporción  $\eta$  entre 0 o 1 aleatoriamente. En caso contrario, nos alejamos de él con esa proporción.
- De nuevo, aplicamos la heurística de Deb para elegir al candidato.



# Fase del Aprendiz

---

## Algorithm 3 Fase del Aprendiz en TLBO

---

```
1: for  $i = 1$  to  $N$  do
2:   Seleccionar índice  $j$  con  $j \neq i$ 
3:    $\eta \leftarrow$  Aleatorio entre 0 y 1
4:   if  $f(X_j) < f(X_i)$  then
5:      $X'_i \leftarrow X_i + \eta \cdot (X_i - X_j)$ 
6:   else
7:      $X'_i \leftarrow X_i + \eta \cdot (X_j - X_i)$ 
8:   end if
9:   Evaluar  $f(X'_i)$ 
10:  Aplicar heurística de Deb para  $X_i$  y  $X'_i$ 
11: end for
```

---



# Exploración vs. Explotación

## Exploración

Se garantiza mediante la interacción entre alumnos y la selección aleatoria de compañeros. Además, la variación aleatoria del factor  $\eta$  promueve la diversidad en el espacio de soluciones.

## Explotación

Se logra en la Fase del Profesor, donde los alumnos se mueven hacia el mejor individuo y la heurística de Deb asegura la adopción de soluciones mejoradas.

## Equilibrio

Se mantiene alternando entre la exploración en la Fase del Aprendiz y la explotación en la Fase del Profesor, adaptándose para evitar el estancamiento.



## Principales problemas

A pesar y debido a su popularidad, se han encontrado ciertos problemas que presenta el algoritmo:

- Tiene **convergencia prematura** de la población. **Exploración limitada**.
- Carece de mecanismos de **explotación individual**.
- Sus soluciones tienen **sesgo hacia el origen**, pudiendo afectar a soluciones alejadas de él [2].
- **Recorrido ineficiente** de la población. Todos los alumnos aprenden del mismo profesor en cada iteración, pudiendo haber nuevos candidatos.
- La heurística de Deb puede dar **problemas para soluciones cerca de la frontera**.



## Posibles soluciones

- **Unificar ambos bucles** en uno solo. Así, el profesor es el mejor candidato en cada iteración.
- **Eliminación de duplicados**. Se añaden alumnos aleatorios por cada duplicado eliminado, mejorando la diversidad. Más efectivo combinándolo con **elitismo** [1].
- Explotación individual mediante **búsquedas locales** (Solis-Wets, por ejemplo).
- Emplear **truncamiento** en la frontera en vez de la heurística de Deb. Facilita encontrar soluciones en la frontera.
- Cálculo de **nuevo marco de referencia** para aprovechar la información que ofrece el sesgo al origen [2].



# Referencias

- [1] Matej Črepinšek, Shih-Hsi Liu y Luka Mernik. "A note on teaching–learning-based optimization algorithm". En: *Information Sciences* 212 (2012), págs. 79-93.
- [2] Joshua K Pickard, Juan A Carretero y Virendrakumar C Bhavsar. "On the convergence and origin bias of the teaching-learning-based-optimization algorithm". En: *Applied Soft Computing* 46 (2016), págs. 115-127.
- [3] R Venkata Rao, Vimal J Savsani y Dipakkumar P Vakharia. "Teaching–learning-based optimization: a novel method for constrained mechanical design optimization problems". En: *Computer-aided design* 43.3 (2011), págs. 303-315.

