



Introducción

Se presenta un modelo analítico basado en la teoría de grafos para mapear el entorno competitivo (META) de Pokémon TCG Pocket visualizando topológicamente las relaciones de co-ocurrencia y sinergia entre las cartas más utilizadas del formato.

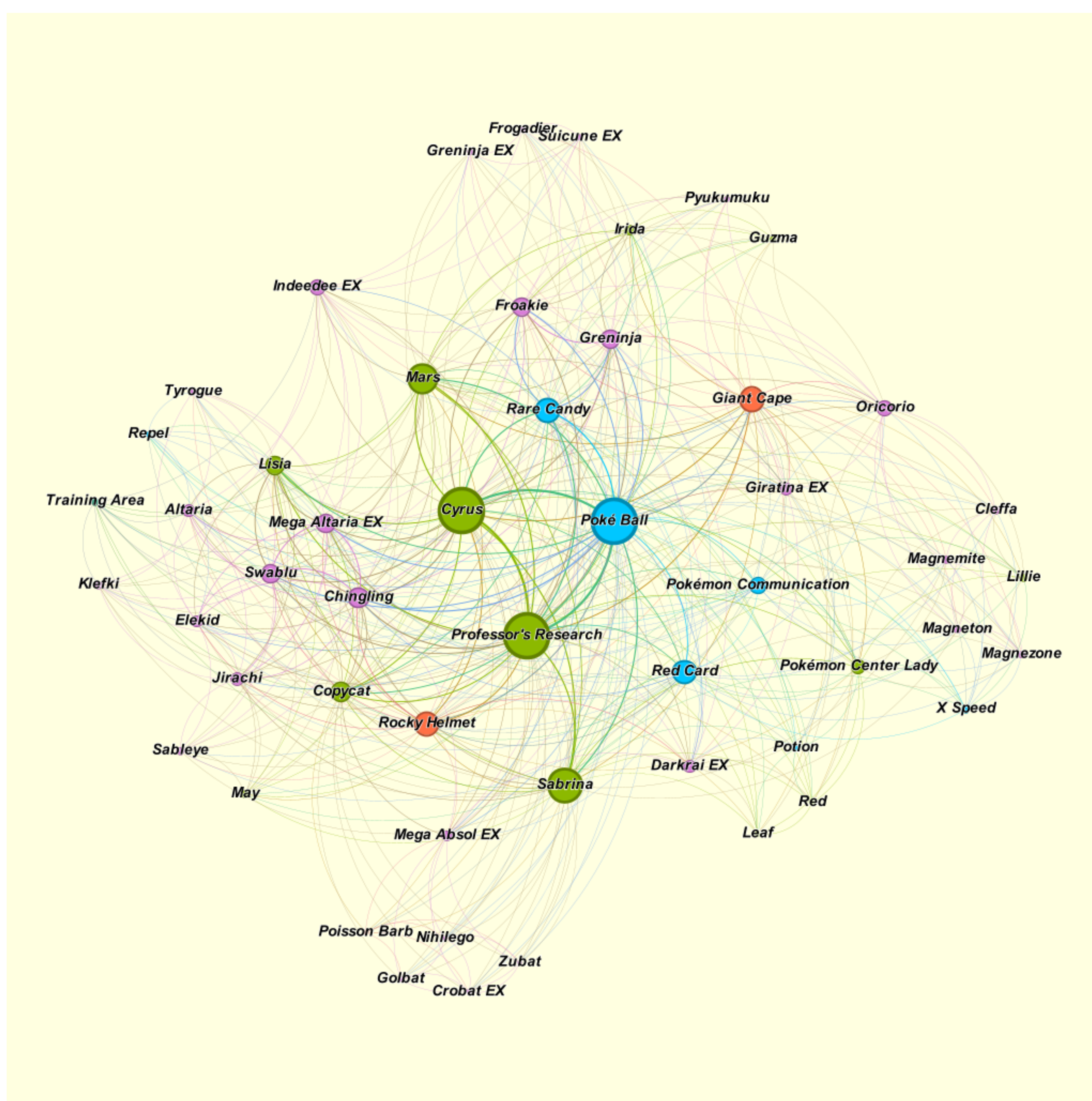
El proyecto nace de la motivación de aplicar el rigor de las matemáticas a sistemas dinámicos complejos, demostrando que las estrategias exitosas no dependen puramente del azar, sino de estructuras matemáticas altamente organizadas. Con ello, buscamos cerrar la brecha entre la intuición empírica del jugador y la teoría algebraica de grafos, ofreciendo una herramienta visual y cuantitativa —apoyada en la centralidad de grado y la detección de comunidades— para evaluar la eficiencia y viabilidad de un mazo sin necesidad de prueba empírica.

- FUENTES DE INFORMACIÓN:
- Chung, F. R. K. (1997). *Spectral Graph Theory*. American Mathematical Society.
 - Jacomy, M., et al. (2014). ForceAtlas2, a continuous graph layout algorithm... *PLOS ONE*, 9(6).
 - The Pokémon Company. (2020). *Pokémon TCG Pocket: Base de Datos de Cartas*.

Conclusiones

- **El núcleo de la consistencia:** La viabilidad de cualquier mazo competitivo recae en un núcleo hiperconectado de cartas *staple*. El metajuego está centralizado en motores de robo universales (*Professor's Research*, *Poké Ball*), comprobando que la optimización de recursos es topológicamente más relevante que la fuerza de ataque individual.
- **Modularidad estratégica:** Las estrategias no se construyen con cartas aisladas, sino mediante la integración de clústeres sinérgicos (arquetipos y líneas evolutivas) que dependen mutuamente para funcionar.
- **Trabajo Futuro: Modelado estocástico:** Simular el flujo del mazo y evaluar probabilísticamente la viabilidad de robar combos específicos. *Dinámica de rotación:* Estudiar si la rotación periódica de cartas es una necesidad estructural del juego, o si el metajuego posee propiedades de autorregulación.

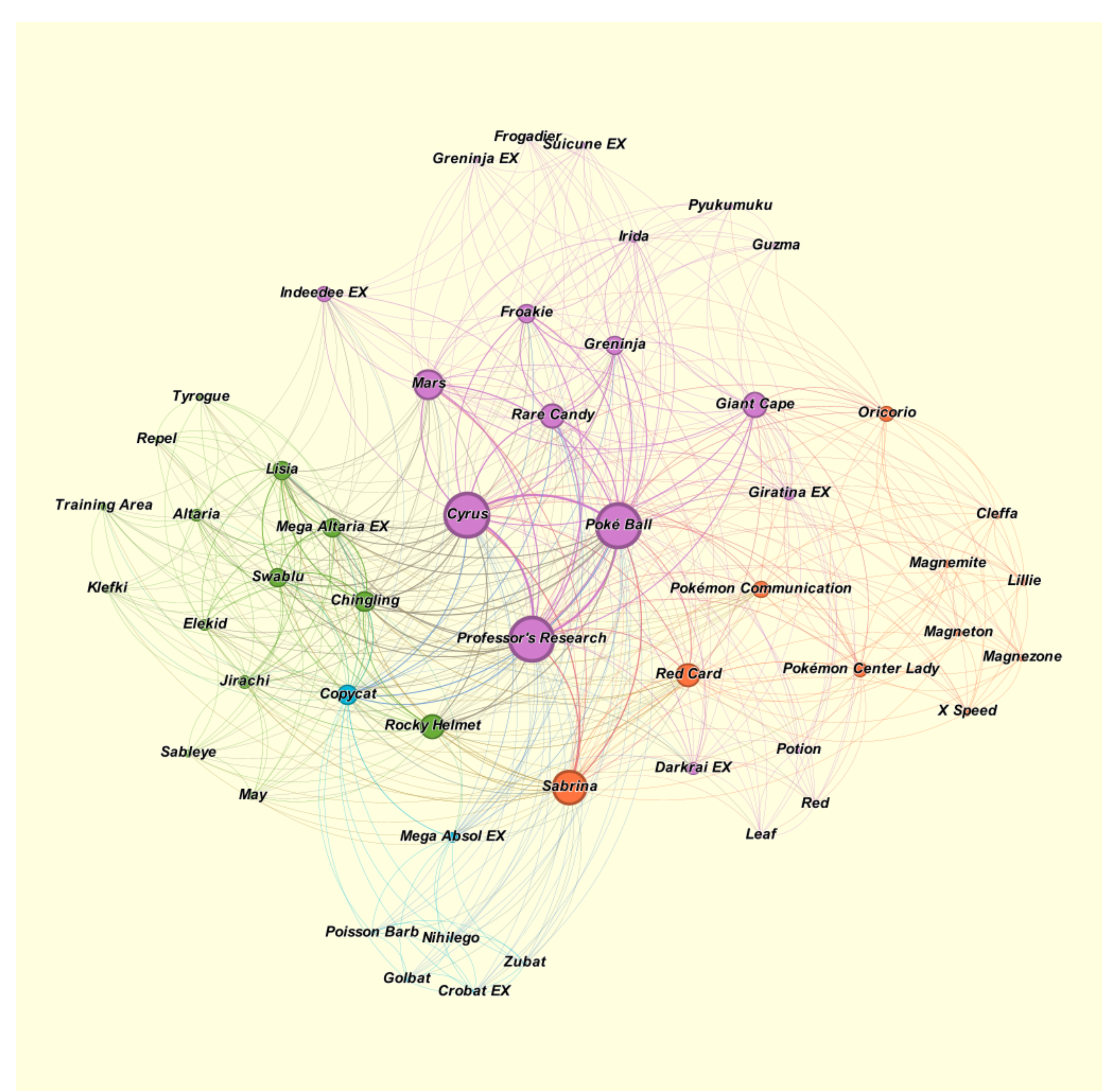
Análisis de Centralidad



Visualización por Centralidad: Identificación de Nodos Clave

Los vértices de mayor magnitud, como *Professor's Research*, *Poké Ball* y *Cyrus*, funcionan como los “hubs” principales del sistema. Estas intersecciones densas representan las cartas *staple*: motores de robo y búsqueda universales que garantizan la consistencia y el flujo de recursos en casi cualquier estrategia competitiva, independientemente del arquetipo del mazo.

Topología y Comunidades



Análisis Topológico: Detección de Comunidades y Sinergia

La partición del ecosistema en subconjuntos (diferenciados por color) revela la existencia de arquetipos cerrados dentro del metajuego. Cada clúster topológico representa “motores de sinergia” altamente acoplados y líneas evolutivas estrictas. Esto demuestra visualmente que las estrategias no operan mediante cartas aisladas, sino a través de combinaciones funcionalmente dependientes.

Metodología

- ★ **Paso 1: Selección de la muestra (Nodos).** Se definieron como objeto de estudio los mazos del ecosistema competitivo META (Most Effective Tactic Available) de Pokémon TCG Pocket. Cada vértice representa una carta individual de estos mazos (20 cartas por mazo).
- ★ **Paso 2: Criterio de conexión (Aristas).** La adyacencia entre nodos se determinó por co-ocurrencia: dos cartas se conectan mediante una arista si forman parte de un mismo mazo. El peso de esta conexión es múltiple y se incrementa en función de la cantidad de mazos en los que ambas cartas aparecen juntas.
- ★ **Paso 3: Estructuración de los datos.** Se construyó una base de datos tabular (en formato Excel) estructurada con los atributos categóricos de cada carta, incluyendo el mazo de pertenencia y su tipología (Pokémon, Objeto, Partidario, etc.), optimizada para su lectura en el software Gephi.
- ★ **Paso 4: Modelado espacial y geométrico.** Los datos estructurados se importaron al analizador de redes Gephi, donde se aplicó un algoritmo de distribución espacial de fuerza dirigida para encontrar el equilibrio visual del sistema.
- ★ **Paso 5: Aplicación de métricas topológicas.** Finalmente, se calculó la métrica de centralidad para escalar el tamaño de los vértices, lo que destaca visualmente las cartas que funcionan como motores principales del juego. A su vez, se ejecutó el método de Louvain para agrupar y colorear los clústeres de cartas en función de su densidad de conexiones.

Desarrollo teórico

1. Inmersión Espacial (ForceAtlas2)

Simulamos un sistema dinámico que alcanza el equilibrio minimizando la energía mediante dos campos vectoriales:

- ★ **Repulsión (Dispersión):** Separa vértices según sus grados ponderados (s_i, s_j):

$$F_r(i, j) = k_r \frac{(s_i + 1)(s_j + 1)}{d(i, j)^2}$$

- ★ **Atracción (Cohesión):** Une nodos conectados en función del peso de su arista (w_{ij}):

$$F_a(i, j) = k_a w_{ij} d(i, j)$$

2. Métricas Estructurales

Evaluamos la topología del sistema usando dos invariantes algebraicos:

- ★ **Centralidad de Grado (Tamaño):** Calcula la fuerza total del nodo, revelando los motores del formato:

$$s_i = \sum_j w_{ij}$$

- ★ **Comunidades de Louvain (Color):** Particiona el grafo maximizando la modularidad Q para agrupar combos sinérgicos:

$$Q = \frac{1}{2m} \sum_{i,j} \left[w_{ij} - \frac{s_i s_j}{2m} \right] \delta(c_i, c_j)$$