

Índex

0 Comentari per a la lectura

1 Anàlisi del problema

2 Estudi del model Actual

- 2.1 Dades obtingudes de la Web del Departament 2
- 2.2 Dades facilitades pel Secretari del departament 2
- 2.3 Altres notes del *Model actual* 3
- 2.4 Estat del model actual 3
- 2.5 Conclusions 4
- 2.6 Dades per extreure del *model actual* i recopilar 4

3 Segon model o mètode *optimització*

- 3.1 Definició de la funció objectiu 5
- 3.2 Optimització 6

4 Model d'assignacions per subhastes

- 4.1 Model Kiwis 6
- 4.2 Repartiment kiwis 6
- 4.3 Funcionament subhasta 6
 - 4.3.1 Revalorització hores 6
 - 4.3.2 Assignacions finals 7
- 4.4 Aquí va una part de Talloc 7
- 4.5 Problemàtiques de les subhastes 7
- 4.6 Construcció primer model 7
- 4.7 Model nasi 7

0 Comentari per a la lectura



onades les disperses idees que hem obtingut al llarg de les sessions de treball hem estructurat el treball de tal forma que cada secció té un cert grau *d'independència* respecte les altres. Això ho podem veure en que les conclusions de cada secció ja queden explícites al finalitzar cadascuna i no després. Tot i poder fer-se una lectura permutada de les seccions recomanem el ordre facilitat.

1 Anàlisi del problema

- 1 Em una lectura del enunciat que descriu el problema plantejat.



Enunciat del problema

Un departament d'una universitat té diferents tasques docents assignades, que s'han de repartir entre els seus professors. Actualment es distribueixen segons les hores de classe de cada tasca. Se suposa que el nombre d'hores mesura l'esforç associat a una tasca, però en la pràctica això no és prou realista, la qual cosa genera desequilibris. Es tracta de trobar un mètode més equilibrat per valorar les tasques docents, que tingui en compte la demanda per cada tasca per part dels diferents professors. Es podria expressar aquesta demanda a través d'una mena de subhasta. S'haurien de tenir en compte algunes restriccions, com per exemple, que tothom faci la mateixa quantitat de docència o la restricció que hi hagi a cada departament.

Influenciats per la lectura de [1] indexem el enunciat de forma conceptual mitjançant color i nombres¹. Alternem el color de la font per facilitar la lectura.

Enunciat del problema

- ⁽⁰¹⁾ *Un departament d'una universitat té diferents tasques docents assignades, que s'han de repartir entre els seus professors.*
- ⁽⁰²⁾ *Actualment es distribueixen segons les hores de classe de cada tasca. Se suposa que el nombre d'hores mesura l'esforç associat a una tasca, però en la pràctica això no és prou realista, la qual cosa genera desequilibris.*
- ⁽⁰³⁾ *Es tracta de trobar un mètode més equilibrat per valorar les tasques docents, que tingui en compte la demanda per cada tasca per part dels diferents professors.*
- ⁽⁰⁴⁾ *Es podria expressar aquesta demanda a través d'una mena de subhasta.*
- ⁽⁰⁵⁾ *S'haurien de tenir en compte algunes restriccions, com per exemple, que tothom faci la mateixa quantitat de docència o la restricció que hi hagi a cada departament.*

Fem el anàlisi o interpretació per blocs, mantenint el mateix codi d'indexació. Les paraules en negreta únicament tenen la finalitat de recordar els tecnicismes de *investigació operativa* que ens faciliten l'abstracció del problema plantejat per l'enunciat.

- (01) El problema abstracte consisteix en una tasca de repartiment o assignació. Concretament, els **objectes a repartir** són les tasques docents que han de ser repartides entre el professorat, cada possible assignació s'anomena **pla docent** o **solució** de forma anàloga en

¹Únicament com a eina visual, eliminant la seva possible ambigüitat amb nombres enters

funció del context.

(02) Acceptem que el *Model actual* genera solucions **subòptimes** i això ho justificarem amb els mateixos arguments del enunciat.

(03) És requereix **mètode** per **valorar** i **repartir** tasca docent en funció de la demanda del professorat. A més ha de poder aportar una solució millor².

(04) Es proposa com a **alternativa** desenvolupar un **mètode basat en subhasta**.

(05) S'expressa anticipadament que el **model/mètode** ha de tenir **restriccions** i s'expliciten dos de necessàries. El volum del treball ha de ser *homogeni*³. El mètode ha de contemplar la possibilitat de restriccions pròpies del departament.

Analitzat i desglossat el enunciat, passem a concretar o tipificar els objectius del treball.

Objectius

1. Elaborar **Mètode** per generar plans docents universitaris⁽⁰¹⁾. Aquest estarà basat en un repartiment de les tasques docents multivariable (dependrà de més d'una **variable decidable**) per a mesurar l'esforç⁽⁰²⁾⁽⁰³⁾ de cada tasca. El mètode haurà d'evitar desequilibris tipificats⁽⁰²⁾ (documentats o previsibles) i estarà subjecte a un volum de **restriccions**⁽⁰⁵⁾ variables. El mètode serà estructurat en base a la demanada del professorat com és requereix.
2. S'estudiara l'idea de fer un model basat en les subhastes.⁽⁰⁴⁾
3. S'aplicara el mètode en un cas concret per tal de comprovar la seva viable implementació i competència. El cas concret serà el *Departament de Matemàtiques* de la pròpia Universitat Autònoma de Barcelona.

2 Estudi del model Actual



Questa secció és una aproximació intuïtiva al **model actual**. Repetidament fem i farem servir el nom de *Model actual* per referir-nos al model/mètode⁴ que s'utilitza per repartir les tasques docents entre el professorat⁵

Els objectius de la secció a part d'obtenir una visió aproximada del *cas particular* de major interès, tenen intenció d'extreure i prendre constància dels desequilibris i restriccions, de la secció anterior, (■⁽⁰²⁾) i (■⁽⁰⁵⁾) respectivament.

2.1 Dades obtingudes de la Web del Departament

Algunes de les dades del model actual les podem trobar a la *pàgina web* del Departament [2].

Dades públiques a la web

Docència de Grau

El Departament de Matemàtiques és responsable principal de tres graus:

1. Grau de Matemàtiques
2. Grau d'Estadística Aplicada
3. Grau de Matemàtica Computacional i Analítica de Dades
4. A banda, el Departament té assignada docència de gran varietat d'assignatures de vint-i-sis titulacions diferents.

Estructura

El Departament està constituït per cinc unitats, que es corresponen amb les àrees de coneixement que té adscrites:

1. Àlgebra
2. Anàlisi Matemàtica
3. Estadística i Investigació Operativa
4. Geometria i Topologia
5. Matemàtica Aplicada

2.2 Dades facilitades pel Secretari del departament

⁶ Donat que les dades públiques de la web són limitades i insuficients per tenir un primer contacte amb el *problema*, s'ens ofereix la possibilitat de concretar una entrevista amb el actual secretari del departament. D'aquesta obtenim un nou es-

²Equivalentment menys desequilibrada.

³Entesa com la qualitat de: quantitat de docències semblants entre el professorat

⁴Actualment, 2019.

⁵En el Departament de Matemàtiques de l'universitat.

⁶Actualment, càrrec ocupat pel Doctor Albert Ruiz Cirera.

quema que resumeix prou bé la tasca a la qual ha de fer front el mètode objectiu del treball.

Dades del funcionament intern del *model actual*

Titulacions que demanen docència

- Horari fixat
- Nombre d'alumnes fixat.
- Hores i tipologia fixada (Això vol dir: Teo, Semin, Probl).

En total unes 500 sol·licituds \approx 150 assignatures, assignatura: (3h de teoria), (1 hora de problemes), (2 hores seminaris).

Professorat

- 90 hores/any.
- \vdots
- 240 hores/any.
- (60 hores/any els estudiants de doctorat) \approx soroll.

Podem estimar que hi ha uns 100 professors.

Algunes de les normes que s'apliquen

- Si un professor a fet una assignatura un any té preferència per repetir-la.
- 3 anys com a màxim en assignatures dels 3 graus.
- 4 anys la resta d'aquestes.
- També hi ha altres càrrecs

Actualment s'intenta minimitzar

- Dispersió: # assignatures / professors. (#1)
- Deutes personal (saldo de hores). (#2)

2.3 Altres notes del Model actual

1. Primer és fa una ronda de repartiment amb el professorat que té preferència per que repeteix una assignatura. Després és fa una segona ronda amb el que queda tot i que ha vegades hi ha canvis a ultim moment. En aquesta segona ronda és reparteix *el que queda*, aquí és on es fa un tractament més personal i més precís.
2. En aquesta segona *ronda* hi ha una llista de *argument* que ajuden a seleccionar el millor repartiment, vegem-ne alguns exemples:
 - (a) Que tots els professors puguin fer almenys alguna hora de teoria (en general compten més i són més valorades).
 - (b) Suposant que hi ha una assignatura molt desitjada de teoria que compten més hores, probablement

s'assignara a algú que per exemple tingui un saldo de hores negatiu abans que algú que tingui un saldo positiu (això és que faci més del que ha de fer). També pot passar que entre dos sol·licitats s'assigni a qui fagi quadrar més; $S(p_1) = -30$ i saldo de professor dos $S(p_2) = -5$, llavor una assignatura que val 20 hores s'assignara preferentment al primer.

- (c) Aquestes estratègies buscant minimitzar (#1) i (#2) i a més tenir el personal *content* que és una cosa molt difícil de modelitzar, però també és important.
 - (d) S'intenta que els alumnes de doctorat puguin fer unes poques hores d'alguna matèria que estigui relacionada amb el seu treball.
3. Hi ha normes prou bones que no s'han escrit, pel que fa les assignatures de 3r i 4rt també tenen un filtre:
 - (a) Cada subdepartament només pot fer assignatures del bloc que li toca i si en vol fer alguna de una *branca de coneixement* que no li pertoca ha de ser convidat pel subdepartament responsable.
 - (b) És a dir cada subdepartament té un *mercat d'assignatures associat* que s'han de repartir en una *Reunió*. (Això dóna una bona idea, ja que així si més gent està implicada en el repartiment és poden considerar un model gran format de petits models *més tractable* que interactuen *poc* entre ells).

2.4 Estat del model actual

Des del propi Departament de matemàtiques se'ns han facilitat dades que ens permeten calcular el saldo dels professors. Les dades facilitades són:⁷

- Nombre d'hores que ha de fer cada professor del departament en un any. $(p_i, i \in I)$
- Nombre d'hores que fa realment un professor per a cada assignatura que se li ha assignat en el repartiment. $(p'_i, i \in I)$

El nostre objectiu és extreure del document tota la informació rellevant mitjançant eines informàtiques, com la programació en llenguatge C, obtenir la diferencia entre les hores que hauria de fer un professor i les hores que realment fa, és a dir, $D_i := p'_i - p_i$.

En cas de que un professor fes més hores, el programa ens tornarà un resultat positiu en hores $D_i > 0$. En cas contrari $D_i < 0$, el programa ens tornarà un resultat negatiu indicant així que el professor no arriba al nombre d'hores que ha de fer. Aquest també suma totes les hores que s'estan fent extra i totes les que no s'arriben a fer i ens les mostra per pantalla i, a continuació, suma aquests dos valors per obtenir el saldo total.⁸ Executem el programa i aquests són els resultats:

- El \sum de saldos positius és 1793 hores.
- El \sum de saldos negatius és 671.0 hores.

⁷Per consultar-les vegeu el document `pla_docent.ods`.

⁸Per veure el codi del programa vegeu el fitxer `saldo.c`.

- El \sum de saldos positius i negatius és -1122 hores, que és un 8.968825 % del nombre d'hores total que haurien de fer tots els professors.
- La mitjana aritmètica d' assignatures que fa cada professor és de ≈ 5 .

Es fa evident doncs que el model és propens a reduir el nombre d'hores que s'haurien de fer i observant els resultats professor a professor veiem que hi han diferències de fins a 80 hores de saldo negatiu o casos on el saldo positiu ascendeix fins a 62.

2.5 Conclusions

1. El model actual funciona prou bé, fixa normes generals i fa un tractament diferent per cada cas, aconseguint més satisfacció en les assignacions. Per tant podem aprofitar molt del model actual.
2. Les particularitats *bones* del model actual és que donen un tractament prou adaptable a la *biodiversitat* del professorat.
3. Els aspectes negatius del model no són clars llevat de dedicació que requereix, necessita un temps de dedicació considerable per fer quadrar totes les assignacions satisfactòriament .
4. Les dades que ens ens seran facilitades seran dues llistes amb els *items demandats* i una altra amb el *nombre de professors de cada tipus* en funció de hores docents; amb *noms* xifrats o anònims.

2.6 Dades per extreure del *model actual* i recopilar

1. Variables per a mesurar l'esforç

(*Element*, *detalls*, **General** o **Específic**)

-
- ...
-

2. Desequilibris tipificats

(*Element*, *detalls*, **General** o **Específic**)

-
-
-

3. Restriccions

(*Element*, *detalls*, **General** o **Específic**)

-
-
-

Arribat aquí, després de Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.

Nulla malesuada porttitor diam. Donec felis erat, congue non, volutpat at, tincidunt tristique, libero. Vivamus viverra fermentum felis. Donec nonummy pellentesque ante. Phasellus adipiscing semper elit. Proin fermentum massa ac quam. Sed diam turpis, molestie vitae, placerat a, molestie nec, leo. Maecenas lacinia. Nam ipsum ligula, eleifend at, accumsan nec, suscipit a, ipsum. Morbi blandit ligula feugiat magna. Nunc eleifend consequat lorem. Sed lacinia nulla vitae enim. Pellentesque tincidunt purus vel magna. Integer non enim. Praesent euismod nunc eu purus. Donec bibendum quam in tellus. Nullam cursus pulvinar lectus. Donec et mi. Nam vulputate metus eu enim. Vestibulum pellentesque felis eu massa.

Quisque ullamcorper placerat ipsum. Cras nibh. Morbi vel justo vitae lacus tincidunt ultrices. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. In hac habitasse platea dictumst. Integer tempus convallis augue. Etiam facilisis. Nunc elementum fermentum wisi. Aenean placerat. Ut imperdiet, enim sed gravida sollicitudin, felis odio placerat quam, ac pulvinar elit purus eget enim. Nunc vitae tortor. Proin tempus nibh sit amet nisl. Vivamus quis tortor vitae risus porta vehicula.

Fusce mauris. Vestibulum luctus nibh at lectus. Sed bibendum, nulla a faucibus semper, leo velit ultricies tellus, ac venenatis arcu wisi vel nisl. Vestibulum diam. Aliquam pellentesque, augue quis sagittis posuere, turpis lacus congue quam, in hendrerit risus eros eget felis. Maecenas eget erat in sapien mattis porttitor. Vestibulum porttitor. Nulla facilisi. Sed a turpis eu lacus commodo facilisis. Morbi fringilla, wisi in dignissim interdum, justo lectus sagittis dui, et vehicula libero dui cursus dui. Mauris tempor ligula sed lacus. Duis cursus enim ut augue. Cras ac magna. Cras nulla. Nulla egestas. Curabitur a leo. Quisque egestas wisi eget nunc. Nam feugiat lacus vel est. Curabitur consectetur.

Suspendisse vel felis. Ut lorem lorem, interdum eu, tincidunt sit amet, laoreet vitae, arcu. Aenean faucibus pede eu ante. Praesent enim elit, rutrum at, molestie non, nonummy vel, nisl. Ut lectus eros, malesuada sit amet, fermentum eu, sodales cursus, magna. Donec eu purus. Quisque vehicula, urna sed ultricies auctor, pede lorem egestas dui, et convallis elit erat sed nulla. Donec luctus. Curabitur et nunc. Aliquam dolor odio, commodo pretium, ultricies non, pharetra in, velit. Integer arcu est, nonummy in, fermentum faucibus, egestas vel, odio.

Sed commodo posuere pede. Mauris ut est. Ut quis purus. Sed ac odio. Sed vehicula hendrerit sem. Duis non odio. Morbi ut dui. Sed accumsan risus eget odio. In hac habitasse platea dictumst. Pellentesque non elit. Fusce sed justo eu urna porta tincidunt. Mauris felis odio, sollicitudin sed, volutpat a, ornare ac, erat. Morbi quis dolor. Donec pellentesque, erat ac sagittis semper, nunc dui lobortis purus, quis congue purus metus ultricies tellus. Proin et quam. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos hymenaeos. Praesent sapien turpis, fermentum vel, eleifend faucibus, vehicula eu, lacus.

10

3 Segon model o mètode *optimització*



Na altra forma d'abordar el problema es començar definint què és una **alternativa bona**, donant una mesura explícita de com de bona es una **alternativa**, ja que fins ara s'utilitzava una mesura no definida basada en el coneixement implícit del sistema que tenia el professor que realitzava l'assignació. Donat P el conjunt finit de professors i $o \in N$ el nombre d'assignatures que s'han de distribuir, definim la mesura mencionada com una funció:

$$f : P^o \longrightarrow R$$

tal que com més baix sigui $f(a)$ (donat $a \in P^o$) millor serà l'alternativa a .

Un cop haguem trobat una funció que compleixi això, trobar una alternativa bona passarà a ser un problema d'optimització, el qual tractarem a la secció OPTIMITZACIÓ (*.*).

3.1 Definició de la funció objectiu


Determinar la **funció objectiu** resulta difícil, ja que aquesta està lligada al criteri subjectiu de cada professor. Malgrat això, podem aplicar diverses **restriccions** sobre **alternatives** que estan prohibides pel sistema (com per exemple un professor assignat a dos classes que es realitzin simultàniament), de manera que ens aquests casos la funció donarà infinit. En els altres casos, en els que hem de determinar la qualitat d'una **alternativa factible** ens trobem amb l'ambigüitat que havíem comentat anteriorment, ja que per cada professor aquesta funció seria diferent i hem de balancejar els desitjos d'uns professors amb els dels altres, ja que en molts casos ens trobarem que una **alternativa** que és millor per a uns, és pitjor pels altres. Hi ha diverses possibles sortides a aquesta problemàtica:

1. **Basar-nos en dades Històriques** fent un recull del *historial* de alternatives previes, juntament amb les dades base que es van utilitzar per crear-les, podem intentar trobar la funció implícita que es va utilitzar per crear les alternatives. És a dir, buscar, utilitzant aproximadors de funcions, una funció sobre les dades base tal que, al optimitzar-la sobre cada un dels conjunts de dades base de cada any, doni una alternativa el més semblant possible a la solució que es va utilitzar aquell any.
2. **Obtenció de dades mitjançant enquesta** preguntant als professors directament que valoren més i creant una funció de forma artesanal basant-nos en els resultats.
3. **Funcions personalitzables** a nivell individual per cada professor. A partir d'aquestes funcions individuals podem crear una funció global que estigui formada per un sumatori d'aquestes funcions tal que al optimitzar aquesta funció global estarem optimitzant les funcions individuals en conjunt.

3.2 Optimització

Optimitzar aquesta funció resulta un problema molt difícil, ja que tenim unes $\approx 100^{500}$ ⁹. Inicialment vam utilitzar *Simulated Annealing* amb control de mínims locals per tal d'optimitzar —

4 Model d'assignacions per subhastes

N aquesta secció abordarem la problemàtica d'assignacions mitjançant l'estructura de subhasta, pensant, com en les seccions anteriors, en la seva aplicació final. La intenció és construir un mètode sobre l'estructura de subhasta que permeti donar solució al problema dels repartiments.

4.1 Model Kiwis

4.2 Repartiment kiwis

Per a tal de fer més justa la repartició d'assignatures i de premiar l'esforç del professorat i la qualitat de la seva feina, proposem un model de subhastes on la moneda de canvi, els kiwis, siguin repartits entre els pujadors de la següent manera: Cada professor parteix de 10 Kiwis. Si el professor té acumulat un saldo positiu (ha fet més hores del que li pertoquen en els últims 3 anys) se li sumen 5 Kiwis per cada 10 hores que tingui en el saldo :

- 5 Kiwis per un saldo de 0 a 10h
- 10 Kiwis per un saldo de 11 a 20h
- Etc.

A partir del segon any de l'instauració d'aquest model, si el professor va haver de impartir x matèries que no va triar (assignades mitjançant la funció després de fer totes les subhastes) se li sumaran x Kiwis. A aquells professors que vagin aconseguir més d'un 4.5 de mitjana en les enquestes realitzades per l'alumnat l'any anterior, se li sumaran 30 kiwis.

4.3 Funcionament subhasta

Realitzarem una subhasta per blocs de matèries, cada professor omplirà les caselles de les matèries per les que vulgui pujar d'un pdf amb el valor en kiwis que està disposat a pagar. El preu inicial de cada matèria és de 0 Kiwis, la puja mínima és de 1 Kiwi, i a partir d'aquí es pot augmentar el preu de 0.5 Kiwis en 0.5 Kiwis (és a dir, les pujes vàlides per a una assignatura són: 1K, 1.5K, 2K, 2.5K, 3K, 3.5K, etc.)

Un programa recullirà els resultats i otorgarà cada matèria al major pujador. En cas d'empat, es quedarà la matèria aquell professor qui partís de més kiwis al començament. En cas de tornar a haver empat, la assignatura quedarà lliure amb el valor obtingut com a valor inicial per a la següent subhasta.

D'aquesta manera es realitzaran tres subhastes. (En la última hi haurà la possibilitat de pujar amb Kiwis negatius: els professors poden oferir-se a fer una assignatura a canvi de rebre fins a 5 kiwis a canvi (pujant per -5 Kiwis)).

4.3.1 Revalorització hores

- Suposem que una assignatura s'acaba assignant per un valor > 0 Kiwis (a la pràctica ≥ 1), i que aquesta matèria

⁹Altrament $\approx 10^{1000}$

està valorada en h hores. Aleshores, el valor horari final de l'assignatura serà

$$h' = h - \frac{\text{num.profs.que.han.pujat}}{\text{num.profs.que.han.pujat} + 1} - \frac{\text{preu.en.Kiwis.pagat}}{\text{preu.Kiwis} + 1}$$

Així doncs, el valor final de la matèria pot arribar a ser de fins a dues hores menys del valor inicial h .

- Ara suposem que una assignatura s'acaba assignant per un valor ≤ 0 Kiwis o que directament no s'assigna, i que està valorada en h hores. Aleshores, el valor final de l'assignatura serà:

$$h' = h + 1$$

(Contarà com una hora més).

4.3.2 Assignacions finals

Amb aquesta nova revalorització horària, es repartiran es matèries no assignades mitjançant el mètode de la funció entre els professors que tinguin de moment cobert un valor inferior a $\frac{2M}{3}$ hores, on M són les hores que ha de realitzar aquell professor.

4.4 Aquí va una part de Talloc

4.5 Problemàtiques de les subhastes

Aquí tenim un resum de les problemàtiques que ha de solucionar el model de subhasta que considerem construir

Llista problemàtiques subhastes

1. Les subhastes seran **seqüencials** o **simultànies**?
Ja que les simultànies poden implicar un **bloqueig de moneda** i les seqüencials poden implicar la inviabilitat de les **sol·licituds condicionals** i (*** no recorde ***), almenys *a priori*.
2. Com assignem les assignatures que no ha sol·licitat ningú?
3. Les situacions de condicionals, com ara la puja de fer una assignatura condicionada a si és compleix una condició. Per exemple impartir amb un docent amb qui es té *bon tracte*, o bé tenir interès en un conjunt d'assignatures com a global i no per separat, és a dir, per conveniència horària
4. Cas pràctic. Elegir assignatures per conveniència horària més que per preferència de la matèria a impartir, sota la suposició de ser un criteri raonable i *comú* en les dades històriques. Per exemple voler impartir classe el menor nombre de dies per dificultats en el transport.
5. Tot sistema que incentivi a mentir afavorirà la especulació que farà poc **eficient** l'assignació final.
6. Una assignació **optima** en tot cas haurà de minimitzar la diferencia entre les **hores reals** i les hores ideals.
7. Com desitgem una **revaloració**^a de cada matèria docent subhastada assumim que ha de ser necessari que la subhasta influeixi en el valor final de cada assignatura, en principi el valor en hores s'haurà de modificar.
8. Situació de empat. En cas de **subhasta simultània**.

^aQue pot ser la mateixa o no.

4.6 Construcció primer model

De forma constructiva, i aprofitant la subsecció prèvia, construirem un model que compleixi les condicions de la llista anterior.

4.7 Model nasi

- Subhastes multidimensionals en que es tenen en compte diverses coses per a decidir el guanyador de la subhasta
- Els professors poden fer pujades condicionades sobre els resultats d'altres subhastes
- Al finalitzar subhastes els seus resultats són propagats a altres subhastes passades on hi havia pujades condicionades sobre el resultat de la subhasta actual -> Subhastes passades actualitzen el seu resultat i el propaguen.

- Realitzem subhastes -> Eliminem assignacions que sobrepassin hores -> Realitzem subhastes -> ...

Algoritme

1. Els professors entren totes les seves pujes (que poden estar condicionades sobre altres pujes)
2. Executar totes les subhastes una rere l'altra. En cas de trobar un apuja condicionada sobre una subhasta que no s'ha executat es considera la puja com a bona i s'executa la subhasta com si fos una puja normal, després es fa una anotació marcant que aquesta puja depèn de els resultats futurs d'una altra subhasta futura. Quan l'altra subhasta s'executi, al obtenir els resultats es revisita la subhasta dependent i, en cas que la puja condicional ja no sigui vàlida, aquesta subhasta és tornar a executar ignorant la puja invalidada. Aquestes invalidacions es propaguen sobre totes les subhastes dependents.
3. Buscar els professors als que els hi ha sigut assignat assignatures que superen el nombre d'hores que haurien de realitzar, desassignar-lis suficients assignatures com per a que el nombre d'hores totals de les assignatures assignades a ells sigui semblant al nombre d'hores que han de fer. A continuació, aquests professors, les seves pujes i les assignatures que encara tenen assignades són eliminats del sistema.
4. Si en el pas anterior s'han eliminat professors del sistema tornar al pas 2. En cas contrari, ja hem acabat i l'assignació final ja està feta (queda assignar les assignatures que no ha volgut ningú i vigilar que no hi hagi professors que hagin quedat amb molt poques assignatures assignades)

ñ

Apèndix

1. Paràmetres a optimitzar (com a criteris)

- La diferencia entre el nombre d'hores que *hauria de fer* un professor i les hores que *finalment farà* ha de ser el més petita possible. Considerem que és l'estat més ideal. **(minimitzar)**
- La quantitat d'assignatures assignades a cada professor ha de ser baixa. Per evitar el cas de que part del professorat tingui un nombre elevat de matèries a impartir, malgrat contini poc cadascuna ja que puntualment és pot tenir un sobreplem de treball. **(minimitzar)**
- L'assignació de les assignatures entre el professorat s'hauria d'acostar el màxim possible a les sol·licituds particulars demandades. L'elecció ja és justificació prou per argumentar que és una **alternativa** desitjable. **(maximitzar)**
-

2. Restriccions (com a criteris)

- No pot haver solapament d'hores entre les assignatures que ha d'impartir un mateix docent. En essència això evita entre d'altres coses que un mateix docent hages d'estar a dos llocs diferents alhora. **(Restricció de existència)**
- El interval de temps entre el final d'una sessió de treball i el inici d'una altra, impartides per un mateix professional docent, a diferents facultats ha de ser major o igual a 20 minuts. Un model que no contempli la pèrdua de temps en efectuar desplaçaments físics difícilment serà eficient i probablement precari. **(Restricció d'ordre)**
- Les assignatures dels graus:
 - (a) Grau de Matemàtiques.
 - (b) Grau d'Estadística Aplicada.
 - (c) Grau de Matemàtica Computacional i Analítica de Dades.

No podran ser impartides pel mateix docent durant més de tres anys seguits. Aquesta restricció té justificació per imposició de dades històriques i pràctiques. **(Restricció d'ordre)**

- . . **(minimitzar)**
- La resta d'assignatures dels vint-i-sis graus restants estarà limitada a quatre anys seguits de docència per un mateix docent. Això per una banda implica un compromís de cara a la matèria impartida per cada docent, i per altra banda garanteix una estabilitat en el temari impartit de cara als estudiants. **(Restricció d'ordre)**
- Les matèries dels cursos tercer i quart impartides als tres graus propis del departament ¹⁰. Sols podran ser impartides per docents que pertanyin a la

¹⁰Grau de Matemàtiques, grau d'Estadística Aplicada, grau de Matemàtica Computacional i Analítica de Dades

unitat/subdepartament més proper a la matèria. La justificació és prou raonable, donada la actual *especificació* inherent a la ciència en la actualitat. Un exemple seria que l'assignatura de Topologia sols pot ser impartida per docents de *l'unitat o subdepartament* de Geometria i Topologia ¹¹. **(Restricció d'ordre)**

Dogmes de criteris

Referències

- [1] H. A. TAHA, *Investigación de operaciones, 7a edición*. University of Arkansas, Fayetteville: Pearson educación, 2004 ISBN: 970-26-0498-2. En el capítol 1 pàgines 1-10 és defineixen la majoria de conceptes tècnics de modelització que fem servir.
- [2] D. autors, "> el departament." <https://www.uab.cat/web/departament-de-matematiques/-1194422425366.html>, Abril de 2019. Pàgina web del Departament de Matemàtiques de l'Universitat Autònoma de Barcelona.

¹¹Veure secció de *model actual*.