

¿HAY CLANES EN EL VESTUARIO? ;“FUZZY-PICHAT” LO AVERIGUARÁ!

Jaime Gil Lafuente, j.gil@ub.edu, Universitat de Barcelona

RESUMEN

Los aficionados a las competiciones deportivas por equipos, en general, y al fútbol, en particular, solemos ser testigos, con cierta regularidad, de notables caídas en el rendimiento deportivo de algunos clubes que, sin explicación alguna aparente, lo tienen todo para ser totales dominadores de las contiendas a las que participan. Estos hechos son frecuente alimento de multitud de debates mediáticos y programas deportivos en donde periodistas, socios o aficionados dan su opinión fundamentada, en demasiadas ocasiones, en el siempre recurrente argumento que se resume en una popular frase: “el fútbol tiene estas cosas”.

En nuestro constante empeño de hallar soluciones coherentes para la toma de decisiones en cualquier ámbito de las ciencias sociales, hemos querido aportar no sólo una nueva aplicación de algoritmos y ya existentes, sino también realizar un esfuerzo en modificarlos sustancialmente para que puedan ser adaptables en su justa medida al problema planteado, un problema caracterizado, como en innumerables ocasiones, por sus grandes niveles de incertidumbre.

En trabajos pretéritos, el algoritmo de Pichat (Pichat, E., 1969) nos ha sido de gran ayuda para tomas de decisiones relativas, en gran parte, al fenómeno de la agrupación. En este caso, podremos conocer, tras su adaptada aplicación, si un grupo humano se encuentra suficiente y adecuadamente interrelacionado como para que su rendimiento sea el óptimo. Nuestro desarrollo será visible empíricamente para los integrantes de una plantilla de un equipo de fútbol profesional de primera división.

PALABRAS CLAVE: Agrupaciones, “Algoritmo de Pichat”, Niveles de relación, Sistema Endecadario.

RESUME

Les supporters de sports d' équipe, d'une manière générale, et du football en particulier, sommes régulièrement témoins d'importantes chutes des scores sportifs de quelques clubs qui, sans aucune logique apparente, devraient avoir tout pour être dominateur des championnats où ils participent. Ce fait est, habituellement en Espagne, cause de grands mouvements de médias (ou les journalistes, associés ou supporters donnent leur point de vue qui se base sur un argument autant utiliser qu'incertain : “ le football n'a rien de logique”.

Notre constant besoin de trouver des solutions cohérentes pour la prise de décision dans les différents domaines des sciences sociales nous amène non seulement à une nouvelle application d'algorithmes déjà connus, mais aussi à faire un effort pour les modifier et obtenir ainsi une adéquate adaptation aux problèmes que nous voulons résoudre ; un problème caractérisé par un très grand niveau d'incertitude.

Dans d'autres travaux faits auparavant, l'Algorithme de Pichat nous a été d'une très grande aide pour la prise de décision utilisée en très grand part pour faire des agroupassions. Dans ce cas-là nous pourrons connaître, après son adaptation pratique, si un groupe de personnes se trouve suffisamment bien connecté pour que son rendement professionnel soit le meilleur. Notre développement sera d'un visible du point de vue empirique pour diagnostiquer si un groupe qui compose une équipe de football professionnel de première division et en bonne ou mauvaise situation de rapports.

MOTS CLEFS : Agroupassions, « Algorithme de Pichat », Niveaux de rapports, Système Endécadaire.

1. INTRODUCCIÓN

Cada año, los clubes buscan insistentemente aquel o aquellos jugadores que les permitan formar una plantilla acorde con los deseos y necesidades de sus cuerpos técnicos y/o entrenadores y les permita, de este modo, tratar de llevarlos a los puestos más altos de sus competiciones.

Todos conocemos los demasiado a menudo exagerados desembolsos económicos por contratar a deportistas (a menudo considerados "mediáticos") que, por motivos aparentemente desconocidos y sorprendentes, no siempre aportan lo que el equipo o su afición esperaba de ellos. El fácil pretexto basado en mencionar frases tan sobradamente conocidas como "...el fútbol es así...", "en el deporte dos más dos nunca suman cuatro..." o "...en fútbol la lógica no existe..." ha ido cubriendo, a lo largo de la historia, los más sonados fracasos ocasionados, en muchas ocasiones, por una gestión de fichajes regida por intuiciones, intereses, caprichos o, en el mejor de los casos, análisis de extremada simpleza (Gil Lafuente, J., 2008).

Nuestra línea de investigación basada en la toma de decisiones mediante la matemática derivada de las lógicas multivalentes nos ha permitido ir aportando distintas soluciones que puedan minimizar, en la medida de lo posible, un gran porcentaje de errores en la contratación de deportistas (Gil Lafuente, 2002).

Es obvio que la contratación de un deportista nunca puede llevarse a cabo de la misma manera que la adquisición de maquinaria para una empresa. Como ya sabemos, la razón principal radica en que, en el segundo caso, la tarea desarrollada se lleva a cabo de forma constante, casi lineal y acorde a las necesidades exactas para las cuales han sido compradas. Sin embargo, un deportista de élite es un ser humano, cuyo rendimiento se basará sobre todo en dos factores: su estado físico y, lo más importante: su estado mental, capaz igualmente de influir fuertemente en el primero.

2. JUVENTUD, DINERO Y POPULARIDAD: UNA FÓRMULA PELIGROSA

Como norma general, un futbolista es fichado con una edad comprendida entre los 18 y los 30 años. Entendemos que cualquier persona en plena juventud (que resulta muy propicia para la diversión) suele desempeñar su tiempo en estudiar o trabajar durante la mayor parte del día, complementándolo, habitualmente en fines de semana, con alguna actividad de ocio o incluso diversión. Sin embargo, cuando entramos en el mundo del fútbol profesional, nos hallamos frente a jóvenes con unos sueldos vertiginosos que trabajan en lo que más les gusta y muy pocas horas semanales. Y por ello conviene recordar que en sólo unos meses, un buen futbolista ganará más que un Catedrático de Universidad a lo largo de su vida.

Además de su inacabable tiempo libre, el éxito económico y mediático del futbolista le suele permitir "hacer amigos" con gran facilidad, obtener descuentos o regalos en los puntos de venta a los que acuden, comer gratuitamente en los mejores restaurantes a cambio de una simple fotografía con el dueño y lograr, lógicamente, un gran éxito "sentimental" sólo acorde a los actores más famosos de Hollywood.

Ponemos, pues, en manos de jóvenes con gran dotes futbolísticas aunque, a menudo, sin una preparación anímica o psíquica suficiente, una gran responsabilidad deportiva a cambio de desorbitadas cantidades económicas y popularidad sin límites, de gran atractivo para aquellos espíritus inmorales dispuestos a aprovecharse de su ingenuidad o despreocupación.

A nuestro modesto entender, la solución a este controvertido conflicto, fuente de fluctuaciones en su rendimiento deportivo, podría pasar por la exigencia de una máxima profesionalidad, en la que tuviera espacio la obligatoriedad de mantener al deportista "ocupado sanamente": cuanto menos espacio libre tenga más difícilmente podrá emplearlo en actividades inadecuadas. No cabe duda que esta opción será considerada injusta por muchos, alegando que "...son jóvenes y tienen derecho a divertirse como todo el mundo...". Y, efectivamente, pueden ser como todo el mundo. Para ello sólo tendrían que renunciar a su desorbitado sueldo y dejar de jugar con las ilusiones de decenas de miles de personas; entre ellos miles de niños que los toman como modelo a seguir. En la vida no se puede tener todo a cambio de nada. Si se quiere cobrar como un "megaprofesional", hay que actuar como tal y ello requiere, como con todo en la vida, unos mínimos sacrificios; entre ellos: madurar, seguramente, antes de tiempo.

Sea lo que fuere, un equipo formado por 24 jugadores, no todos, por supuesto, con el mismo nivel de madurez o responsabilidad, suele ser difícil de controlar, y más aún si "amiguismos" entre algunos compañeros de profesión y enemistades entre otros hacen que el grupo humano que conforman el vestuario presenten ciertas fisuras, consecuencia de pequeños grupos de amistades que excluyen a otros y causan, como consecuencia indirecta, un peor entendimiento en el terreno de juego.

3. EL DIAGNÓSTICO DEL GRUPO HUMANO

Para poder hallar solución al conocido problema de la "división del vestuario" hemos consultado a los responsables de psicología deportiva del Colegio Oficial de Psicólogos de Cataluña. Tras nuestras entrevistas, hemos podido concluir que, para una adecuada gestión de un grupo formado por entre 20 y 30 personas, es importante que estas mantengan buena relación entre sí. Resulta inevitable considerar la lógica la inviabilidad que la totalidad de personas que conforman tal grupo tenga una perfecta sintonía entre sí. Sin embargo, resultaría muy conveniente procurar estructurar y dirigir un equipo en el que ninguno de los niveles relacionales entre dos o más personas llegaran a su nivel más bajo.

Lo ideal para un equipo de estas características es que solamente exista un grupo de personas con total armonía, por lo que ha relaciones entre sí se refiere. Sin embargo, los expertos nos dan a conocer que tampoco sería desastroso que en un mismo vestuario hubiera seis o más grupos de jugadores con niveles aceptables de amistad o cordialidad. En contrapartida, sería realmente poco recomendable tener una plantilla con dos grandes "clanes", tres, cuatro e incluso cinco, lo cual abonaría el importante riesgo de crear excesivas divergencias que podrían acabar reflejándose en el terreno de juego.

Nuestra labor debe ser, pues, en esta ocasión realizar un diagnóstico del estado en el que se encuentra nuestra

plantilla: si descubrimos que existen dos, tres, cuatro o cinco grupos claramente definidos, resultara conveniente plantearnos hacer importantes cambios en el equipo puesto que su futuro tiene altos riesgos de conflicto, incluso si el momento deportivo del equipo se encuentra actualmente en su momento más dulce. Si, por lo contrario, en la plantilla existe un solo gran grupo o más de cinco "clanes", podremos afirmar con ciertas garantías que nuestro equipo es equilibrado, por lo que la compatibilidad personal se refiere.

4. PRESENTACIÓN Y DESARROLLO EMPÍRICO DEL NUEVO ALGORITMO “FUZZY-PICHAT”

Las aplicaciones tradicionalmente realizadas del Algoritmo de Pichat (Pichat, E., 1969) permiten, en base a una matriz binaria hallar las distintas posibilidades de agrupación. Para ello, una vez disponemos de una matriz con tales características, procederemos al desarrollo del modelo, siguiendo las siguientes pautas (Gil Lafuente, J., 1997):

1. Para cada una de las filas de la “Matriz Booleana” se consideran todos los 1 que se hallan por encima de la diagonal principal.
2. En las casillas en donde no existe un 1 se mira a qué columna P_i corresponde, y una vez determinada esta, se le halla el índice i .
3. Asignados los índices i , se realiza la suma booleana correspondiente a cada fila con el producto booleano de todos los índices que se han hallado en esta fila.
4. A partir de todos los binomios representativos de cada una de las filas, se calcula el producto booleano teniendo en cuenta que:
 - $i \cdot i = i$
 - $i + i = i$
 - $i + i \cdot j = i$
5. Cuando en la fila no existe casilla vacía alguna a la derecha de la diagonal principal, a esta fila se le asigna el valor 1.
6. Realizados los correspondientes productos, se obtendrá un polinomio S .
7. Cada uno de los monomios que forman el polinomio S se transforma en su complementario, es decir, se consideran aquellos índices que no se hallan en el monomio, obteniendo un nuevo polinomio S' .
8. Los monomios que constituyen complementos proporcionan los productos que forman las “Subrelaciones Máximas de Similitud”.

Para un mayor y más fiel reflejo de la realidad que nos ocupa, creemos puede resultar conveniente establecer niveles de buena relación con el compañero. Consideramos coherente trabajar con el sistema “endecadario”¹. Optamos por detallar a los expertos entrevistados los distintos grados de relación mediante las siguientes etiquetas lingüísticas:

¹ Del griego “Endekas” (once) y “-adas” (grupo): grupo de once elementos.

- 1,0: Inmejorable relación.
- 0,9: Excelente relación.
- 0,8: Muy buena relación.
- 0,7: Buena relación.
- 0,6: Más buena que mala relación.
- 0,5: Relación ni buena ni mala.
- 0,4: Más mala relación que buena.
- 0,3: Mala relación.
- 0,2: Muy mala relación.
- 0,1: Pésima relación.
- 0,0: Desastrosa e “Impeorable” relación.

En base a estos valores hemos solicitado a un grupo de tres grandes conocedores de la plantilla del primer equipo de fútbol del FC Barcelona (que, por supuesto, han querido quedar en el más absoluto anonimato) que lleven a cabo un proceso de valuación² de los distintos niveles de relación existentes entre todos y cada uno de los 17 supuestos integrantes del equipo.

Los 17 futbolistas objeto de análisis son los siguientes:

- a. Víctor Valdés Arribas
- b. Gabriel Alejandro Milito
- c. Rafael Márquez Álvarez
- d. Carles Puyol Saforcada
- e. Xavier Hernández Creus
- f. Andrés Iniesta Luján
- g. Samuel Eto’o Fils
- h. Ronaldo de Assís Moreira, Ronaldinho
- i. Gianluca Zambrotta
- j. Thierry Henry
- k. Silvio Mendes Campos, Sylvinho
- l. Lionel Andrés Messi
- m. Anderson Luis de Souza, Deco
- n. Lilian Thuram
- o. Éric Abidal
- p. Touré Yaya
- q. Bojan Krkic Pérez

² Otorgar distintos valores en base al sistema endecadario.

Debemos ser conscientes que por muy coincidente que sea la tendencia de los expertos a los cuales pediremos su opinión sobre el conocimiento de los jugadores y su entorno, difícilmente que cada una de las tres opiniones subjetivas emitidas, coincidirán con exactitud. Por este motivo, el primer escollo que debemos superar será el de agregar convenientemente sus puntos de vista tratando de perder la menor información posible. Estamos firmemente convencidos que tanto el método de “Expertones”³ como el “Fuzzy-Delphi” (Kaufmann A. y Gil Aluja, J., 1983) resultarán ser las más convenientes para resolver este tipo de problema.

En esta ocasión, y debido a la gran información escrita que han podido aportar nuestros tres expertos, hemos creído oportuno realizar la agregación de sus puntos de vista mediante el “Fuzzy-Delphi”⁴.

Una vez agregadas debidamente las valuaciones otorgadas por los expertos, obtendremos una matriz de similitudes en donde, como observamos a continuación, quedará reflejada, con meridiana claridad, cuáles son (siempre a criterio de los especialistas) los distintos niveles de amistad y enemistad entre los deportistas que integran la plantilla del equipo.

Obtenemos, pues, una matriz borrosa [M] caracterizada por ser simétrica.

Quisiéramos aclarar que nuestro compromiso tanto con los expertos entrevistados como con las personas que aparecen en el estudio nos obliga a mantenerlos en el anonimato y modificar las cifras obtenidas. Por este motivo, los valores que integran la matriz que refleja los niveles de relación entre los jugadores de la primera plantilla del FC Barcelona no son más que cifras que hemos asignado de forma totalmente arbitraria, por lo que el resultado .

	V. Valdés	Milito	Márquez	Puyol	Xavi	Iniesta	Eto'ó	Ronaldinho	Zambrotta	T. Henry	Sylvinho	Messi	Deco	Thuram	Abidal	Touré	Bojan
Valdés		.5	.4	.7	.8	.8	0	.6	.6	.2	.6	.5	.6	.2	.4	.2	.6
Milito			.6	.4	.4	.5	.3	.4	.5	.3	.5	.9	.5	.3	.4	.4	.4
Márquez				.4	.4	.6	.4	.6	.6	.4	.4	.6	.5	.2	.2	.3	.5
Puyol					.9	.8	.5	.4	.6	.4	.7	.6	.5	.5	.5	.2	.8
Xavi						.7	.3	.7	.4	.4	.5	.3	.5	.3	.5	.3	.7
Iniesta							.2	.6	.6	.3	.5	.4	.4	.4	.3	.4	.7
Eto'ó								0	.3	.6	.4	.3	.2	.8	.6	.7	.3
Ronaldin									.4	.3	.7	.7	.9	.3	.4	.3	.4

³ Entre otros muchos trabajos recomendamos la obra de Kaufmann, A. y Gil Aluja, J.: “Técnicas especiales para la gestión de expertos”.

⁴ Para poder amoldarnos a la lógica rigurosidad del formato de este trabajo, hemos omitido la totalidad del proceso de agregación de expertos.

- l. Lionel Andrés Messi puede pertenecer a dos grupos.
- m. Anderson Luis de Souza, Deco puede pertenecer a dos grupos.
- n. Lilian Thuram puede pertenecer a dos grupos.
- o. Éric Abidal sólo puede pertenecer a un grupo.
- p. Touré Yaya puede pertenecer a dos grupos.
- q. Bojan Krkic Pérez sólo puede pertenecer a un grupo.

5. LA APORTACIÓN DE "FUZZY-DELPHI" PARA PARAR UNA ADECUADA TOMA DE DECISIÓN

Tras su resolución, observamos claramente que existen jugadores que pueden formar parte de varios grupos a la vez. Hemos de decir al respecto que si todos ellos tuvieran tal situación nos encontraríamos ante una plantilla perfecta, puesto que solamente existiría un solo grupo con la suficiente cohesión como para declararlo modélico.

Nuestra aportación, a partir de este resultado, deberá basarse en saber exactamente cada uno de estos deportistas que aparecen como "indecisos" a qué grupo será más afín. Hasta el momento, el algoritmo empleado finalizaba otorgando plena y arbitraria libertad al responsable del análisis. Sin embargo, estamos convencidos que resultará más coherente poder realizar dichas adhesiones teniendo en cuenta los niveles de compatibilidad otorgados previamente por los expertos entrevistados. De este modo las agrupaciones resultarán más acordes con la realidad.

Para ello, buscaremos aquellos jugadores que, en caso de duda, serán adheridos a que el grupo con el que tengan mayor nivel de compatibilidad media.

En el caso del jugador "Puyol" observamos que, según el Algoritmo clásico de Pichat, podría ser igualmente compatible con el grupo formado por "Valdés, Xavi e Iniesta" o por los grupos formados por "Xavi, Iniesta y Bojan" o sólo junto a "Silvinho".

Sin embargo, observando su nivel inicial de relación entre estos grupos y con un simple cálculo:

	a	d	e	f
a		.7	.8	.8
d			.9	.8
e				.7
f				

	d	e	f	q
d		.9	.8	.8
e			.7	.7
f				.7
g				

	b	l
b		.9
l		

d k

d		.7
k		

	g	n	p
g		.8	.7
n			.8
p			

	e	h		
e		.7		
h				
	j	n	o	p

	h	k	m
h		.7	.9
k			.7
m			

j		1	.9	1
n			.9	.8
o				.9
p				

	h	l	m
h		.7	.9
l			.9
m			

c

c	
---	--

i

i	
---	--

Para:

$$\{a, d, e, f\}: (.7 + .8 + .8 + .9 + .8 + .7) / 6 = .783$$

$$\{b, l\}: .9$$

$$\{d, e, f, q\}: .767$$

$$\{d, k\}: .7$$

$$\{e, h\}: .7$$

$$\{g, n, p\}: .767$$

$$\{h, k, m\}: .767$$

$$\{h, l, m\}: .833$$

$$\{j, n, o, p\}: .917$$

$$\{c, \}: 1$$

$$\{i\}: 1$$

Por lo cual, el grupo más cohesionado será aquel formado por:

{j, n, o, p}: Thierry Henry, Lilian Thuram, Éric Abidal y Touré Yaya

Seguido por:

{b, l}: Gabriel Milito y Lionel Messi

{a, d, e, f}: Víctor Valdés, Carles Puyol, Xavi Hernández y Andrés Iniesta

{h, k, m}: Ronaldinho, Sylvinho y Deco

Quedando finalmente sin grupo:

{g}: Samuel Eto'ó

{q}: Bojan Krkic

{c}: Rafa Márquez

{i}: Gianluca Zambrotta

6. DIAGNÓSTICO FINAL

Tras desarrollar el proceso en su totalidad y observar la existencia de cuatro clanes bien definidos más cuatro jugadores más sin grupo definido en la plantilla, estamos en disposición de emitir un diagnóstico desfavorable para el equipo puesto que el número de grupos existentes en la plantilla es superior a uno e inferior a seis.

Por este motivo, nos permitimos recomendar a los responsables del mismo busquen en una solución, que podría pasar por la remodelación de la plantilla o realizar aquellos cambios que modifiquen o disuelvan estos grupos.

7. CONCLUSIONES

Una vez más, queremos transmitir que poseemos instrumentos suficientes como para poder facilitar gran número de toma de decisiones. Resulta comprensible que muchos de los algoritmos trabajados requieren una cierta adaptación para amoldarse perfectamente al problema planteado. La aportación de nuestro modesto "Fuzzy-Pichat" no es más que una pequeña extensión del esquema que propuso en su momento el notable matemático.

Este trabajo podría ser perfectamente complementado con otras adaptaciones realizadas previamente, por ejemplo en el caso en que los expertos no lleven a cabo una valuación fija sino incierta mediante intervalos de confianza (Gil Lafuente y Rojas Mora, 2007), o llevando a cabo una "fuzzyficación" de la descomposición en α -cortes (Gil Lafuente y Rojas Mora, 2007), llegando así a un algoritmo que podríamos bautizarlo como

“Algoritmo Fuzzy-Pichat de nivel tres”, el desarrollo del cual resultaría de tan largo cálculo matemático que requeriría, prácticamente de forma obligatoria, el apoyo de un programa informático.

Aceptamos, pues el reto y compromiso de desarrollar y presentarles, en un futuro no muy lejano, esta nueva y útil variante del “Algoritmo Fuzzy-Pichat” que estamos seguros resultará de gran utilidad para la toma de decisiones para algunos aspectos de prácticamente cualquier ámbito del comportamiento humano.

BIBLIOGRAFÍA

- ☞ DÍEZ DE CASTRO, E. C. (1991): “Gestión de la fuerza de ventas”. Ed. Deusto, Bilbao.
- ☞ FLIPO, J. P., AUZOUY, X., BENOIST, G., BICHERON, M., MARIMON, G. y ROCHET, C. (1980): *Pratique de direction commerciale marketing*. Ed. D’Organisation. París
- ☞ GIL ALUJA, J (1987).: “Selección de personal: el problema de la polivalencia y el de la uniformidad”. Cuadernos CEURA.
- ☞ GIL ALUJA, J. (1998): “The interactive management of human resources in uncertainty”. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston, Londres
- ☞ GIL LAFUENTE (2008): “La prueba del 9”. *Revista Oficial de la Liga de Fútbol Profesional* nº69. Enero. Madrid.
- ☞ GIL LAFUENTE, J. (1997): “Marketing para el nuevo milenio”. Ed. Pirámide. Madrid
- ☞ GIL LAFUENTE, J. (2002): “Algoritmos para la excelencia: claves para el éxito en la gestión deportiva”. F.C. Barcelona, Barcelona.
- ☞ GIL LAFUENTE, J. y ROJAS MORA, J. (2007): “La idónea asignación arbitral con altos niveles de incertidumbre”. XXI Congreso Anual AEDEM. Madrid.
- ☞ GIL LAFUENTE, J. y ROJAS MORA, J. (2007): “Nueva alternativa para la estructuración organizativa por productos con alto grado de incertidumbre”. XXI Congreso Anual AEDEM. Madrid.
- ☞ KAUFMANN, A. y GIL ALUJA, J. (1985): “Técnicas operativas de gestión para el tratamiento de la incertidumbre”. Ed. Hispano-Europea, Barcelona.
- ☞ KAUFMANN, A. y GIL ALUJA, J. (1986): “Introducción de la teoría de los subconjuntos borrosos a la gestión de las empresas”. Milladoiro.
- ☞ KAUFMANN, A. y GIL ALUJA, J. (1992): “Técnicas de gestión de empresas. Previsiones, decisiones y estrategias”. Ed. Pirámide. Madrid
- ☞ KAUFMANN, A. y GIL ALUJA, J. (1993): “Introducción de la teoría de los subconjuntos borrosos a la gestión de las empresas”. Ed. Milladoiro. Santiago de Compostela, 3ª edición
- ☞ KAUFMANN, A. y GIL ALUJA, J. (1993): “Técnicas especiales para la gestión de expertos”. Milladoiro, Santiago de Compostela.
- ☞ KÖNIG, D. (1916): “Theorie der endlichen und unendlichen graphen”, cita recogida en la obra de KAUFMANN, A. (1970): “Méthodes et modeles de la recherche opérationelle”. Tomo I, Dunod, 2ª edición
- ☞ KUHN, H. W. (1955): “The hungarian method for the assignment problem”. *Naval Research Logistic Quarterly*, 2:83-97.

- 📖 LITTLE, J. D. C., MURTY, K. G., SWEENEY, D. W. y KAREL, C. (1963): “An algorithm for the traveling salesman problem”. *Operations Research*, 11:972-989.
- 📖 MIQUEL PERIS; S., MOLLA, A., BIÑÉ ALCANIZ, J. E. (1994): “Introducción al Marketing”. Ed. McGraw-Hill Interamericana. Madrid.
- 📖 MUNKRES, J. (1957): “Algorithms for the assignment and transportation problems”. *Journal of the Society of Industrial and Applied Mathematics*, 5(1):32-38.
- 📖 PICHAT, E. (1969): “Algorithm for finding the maximal elements of a finite universal algebra. *Inform Processing*, 68. Publ North Holand.
- 📖 RODRÍGUEZ ESCUDERO, I. y MUNUERA ALEMÁN, J. L. (2002): “Estrategias de Marketing. Teoría y casos”. Ed. Pirámide. Madrid.
- 📖 ZADEH, L. A. (1965): “Fuzzy sets”. *Information and Control*, 8(3):338-353.
- 📖 ZIMMERMANN, H. J. (2005): “Fuzzy Sets”: Theory and its Applications. Springer, 4ta. edición.