



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
INFORMÁTICOS

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

Título del Trabajo Fin de Máster

TRABAJO FIN DE MÁSTER
MÁSTER UNIVERSITARIO EN INTELIGENCIA ARTIFICIAL

AUTOR: Nombre y Apellidos
TUTOR/ES: Nombre y Apellidos y
Nombre y Apellidos

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a FRANCISCO LAPORT LÓPEZ, egresado del Máster Universitario en Inteligencia Artificial (MUIA) por la UPM, la elaboración de esta plantilla para la edición de los los Trabajos Fin de Máster en el MUIA.

RESUMEN

Extensión máxima de una página

SUMMARY

Extensión máxima de una página

Índice

| | | |
|------|--|----|
| 1. | INFORMACIÓN SOBRE EL TFM | 1 |
| 1.1. | Asignación de Trabajo Fin de Máster | 1 |
| 1.2. | Tribunal evaluador | 1 |
| 1.3. | Proceso administrativo de defensa del TFM | 2 |
| 1.4. | Acto de defensa del TFM | 4 |
| 1.5. | Cofidencialidad | 4 |
| 1.6. | Concesión de Matrículas de Honor | 4 |
| 2. | TABLAS, FIGURAS, EXPRESIONES MATEMÁTICAS Y ALGO- RITMOS | 7 |
| 2.1. | Figuras | 7 |
| 2.2. | Expresiones matemáticas | 7 |
| 2.3. | Algoritmos | 9 |
| 2.4. | Tablas | 9 |
| 3. | CONTENIDOS DEL TFM | 11 |
| 4. | CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS DE TRABAJO | 13 |
| 5. | SOBRE LAS REFERENCIAS | 15 |

Índice de figuras

| | | |
|----|--|---|
| 1. | Proceso desde la asignación hasta la defensa del TFM | 2 |
| 2. | Comparative of the policies for scenario 1 | 7 |
| 3. | Violinplot fot BESA in scenario 4 | 8 |

Índice de cuadros

1. Mean cumulative regrets and standard deviations 9
2. Risks to A_5 after the implementation of the selected safeguards . . . 10

1. INFORMACIÓN SOBRE EL TFM

1.1. Asignación de Trabajo Fin de Máster

El proceso de asignación de Trabajo Fin de Máster, aprobado por la CAMIA en su novena reunión ordinaria de 15/12/2011, es el siguiente:

1. Los alumnos pueden contactar con los profesores del MUIA y acordar el tema de su Trabajo Fin de Máster.
2. A través de una aplicación informática desarrollada por el DIA (manual de usuario), los alumnos pueden introducir sus preferencias sobre las propuestas de TFM que anualmente realizan por los profesores del MUIA (entre Diciembre y Enero). Identifican, si así lo desean, en orden hasta un máximo de 5 propuestas que más le atraigan.
3. En el caso de que no les atraiga ninguna oferta, o no se le haya asignado ninguna de las seleccionadas (varios alumnos pueden seleccionar la misma propuesta), el alumno deberá realizar una propuesta, encuadrándola en una de las materias del MUIA e indicando hasta tres profesores de la misma que puedan ejercer de directores.

En el siguiente enlace (<http://www.dia.fi.upm.es/grupos-investigacion>) se dispone de un listado de los grupos de investigación, con una descripción breve de los mismos y enlaces a sus correspondientes páginas web.

Los alumnos pueden identificar a partir de la información proporcionada por los grupos de investigación la línea en que basar el desarrollo de su TFM e incluso de una posterior Tesis Doctoral.

Se permitirá la codirección de un TFM por dos profesores, previa solicitud y justificación de la misma a la CAMIA, siendo obligatorio que al menos uno de los dos profesores forme parte del profesorado del máster.

La asignación de Trabajos Fin de Master se encuentra disponible en la web.

1.2. Tribunal evaluador

Se constituirá un tribunal para cada defensa de TFM. El director del TFM formará parte del tribunal y elegirá a los dos miembros restantes, debiendo ser:

- Uno de ellos, un profesor del MUIA de la materia del TFM.
- El otro, un profesor del MUIA de la materia del TFM o de una materia afín.

En caso de codirecciones sólo uno de los dos directores podrá formar parte del tribunal. La designación de Presidente, Vocal y Secretario del tribunal se realizará en función de la categoría y antigüedad los miembros seleccionados para el mismo. El director propondrá el tribunal al coordinador del MUIA, que comprobará las condiciones anteriores y dará el visto bueno.

1.3. Proceso administrativo de defensa del TFM

La Figura muestra el proceso completo desde la asignación del tema y director del Trabajo Fin de Máster (TFM) hasta su defensa.

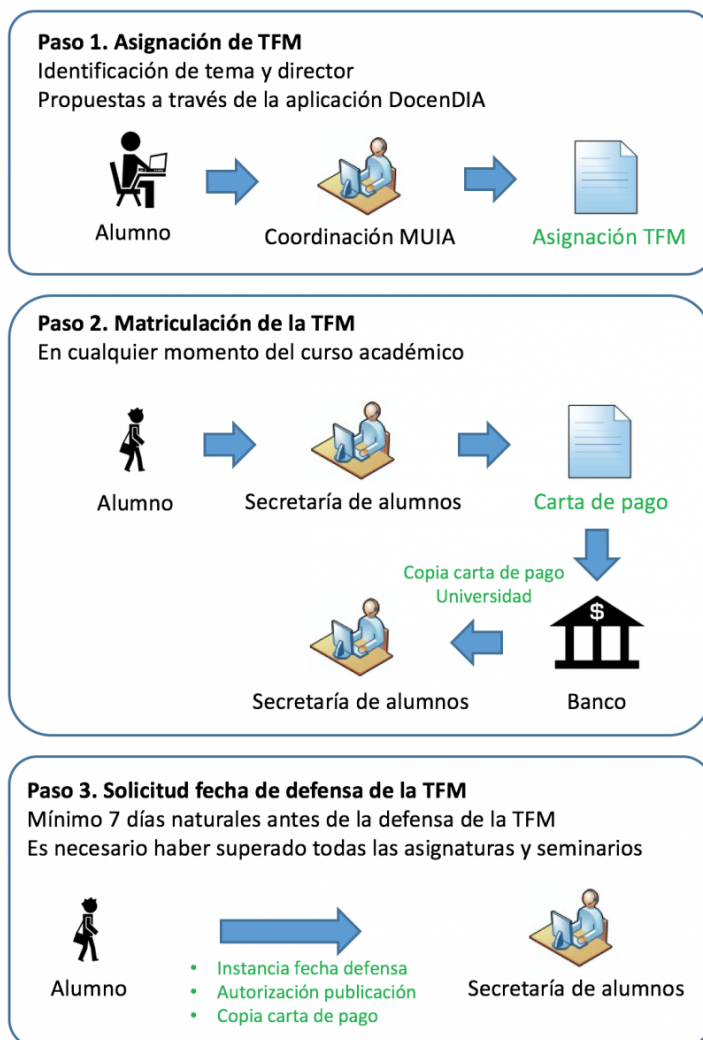


Fig. 1: Proceso desde la asignación hasta la defensa del TFM

El TFM puede matricularse en cualquier momento a lo largo del curso académico. Para ello, el alumno deberá rellenar una instancia, que incluye la propuesta de tribunal, que entregará en la Oficina de Postgrado (Secretaría de alumnos, ETSI-INF), donde se generará la carta de pago.

El TFM **puede matricularse en cualquier momento a lo largo del curso académico** en la Secretaría de alumnos (ETSIInf), donde se generará la carta de pago.

El tiempo que puede transcurrir entre la matriculación y la defensa del TFM no está limitado (salvo los 7 días naturales de antelación correspondientes a la entrega de la solicitud de la fecha de defensa) pero sí circunscrito al mismo curso académico.

Es necesario tener en cuenta que al hacer el pago, el importe de la matrícula que llegue a la Universidad tiene que coincidir exactamente con el de la carta de pago. Si no hay coincidencia no se podría defender hasta que esa cantidad coincidiera, por lo que las comisiones bancarias o cargos correspondientes transferencias desde el extranjero, cambios de divisas, etc. los tiene que asumir el alumno. Una vez realizado el pago se debe entregar en el Centro de Postgrado (o bien enviarlos mediante un mail a centro.postgrado@fi.upm.es) lo siguiente:

- el resguardo de la transferencia.
- y los datos siguientes:
 - Nombre y apellidos de la persona matriculada.
 - Nombre del Master.
 - Fecha de pago.
 - Cantidad transferida.
 - Cuenta desde la que se transfiere la cantidad.

Nota: El alumno debe tener en cuenta que si no está matriculado de ninguna asignatura en el MUIA pierde su vinculación oficial con la UPM y no puede optar a becas oficiales y no oficiales, movilidad... Por ello, recomendamos a los alumnos que únicamente tengan pendiente el TFM la matriculen al principio del semestre correspondiente para mantener la vinculación con la universidad.

Las **defensas** de los TFM se podrán realizar a lo largo de todo el curso académico, siendo condición necesaria que el alumno haya superado todas las asignaturas y seminarios.

Una vez matriculada el TFM, el alumno solicitará con una **antelación mínima de 7 días naturales** la fecha y tribunal de la defensa, mediante la instancia correspondiente, en la **Secretaría de Postgrado** (Secretaría de Alumnos) de la ETSI Informáticos. La documentación que se debe entregar es la siguiente:

- Instancia con tribunal y fecha de la defensa del TFM y autorización del director/es.
- Copia de la carta de pago de matriculación del TFM.
- Instancia de autorización de cara a que el TFM pueda ser publicada en el archivo digital de la UPM.

El alumno deberá también enviar a la **Secretaría del Máster** (masteria.dia@fi.upm.es) 7 días naturales previos al acto de la defensa para la exposición pública de la misma un ejemplar del TFM en el formato prescrito en formato electrónico (pdf).

El secretario del tribunal será el encargado de **reservar hemiciclo** para la realización del acto de defensa del TFM y de **recoger y entregar las actas** de la defensa en la Secretaría de Postgrado de la ETSIInf.

1.4. Acto de defensa del TFM

La **lengua** tanto de la memoria del TFM, como de la defensa del mismo ante el tribunal, podrá ser el castellano o el inglés.

El secretario del tribunal será el encargado de **reservar hemiciclo** para la realización del acto de defensa del TFM y de **recoger y entregar las actas** de la defensa en la Secretaría de Postgrado de la ETSIInf.

La **defensa del TFM** consistirá en una presentación oral sobre el misma por parte del alumno durante un **tiempo mínimo de 20 minutos y máximo de 40 minutos**, seguida de un turno de preguntas por parte de los miembros del tribunal durante un máximo de 20 minutos.

El tribunal considerará los siguientes aspectos a la hora de evaluar el TFM:

- El alumno **conoce** técnicas y métodos de Inteligencia Artificial que le permiten abordar y solucionar problemas de carácter científico o tecnológico.
- El alumno **aplica** técnicas existentes de la Inteligencia Artificial para la resolución de un problema.
- El alumno **crea** alguna técnica o método innovador en el área de investigación de la Inteligencia Artificial.
- El alumno **crea y difunde** técnicas o métodos desarrollados que se han incorporado a la realidad social o empresarial, originando procesos y soluciones informáticas innovadoras; o publicando (o están aceptados) los resultados de la TFM en una revista o congreso (nacional o internacional) con revisión por pares.

1.5. Confidencialidad

En el caso de que el alumno desee la confidencialidad sobre su TFM, debería solicitarlo mediante la correspondiente instancia disponible en la web que se acompañará con una copia impresa del TFM y se entregará por Registro en Secretaría de Alumnos.

1.6. Concesión de Matrículas de Honor

Para proponer la mención de Matrícula de Honor, se tendrán en cuenta los criterios ya aprobados en la CAMIA de 15/12/2012: El alumno **crea y difunde** técnicas o métodos desarrollados que se han incorporado a la realidad social o empresarial, originando procesos y soluciones informáticas innovadoras; o publicando (o están aceptados) los resultados del PFM en una revista o congreso (nacional o internacional) con revisión por pares.

Creación de una comisión formada por 3 profesores del Master Universitario en Inteligencia Artificial (MUIA) para la asignación de Matrículas de Honor (MHs) a los TFM propuestos para ello. No podrán ser miembros de esta comisión aquellos profesores que hayan tutorizado alguna de los TFM propuesta para MH.

Una vez finalizada la defensa de todos los trabajos de fin de máster correspondientes a un curso académico, se asignarán las matrículas de honor en una reunión de la comisión de coordinación académica que tendrá lugar en el mes de Julio.

La comisión solamente tendrá en cuenta los TFM que hayan sido propuestas para MH por los respectivos tribunales.

El tribunal otorgará a los alumnos a los que se propongan para mención de Matrícula de Honor una calificación de Sobresaliente (10). Si finalmente la comisión otorga la Matrícula de Honor al alumno, se hará una diligencia para cambiar la calificación en Secretaría.

Los TFMs defendidos por alumnos que finalizan el Master Universitario en Inteligencia Artificial en un único curso académico tendrán prioridad sobre las defendidas en cualquier otra convocatoria posterior.

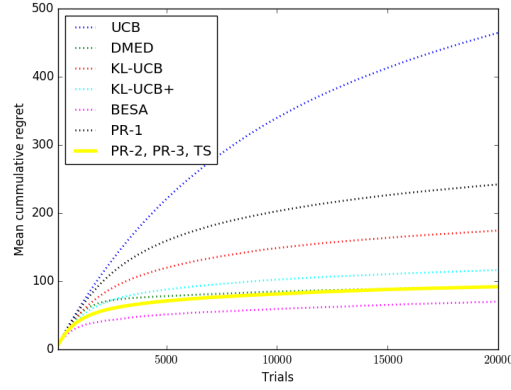
Si hubiese un número de TFMs propuestas para MH mayor que el que pudiese otorgarse en función del número de alumnos matriculados (de conformidad con lo dispuesto en el Real Decreto 1125/2003, de 5 de septiembre), se tendrán en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Se valorará la participación de los alumnos en estructuras de investigación (grupos de investigación, proyectos de investigación u otras) durante la realización de su TFM.
- Se valorará la nota media obtenida por el alumno en el Master Universitario en Inteligencia Artificial.
- Se valorará el número de matrículas de honor obtenidas por el alumno en asignaturas del master.

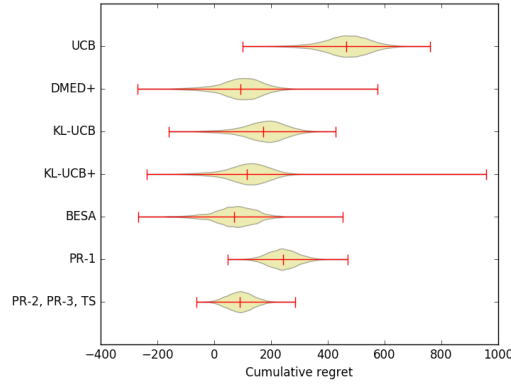
2. TABLAS, FIGURAS, EXPRESIONES MATEMÁTICAS Y ALGORITMOS

2.1. Figuras

Las Figuras 2 y 3 muestran ejemplos de cómo insertar figuras en el TFM.



(a) Mean cumulative regret along trials



(b) Multiple violinplot

Fig. 2: Comparative of the policies for scenario 1

2.2. Expresiones matemáticas

A continuación, se muestran algunos ejemplos de expresiones matemáticas:

$$\mu^* \times 25000 - \frac{1}{1000} \sum_{r=1}^{1000} \sum_{i=1}^K \sum_{j=1}^{25000} \mu_i \times X_{i,j}^r. \quad (1)$$

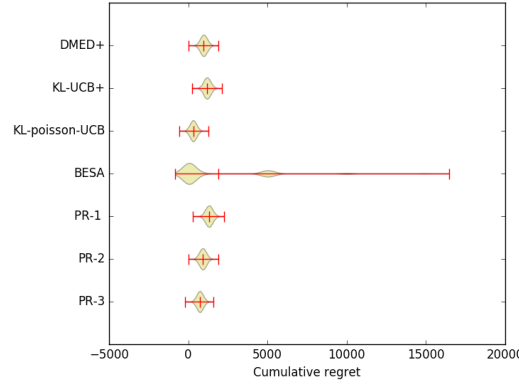


Fig. 3: Violinplot fot BESA in scenario 4

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} \frac{x-a_1}{a_2-a_1} & \text{if } a_1 \leq x \leq a_2 \\ 1 & \text{if } a_2 \leq x \leq a_3 \\ \frac{x-a_4}{a_3-a_4} & \text{if } a_3 \leq x \leq a_4 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} . \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \widetilde{DD}(A_1, A_4) &= \widetilde{DD}(A_1, A_4|P_1) \oplus \widetilde{DD}(A_1, A_4|P_2) \\ &= [\widetilde{dd}(A_1, A_2) \otimes \widetilde{dd}(A_2, A_4)] \oplus [\widetilde{dd}(A_1, A_3) \otimes \widetilde{dd}(A_3, A_4)]. \end{aligned} \quad (3)$$

- Si $\max\{(a_4 - a_1), (b_4 - b_1)\} \neq 0$, entonces

$$\begin{aligned} S(\tilde{A}, \tilde{B}) &= 1 - (1 - \alpha - \beta) \times \left(1 - \frac{\int_0^1 \mu_{\tilde{A} \cap \tilde{B}}(x) dx}{\int_0^1 \mu_{\tilde{A} \cup \tilde{B}}(x) dx} \right) \\ &\quad - \alpha \frac{\sum |a_i - b_i|}{4} - \beta \frac{d[(X_{\tilde{A}}, Y_{\tilde{A}}), (X_{\tilde{B}}, Y_{\tilde{B}})]}{M}, \end{aligned}$$

- En caso contrario,

$$\begin{aligned} S(\tilde{A}, \tilde{B}) &= 1 - \left(\frac{1 - \alpha - \beta}{2} + \alpha \right) \times \frac{\sum |a_i - b_i|}{4} - \\ &\quad - \left(\frac{1 - \alpha - \beta}{2} + \beta \right) \times \frac{d[(X_{\tilde{A}}, Y_{\tilde{A}}), (X_{\tilde{B}}, Y_{\tilde{B}})]}{M}, \end{aligned}$$

donde $\alpha + \beta < 1$, $\mu_{\tilde{\chi}}$ es la función de pertenencia de $\tilde{\chi}$,

$$M = \max_{[0,1] \times [0, \frac{1}{2}]} \{d((x, y), (x', y'))\}, \quad (4)$$

$$\mu_{\tilde{A} \cap \tilde{B}}(x) = \min_{0 \leq x \leq 1} \{\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x)\}, \quad \mu_{\tilde{A} \cup \tilde{B}}(x) = \max_{0 \leq x \leq 1} \{\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x)\}.$$

Algorithm 1 *getDelay*(t_0)**Data:** (t_0 = instante en el que se genera el retardo)

```

if (update_architecture == 1) then
  if (delay_scenario == 1) then delay =  $C$ 
  else
    if (reward_scenario == 1) then
      delay  $\leftarrow$  [0, 300]-trunc_Exp( $\lambda = 1/80$ )
    else
      delay  $\leftarrow$  [0, 480]-trunc_Exp( $\lambda = 1/150$ )
    end if
  end if
else (arquitectura en modo batch)
  delay = difference(24:00,  $t_0$ )
end if
return delay
end

```

2.3. Algoritmos

El Algoritmo 1 ilustra la forma que debe adoptarse.

2.4. Tablas

Las Tablas 1 y 2 muestran el formato de tabla a utilizar.

Tab. 1: Mean cumulative regrets and standard deviations

| | Truncated Poisson | | Truncated Exponential | |
|----------------|-------------------|----------|-----------------------|----------|
| | Mean | σ | Mean | σ |
| UCB | 2632.65 | 246.03 | 1295.79 | 514.03 |
| DMED+ | 978.56 | 225.24 | 645.70 | 493.8 |
| KL-UCB | 1817.4 | 236.57 | 1219.98 | 510.69 |
| KL-UCB poisson | 314.99* | 201.79 | - | - |
| KL-UCB exp | - | - | 786.30 | 498.16 |
| KL-UCB+ | 1190.64 | 225.82 | 813.45 | 494.59 |
| BESA | 2015.73 | 3561.5 | 755.87 | 2323.22 |
| PR-1 | 1314.9 | 234.25 | 660.64 | 492.37 |
| PR-2 (TS) | 917,67 | 222.79 | 630.38 | 487.01 |
| PR-3 | 736,6 | 210.96 | 565.79* | 480.99 |

Tab. 2: Risks to A_5 after the implementation of the selected safeguards

| Threat | Confidentiality | Integrity | Authenticity |
|---------|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| T_1^1 | (16.9, 161.72, 936.2, 3681.5) | (32.70, 239.7, 1295.6, 5197.4) | (25.1, 198.6, 1576.7, 5777.1) |
| T_1^2 | (0, 49.6, 458.1, 1791.2) | (0, 29.7, 289.7, 1397.1) | (0, 24.6, 352.6, 1552.9) |
| T_2^2 | (0, 49.6, 458.1, 1791.2) | (0, 29.7, 289.7, 1397.1) | (76, 379.3, 2074.3, 5588.4) |
| T_1^3 | (12.2, 110.5, 647.2, 2465.6) | (21.9, 147.3, 744.3, 2958.7) | (6.8, 58.5, 487.1, 1923.2) |
| T_1^4 | (34.8, 245.5, 1176.8, 3793.2) | (62.7, 327.4, 1353.3, 4551.9) | (19.5, 129.9, 885.7, 2958.7) |

3. CONTENIDOS DEL TFM

Durante la elaboración de la memoria del Trabajo Fin de Máster, el alumno deberá incluir toda la información que considere necesaria y útil para la descripción y justificación del trabajo desarrollado y de los resultados obtenidos. Además y con objeto de asegurar que ha cubierto todas las competencias transversales asociadas al mismo, es obligatorio que en los diferentes apartados de la memoria se desarrollen cuidadosamente los aspectos indicados a continuación.

Introducción y Objetivos: Justificar la necesidad de desarrollar la tesis en lugar de adquirir o aplicar directamente lo existente a lo largo de la gama de categorías de procesos, productos y servicios de la empresa o institución usuaria de la tesis.

Estado del arte: Demostrar que se ha comprendido como es el ámbito de negocio donde se enmarca la tesis, sus hábitos y necesidades de productos o servicios tecnológicos.

Evaluación de Riesgos: Demostrar que se han considerado diferentes soluciones tanto clásicas como novedosas o innovadoras al problema, y se han evaluado los riesgos y ventajas de cada una de ellas.

Resultados: Justificar que la tecnología resultante de la tesis satisface los deseos o necesidades del cliente (real, potencial o ficticio).

Conclusiones: Establecer las conclusiones del trabajo apoyándose fundamentalmente en los datos y observaciones obtenidas durante su desarrollo. Discutir que medios, cauces, etapas y tecnologías harían falta (si procede) para llevar a cabo una implantación real de los resultados.

Líneas futuras: Discutir los límites de las tecnologías actuales aplicadas al problema, planteando líneas de I+D+i realistas y capaces de superarlos.

4. CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS DE TRABAJO

Establecer las conclusiones del trabajo apoyándose fundamentalmente en los datos y observaciones obtenidas durante su desarrollo. Discutir que medios, cauces, etapas y tecnologías harían falta (si procede) para llevar a cabo una implantación real de los resultados. Discutir los límites de las tecnologías actuales aplicadas al problema, planteando líneas de I+D+i realistas y capaces de superarlos.

5. SOBRE LAS REFERENCIAS

La bibliografía o referencias deben aparecer siempre al final de la tesis, incluso en aquellos casos donde se hayan utilizado notas finales. La bibliografía debe incluir los materiales utilizados, incluida la edición, para que la cita pueda ser fácilmente verificada.

Citar dentro del texto:

Las fuentes consultadas se describen brevemente dentro del texto y estas citas cortas se amplían en una lista de referencias final, en la que se ofrece la información bibliográfica completa.

La cita dentro del texto es una referencia corta que permite identificar la publicación de dónde se ha extraído una frase o parafraseado una idea, e indica la localización precisa dentro de la publicación fuente. Esta cita informa del apellido del autor, la fecha de publicación y la página (o páginas) y se redacta de la forma que puede verse a través de los siguientes ejemplos:

Cuando se citan las palabras exactas del autor deben presentarse entre comillas e indicarse, tras el apellido del autor y, entre paréntesis, la fecha de publicación de la obra citada, seguida de la/s página/s.

Si lo que se reproduce es la idea de un autor (no sus palabras exactas) no se pondrán comillas y se indicará, entre paréntesis, el apellido del autor seguido de la fecha de publicación de la obra a la que se refiere.

No se puede eliminar una parte del texto citado sin señalarse; debe indicarse siempre con puntos suspensivos entre corchetes [...]

Ejemplos de como citar una referencia en el texto son los siguientes [1] o [1, 5, 8].

Cómo ordenar las referencias:

1. Las referencias bibliográficas deben presentarse ordenadas alfabéticamente por el apellido del autor, o del primer autor en caso de que sean varios.
2. Si un autor tiene varias obras se ordenarán por orden de aparición.
3. Si de un mismo autor existen varias referencias de un mismo año se especificarán los años seguidos de una letra minúscula y se ordenarán alfabéticamente.
4. Si son trabajos de un autor en colaboración con otros autores, el orden vendrá indicado por el apellido del segundo autor, independientemente del año de publicación. Las publicaciones individuales se colocan antes de las obras en colaboración.

Cómo citar un artículo de revista

Un artículo de revista, siguiendo las normas de la APA, se cita de acuerdo con el siguiente esquema general: Apellido(s), Iniciales del nombre o nombres. (Año de publicación). Título del artículo. Título de la revista en cursiva, volumen de la revista (número del fascículo entre paréntesis), primera página- última página del artículo.

Cómo citar una monografía/libro

Las monografías, siguiendo las normas de la APA, se citan de acuerdo con el siguiente esquema general: Apellido(s), Iniciales del nombre. (Año de publicación). Título del libro en cursiva. Lugar de publicación: Editorial. Opcionalmente podremos poner la mención de edición, que irá entre paréntesis a continuación del título; y, si fuera el caso el volumen que irá en cursiva.

Cómo citar un capítulo de un libro

Los capítulos de los libros se citan de acuerdo con el siguiente esquema general: Apellido(s), Iniciales del nombre o nombres. (Año). Título del capítulo. En A. A. Apellido(s) Editor A, B. B. Apellido(s) Editor B, y C. Apellido(s) Editor C (Eds. o Comps. etc.), Título del libro en cursiva (pp. xxx-xxx). Lugar de publicación: Editorial.

Cómo citar un acta de un congreso

Apellido(s), Iniciales del nombre o nombres. (Año). Título del trabajo. En A. A. Apellido(s) Editor A, B. B. Apellido(s) Editor B, y C. Apellido(s) Editor C (Eds. o Comps. etc.), Nombre de los proceedings en cursiva (pp. xxx-xxx). Lugar de publicación: Editorial.

Cómo citar tesis doctorales, trabajos fin de máster o proyectos fin de carrera

Apellido(s), Nombre. (Año). Título de la obra en cursiva. (Tesis doctoral). Institución a académica en la que se presenta. Lugar.

Cómo citar un recurso de Internet

Los recursos disponibles en Internet pueden presentar una tipología muy variada: revistas, monografías, portales, bases de datos... Por ello, es muy difícil dar una pauta general que sirva para cualquier tipo de recurso. Como mínimo una referencia de Internet debe tener los siguientes datos:

1. Título y autores del documento.
2. Fecha en que se consultó el documento.
3. Dirección (URL “uniform resource locator”)

Veamos, a través de distintos ejemplos, cómo se citan específicamente algunos tipos de recursos electrónicos.

Monografías: Se emplea la misma forma de cita que para las monografías en versión impresa. Debe agregar la URL y la fecha en que se consultó el documento

Artículos de revistas: Se emplea la misma forma de cita que para los artículos de revista en versión impresa. Debe agregar la URL y la fecha en que se consultó el documento.

Artículos de revistas electrónicas que se encuentran en una base de datos: Se emplea la misma forma de cita que para los artículos de revista en versión impresa, pero debe añadirse el nombre de la base de datos, la fecha en que se consultó el documento.

ANEXOS

Referencias

- [1] Ashtiani, M.H.Z., Ahmadabadi, M.N., Araabi, B.N. (2014). Bandit-based local feature subset selection. *Neurocomputing* 138, 371–382.
- [2] Berry, D., Fristedt, B. (1985). *Bandit problems*. London: Chapman and Hall.
- [3] Figueira, J., Mousseau, V., Roy, B. (2005). Electre methods. En J. Figueira, S. Greco y M. Erghott (Eds.), *Multiple criteria decision analysis. State of the art survey* (pp. 133–162). New York: Springer.
- [4] Li, L., Chu, W., Langford, J., Schapire, R.E. (2010). A contextual-bandit approach to personalized news article recommendation. En *Proceedings of the 19th International Conference on World Wide Web* (pp. 661–670). New York: ACM.
- [5] Mateos, A., Jiménez, A. (2009). A trapezoidal fuzzy numbers-based approach for aggregating group preferences and ranking decision alternatives in MCDM. En M. Erghott, C.M. Fonseca, X. Gandibleux, H. Jao y M. Servaux (Eds.), *Evolutionary multi-criterion optimization* (pp. 365–379). Berlin: Springer.
- [6] Sutton, R. Barto, A. (1998). *Reinforcement learning, an introduction*. Cambridge: MIT Press.
- [7] Thompson, W.R. (1933). On the likelihood that one unknown probability exceeds another in view of the evidence of two samples. *Biometrika* 25(3-4), 285–294.
- [8] Vicente, E. (2016). *Análisis y gestión del riesgo en los sistemas de información: Un enfoque borroso*. (Tesis doctoral). Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.