

# Simulador de Combate DnD – Modelo, Distribuciones y Resultados

**Autor:** Carlos Solares

**Profesor:** Juan Andrés García Porres

**Repositorio / Código:** <https://github.com/signaidy/DnDmodel.git>

# Modelo y resultados: Simulador de Combate DnD

## Objetivo

- Explicar cómo modelamos cada parte del combate.
- Precisar qué **distribución** usa cada componente.
- Responder preguntas clave sobre probabilidad de ganar bajo diferentes condiciones.
- Mostrar gráficas comparativas por monstruo y entre monstruos.

# Índice

1. Flujo del combate
2. Componentes y distribuciones
3. Métricas y estimación
4. Resultados (cómo leerlos)
5. Escenarios extra (Healer / Party completa)
6. Supuestos y limitaciones

# Flujo del combate

- **Estado inicial:** HP de combatientes, AC, modificadores.
- **Iniciativa:** orden aleatorio por ronda.
- **Turnos:**
  - Tiradas de ataque (hit / miss / crit).
  - Daño (mezcla con inflación en 0; críticos duplican dados).
  - Rasgos (regeneración, aliento, contraataque, invocación).
  - Habilidades de la party (Second Wind, Superioridad, Healer, Rogue, Wizard).
- **Fin:** cuando HP del monstruo  $\leq 0$  o la party es derrotada.
- **Repetir** muchas veces (Monte Carlo) para estimar probabilidades.

# Notación rápida

- $\text{Unif}\{a, \dots, b\}$ : uniforme discreta.
- $\text{Bernoulli}(p)$ : variable 0/1 con prob.  $p$ .
- $\text{Geom}(p)$ : n° de ensayos hasta el primer éxito (soporte  $1, 2, \dots$ ).
- $\mathbf{1}\{\cdot\}$ : indicador.

# Dados base

1dN

$$X \sim \text{Unif}\{1, \dots, N\}$$

$$\mathbb{E}[X] = \frac{N+1}{2}, \quad \text{Var}(X) = \frac{N^2-1}{12}$$

Suma de  $k$  dados 1dN

$$\sum_{i=1}^k X_i \text{ (convolución de uniformes; forma poligonal)}$$

$$\mathbb{E} = k \frac{N+1}{2}, \quad \text{Var} = k \frac{N^2-1}{12}$$

# Iniciativa

Cada actor obtiene 2 llaves  $U_1, U_2 \sim \text{Unif}\{1, \dots, 20\}$  i.i.d.; se ordena en forma lexicográfica descendente.

- Simetría: si hay  $m$  actores,  $P(\text{ser primero}) = 1/m$ .
- Por equipos:

$$P(\text{party first}) = \frac{M}{M + 1}$$

donde  $M$  es nº de miembros de la party activos frente a 1 monstruo.

Ej.: 1v1  $\rightarrow 1/2$ ; (Guerrero+Healer) vs 1  $\rightarrow 2/3$ ; party de 4 vs 1  $\rightarrow 4/5$ .

## Tirada de ataque (d20) — sin ventaja

$$R \sim \text{Unif}\{1, \dots, 20\}$$

- Crítico natural:  $P(\text{crit}) = 1/20$ .
- Pifia natural:  $P(\text{nat1}) = 1/20$ .
- Éxito (ignorando nat1 y nat20):

$$P(\text{hit}) = P(R = 20) + P(R \in \{2, \dots, 19\}, R + \text{ATK\_MOD} \geq \text{AC}).$$



# Tirada de ataque (d20) — con ventaja

$R = \max(R_1, R_2)$ , con  $R_i \sim \text{Unif}\{1, \dots, 20\}$  i.i.d.

- $P(R \leq k) = \left(\frac{k}{20}\right)^2$ ,  
 $P(R = k) = \frac{2k-1}{400}$ .

- Crítico:

$$P(\text{crit}) = 1 - \left(\frac{19}{20}\right)^2 = 0.0975.$$

- Pifia natural:  $P(\text{nat1}) = (1/20)^2 = 1/400$ .

*(Desventaja sería  $R = \min(R_1, R_2)$ , análogo, pero no se implementó)*

## Dado de superioridad (Battlemaster)

$S \sim \text{Unif}\{1, \dots, 10\}$ .

Se usa sólo en “near-miss”: si faltan  $n \in \{1, \dots, 10\}$  puntos para impactar:

$$\Delta P(\text{hit}) = \sum_{n=1}^{10} P(\text{necesito } n) \cdot P(S \geq n), \quad P(S \geq n) = \frac{11 - n}{10}.$$

# Daño de arma y mezcla (cero-inflado)

Sea  $W$  el dado de arma (d4..d20).

$$D = \begin{cases} 0 & \text{con prob. } 1 - p_{\text{hit}} \\ 1dW + \text{DMG\_MOD} & \text{con prob. } p_{\text{hit}} - p_{\text{crit}} \\ 2dW + \text{DMG\_MOD} & \text{con prob. } p_{\text{crit}} \end{cases}$$

Algunos monstruos añaden dados extra en crítico.

# Healer (curación por hechizo)

- Cure Wounds (nivel  $L$ ):

$$k = 1 + \max(0, L - 1), H \sim \sum_{i=1}^k 1d8 + \text{mod}.$$

- Healing Word (nivel  $L$ ):

$$k = 1 + \max(0, L - 1), H \sim \sum_{i=1}^k 1d4 + \text{mod}.$$

- Mass Healing Word (nivel  $L \geq 3$ ):

$$k = 1 + \max(0, L - 3), H \sim \sum 1d4 + \text{mod por objetivo}.$$

- Second Wind (Guerrero):

$$H \sim 1d10 + \text{nivel} \in \{11, \dots, 20\}.$$

La elección de hechizo y objetivo sigue una **política determinista** (según HP y slots).

## Rogue (Pícaro)

- To-hit: como antes (con posible ventaja por Steady Aim).
- Daño base:  $1d8 + \text{DMG\_MOD}$ .
- Sneak Attack:  $S$  dados  $d6$  (aquí  $S = 5$ ); en crítico se **duplican todos** los dados:

$$D_{\text{crit}} = 2d8 + 2S \cdot d6 + \text{DMG\_MOD}.$$

- Uncanny Dodge: primer golpe **no crítico** recibido en la ronda se **divide a la mitad** (transformación determinista sobre la muestra).

# Wizard (Mago)

- **Magic Missile (nivel  $L$ ):** n° dardos =  $L + 2$ .  
Cada dardo  $X \sim (1d4 + 1)$ . Total  $T = \sum X_i$ .  
Si hay resistencia automática  $q$ :  $T' = \lfloor (1 - q)T \rfloor$ .
- **Chromatic Orb (nivel  $L$ ):**  
 $T \sim \sum_{i=1}^{L+2} 1d8$  (doblar n° de dados en crítico).
- **Fire Bolt** (cantrip a nivel 10 en este modelo):  
normal =  $2 \times 1d10$ , crítico =  $4 \times 1d10$ .
- **Shield:** anula golpes dentro del rango  $[\text{AC}, \text{AC} + 5)$  si hay slot (gating inducido por la tirada enemiga).

# Rasgos de Monstruo

- **Multiataque:** repeticiones i.i.d. del esquema hit/daño.
- **Aliento / AoE:**

$$B \sim \sum_{i=1}^N 1dD, \quad \text{daño a cada objetivo} = \begin{cases} B & \text{si falla la salvación} \\ \lfloor B/2 \rfloor & \text{si la supera} \end{cases}$$

Si hay **cargas** disponibles, se puede aplicar  $\times 2$  si eso mata (decisión determinista).

# Rasgos de Monstruo

- Recarga (p. ej. "5–6"): por turno

$$R \sim 1d6, \quad P(\text{listo}) = \frac{2}{6}, \quad \text{tiempo de espera} \sim \text{Geom}\left(\frac{2}{6}\right).$$

- Regeneración: +HP determinista por turno.
- Counter on miss: ataque estándar cuando el rival falla.
- Invocar lobo: se activa al cruzar umbral de HP; luego  $T$  turnos de daño  $1dD + \text{MOD}$ .



# Métricas que estimamos (por combinación de dado y composición)

Para cada simulación guardamos flags y medidas; a partir de  $n$  repeticiones:

- **Baseline:**  $\hat{p}_0 = P(\text{win})$ .

- **Condicionadas:**

$$\hat{p}_{\text{PF}} = P(\text{win} \mid \text{party first}), \quad \hat{p}_{\text{FC}} = P(\text{win} \mid \text{primer ataque crit}).$$

# Métricas que estimamos (por combinación de dado y composición)

- Impactos marginales (deltas):

$$\Delta_{\text{miss1}} = P(\text{win} \mid \text{fallé primer ataque}) - \hat{p}_0, \quad \Delta_{\text{recibí crit1}} = P(\text{win} \mid \text{recibí crit en turno 1}) - \hat{p}_0.$$

- Rachas de críticos (longitudes consecutivas  $> 0$ ): mínimo, máximo, promedio.

# Estimación Monte Carlo y errores

Sea  $\hat{p} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \mathbf{1}\{\text{evento}_i\}$ .

Para  $n$  grande, por CLT:

$$\hat{p} \approx \mathcal{N}\left(p, \frac{p(1-p)}{n}\right), \quad \text{IC 95\%} \approx \hat{p} \pm 1.96 \sqrt{\frac{\hat{p}(1-\hat{p})}{n}}.$$

Diferencias de proporciones  $\hat{p}_a - \hat{p}_b$ : aproximación normal con varianza suma (si independientes) o teniendo en cuenta covarianza (si comparten muestra).

# Cómo leer las gráficas (por monstruo)

- Eje X: dado de daño del Guerrero (d4, d6, ...).
- Barras por X: Solo, Healer, Party completa (colores distintos).
- Eje Y: valor de la métrica (probabilidad o conteo esperado).
- Título: "{métrica} – {monstruo}".

Inserta aquí, por monstruo, la colección de gráficas (una por métrica):


```
![baseline_P(win) – CLOAKER]
```

```
(graphs/CLOAKER/plot_baseline_P_win__CLOAKER.png)
```

```
![P(win | party first) – CLOAKER]
```

```
(graphs/CLOAKER/plot_P_win__party_first__CLOAKER.png)
```

# Cómo leer las gráficas (entre monstruos)

- Eje X: monstruo.
- Barras por X: una barra por **dado** (colores fijos por dado).
- Series: una figura por **métrica y composición** (Solo / Healer / Party).
- Leyenda: color  dado (d4, d6, ...).

Inserta aquí, por métrica y composición, las "final\_\*.png":

```
![baseline_P(win) - All - Solo]
```

```
(graphs/_ALL_MONSTERS/final_baseline_P_win__solo_all_monsters.png)
```

## Preguntas que respondemos (por monstruo y global)

- $P(\text{win} \mid \text{party first})$ .
- $P(\text{win} \mid \text{primer ataque crítico})$ .
- $\Delta_{\text{miss1}} = P(\text{win} \mid \text{fallo primer ataque}) - P(\text{win})$ .
- $\Delta_{\text{recibí crit1}} = P(\text{win} \mid \text{recibir crit en turno 1}) - P(\text{win})$ .
- Rachas de críticos: mínimo, máximo, promedio ( $>0$ ).

*(Todos estos valores aparecen en los CSV y en las gráficas por métrica.)*

# Composición con Healer

Escenario: Guerrero L10 + Healer L10 vs 1 monstruo

Orden: iniciativa aleatoria por ronda entre *warrior*, *healer*, *monster*.

$P(\text{party first}) = \frac{2}{3}$  por simetría.

## Política de decisión del Healer (por turno)

Determinística, basada en HP y slots disponibles  $\{L = 1, \dots, 5\}$ .

1. **Ambos heridos** ( $w\_hp < \max_w$  y  $h\_hp < \max_h$ )

→ si existe slot  $L \geq 3$ : **Mass Healing Word** al máximo  $L$  disponible.

$$H \sim \sum_{i=1}^k 1d4 + \text{mod}, \quad k = 1 + \max(0, L - 3),$$

se aplica a **ambos** (misma tirada por objetivo en el código).



## Política de decisión del Healer (por turno)

2. Alguien bajo de vida ( $w\_hp < 0.5 \cdot \max_w$  o  $h\_hp < 0.5 \cdot \max_h$ )  
→ si existe slot: **Cure Wounds** al máximo  $L$  disponible sobre el más dañado  
(en 2v1: el de menor HP absoluto).

$$H \sim \sum_{i=1}^k 1d8 + \text{mod}, \quad k = 1 + \max(0, L - 1).$$

## Política de decisión del Healer (por turno)

### 3. Hay heridos pero no “bajos”

→ **Healing Word** priorizando slots bajos (si hay  $L \leq 2$ , usar el mayor de ellos; si no, usar el mayor  $L$  disponible).

Objetivo: el de menor HP absoluto.

$$H \sim \sum_{i=1}^k 1d4 + \text{mod}, \quad k = 1 + \max(0, L - 1).$$

# Política de decisión del Healer (por turno)

## 4. Ambos a tope (sin heridos)

→ Ataque de arma del Healer:

- Tirada:  $R \sim \text{Unif}\{1, \dots, 20\}$ .

$$P(\text{crit}) = 1/20, \quad P(\text{nat1}) = 1/20.$$

- Impacta si  $R = 20$  o  $R + \text{ATK\_MOD} \geq \text{AC}_{\text{efectivo}}$ .

- Daño:

$$D = \begin{cases} 0 & (\text{fallo}) \\ 1d6 + \text{DMG\_MOD} & (\text{hit sin crit}) \\ 2d6 + \text{DMG\_MOD} & (\text{crítico}) \end{cases}$$

## Política de decisión del Healer (por turno)

**Consumo de slots:** cada conjuro gasta exactamente 1 slot del nivel elegido (se toma el **más alto** que cumpla la regla en 1) y 2), y el **más bajo posible** en 3) si hay  $L \leq 2$ ).

**Selección de objetivo** en 2) y 3): en 2v1, si  $w\_hp \leq h\_hp$  se cura al Guerrero; en caso contrario, al Healer.

## Distribuciones usadas en esta composición

- To-hit (Healer):  $R \sim \text{Unif}\{1, \dots, 20\}$ ; evento de impacto:

$$P(\text{hit}) = P(R = 20) + P(R \in \{2, \dots, 19\}, R + \text{ATK\_MOD} \geq \text{AC}_{\text{efectivo}}).$$

- Curaciones:

- *Cure Wounds*: suma de uniformes discretas  $1d8$  ( $k = 1 + \max(0, L - 1)$ ) + mod.
- *Healing Word*: suma de uniformes discretas  $1d4$  ( $k = 1 + \max(0, L - 1)$ ) + mod.
- *Mass Healing Word*: suma de uniformes  $1d4$  ( $k = 1 + \max(0, L - 3)$ ) + mod a cada objetivo.

## Distribuciones usadas en esta composición

- **Decisión de hechizo/ataque:** no aleatoria; es una política **determinística** (árbol de reglas de arriba).
- **Monstruo:** mantiene sus distribuciones (multiataque, aliento =  $\sum 1dD$  con salvación Bernoulli para mitad, recarga geométrica, etc.) idénticas al resto de escenarios.

## Notas de implementación (resumen del código)

```
if ambos_heridos and slot(L>=3):  
    usar Mass Healing Word al L más alto  
elif alguien_muy_bajo and slot(cualquiera):  
    usar Cure Wounds al L más alto sobre quien tenga menor HP  
elif alguien_herido and slot:  
    usar Healing Word (prefiere L<=2; si no hay, el mayor L)  
else:  
    atacar con arma (1d20 para impactar; daño 1d6 [+mod], crítico duplica dados)
```

## Party completa (extra)

- Se añaden:
  - **Rogue** con Steady Aim, Sneak Attack, Uncanny Dodge.
  - **Wizard** con slots, Magic Missile / Chromatic Orb / Fire Bolt, y **Shield**.
- Distribuciones: ver slides anteriores (daño por dados, Bernoulli de hit/crit, mezcla por crítico, Geom. para recarga de alientos, gating para Shield).
- El monstruo **elige objetivo** con heurística determinista (HP más bajo, prioridades).



# Supuestos y limitaciones

- AC, HP y modificadores fijos (no escalamos con condiciones fuera del modelo).
- Ventaja/desventaja sólo donde lo indicamos (no se acumulan múltiples fuentes).
- Decisiones “inteligentes” codificadas: Action Surge, uso de superioridad, objetivos, etc.
  - No hay “blunders” ni TTP complejos; es una **política determinista**.
- Independencias aproximadas: p. ej., rachas de críticos se miden en un proceso con  $n^{\circ}$  de ataques aleatorio y estados (ventaja) que cambian.

# Reproducibilidad

- **CSV:** `csv/<MONSTRUO>/dnd_*.csv` contienen métricas por dado.
- **Gráficas por monstruo:** `graphs/<MONSTRUO>/plot_*.png` .
- **Comparativas globales:** `graphs/_ALL_MONSTERS/final_*.png` .
- **Semilla RNG configurable:** `--seed` .
- **Intensidad Monte Carlo:** `--sims` (sug.:  $\geq 10k$ ).

**Fin**