



Evaluación e Integración de Toma de Decisiones en Sistemas de Recomendación

Autor: Rus María Mesas Jávega
Tutor: Alejandro Bellogín Kouki

Índice



Introducción

Estado del Arte

Toma de Decisiones en Algoritmos de Recomendación

Evaluación de Algoritmos que Toman Decisiones

Experimentos y Resultados

Conclusiones y Trabajo Futuro

1. Introducción - Motivación



1. Introducción - Hipótesis

Es mejor no recomendar
que fallar



1. Introducción - Objetivos

1

Introducir la toma de decisión en algoritmos de recomendación

2

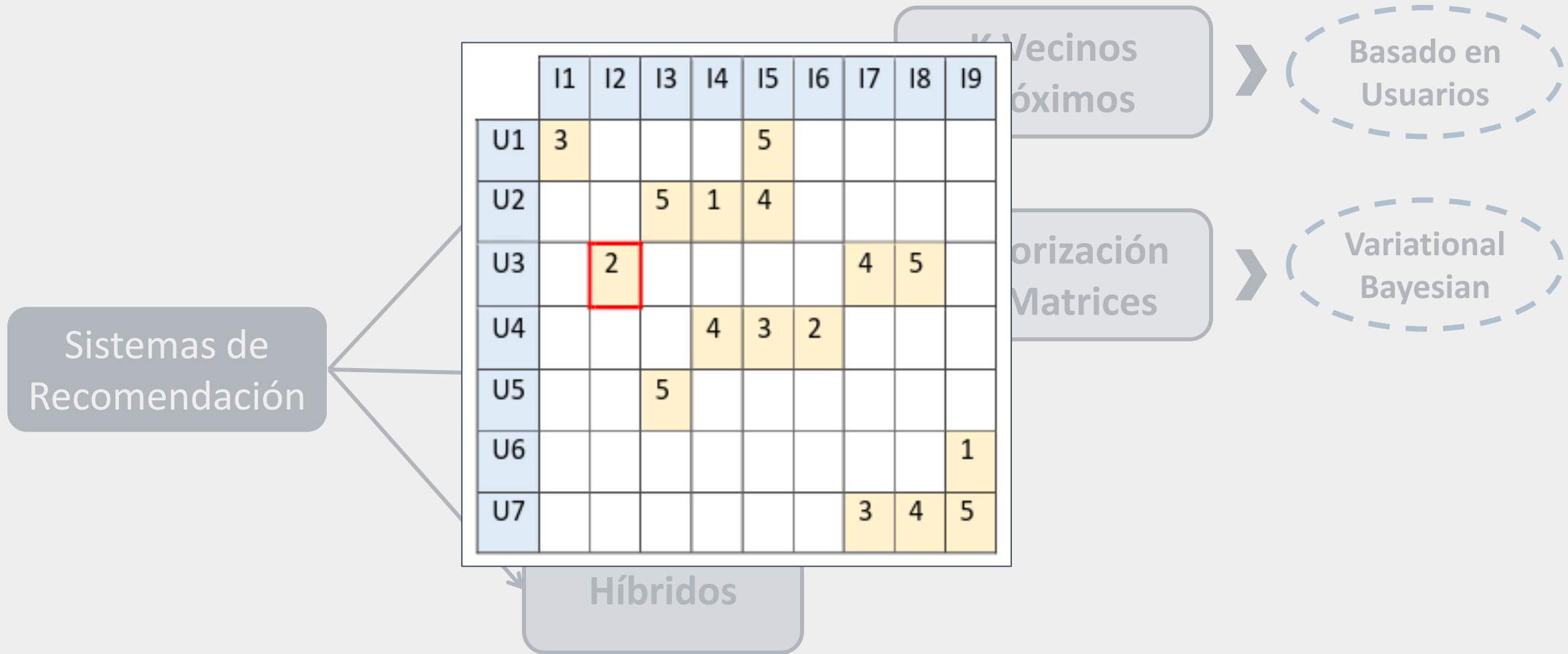
Analizar cómo influye la toma de decisión en diferentes dimensiones

3

Estudiar cómo evaluar los nuevos sistemas y proponer nuevas métricas



2. Estado del Arte



2. Estado del Arte – Evaluación



3. Toma de Decisión en Algoritmos de Recomendación



3. Toma de Decisión en Algoritmos de Recomendación

Taxonomía de Técnicas de Toma de Decisión



Independiente del Modelo

Según el Soporte de la Predicción

Según la Incertidumbre de la Predicción

KNN Basado en Usuarios

KNN Basado en Usuarios

Variational Bayesian



3. Toma de Decisión en Algoritmos de Recomendación

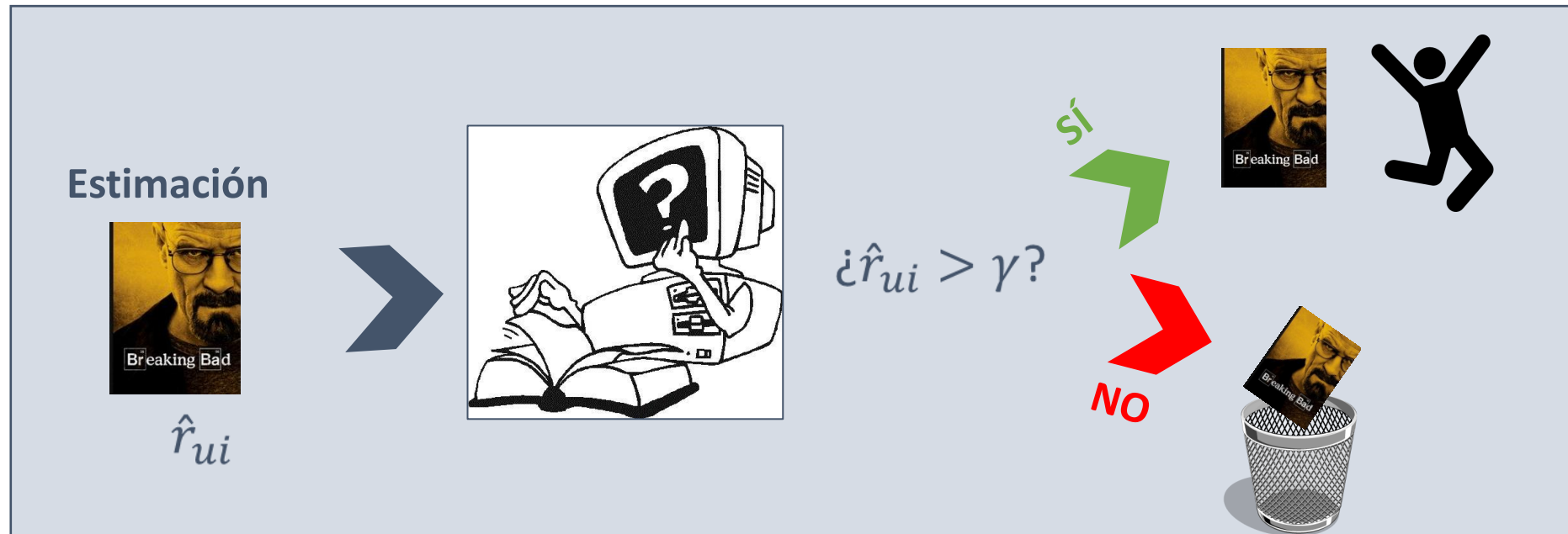
Independiente del modelo



IDEA: Recomendar ítem cuyo valor de rating sea mayor que un umbral



Aplicable a cualquier algoritmo de recomendación



3. Toma de Decisión en Algoritmos de Recomendación

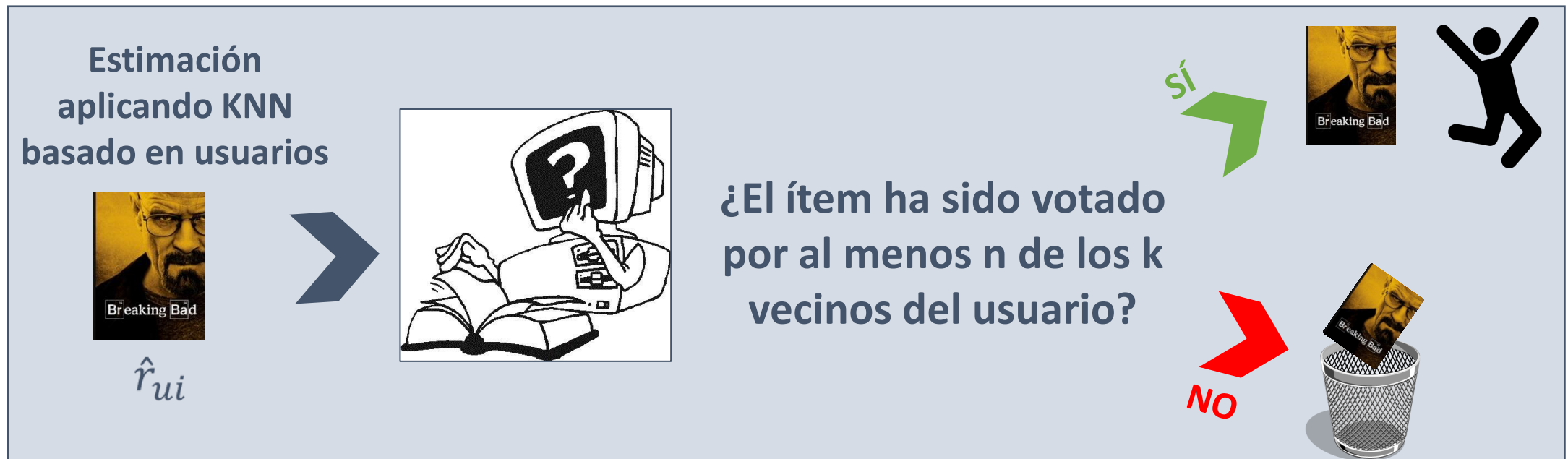
Según el Soporte de la Predicción



IDEA: Cuantas más opiniones se conocen sobre un ítem más confianza genera la estimación final



Aplicable a KNN



3. Toma de Decisión en Algoritmos de Recomendación

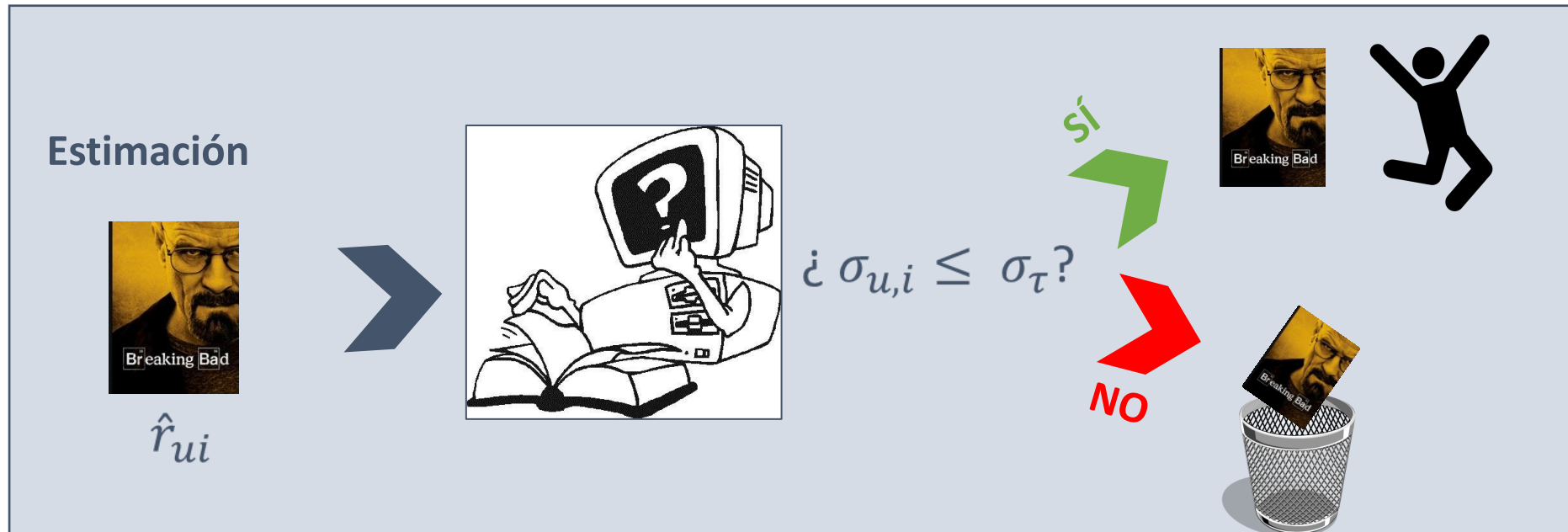
Según la Incertidumbre



IDEA: La desviación típica es sinónimo de incertidumbre. A mayor desviación típica mayor incertidumbre en la estimación y menor confianza en ella.



Aplicable algoritmo que proporcionan fórmula para σ



3. Toma de Decisión en Algoritmos de Recomendación Según la Incertidumbre



$$\hat{r}_{ui} = \mu$$



$$\hat{r}_{ui} = \mu \pm \lambda \sigma$$

K Vecinos Próximos (KNN)



$$\hat{r}_{ui} = \frac{\sum_{v \in N_i(u)} w_{uv} r_{vi}}{\sum_{v \in N_i(u)} w_{uv}}$$

Media Ponderada

Variational Bayesian



$$\hat{r}_{ui} = \mathbb{E}(\hat{r}_{ui} | R) = \bar{u}^T \bar{i}$$

4. Evaluación de Algoritmos que Toman Decisiones

Precisión vs Cobertura

HIPÓTESIS:

Integración
Toma de Decisión



PRECISIÓN

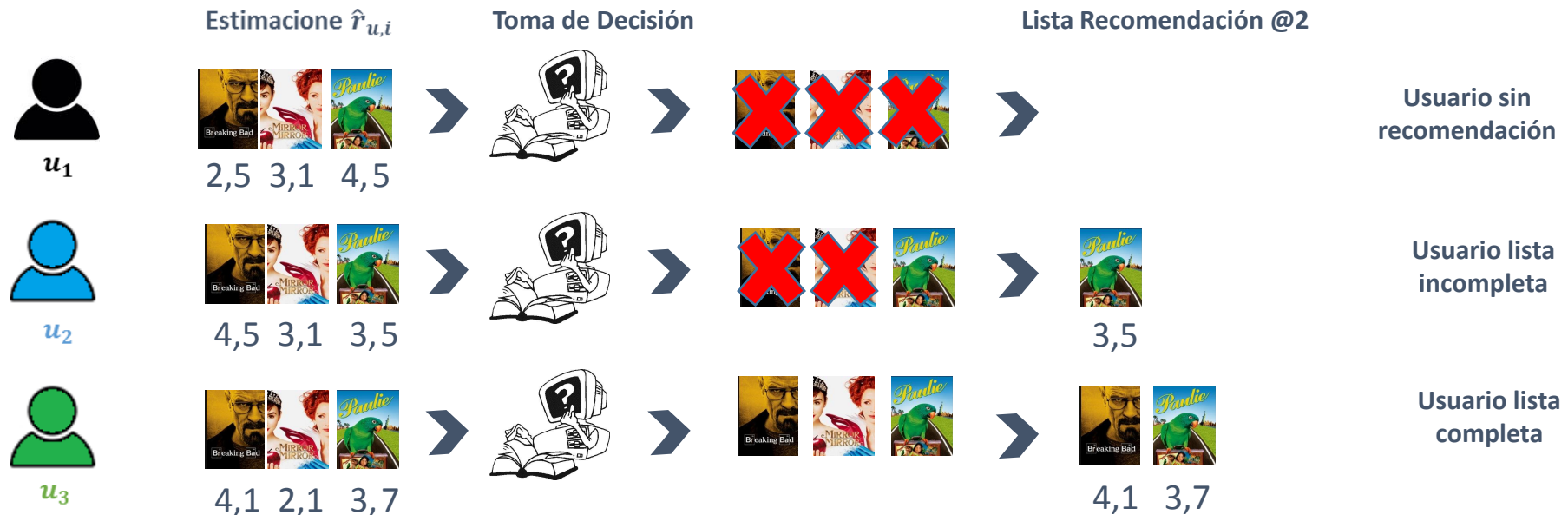


P@N

COBERTURA



USC



4. Evaluación de Algoritmos que Toman Decisiones

Precisión vs Cobertura

HIPÓTESIS:

Integración
Toma de Decisión



PRECISIÓN



P@N

COBERTURA



USC



Combinar
P@N y USC

F-score:

$$F_{\beta} = (1 + \beta^2) \frac{P@N \cdot USC}{\beta^2 P@N + USC}$$

G-score:

$$G_{\alpha_1, \alpha_2} = (P@N^{\alpha_1} \cdot USC^{\alpha_2})^{1/\alpha_1 + \alpha_2}$$

4. Evaluacion de Algoritmos que Toman Decisiones

Métricas *Correctness*



IDEA: Crear una métrica que premie **no recomendar a fallar**

Para la lista de recomendación de cada usuario calculamos:

$$P(C) = P(C \cap A) + P(C \cap \neg A) = \overset{P@N = TP/N}{\underbrace{P(C \cap A)}} + \overset{?}{\underbrace{P(C | \neg A)}} \overset{NR/N}{\underbrace{P(\neg A)}}$$

$$P(C | \neg A) = \begin{matrix} \rightarrow P@N & \rightarrow \text{User Correctness (UC@N)} = \frac{1}{N} (TP + \frac{TP}{N} NR) \end{matrix}$$

$$P(C | \neg A) = \begin{matrix} \rightarrow R@N & \rightarrow \text{Recall User Correctness (UC@N)} = \frac{1}{N} (TP + \frac{TP}{Rel_u} NR) \end{matrix}$$

4. Evaluacion de Algoritmos que Toman Decisiones

Métricas *Correctness*



IDEA: Aplicar la misma idea pero desde el punto de vista de ítem

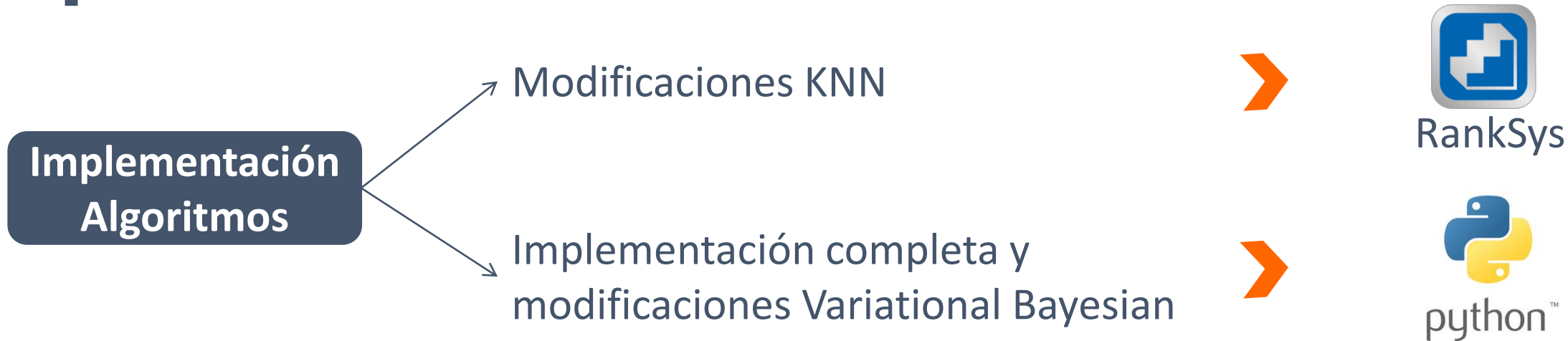
Para cada ítem calculamos:

$$P(C) = P(C \cap A) + P(C \cap \neg A) = \overset{TP/|U|}{P(C \cap A)} + \overset{?}{P(C | \neg A)} \overset{NR/|U|}{P(\neg A)}$$

$$\text{Item Correctness (IC@N)} = \frac{1}{|U|} (TP + \frac{TP}{|U|}NR)$$




$$\text{Recall Item Correctness (IC@N)} = \frac{1}{|U|} (TP + \frac{TP}{Rel_i}NR)$$

5. Experimentos y Resultados - Implementación



5. Experimentos y Resultados - Datasets

Se han utilizado diferentes conjuntos de distintos dominios para poder obtener conclusiones consistentes de los algoritmos sin depender del conjunto que se haya usado

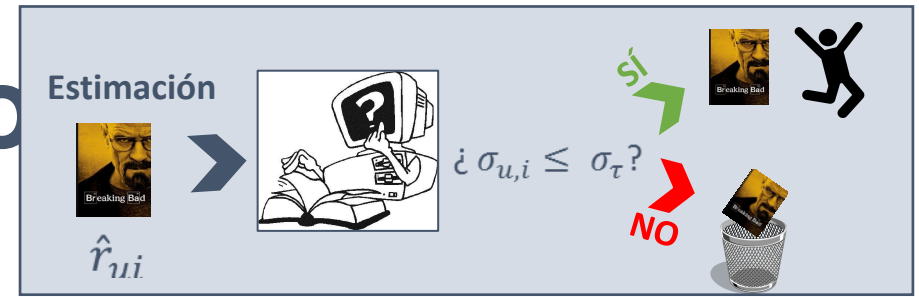
| Dataset | Usuarios | Ítems | Ratings | Densidad | Rango |
|--|----------|-------|---------|----------|-----------|
| ML100K  | 943 | 1,7K | 100K | 1,33% | [1, 5] |
| ML1M  | 6,0K | 3,9K | 1M | 4,26% | [1, 5] |
| Jester  | 59,1K | 150 | 1,7M | 1,33% | [-10, 10] |

5. Experimentos y Resultados

Experimentos realizados

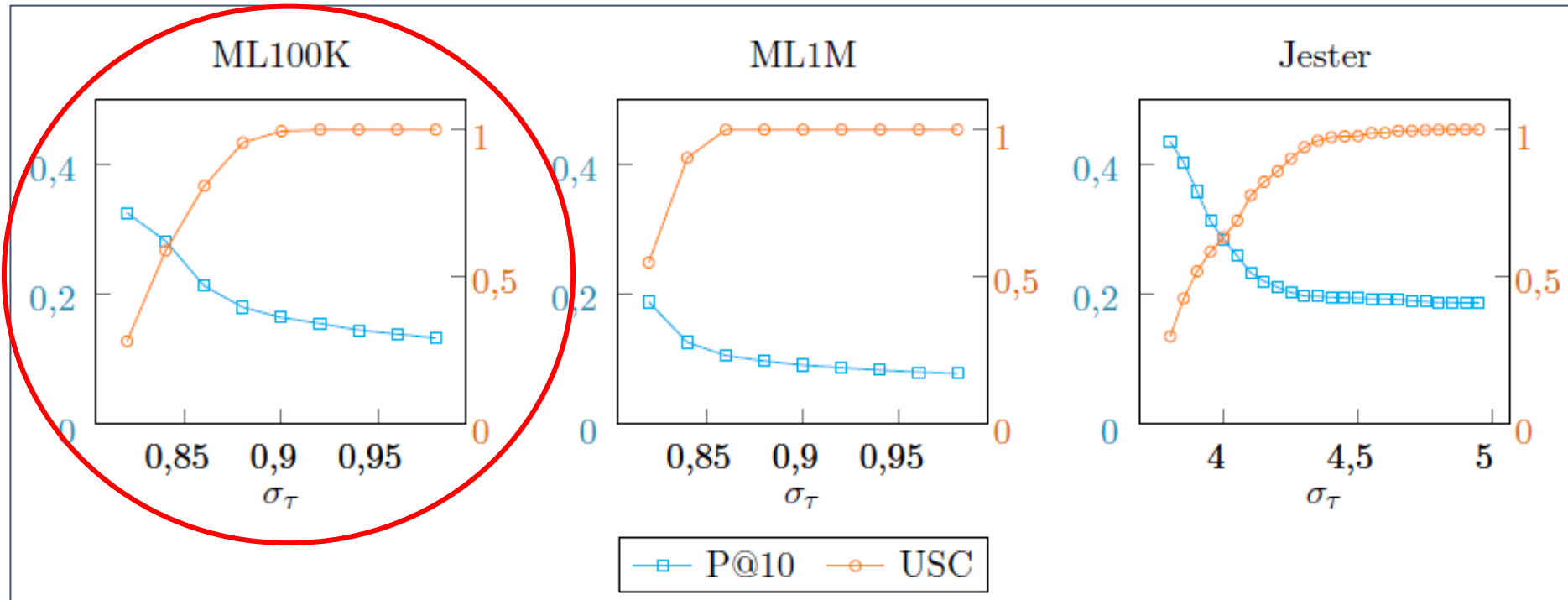


5. Experimentos y Resultado



Según la incertidumbre de la predicción Variational Bayesian

Precisión vs Cobertura de Usuario



5. Experimentos y Resultados

Según la incertidumbre de la predicción Variational Bayesian

Detalle evaluación ML100K

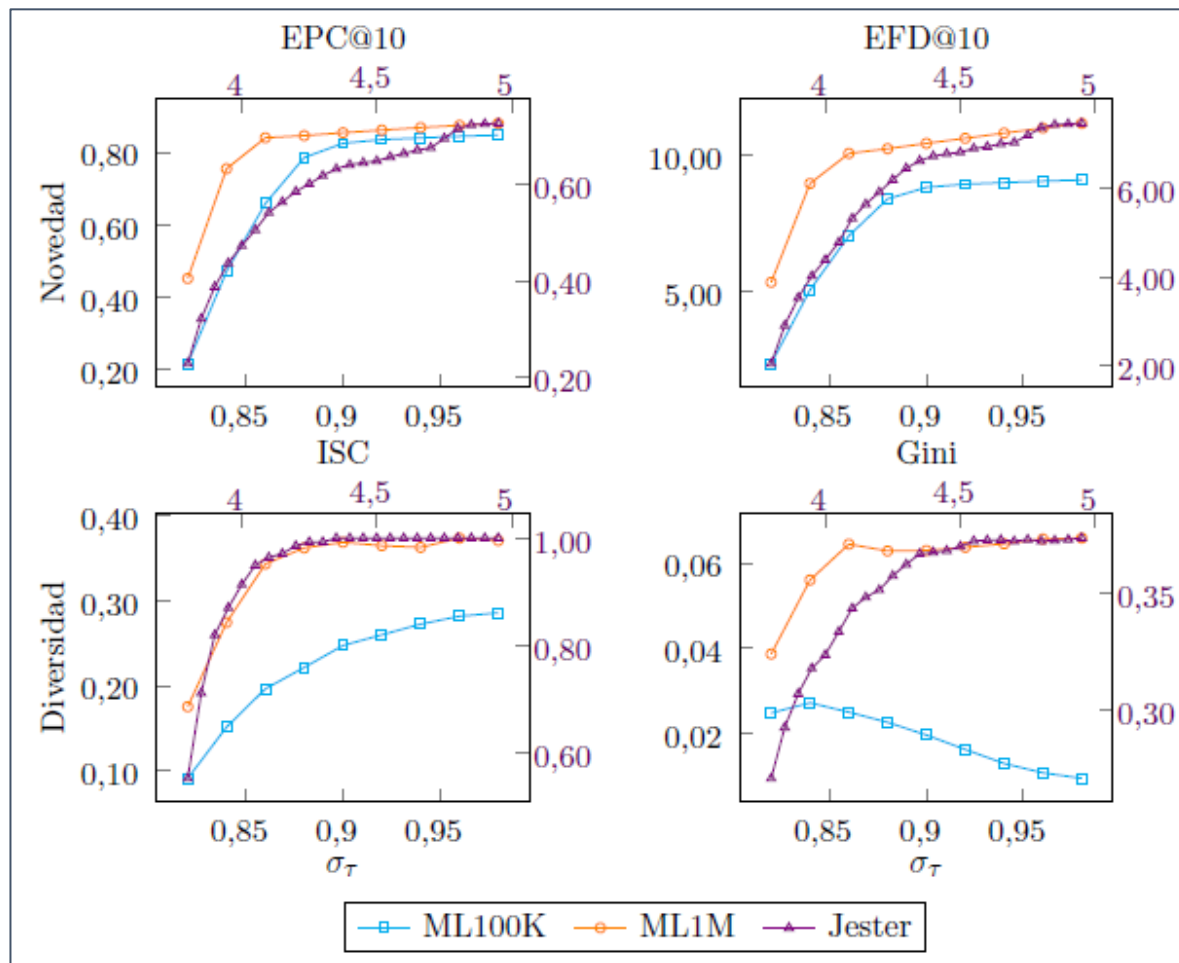
Mejora del
250%

| σ_τ | P@10 | USC | ISC | F_1 | F_2 | $F_{0,5}$ | $G_{1,1}$ | $G_{1,2}$ | $G_{2,1}$ | UC | RUC | IC | RIC |
|---------------|--------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 0,82 | 0,093 | 100,0 | 22,7 | 0,170 | 0,338 | 0,113 | 0,304 | 0,453 | 0,205 | 0,093 | 0,093 | 0,001 | 0,009 |
| 0,82 | 0,326 | 28,2 | 9,1 | 0,303 | 0,290 | 0,316 | 0,303 | 0,296 | 0,311 | 0,100 | 0,094 | 0,001 | 0,006 |
| 0,84 | 0,283 | 59,0 | 15,1 | 0,382 | 0,484 | 0,316 | 0,408 | 0,462 | 0,361 | 0,174 | 0,170 | 0,002 | 0,011 |
| 0,86 | 0,214 | 80,9 | 19,6 | 0,338 | 0,520 | 0,251 | 0,416 | 0,519 | 0,333 | 0,177 | 0,176 | 0,002 | 0,012 |
| 0,88 | 0,181 | 95,6 | 22,2 | 0,304 | 0,514 | 0,216 | 0,415 | 0,548 | 0,315 | 0,176 | 0,176 | 0,002 | 0,013 |
| 0,90 | 0,165 | 99,5 | 24,8 | 0,283 | 0,495 | 0,198 | 0,405 | 0,546 | 0,300 | 0,165 | 0,165 | 0,002 | 0,013 |
| 0,92 | 0,156 | 100,0 | 26,0 | 0,269 | 0,480 | 0,187 | 0,395 | 0,538 | 0,289 | 0,156 | 0,156 | 0,002 | 0,012 |
| 0,94 | 0,145 | 100,0 | 27,3 | 0,254 | 0,459 | 0,175 | 0,381 | 0,526 | 0,276 | 0,145 | 0,145 | 0,002 | 0,011 |
| 0,96 | 0,139 | 100,0 | 28,2 | 0,245 | 0,447 | 0,168 | 0,373 | 0,518 | 0,269 | 0,139 | 0,139 | 0,002 | 0,011 |
| 0,98 | 0,133 | 100,0 | 28,6 | 0,235 | 0,435 | 0,161 | 0,365 | 0,511 | 0,261 | 0,133 | 0,133 | 0,002 | 0,011 |

5. Experimentos y Resultados

Según la incertidumbre de la predicción Variational Bayesian

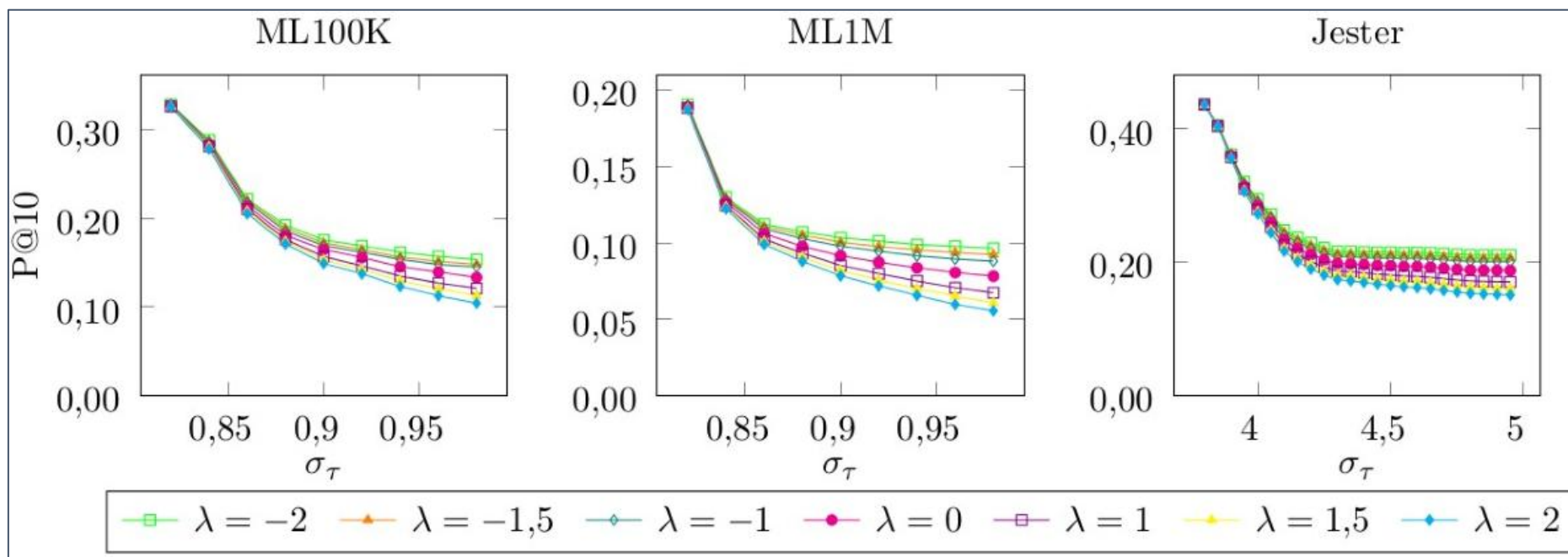
Novedad y Diversidad



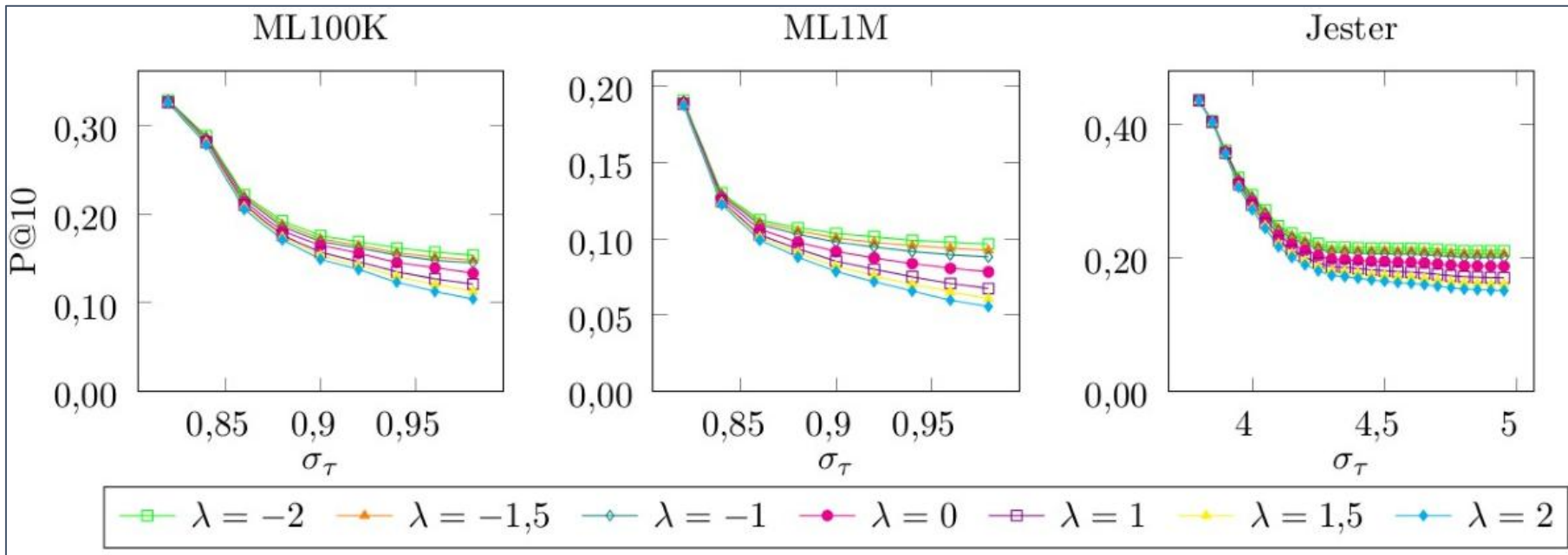
5. Experimentos y Resultados

Según la incertidumbre de la predicción Variational Bayesian

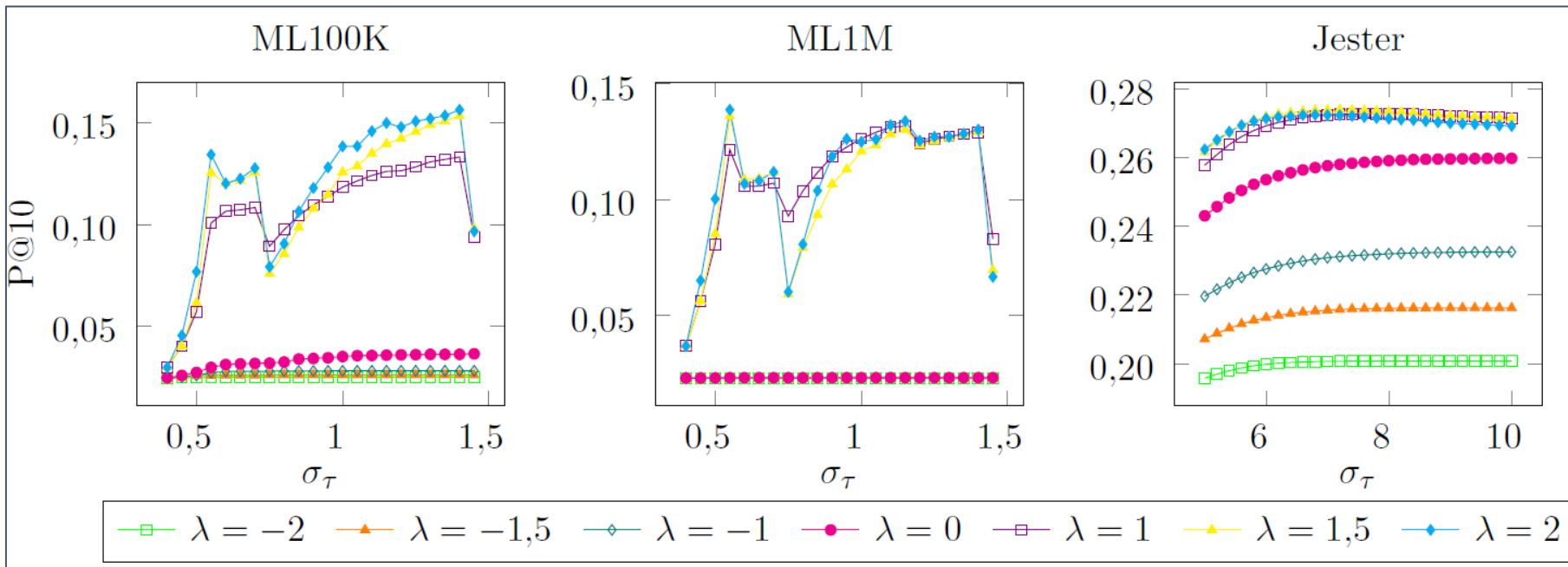
$$\hat{r}_{ui} = \mu \pm \lambda \sigma$$



Variational Bayesian

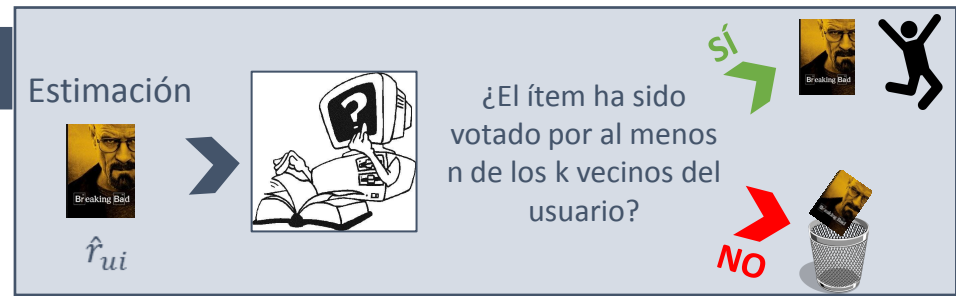


K Vecinos Próximos

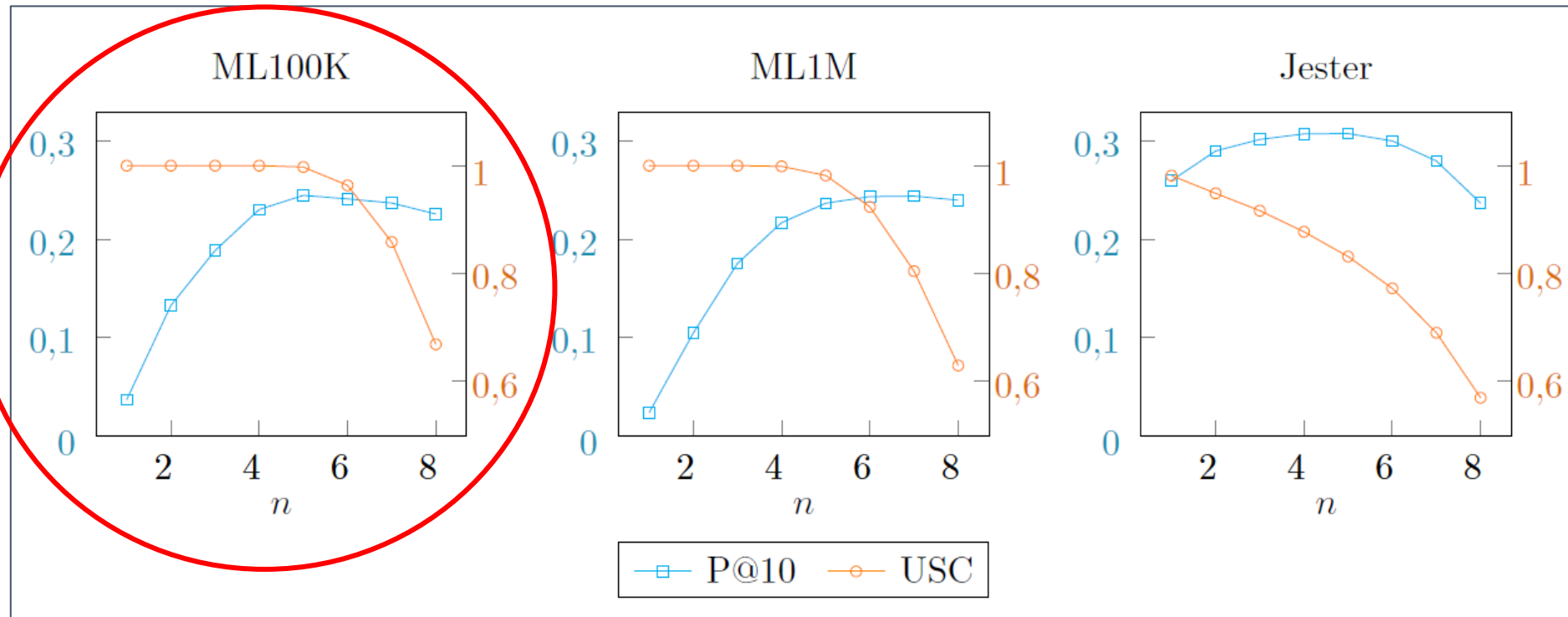


5. Experimentos y Resultado

Según el soporte de la predicción (KNN)



Precisión vs Cobertura de Usuario



5. Experimentos y Resultados

Según el soporte de la predicción (KNN)

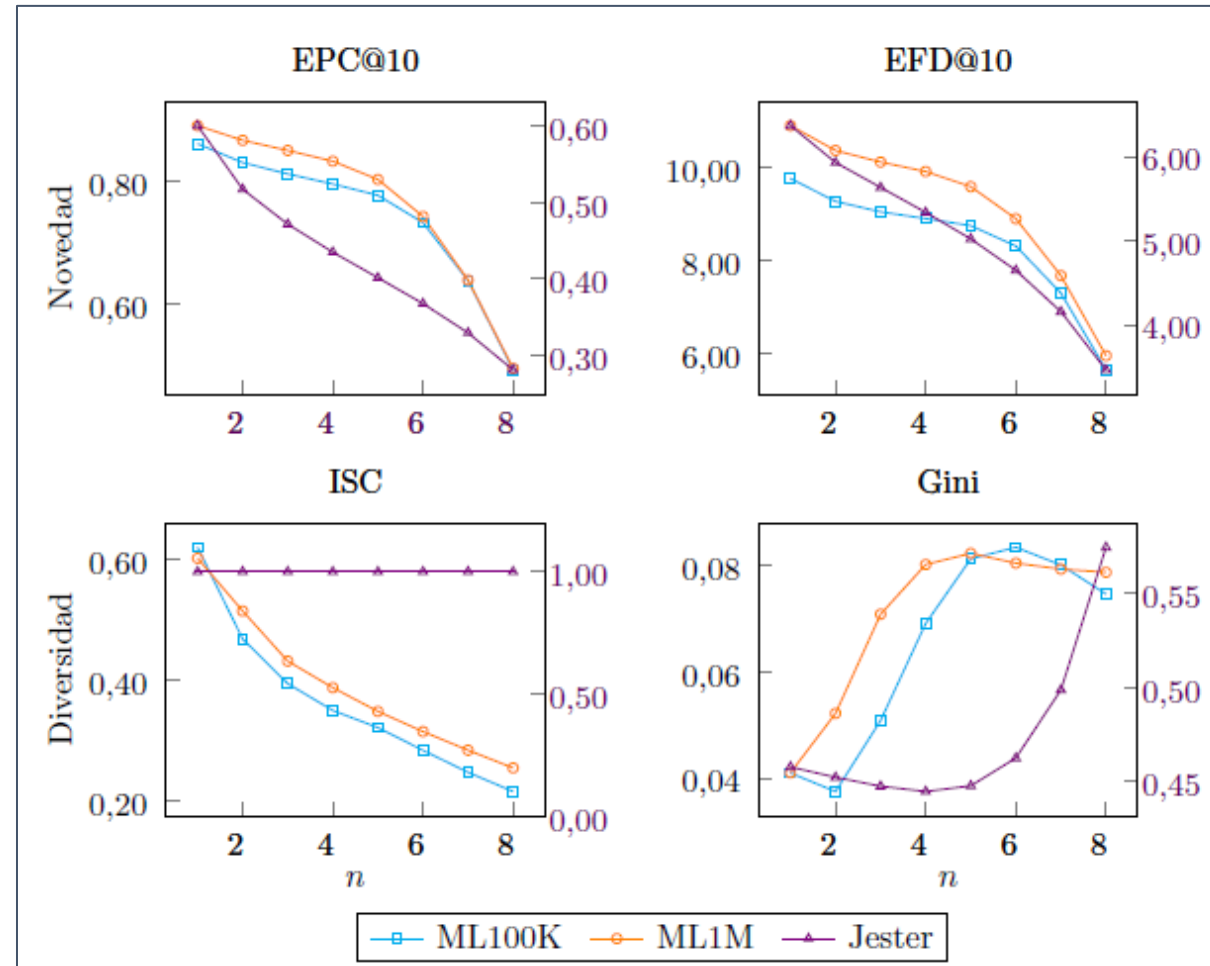
| <i>n</i> | P@10 | <i>USC</i> | <i>ISC</i> | <i>F</i> ₁ | <i>F</i> ₂ | <i>F</i> _{0,5} | <i>G</i> _{1,1} | <i>G</i> _{1,2} | <i>G</i> _{2,1} | <i>UC</i> | <i>RUC</i> | <i>IC</i> | <i>RIC</i> |
|----------|-------|------------|------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------|------------|-----------|------------|
| 1 | 0,037 | 100,0 | 62,1 | 0,070 | 0,159 | 0,045 | 0,191 | 0,332 | 0,110 | 0,037 | 0,037 | 0,000 | 0,015 |
| 2 | 0,133 | 100,0 | 46,9 | 0,234 | 0,433 | 0,160 | 0,364 | 0,510 | 0,260 | 0,133 | 0,133 | 0,002 | 0,021 |
| 3 | 0,188 | 100,0 | 39,5 | 0,317 | 0,537 | 0,225 | 0,434 | 0,573 | 0,329 | 0,189 | 0,189 | 0,002 | 0,026 |
| 4 | 0,230 | 100,0 | 35,1 | 0,374 | 0,599 | 0,272 | 0,480 | 0,613 | 0,376 | 0,234 | 0,236 | 0,003 | 0,029 |
| 5 | 0,245 | 99,7 | 32,3 | 0,393 | 0,618 | 0,288 | 0,494 | 0,624 | 0,391 | 0,259 | 0,266 | 0,003 | 0,029 |
| 6 | 0,241 | 96,4 | 28,5 | 0,386 | 0,603 | 0,284 | 0,482 | 0,607 | 0,383 | 0,257 | 0,263 | 0,003 | 0,026 |
| 7 | 0,237 | 85,9 | 24,8 | 0,371 | 0,563 | 0,277 | 0,451 | 0,559 | 0,364 | 0,231 | 0,231 | 0,002 | 0,023 |
| 8 | 0,226 | 66,9 | 21,7 | 0,338 | 0,480 | 0,260 | 0,389 | 0,466 | 0,324 | 0,180 | 0,171 | 0,002 | 0,018 |

Mejora del
562%

5. Experimentos y Resultados

Según el soporte de la predicción (KNN)

Novedad y Diversidad



6. Conclusiones y Trabajo Futuro



Propuesta de taxonomía de técnicas para incorporar la toma de decisión. Con mejoras en P@N de hasta el 560% disminuyendo cobertura, novedad y diversidad.

Propuesta de cómo combinar P@10 y USC a través de métricas parametrizables.

Creación de métricas *Correctness*: UC, RUC, IC y RIC. Métricas que premian no contestar frente a fallar y que no necesitan parametrización

6. Conclusiones y Trabajo Futuro

Ampliar experimentos con nuevos datasets y métricas

Estudiar nuevas formas de incorporar la toma de decisión en nuevos algoritmos de recomendación

Estudiar cómo combinar otras métricas

Realizar estudios con usuarios





4. Evaluación de Algoritmos que Toman Decisiones

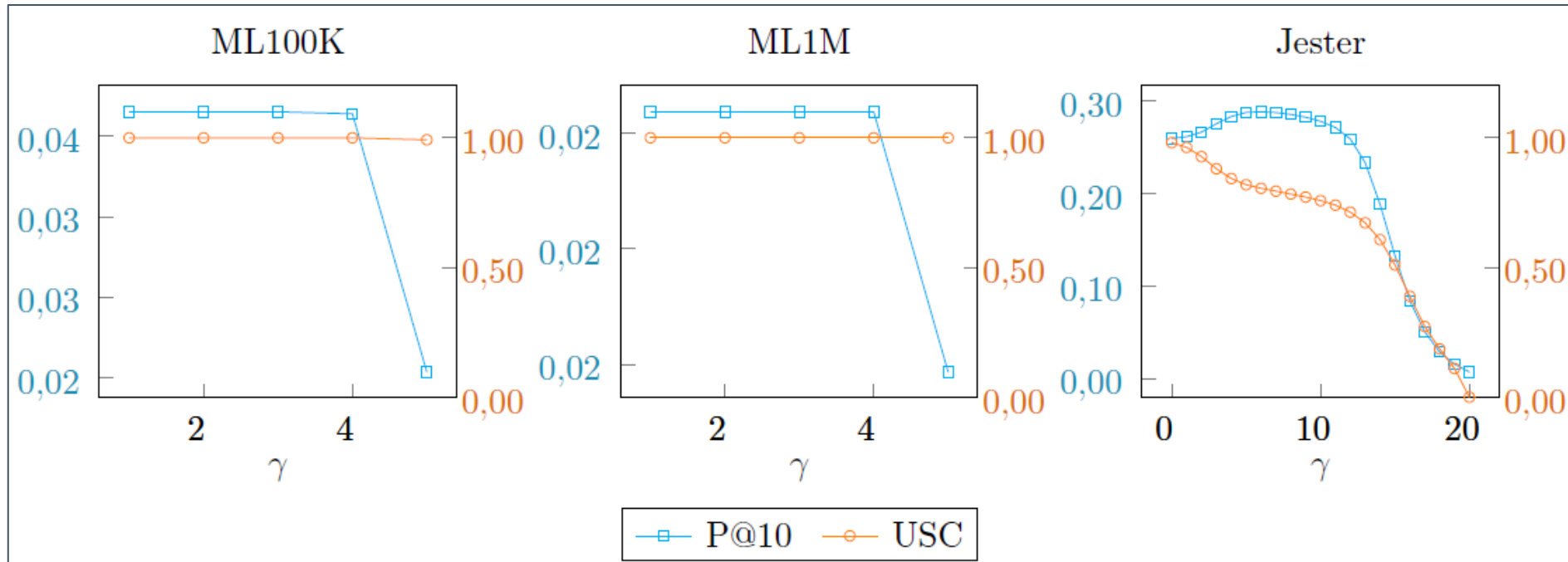
Métricas *Correctness* EJEMPLO

| Listas de Recomendación | Métricas de evaluación | |
|---------------------------|------------------------|------|
| | P@N | UC |
| (a) ① ②③④ ⑤ | 0,40 | 0,40 |
| (b) ① ②③ | 0,20 | 0,28 |
| (c) ① | 0,20 | 0,36 |
| (d) ② | 0,00 | 0,00 |
| (e) | 0,00 | 0,00 |
| (f) ① ⑤ | 0,40 | 0,64 |

5. Experimentos y Resultados

Independiente del modelo KNN

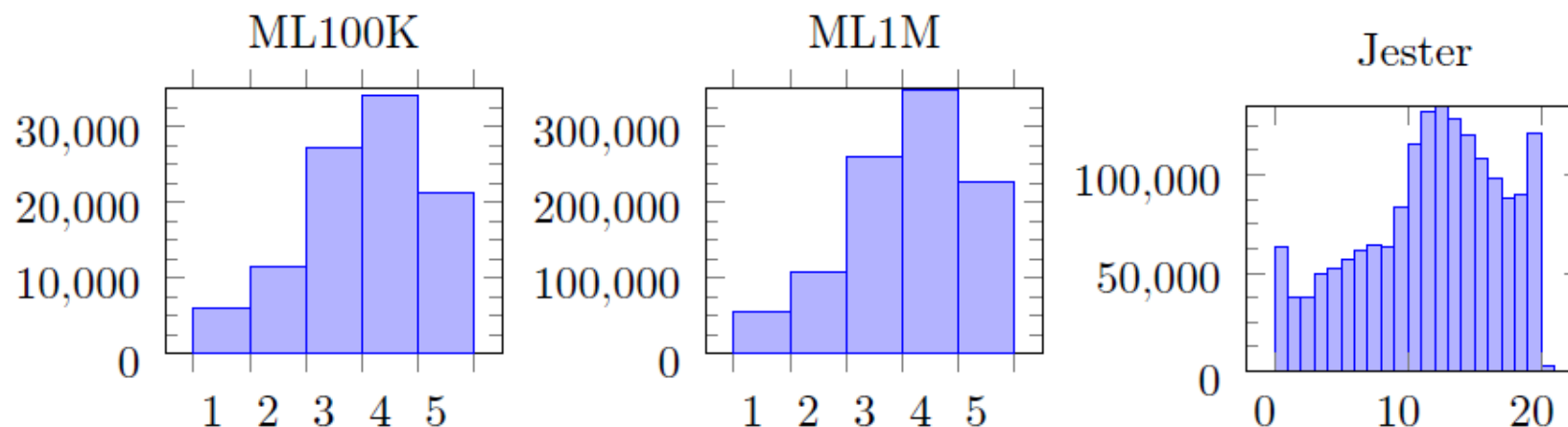
Precisión vs Cobertura de Usuario



5. Experimentos y Resultados

Independiente del modelo KNN

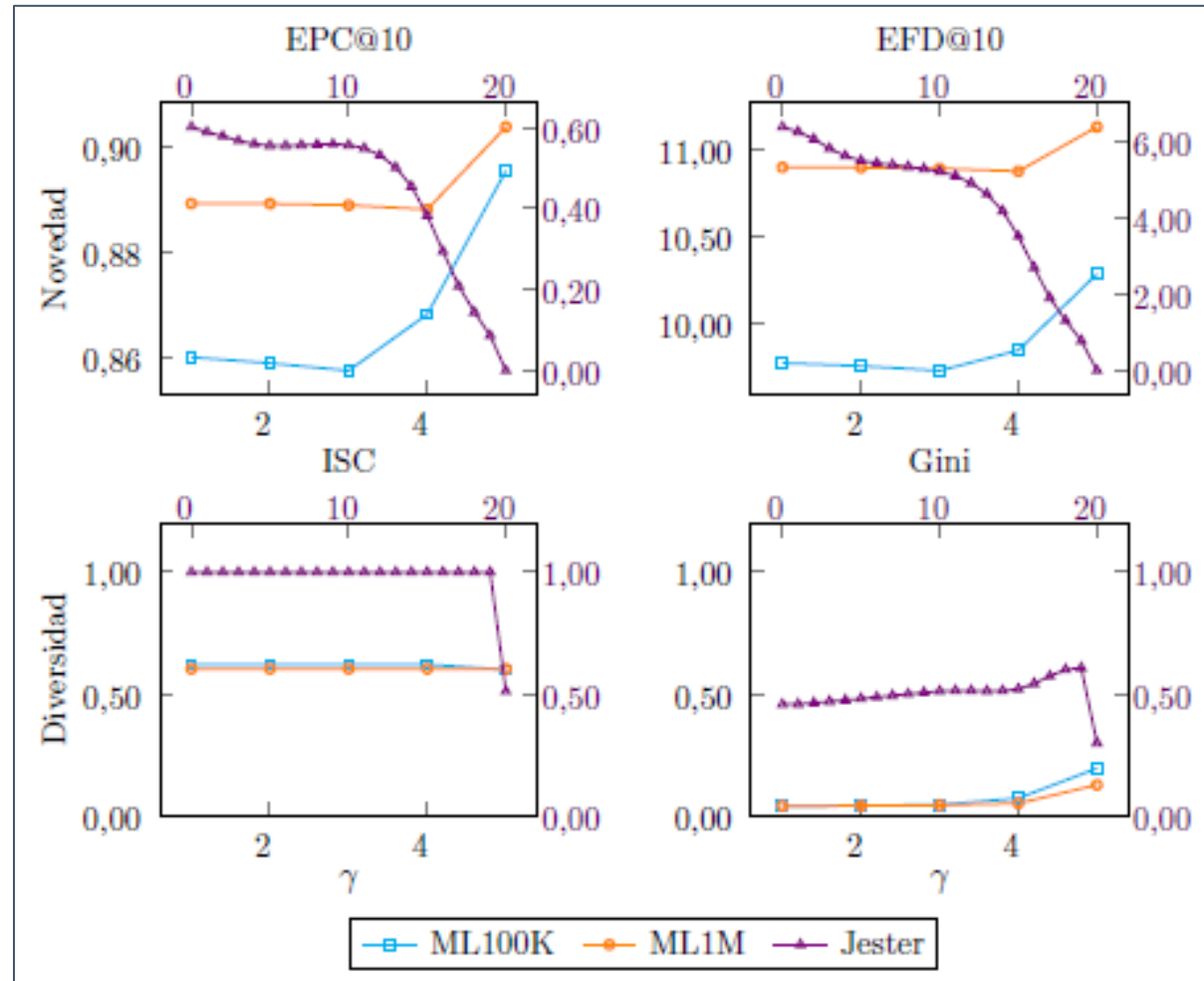
| γ | P@10 | USC | ISC | F_1 | F_2 | $F_{0,5}$ | $G_{1,1}$ | $G_{1,2}$ | $G_{2,1}$ | UC | RUC | IC | RIC |
|----------|-------|-------|------|-------|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 0,037 | 100,0 | 62,1 | 0,071 | 0,159 | 0,045 | 0,191 | 0,332 | 0,110 | 0,037 | 0,037 | 0,000 | 0,015 |
| 2 | 0,037 | 100,0 | 62,1 | 0,071 | 0,159 | 0,045 | 0,191 | 0,332 | 0,110 | 0,037 | 0,037 | 0,000 | 0,015 |
| 3 | 0,037 | 100,0 | 62,1 | 0,071 | 0,159 | 0,045 | 0,191 | 0,332 | 0,110 | 0,037 | 0,037 | 0,000 | 0,015 |
| 4 | 0,036 | 100,0 | 62,1 | 0,070 | 0,159 | 0,045 | 0,191 | 0,331 | 0,110 | 0,036 | 0,036 | 0,000 | 0,015 |
| 5 | 0,020 | 99,2 | 60,0 | 0,040 | 0,094 | 0,025 | 0,142 | 0,272 | 0,074 | 0,022 | 0,022 | 0,000 | 0,011 |



5. Experimentos y Resultados

Independiente del modelo KNN

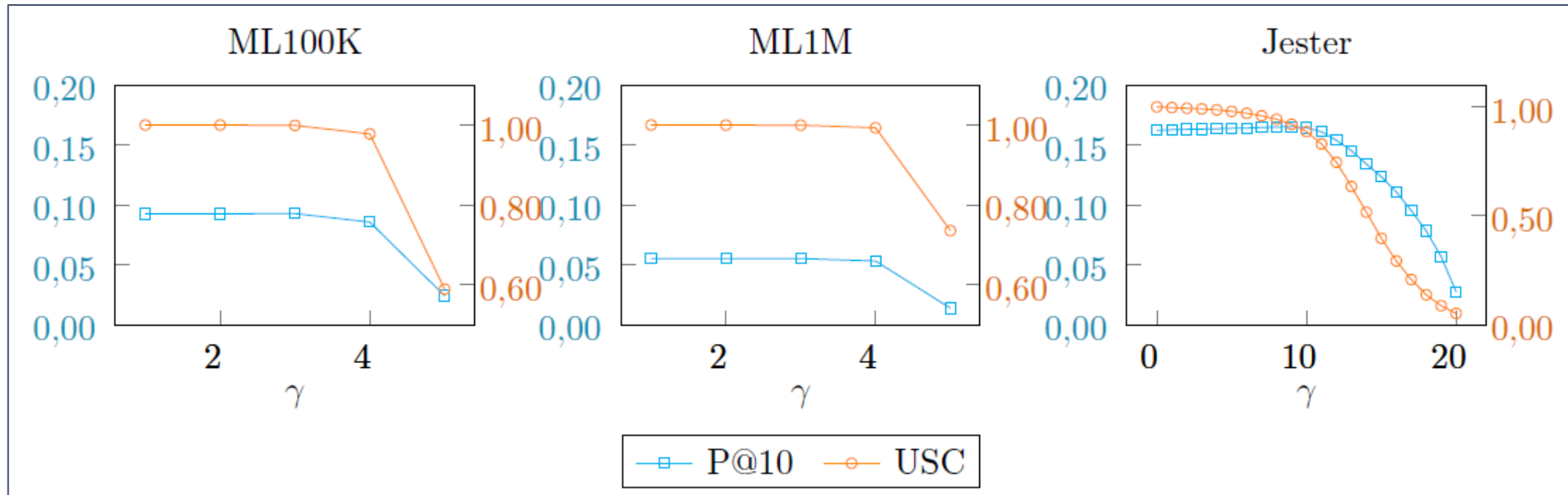
Novedad y Diversidad



5. Experimentos y Resultados

Independiente del modelo Variational Bayesian

Precisión vs Cobertura de Usuario



5. Experimentos y Resultados

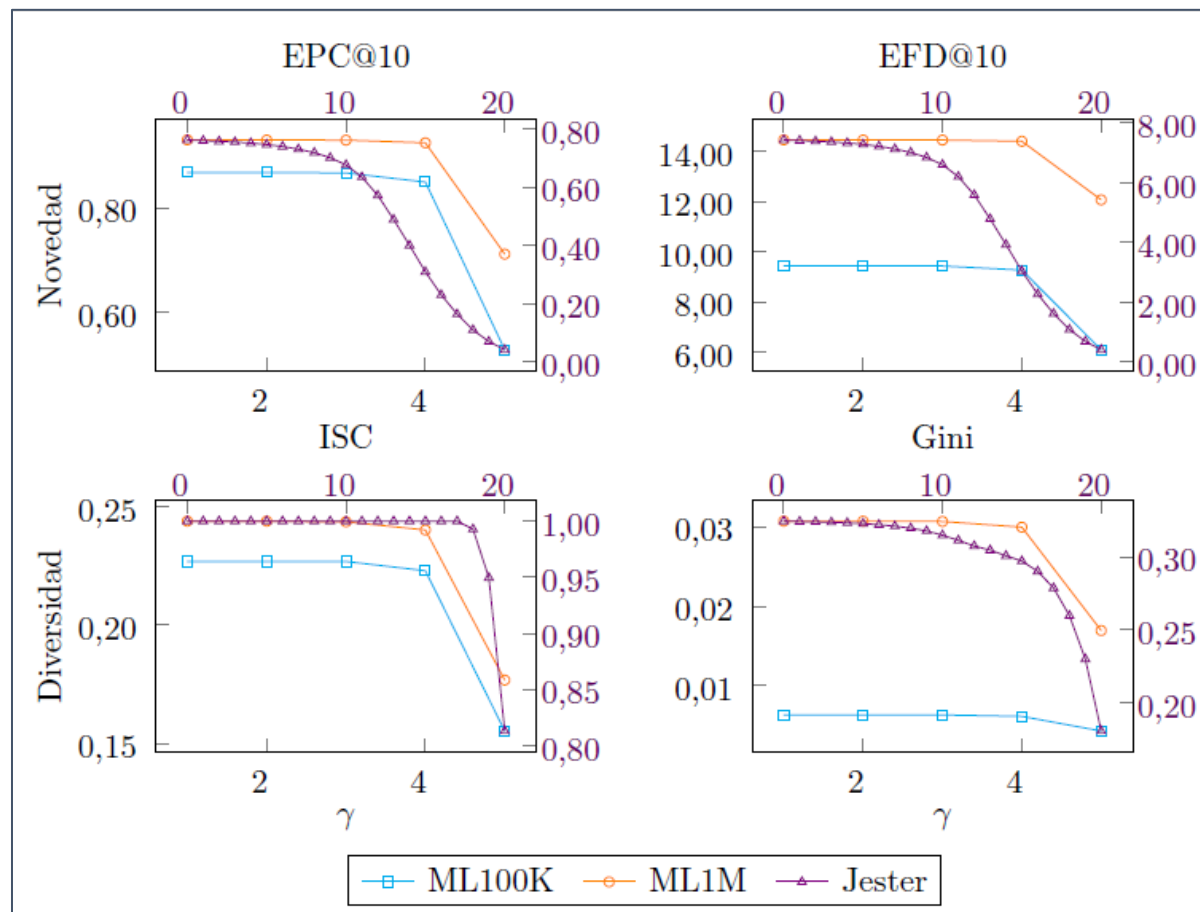
Independiente del modelo Variational Bayesian

| γ | P@10 | USC | ISC | F_1 | F_2 | $F_{0,5}$ | $G_{1,1}$ | $G_{1,2}$ | $G_{2,1}$ | UC | RUC | IC | RIC |
|----------|--------------|-------|------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 1 | 0,093 | 100,0 | 22,7 | 0,170 | 0,338 | 0,113 | 0,304 | 0,453 | 0,205 | 0,093 | 0,093 | 0,001 | 0,009 |
| 2 | 0,093 | 100,0 | 22,7 | 0,170 | 0,338 | 0,113 | 0,304 | 0,453 | 0,205 | 0,093 | 0,093 | 0,001 | 0,009 |
| 3 | 0,093 | 99,9 | 22,7 | 0,170 | 0,338 | 0,113 | 0,304 | 0,452 | 0,205 | 0,093 | 0,093 | 0,001 | 0,009 |
| 4 | 0,086 | 97,8 | 22,3 | 0,158 | 0,317 | 0,105 | 0,290 | 0,434 | 0,193 | 0,086 | 0,085 | 0,001 | 0,007 |
| 5 | 0,024 | 59,0 | 15,5 | 0,047 | 0,104 | 0,030 | 0,120 | 0,204 | 0,070 | 0,018 | 0,015 | 0,000 | 0,002 |

5. Experimentos y Resultados

Independiente del modelo Variational Bayesian

Novedad y Diversidad



5. Experimentos y Resultados

Según la incertidumbre de la predicción KNN

| σ_τ | P@10 | USC | ISC | F_1 | F_2 | $F_{0,5}$ | $G_{1,1}$ | $G_{1,2}$ | $G_{2,1}$ | UC | RUC | IC | RIC |
|---------------|--------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | 0,037 | 100,0 | 62,1 | 0,070 | 0,159 | 0,045 | 0,191 | 0,332 | 0,110 | 0,037 | 0,037 | 0,000 | 0,015 |
| 0,40 | 0,025 | 100,0 | 64,2 | 0,048 | 0,112 | 0,031 | 0,157 | 0,291 | 0,085 | 0,025 | 0,025 | 0,000 | 0,014 |
| 0,45 | 0,026 | 100,0 | 64,0 | 0,050 | 0,117 | 0,032 | 0,161 | 0,296 | 0,087 | 0,026 | 0,026 | 0,000 | 0,014 |
| 0,50 | 0,027 | 100,0 | 63,8 | 0,053 | 0,123 | 0,034 | 0,165 | 0,301 | 0,091 | 0,027 | 0,027 | 0,000 | 0,015 |
| 0,55 | 0,030 | 100,0 | 63,5 | 0,058 | 0,133 | 0,037 | 0,173 | 0,310 | 0,096 | 0,030 | 0,030 | 0,000 | 0,014 |
| 0,60 | 0,031 | 100,0 | 63,1 | 0,061 | 0,139 | 0,039 | 0,177 | 0,315 | 0,099 | 0,031 | 0,031 | 0,000 | 0,014 |
| 0,65 | 0,032 | 100,0 | 63,1 | 0,061 | 0,140 | 0,039 | 0,178 | 0,316 | 0,100 | 0,032 | 0,032 | 0,000 | 0,014 |
| 0,70 | 0,032 | 100,0 | 63,1 | 0,062 | 0,141 | 0,039 | 0,178 | 0,317 | 0,100 | 0,032 | 0,032 | 0,000 | 0,014 |
| 0,75 | 0,032 | 100,0 | 62,7 | 0,062 | 0,141 | 0,040 | 0,178 | 0,317 | 0,100 | 0,032 | 0,032 | 0,000 | 0,014 |
| 0,80 | 0,032 | 100,0 | 62,6 | 0,063 | 0,143 | 0,040 | 0,180 | 0,319 | 0,102 | 0,032 | 0,032 | 0,000 | 0,014 |
| 0,85 | 0,034 | 100,0 | 62,5 | 0,066 | 0,149 | 0,042 | 0,184 | 0,324 | 0,105 | 0,034 | 0,034 | 0,000 | 0,015 |
| 0,90 | 0,034 | 100,0 | 62,4 | 0,066 | 0,150 | 0,042 | 0,185 | 0,324 | 0,105 | 0,034 | 0,034 | 0,000 | 0,015 |
| 0,95 | 0,035 | 100,0 | 62,4 | 0,067 | 0,152 | 0,043 | 0,186 | 0,326 | 0,106 | 0,035 | 0,035 | 0,000 | 0,015 |
| 1,00 | 0,035 | 100,0 | 62,4 | 0,068 | 0,154 | 0,043 | 0,187 | 0,327 | 0,107 | 0,035 | 0,035 | 0,000 | 0,015 |
| 1,05 | 0,036 | 100,0 | 62,3 | 0,069 | 0,156 | 0,044 | 0,189 | 0,329 | 0,108 | 0,036 | 0,036 | 0,000 | 0,015 |
| 1,10 | 0,036 | 100,0 | 62,3 | 0,069 | 0,156 | 0,044 | 0,189 | 0,329 | 0,108 | 0,036 | 0,036 | 0,000 | 0,015 |
| 1,15 | 0,036 | 100,0 | 62,3 | 0,069 | 0,156 | 0,044 | 0,189 | 0,330 | 0,109 | 0,036 | 0,036 | 0,000 | 0,015 |
| 1,20 | 0,036 | 100,0 | 62,3 | 0,069 | 0,157 | 0,045 | 0,190 | 0,330 | 0,109 | 0,036 | 0,036 | 0,000 | 0,015 |
| 1,25 | 0,036 | 100,0 | 62,3 | 0,070 | 0,157 | 0,045 | 0,190 | 0,330 | 0,109 | 0,036 | 0,036 | 0,000 | 0,015 |
| 1,30 | 0,036 | 100,0 | 62,3 | 0,070 | 0,158 | 0,045 | 0,190 | 0,331 | 0,109 | 0,036 | 0,036 | 0,000 | 0,015 |
| 1,35 | 0,036 | 100,0 | 62,3 | 0,070 | 0,158 | 0,045 | 0,190 | 0,331 | 0,109 | 0,036 | 0,036 | 0,000 | 0,015 |
| 1,40 | 0,036 | 100,0 | 62,3 | 0,070 | 0,158 | 0,045 | 0,190 | 0,331 | 0,109 | 0,036 | 0,036 | 0,000 | 0,015 |
| 1,45 | 0,036 | 100,0 | 62,2 | 0,070 | 0,159 | 0,045 | 0,191 | 0,332 | 0,110 | 0,036 | 0,036 | 0,000 | 0,015 |

5. Experimentos y Resultados

Según la incertidumbre de la predicción KNN

| | σ_τ | P@10 | USC | ISC | F ₁ | F ₂ | F _{0,5} | G _{1,1} | G _{1,2} | G _{2,1} | UC | RUC | IC | RIC |
|----------------|---------------|-------|-------|-------|----------------|----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------|-------|-------|-------|
| Mejora del 95% | | 0,072 | 100,0 | 64,7 | 0,135 | 0,281 | 0,089 | 0,269 | 0,417 | 0,174 | 0,072 | 0,072 | 0,001 | 0,017 |
| | 0,40 | 0,030 | 100,0 | 64,1 | 0,058 | 0,133 | 0,037 | 0,172 | 0,310 | 0,096 | 0,030 | 0,030 | 0,000 | 0,015 |
| | 0,45 | 0,045 | 100,0 | 64,8 | 0,087 | 0,192 | 0,056 | 0,213 | 0,357 | 0,127 | 0,045 | 0,045 | 0,001 | 0,016 |
| | 0,50 | 0,077 | 100,0 | 64,1 | 0,143 | 0,294 | 0,094 | 0,277 | 0,425 | 0,181 | 0,077 | 0,077 | 0,001 | 0,019 |
| | 0,55 | 0,134 | 100,0 | 58,8 | 0,237 | 0,437 | 0,162 | 0,366 | 0,512 | 0,262 | 0,134 | 0,134 | 0,002 | 0,022 |
| | 0,60 | 0,120 | 100,0 | 53,5 | 0,215 | 0,406 | 0,146 | 0,347 | 0,493 | 0,243 | 0,120 | 0,120 | 0,001 | 0,021 |
| | 0,65 | 0,122 | 100,0 | 53,0 | 0,218 | 0,411 | 0,149 | 0,350 | 0,497 | 0,247 | 0,122 | 0,122 | 0,001 | 0,021 |
| | 0,70 | 0,128 | 100,0 | 52,7 | 0,226 | 0,422 | 0,155 | 0,357 | 0,503 | 0,254 | 0,128 | 0,128 | 0,001 | 0,022 |
| | 0,75 | 0,079 | 100,0 | 58,7 | 0,147 | 0,301 | 0,097 | 0,281 | 0,429 | 0,184 | 0,079 | 0,079 | 0,001 | 0,018 |
| | 0,80 | 0,091 | 100,0 | 58,4 | 0,166 | 0,332 | 0,111 | 0,301 | 0,449 | 0,202 | 0,091 | 0,091 | 0,001 | 0,019 |
| | 0,85 | 0,106 | 100,0 | 57,1 | 0,192 | 0,373 | 0,130 | 0,326 | 0,474 | 0,225 | 0,106 | 0,106 | 0,001 | 0,020 |
| | 0,90 | 0,118 | 100,0 | 56,1 | 0,211 | 0,401 | 0,143 | 0,343 | 0,490 | 0,240 | 0,118 | 0,118 | 0,001 | 0,021 |
| | 0,95 | 0,128 | 100,0 | 55,0 | 0,227 | 0,423 | 0,155 | 0,358 | 0,504 | 0,254 | 0,128 | 0,128 | 0,001 | 0,022 |
| | 1,00 | 0,138 | 100,0 | 52,2 | 0,243 | 0,445 | 0,167 | 0,372 | 0,517 | 0,267 | 0,138 | 0,138 | 0,002 | 0,023 |
| | 1,05 | 0,138 | 100,0 | 51,1 | 0,243 | 0,445 | 0,167 | 0,372 | 0,517 | 0,268 | 0,138 | 0,138 | 0,002 | 0,023 |
| 1,10 | 0,146 | 100,0 | 50,2 | 0,254 | 0,460 | 0,176 | 0,382 | 0,526 | 0,277 | 0,146 | 0,146 | 0,002 | 0,023 | |
| 1,15 | 0,150 | 100,0 | 49,8 | 0,261 | 0,468 | 0,181 | 0,387 | 0,531 | 0,282 | 0,150 | 0,150 | 0,002 | 0,024 | |
| 1,20 | 0,148 | 100,0 | 49,4 | 0,258 | 0,464 | 0,178 | 0,384 | 0,529 | 0,280 | 0,148 | 0,148 | 0,002 | 0,024 | |
| 1,25 | 0,151 | 100,0 | 49,0 | 0,262 | 0,470 | 0,182 | 0,388 | 0,532 | 0,283 | 0,151 | 0,151 | 0,002 | 0,024 | |
| 1,30 | 0,152 | 100,0 | 49,0 | 0,264 | 0,473 | 0,183 | 0,390 | 0,534 | 0,285 | 0,152 | 0,152 | 0,002 | 0,024 | |
| 1,35 | 0,153 | 100,0 | 48,6 | 0,266 | 0,476 | 0,185 | 0,392 | 0,535 | 0,287 | 0,153 | 0,153 | 0,002 | 0,024 | |
| 1,40 | 0,156 | 100,0 | 48,5 | 0,270 | 0,481 | 0,188 | 0,395 | 0,539 | 0,290 | 0,156 | 0,156 | 0,002 | 0,025 | |
| 1,45 | 0,097 | 100,0 | 60,3 | 0,176 | 0,348 | 0,118 | 0,311 | 0,459 | 0,211 | 0,097 | 0,097 | 0,001 | 0,019 | |

5. Experimentos y Resultados

Según la incertidumbre de la predicción KNN

Novedad y Diversidad

