



Diversitat de **BiDes**

15es JORNADES CATALANES D'INFORMACIÓ I DOCUMENTACIÓ

Barcelona, 10 i 11 de maig de 2018

Programació matemàtica en biblioteques: primera proposta d'àrees d'actuació

Mina Nabona-Jassans

Estudiant del doctorat d'Informació i Comunicació

Universitat de Barcelona. Facultat de Biblioteconomia i Documentació

mnabonja7@alumnes.ub.edu | T 677 782 781

Carina Rey Martín

Professora titular

Universitat de Barcelona. Facultat de Biblioteconomia i Documentació

carina.rey@ub.edu | T 93 403 5778

Resum

Es comparteixen resultats d'una recerca en curs centrada en proposar tècniques de l'àrea de coneixement de la Investigació Operativa (IO), utilitzades profusament en altres camps, per resoldre aspectes de la gestió de les biblioteques. Per alguns dels problemes detectats s'aplica la programació lineal, una de les eines de la IO, mitjançant un llenguatge de modelització, en el nostre cas AMPL. Els llenguatges de modelització poden facilitar enormement la preparació de les dades, la connexió amb un resolutor i la presentació i interpretació dels resultats òptims, que són els millors possibles ateses les condicions del problema. En el futur s'espera sumar evidències d'utilització d'aquesta i de més tècniques de la IO que puguin ser interessants per a la gestió i operativa de les biblioteques.

Paraules clau

Modelització matemàtica, programació matemàtica, programació lineal, optimització, biblioteques, presa de decisions, gestió de biblioteques, planificació en biblioteques, programació matemàtica en biblioteques, llenguatges de modelització matemàtica

Resumen

Se comparten resultados de una investigación en curso centrada en proponer técnicas del área de conocimiento de la Investigación Operativa (IO), utilizadas profusamente en otros campos, para resolver aspectos de gestión de las bibliotecas. Para algunos de los problemas detectados se aplica la programación lineal, una de las herramientas de la IO, utilizando un lenguaje de modelización, en nuestro caso AMPL. Los lenguajes de modelización pueden facilitar enormemente la preparación de los datos, la conexión con un resolutor y la presentación e interpretación de los resultados óptimos, que son los mejores posibles teniendo en cuenta las condiciones del problema. En el futuro se



15es JORNADES CATALANES D'INFORMACIÓ I DOCUMENTACIÓ

Barcelona, 10 i 11 de maig de 2018

espera sumar evidències de empleo de esta y más técnicas de la IO que puedan ser interesantes para la gestión y operativa de las bibliotecas.

Palabras clave

Modelización matem tica, programación matem tica, programación lineal, optimización, bibliotecas, toma de decisiones, gestión de bibliotecas, planificación en bibliotecas, programación matem tica en bibliotecas, lenguajes de modelización matem tica

Abstract

Results are presented from an ongoing research on the application of Operations Research (OR) techniques, widely employed in other management areas, to solve several library management problems. For a number of these problems, linear programming, which is one of the OR tools, is applied through a modeling language, AMPL in our case. Modeling languages may enormously ease the data preparation, the connection to a solver, and the presentation and the interpretation of the optimal results, which are the best possible given the conditions. Further research will bring about additional evidence on the benefits of OR techniques in library operation and management.

Keywords

Mathematical modeling, mathematical programming, linear programming, optimization, libraries, decision making, library management, library planning, mathematical programming in libraries, modeling languages for mathematical programming

1. Hipòtesi de treball, bibliografia, objectius

Imagineu que us demanen organitzar la rotación dels taulells de referència d'una biblioteca amb membres de l'equip de diferents categories i amb responsabilitats diverses de catalogación on es treballa gairebé a preu fet, i/o responsabilitats de formación d'usuaris, etc. No tothom té la mateixa disponibilitat horària, s'han d'establir un màxim i un mínim de períodes de torn per persona, si a un estudiant de biblioteconomia voluntari li toca taulell cal que hi hagi un bibliotecari de suport, no es poden fer dos torns consecutius... Us veieu en cor de resoldre-ho amb un full de càlcul? De fet el full de càlcul integra una opció que ho fa; en tot cas existeix una eina que podria convenir-vos m s.

Imagineu que cal actualitzar de nou el Mapa de Lectura Pública: l'últim ja té quatre anys¹. Imagineu que voleu saber quina seria la distribució ideal d'equipaments al territori tenint en compte una

¹Mapa de la lectura pública de Catalunya[: actualització 2014][en línia]. Recuperat el 7 de març de 2018 de http://biblioteques.gencat.cat/web/.content/tematic/documents/arxiu/noticies/2014/mlpc_2014.pdf



15es JORNADES CATALANES D'INFORMACIÓ I DOCUMENTACIÓ

Barcelona, 10 i 11 de maig de 2018

distància màxima entre cada habitant i una biblioteca filial i a més la seva central comarcal. O voleu saber quina hauria de ser la distribució òptima tenint en compte els equipaments ja construïts i el pressupost disponible per un període determinat. El problema té diverses condicions, que emanen de recomanacions de l'IFLA i d'estàndards que s'han establert al país. De nou, podem confeccionar el mapa amb un Excel? Segurament no per la quantitat de variables que té el problema. Però hi ha una eina que ens podria ajudar sense escriure pràcticament cap fórmula matemàtica.

L'eina que proposarem és pròpia d'una àrea de coneixement no gaire explorada pel col·lectiu bibliotecari. Destaquem que a nivell internacional es troben evidències del seu ús en el nostre camp. Llistem una selecció de referències recents, per ordre cronològic:

- Una comunicació, "An evolutionary approach to library materials acquisition problems" (Ho, 2010), en la que es discuteix un nou enfoc per a la resolució d'un problema en biblioteques que fins a la data s'hauria resolt només amb l'eina proposada en aquesta comunicació; inicia un debat interessant i proporciona bibliografia molt aprofitable,
- el capítol "Library Operational Research: Time for a New Paradigm?" al volum 33 d'*Advances in Librarianship* (Warwick, 2011), en el que es fa una repassada històrica de la relació de certes tècniques amb la biblioteconomia,
- la secció "Decision aids" al capítol "Decision making" del manual d'Evans & Aire (2013), *Management basics for information professionals*, que comentem més endavant,
- una comunicació, "Analysis on the location of community library based on nationwide reading" (Bo, 2017), presentada al congrés DCABES 2017, basada en un seguit de bibliografia també a considerar i que descriu la solució d'un problema d'ubicació de biblioteques al territori prenent com a mostra un districte de Wuhan, Xina; és un nou exemple d'utilització de l'eina.

Des dels anys 60 hom va trobant testimoni de teoria i ús d'aquesta eina, en especial en manuals de gestió de biblioteques. Ja fetes algunes consultes informals, una qüestió pendent en la nostra recerca és dur a terme una enquesta adreçada als gestors bibliotecaris per esbrinar si l'han fet servir i amb quins resultats, i si s'ha descartat i per quin motiu.

Pot l'eina en qüestió ser útil a la gestió de biblioteques i xarxes de biblioteques, en particular les catalanes? Establerta la pregunta, cal familiaritzar-se amb l'eina i poder fer-la servir. Un aspecte a debatre serà si cal contactar experts perquè la utilitzin per nosaltres en el nostre camp adquirir nosaltres mateixos la destresa a fi de ser autònoms en el seu maneig i control.

La hipòtesi de la nostra investigació i d'aquesta comunicació és que l'eina ens serà útil i que, almenys per a problemes que no impliquin més matemàtiques que les apreses a secundària, l'hauríem de poder emprar nosaltres directament.

Per tant, els objectius en aquesta comunicació són tres:

- a. presentar de manera entenedora, posant-la en valor, una eina utilitzada en molts àmbits que pot ser aplicada en biblioteques, xarxes de biblioteques i centres de decisió, i en qüestions concretes,
- b. fer-ho de manera que els professionals puguin reflexionar sobre possibles àrees d'aplicació en els seus llocs de treball i àmbits de decisió;



- c. obrir el debat sobre com es vol aplicar l'eina en les institucions públiques: si fer-ho contractant empreses externes, o mantenir nosaltres aquest control.

Ens adrecem en particular al col·lectiu de bibliotecaris que tenen responsabilitats de gestió a fi que puguin considerar si seria beneficiós aplicar-la als seus serveis.

2. Conceptes clau: investigació operativa, optimització, programació matemàtica, modelització

En el nostre camp a penes hem sentit a parlar de les tècniques pròpies de la Investigació Operativa (IO). Entre els que sí, sovint aflora el prejudici de que només serveixen per abordar problemes de logística del tipus organització d'un servei de paqueteria, és a dir, morralla que a penes té a veure amb la biblioteconomia. Encara que fos així, la programació matemàtica ja seria prou important, perquè contribuiria a la presa de decisions en àrees com la logística del préstec interbibliotecari. També ens hem trobat amb gestors que coneixen més o menys superficialment la disciplina i indiquen que si el seu servei comptés amb un pressupost generós contractarien un gabinet d'enginyers per a estudiar un problema concret i obtenir un resultat òptim d'aplicació al servei.

Per dominar l'eina que el gabinet d'enginyers utilitza i per la qual ens cobra cal recórrer una corba d'aprenentatge, en la que ens podem iniciar amb un nivell de matemàtiques d'ESO, és a dir, les que cobreixen les necessitats de la lògica del taverner: quants litres de vermut compro, quan i com expandeixo el negoci, a quants i a quins individus poso al taulell en funció de l'afluència de clients al meu local. No són qüestions menors, atès que sostenen gran part de l'activitat de les biblioteques.

La IO és una disciplina amb segles d'història: com a introducció per als profans, la Viquipèdia la defineix com a que "es refereix a l'ús de models matemàtics, estadístics i algorítmics per tal de donar suport a la presa de decisions"² però cal que consultem les versions anglesa³ i francesa⁴ per fer-nos-en una idea més clara i precisa: durant la Segona Guerra Mundial la ciència emergeix i és durant la postguerra que agafa la forma que encara perdura. Avui en dia és àrea de coneixement en diverses universitats i fa servei a empreses i institucions on la seva aplicació és crucial, superant amb escreix el balanç cost-benefici.

La Classificació Decimal Universal l'ha posada al calaixet del 519.8 en la seva vessant teòrica. Apareix també entre les ciències socials, en particular en l'Economia (CDU 330.45), i en la seva vessant més pràctica al principi del 65 (CDU 65.012.122). Els bibliotecaris la identifiquem, la cataloguem i la classifiquem, però potser ens ha passat per alt el seu potencial dins la nostra pròpia especialitat.

La IO no tracta de resoldre problemes trivials. Podem llegir:

²Article que mereix una revisió i ampliació profundes: "Investigació operativa". A *Viquipèdia [català]* [en línia] (s.d.) Recuperat el 6 de febrer de 2018 de https://ca.wikipedia.org/wiki/Investigaci%C3%B3_operativa

³"Operations research". A *Wikipedia [English]* [en línia] (s.d.). Recuperat el 6 de febrer de 2018 de https://en.wikipedia.org/wiki/Operations_research

⁴"Recherche opérationnelle". A *Wikipedia [français]* [en línia] (s.d.). Recuperat el 6 de febrer de 2018 de https://fr.wikipedia.org/wiki/Recherche_op%C3%A9rationnelle



15es JORNADES CATALANES D'INFORMACIÓ I DOCUMENTACIÓ

Barcelona, 10 i 11 de maig de 2018

Lo complejo, a diferencia de lo complicado, no es nada malo: es una característica tanto de la naturaleza como del mundo de las relaciones humanas y sociales. El problema es que, a medida que se percibe la complejidad y la especialización de una organización o sistema, se hace más y más difícil la adopción de decisiones correctas relativas a la asignación de los diferentes recursos disponibles a los distintos subsistemas, en orden a conseguir la mayor eficacia de la organización, concebida como un sistema global. Este tipo de situaciones, y la naturaleza de los problemas que generan, hacen que la toma de decisiones basadas simplemente en el sentido común y la experiencia e intuición de los responsables puedan conducir a auténticas catástrofes. La necesidad de proporcionar un soporte riguroso a esa toma de decisiones ha sido y es el caldo de cultivo necesario para que surgiera y se desarrollara espectacularmente la llamada Investigación Operativa o Investigación de Operaciones. Quede bien entendido que las soluciones aportadas por los métodos y modelos de la Investigación Operativa suponen una ayuda para el decisor, pero compete a éste la adopción de la decisión final, es decir, que el buen juicio, la experiencia y el discernimiento siguen siendo, y confío en que lo serán en el futuro, herramientas clave en el proceso de adopción de decisiones.⁵

La IO inclou diverses tècniques. La majoria d'elles són tècniques d'optimització, tot i que n'hi ha d'altres com la simulació: ara que encara queden biblioteques sense autoprestec, es podrien simular les cues de préstec per reforçar o disminuir el servei, per exemple.

L'optimització, o optimització matemàtica, anomenada també programació matemàtica, és una branca madura de la IO aplicada en molts camps però desconeguda en molts altres, que persegueix la selecció del millor element (respecte d'un criteri determinat) entre un conjunt d'elements disponibles; és a dir, proposa la millor solució d'un problema que en pot tenir diverses.

El problema d'optimització més resolt arreu és l'estimació de l'estat de la xarxa elèctrica, que es resol cada minut en totes les xarxes elèctriques del món i serveix per saber en temps real els valors del transport d'electricitat; cal resoldre'l perquè s'ha de casar la demanda i la distribució d'energia, que no es pot emmagatzemar. També s'optimitza l'assignació de tripulacions d'avions en vols encadenats de companyies aèries. Un altre exemple és la fabricació de pinsos amb vitamines per a l'engreix del bestiar a mínim cost (problema clàssic anomenat *de la dieta*). En l'àmbit dels transports serveix per a la selecció de rutes, és clàssic també el problema de tria de rutes per on han de passar múltiples articles a fi d'arribar a destí amb cost mínim. El denominador comú de totes aquestes aplicacions és la resolució d'un problema a efectes de prendre la millor decisió.

Al seu torn l'optimització se subdivideix en diferents branques segons la naturalesa del problema a resoldre: parlem de programació lineal⁶, real, entera, o mixta, programació no lineal, programació estocàstica, resolució de jocs... En la programació lineal real, la més senzilla i utilitzada, s'optimitza una funció objectiu lineal, és a dir, es minimitza (un cost, unes distàncies...) o es maximitza (un guany, una idoneïtat/utilitat...) complint una sèrie de condicions lineals anomenades

⁵Á. A. Sarabia Viejo, *La investigación operativa: una herramienta para la adopción de decisiones*. (Madrid: UPCO, 1996), p. VIII

⁶Lineal es diu dels problemes en el que la seva regió factible (allà on trobem la solució) és un poliedre convex. Un algorisme de programació lineal troba un punt en el poliedre en el qual aquesta funció té el menor (o major) valor, si existeix tal punt.

constriccions lineals. Com a extensió de la programació lineal però comptant amb diversos escenaris tenim també la programació estocàstica, que també ens podria resultar interessant.

Per a les tècniques de programacions fa servir l'eina de la modelització matemàtica, que simplifica enormement l'escriptura del problema per a la seva resolució mitjançant un resolutor "enganxat" a l'interpret del llenguatge de modelització (també anomenat modelitzador) que haguem decidit utilitzar. Els llenguatges de modelització tenen la seva sintaxi pròpia, que serveix per representar els problemes estalviant-se molta part o part de la notació matemàtica, reduint al mínim els possibles errors de la formulació. En el cas d'aquesta recerca hem triat el llenguatge AMPL per la seva concisió i potència. Podríem haver utilitzat un altre llenguatge, com GAMS, molt estès en l'àmbit de l'economia⁷.

La solució dels problemes depèn de l'existència d'un resolutor lligat a un interpret del llenguatge de modelització escollit. Al contrari que els interprets dels llenguatges de modelització, els resolutors solen ser gratuïts, almenys per a institucions acadèmiques. Amb tot, podem trobar tot aquest software (interprets del llenguatge més resolutors) d'accés lliure a la web NEOS⁸, hostatjada a Estats Units. Però segons ens "creixin" els problemes haurem de subscriure una llicència *ad hoc* perquè per resoldre'ls NEOS posa com a límit una certa quantitat de variables.

3. Àrees d'actuació assajades i compendi de casos

A l'inici de la nostra recerca, l'any 2016, ens vam deixar aconsellar i vam decidir formar-nos en el llenguatge de modelització AMPL perquè ens permetia plantejar els problemes inicials de programació lineal d'una manera senzilla. Vam començar a aprendre a modelitzar amb exercicis que s'havien utilitzat a classe i en exàmens d'assignatures d'optimització que s'impartien en diversos graus i màsters de la UPC. Amb les successives resolucions d'aquests exercicis i la progressiva comprensió de l'estructura dels problemes vam començar a veure quins paral·lels es podien establir amb problemes propis de les biblioteques.

La identificació de problemes a resoldre sorgí de manera natural des dels coneixements que teníem de la realitat de la gestió bibliotecària. Per ordre cronològic, apuntem els següents:

3.1. Repartiment de tasques en una biblioteca acadèmica

Es realitzà un primer model de prova *ex novo* prenent com a inspiració la biblioteca d'Humanitats de la UAB en què es volia efectuar un repartiment de tasques entre una plantilla de treballadors de diferents categories, maximitzant la qualitat dels serveis, expressat a través d'uns coeficients d'utilitat predeterminats. Les dades utilitzades per resoldre el model eren totalment fictícies però

⁷Bo Wan et al. (2017), per resoldre el problema de la ubicació de biblioteques esmentat a l'inici, han utilitzat el software LINGO, no tan potent com AMPL en el sentit de la possibilitat d'expressar relacions complexes entre els conjunts de paràmetres i de variables que defineixen el problema, i en el pas del problema definit al resolutor escollit per a la seva resolució.

⁸<https://neos-server.org/neos/index.html>. Recuperat el 7 de març de 2018



15es JORNADES CATALANES D'INFORMACIÓ I DOCUMENTACIÓ

Barcelona, 10 i 11 de maig de 2018

fruit de la realitat observada feia uns anys. Els coeficients establien l'interès que tenia que cada col·lectiu fes unes tasques determinades, amb valors discrecionals a criteri del director, fictici en aquest cas.

Les tasques incloïen referència a taulell (una tasca en què per exemple també hi participava el director), formació impartida, formació rebuda, catalogació, préstec, etc. El problema contemplava que la realització d'una mateixa tasca per part de personal de tipus diferent es podia realitzar en un diferent nombre d'hores. Per resoldre el problema es van establir dos grups de tasques: catalogació (de donacions i d'exemplars comprats) i no-catalogació. De tasques se'n podrien haver afegit més: assistència a reunions, imprevistos, etc.

La funció objectiu consistia en maximitzar la suma de les unitats catalogades més les tasques de no-catalogació segons les hores dedicades, multiplicades cadascuna pel seu coeficient d'utilitat. S'establien, entre d'altres paràmetres⁹, unes hores màximes que podien ser dedicades a aquestes tasques, per cada col·lectiu al llarg de l'any. Inicialment es va calcular per tot un any, però es va desenvolupar un nou model amb l'horitzó anual descompost en 11 períodes mensuals, amb resultats per mesos. Resultava més fàcil d'aplicar, però en no contemplar l'aleatorietat temporal en l'oferta de formació ni la de l'arribada de donatius per catalogar, denotava un plantejament ingenu. Caldria desenvolupar un nou model amb programació estocàstica que inclogués simultàniament diversos escenaris, una tècnica que encara no utilitzem.

Poques setmanes després de resoldre el model, ens apareixia en una cerca bibliogràfica l'article d'Ashley (1995), que tracta d'una assignació de personal disponible —bibliotecaris i estudiants voluntaris, tots ells amb altres tasques i obligacions— per cobrir les necessitats de servei de taulell en una biblioteca en la qual, cada setmana, s'obre al públic durant 46 períodes d'hora i mitja o dues hores. Les constriccions són: disponibilitat horària, màxim i mínim de períodes de torn i persona, torns fixos, no es poden fer dos torns consecutius, en certes hores si a un estudiant li toca taulell hi ha d'haver un bibliotecari de suport... Per a resoldre el problema no s'empra un modelitzador sinó directament un resolutor (*What's best!*), bolcant els resultats en un full de càlcul que s'actualitza cada setmana i que avui en dia es podria resoldre amb l'opció Solver de l'Excel.

3.2. Redimensionament de plantilla en una xarxa de biblioteques universitàries¹⁰

A partir de març de 2016 i en el marc de la realització de pràctiques del màster en Gestió i Direcció de Biblioteques, l'aleshores directora del CRAI UB proposà crear un model per al redimensionament de la plantilla que no recaigués en l'ús de paràmetres i indicadors tal com s'havia fet fins aleshores. Per qüestió de temps (calia entregar el treball final de màster al juny) i per manca de dades d'unes quantes biblioteques i unitats transversals del CRAI, es realitzà un model de prova amb dades anonimitzades per a una xarxa de quatre biblioteques.

⁹ Els paràmetres, com els conjunts i les dades, s'expressen en AMPL principalment en un arxiu de dades a banda del que conté el model.

¹⁰ Podeu consultar més detalls d'aquest model i de l'anterior a Nabona-Jassans (2016)

El model es basava en un seguit de tasques a complir mensualment per al bon funcionament de les biblioteques, que s'havien de realitzar per part dels seus treballadors i becaris al llarg de les hores de la jornada laboral. Es va demanar als directors dels centres una desiderata de tasques amb les hores que s'hi haurien de dedicar (expressades percentualment). Els conjunts de variables triades, és a dir les incògnites que el resolutor calcularia com a resultat òptim, van ser:

- Atorgament de personal a centres en períodes. Aquests períodes eren de matí, tarda o cap de setmana. Tot i que en el model s'expressava en una única declaració, en realitat corresponia a 528 variables (producte del nombre de centres pel nombre de períodes de servei pel nombre de tipus de personal)
- Hores dedicades de personal a tasques en centres i períodes. Era un conjunt de variables necessari perquè es volien complir les desiderata de cada centre. No es tractava de la dedicació d'un tècnic especialista de biblioteca, sinó de la de tots. Resultava en 3564 variables, producte del nombre de centres pel nombre de períodes pel nombre de parelles d'assignabilitat de tipus de personal a tasques.

Aquest nombre de variables tan gran va fer impossible solucionar el problema amb la plataforma NEOS. La funció objectiu del model minimitzava el cost de la plantilla. Com a bonus es recalculà el model fent la prova d'introduir un coeficient de ponderació per "bona actuació" de les biblioteques en el passat, aprofitant dades de préstec, formació impartida i entrades d'usuaris a cada centre. Aquest coeficient de ponderació afectava a la funció objectiu, però les variacions en el resultat van ser mínimes. Algunes constriccions¹¹ que s'hi van incloure foren

- El total atorgat a centres de cada tipus de personal en cada període, que havia de ser més petit o igual que el nombre de personal de cada col·lectiu atorgable per període
- L'acompliment de la desiderata dels directors, que per cada centre, en cada període i per cada tasca era igual a la suma de les hores dedicades en cada centre i en cada tasca per al personal atorgat assignable a aquella tasca
- La suficiència de les hores disponibles per part del personal atorgat als centres en cada període per a complir totes les desiderata a cada centre
- Els mínims atorgats de personal a centres i períodes, decidits per la direcció segons la tipologia i característiques de cada centre.

Per aplicar els resultats d'aquest model caldria programar l'activitat segons indiquen les variables resoltes. Algunes conclusions sobre els resultats obtinguts serien:

- Imposar becaris, degut a la limitació de les tasques que realitzen, pot implicar que en alguns períodes d'aquests becaris no se n'aprofiti res.
- A diferència d'un model referent a la distribució d'energia, quan creem un model que involucra o tindrà repercussió sobre individus (treballadors de biblioteca, usuaris) podem comprovar que les accions dels humans no acaben de ser previsibles i exactes. En refer aquest model seria molt prudent incloure una tasca "imprevistos" amb una quantitat d'hores important, com també assumir que de les hores treballades durant la jornada n'hi ha algunes que es dediquen a

¹¹ Les constriccions són les condicions que conté l'enunciat del problema i en el model s'expressen rere la funció objectiu.

converses amb els companys i usuaris (“reunions”, “reunions informals”), de contingut generalment laboral, amb les que els caps, en la seva desiderata, sembla que no van comptar.

- Hi pot haver personal candidat a ser itinerant: el resultat atorga personal segons l’existència de tasques a cobrir en centres en determinats períodes, però no tot el personal atorgat tindrà prou tasques al llarg de l’any per cobrir la seva jornada, per tant podria variar de centre.

3.3. Models d’aprenentatge: ubicació de centres sanitaris versus equipaments bibliotecaris

En l’aprenentatge de la programació lineal hem hagut de resoldre problemes de logística i de gestió diversos. Alguns d’aquests problemes ens han semblat traslladables a la realitat bibliotecària. És el cas de la ubicació de casernes de bombers i un altre de centres sanitaris de diferents tipus al territori.

El problema dels centres sanitaris consistia en ubicar-los en poblacions A, B, C... que tenien un determinat nombre d’habitants i distaven entre sí un determinat número de quilòmetres. Els CAPs (amb cost d’1,2 milions d’euros) havien d’estar màxim a 15 km de cada nucli de població i les UUM (unitats d’urgències mèdiques, amb cost de 2 milions d’euros) a no més de 25 km. Si CAP i UUM coincidien en un nucli de població, s’anomenaven SIS (Servei Integrat Sanitari) i el cost es reduïa a 2,5 milions d’euros. Totes les poblacions de més de 10000 habitants havien de tenir un CAP, o un SIS. La funció objectiu del problema havia de minimitzar la despesa.

Com heu endevinat, aquest problema fa pensar en el Mapa de Lectura Pública. Recordeu que l’actual MLP és de 2014. Per confegir-lo de nou es podria modelitzar tenint en compte tots els estàndards i recomanacions que hi han d’incidir. Podria contestar a aquestes incògnites:

- Quines biblioteques públiques falten al territori (Catalunya / vegueries / províncies / comarca a comarca) per a municipis de 3000 hab o més segons un pressupost limitat
- Tenint en compte el pressupost limitat per a lots fundacionals del Servei, punts de prestació bibliotecària segons distància habitant – punt de servei / altres biblioteques (central comarcal / proximitat) que es podrien establir en municipis de menys de 3000 hab, micropobles o nuclis de població
- Quines millores en punts de prestació de servei s’haurien de realitzar
- Contemplar la possibilitat d’emergències: un punt queda inutilitzat, quines alternatives hi ha.

Amb resultats d’aquests càlculs a mà creiem que seria més fàcil negociar pressupostos amb els organismes corresponents i negociar l’obertura o millora d’equipaments amb els ajuntaments, atès que els models proporcionarien arguments sòlids, essent una solució òptima i racional.

Un altre exercici fer seria realitzar el càlcul dels punts de servei en poblacions de menys de 3000 habitants d’una comarca concreta que, per exemple, no té bibliobús ni se n’espera, a partir de les distàncies habitant – punt de servei i condicionat per un pressupost limitat a dos anys, o cinc. Un model d’aquestes característiques podria tenir el següent cronograma estimat:

- 3/4 mesos per a la recollida de dades i criteris, i elaboració d’un model provisional
- 1 mes pel càlcul inicial i introducció de correccions menors al model, i recàlcul



15es JORNADES CATALANES D'INFORMACIÓ I DOCUMENTACIÓ

Barcelona, 10 i 11 de maig de 2018

- 3 setmanes per a l'elaboració de l'informe de resultats
- (sense fixar un període) Fase d'iteracions fins a una solució satisfactòria: reelaboració del model, duració segons el decalatge amb la realitat que s'observi en el model inicial, etc.

La informació necessària per a l'elaboració del model és la que emana de les dades i condiona les constriccions:

- Distància entre nuclis de població en una comarca determinada
- Pressupost (estimat?) del Servei per lots fundacionals i altre suport durant 1, 2, etc. anys. Si es vol un pla quinquennal, cal estimar el pressupost per 5 anys
- Cost assumit pel Servei de la posada en marxa i manteniment dels punts de servei. Què proveeix el Servei?
- Criteris que s'han de complir necessàriament per a l'establiment d'aquests punts: distància màxima habitant – punt de servei, existència o no de transport públic, existència d'una central comarcal a x quilòmetres, ...
- Altres a determinar segons estàndards i recomanacions utilitzats.

Fent cerca bibliogràfica recentment hem trobat la comunicació d'un problema de programació lineal resolt amb el software LINGO en la que es planteja la distribució de biblioteques en districtes de Wuhan, Xina central (Bo, 2017), i en el que els autors fan notar que actualment les biblioteques estan mal distribuïdes i en entorns desfavorables, i per això no tenen prou usuaris.

3.4. Model a l'obrador: nodes de préstec interbibliotecari a les biblioteques públiques de Catalunya

Recentment hem contactat amb els responsables del CePSE¹² a fi d'elaborar un model per establir els nodes del préstec interbibliotecari a nivell de Catalunya, aprofitant una possible unificació del PI públic català més Andorra. Una manera diferent de l'actual per l'establiment de nodes seria tenir en compte

- La demanda de préstec interbibliotecari des de cada biblioteca (una biblioteca que demani molt potser no té una política de la col·lecció adequada)
- L'expedició de préstec interbibliotecari des de cada biblioteca
- Constriccions: almenys una biblioteca node per cada població amb més d'una biblioteca

Caldria minimitzar la quantitat de nodes sense disminuir el servei, atès que l'empresa concessionària de la missatgeria cobra per node. Com a resultat, hauríem d'obtenir quines biblioteques són nodes de PI, i de quina categoria (expedicions un cop, dos o tres a la setmana).

Seria un model que s'hauria d'anar recalculant periòdicament cada cop que s'actualitzin les dades.

¹²Més informació a: <http://biblioteques.gencat.cat/ca/professionals/cepse/>, recuperat el 7 de març de 2018



Com els recentment exposats, els problemes a resoldre amb programació lineal acostumen a tenir el que s'anomena "estructura": les dades estan organitzades i fortament interrelacionades en els paràmetres i conjunts declarats. La utilització d'un modelitzador, com AMPL, és essencial en aquest tipus de problemes, perquè permet treure un gran profit de la seva estructura, simplificant enormement l'expressió de la funció objectiu i de les constriccions a tenir en compte. L'estructura significa la possibilitat de trobar que entre els paràmetres i les variables hi ha subgrups d'aquests definits en els elements d'un o de diversos conjunts¹³.

Els problemes modelitzables són sempre quantificables, o bé s'han de poder quantificar assignant per exemple un coeficient d'utilitat a cada alternativa. "Quantificables" també pot significar que tenen variables binàries (resultat 1 o 0: sí/no).

Pel que fa a la quantitat i qualitat de dades que informen el problema, AMPL permet la seva importació de manera senzilla, és a dir: podem resoldre amb AMPL casos que impliquin grans volums de dades, per començar les que emanen dels sistemes integrats de gestió bibliotecària.

3.5. Compendi de casos modelitzables en biblioteques

- Mapa de Lectura Pública: pot representar una novetat a Catalunya tot i que en el camp de la seva programació lineal transita per un camí molt fressat
- Rutes dels bibliobusos
- Organització del servei en una biblioteca: dimensionament de plantilla, horaris anuals per cada treballador, quadrants setmanals, rotació en taulells
- Nodes de préstec interbibliotecari: encara queden anys perquè el PI s'efectuï amb drons (pels que també caldrà programar rutes i establir el nombre de drons), per tant pot resultar interessant modelitzar-ho
- Optimització de les cartes de servei i la concreció de compromisos, i establiment d'objectius realistes a partir del rendiment esperat de les unitats d'informació, en funció dels recursos disponibles
- Gestió de l'esporgada i adquisicions, fent espai a sala i/o utilitzant un dipòsit/magatzem extern o bé a l'equipament. D'aspectes d'aquest cas també se'n troba bibliografia específica per a biblioteques (Ho, 2010)
- Gestió anual del pressupost no finalista en un sistema multibiblioteca. Distribució del pressupost segons la necessitat de contractar més becaris, comprar més o menys llibres, reparació de manteniment (cost fix, variable binària la fas/no la fas)... constriccions de l'estil si no faig això no podré fer allò, utilitat alta o més baixa (s'han de mullar els directors) de certes despeses...
- "a decision tree might apply to a library situation (...) of how to increase access to a growing volume of serial publications in an environment of limited funding"¹⁴: també és un problema expressable amb programació lineal amb variables mixtes reals i binàries (0/1)

¹³AMPL, i per tant la programació lineal, permeten resoldre també problemes sense estructura

¹⁴A la secció "Decision aids" d'Evans & Alire (2013), final de la p. 172. Els autors ho classifiquen com a problema a solucionar mitjançant un arbre de decisions.

- ... tots els que la vostra experiència com a gestors us permeti afegir.

4. Limitació de la modelització i febleses a Catalunya

D'antuvi expressem la limitació intrínseca de la programació lineal: només es pot realitzar si el problema és quantificable. Aquesta és la principal limitació, però, com ja hem dit, la podem superar atorgant utilitats o coeficients d'interès a les activitats que modelitzem. En tot cas la referència a l'optimització com a ajuda a la presa de decisions al manual d'Evans & Alire (2013) així ho recull; el comentari conté alguns errors evidents propis de qui no està familiaritzat amb la tècnica. La negreta és nostra:

Other quantitative aids are useful as well, including **linear programming**, simulation modeling, queuing theory, decision tree, matrix algebra, and linear mathematical equations—all forms of operational research techniques. To use linear programming, the circumstances must meet several conditions. First, there must be a definite objective, and the manager must be able to express the objective **in a quantifiable way: money, time, or quantity**. Second, the variables that will affect the outcome must have a linear relationship. Third, restrictions on variables must be present (otherwise, this approach would not be necessary). **Linear programming is very mechanical**; most library processes do not have a linear relationship. **Even in the circulation of items in the collection**—the most obvious place to apply the technique—there are enough variations in terms of work to make the application of quantifiable methods difficult.

Des de la perspectiva de la IO la secció “Decision aids” apareix com a poc informada i desorientadora, tenint en compte que pertany a la tercera edició (2013). Hi hauria d'haver una distinció clara entre problemes de mineria de dades i problemes de presa de decisions, i entre què pot aportar la simulació, i el que pot aportar l'optimització, i entre problemes de cues i problemes amb paràmetres aleatoris. No s'esmenta la programació estocàstica¹⁵, desenvolupada, publicada i emprada en moltes àrees des de mitjans dels anys 90, quan es pretén tractar problemes amb paràmetres aleatoris. A l'inici de la cita hi ha una barreja incoherent de tècniques aplicables a tipus de problemes molt diferents, junt amb conceptes bàsics, presents en alguna de les tècniques, i d'altres que formen part de tècniques no esmentades. Destaquem:

- “Linear programming is very mechanical”, certament, tots els algorismes d'optimització ho són, ja és això
- “most library processes do not have a linear relationship”, força discutible: hi ha molts problemes de gestió —que no difereixen gens dels que es plantegen i resolen en moltíssimes empreses i institucions públiques i privades— que són lineals, com ara la gestió del personal al llarg del temps, per als quals s'usa la programació lineal real i/o entera o binària
- no s'esmenta l'optimització a través de llenguatges de modelització, disponibles des dels inicis dels 90.

Pel que fa a les febleses, una de rellevant seria que no es garantís que els models realitzats en centres i xarxes del nostre àmbit passin a ser propietat del Sistema Bibliotecari de Catalunya a fi de

¹⁵ Matèria a aprendre després de la programació lineal.

poder ser recuperats, reutilitzats i modificats per aplicar-los a altres biblioteques del sistema, models fets a iniciativa de professionals que treballen en biblioteques o mitjançant transferència de tecnologia des de la universitat. Aquest punt entronca amb l'abaratiment del cost que suposa reutilitzar un model i depèn estretament d'a qui confiem un projecte de modelització, si el software resultant es patenta o bé es diposita en una caixa comuna d'eines, recursos, etc i, el més important, si el Sistema Bibliotecari de Catalunya és un ens cohesionat que vetlla pel desenvolupament de tots els seus integrants. Ho anotem aquí a fi d'obrir el debat.

La principal feblesa de la modelització a Catalunya, però, rau en que no coneixem bibliotecaris catalans formats en programació lineal. Si es vol apostar per l'optimització a les biblioteques, caldria que s'assolís una massa crítica de bibliotecaris modelitzadors que adaptessin i/o creessin models específics per a les biblioteques catalanes. Aquest requisit no és inabastable, atès que la mentalitat analítica imprescindible per elaborar els models juntament amb la sintètica necessària per codificar-ho en un llenguatge de modelització, no és molt diferent del que es necessita per catalogar bé, una tècnica de dificultat anàloga.

Però potser la màxima feblesa de la modelització és que en aquest moment exigeix un canvi de percepció, cultural, del col·lectiu respecte a un mètode quantitatiu com el de la programació lineal.

5. Equilibri cost-benefici

Com en el cas dels bibliotecaris que han après a catalogar al llarg de cursos i de pràctica, l'opció de fer-se modelitzador té un cost, que consisteix en resseguir una corba d'aprenentatge, però alhora un gran benefici: qui coneix els problemes de la rotació de taulells i del mapa de lectura pública són els bibliotecaris, qui millor pot resoldre aquests problemes a partir del coneixement inherent de la seva professió som els bibliotecaris, que hem col·laborat amb altres professionals com quan implementem un nou catàleg o quan interactuem amb els responsables d'informàtica, però sabem que seria més econòmic (en l'ampli sentit del terme) si ho poguéssim autogestionar.

Per aprendre modelització matemàtica no cal cursarel màster d'Estadística i Investigació Operativa. La majoria de casos de programació lineal només requereixen la lògica del taverner (sumar, restar i multiplicar) i per resoldre'ls cal aprendre un llenguatge de modelització com AMPL. Hom podria iniciar-s'hi en una assignatura d'un curs acadèmic dins del grau o del màster de Gestió i Direcció.

Pel que fa a l'equilibri cost-benefici de l'elaboració i implementació dels models, tenim en compte:

Costos:

- Aprenentatge de la modelització: temps
- Elaboració dels models: temps per a la recollida de dades (pot superar el temps d'elaboració del model), temps per a elaborar models de prova i iterar la dinàmica assaig-error
- Subscripció d'una llicència per a la interpretació del llenguatge de modelització previ al càlcul del model
- Implementació i revisió dels models, traduït en més temps.



15es JORNADES CATALANES D'INFORMACIÓ I DOCUMENTACIÓ

Barcelona, 10 i 11 de maig de 2018

Beneficis:

- Optimització de processos i serveis, la gestió bibliotecària optimitza la seva despesa a fi d'estalviar per poder reinvertir en altres projectes
- Un model acabat amb el seu informe corresponent, encara que no s'implementi, com a document valuós per negociar pressupostos, altres millores...
- Un model reutilitzat x vegades va veient disminuir el seu cost també y vegades, segons una corba asimptòtica descendent
- El procés d'elaboració del model comporta l'adquisició d'una visió global del problema molt més comprensiva, havent identificat variables, paràmetres, conjunts, ... que permet apreciar la relació entre els distints factors i condicionants. Encara que el model no s'acabi implementant, haurem adquirit un coneixement complet i precís de la situació
- Impacte de la modelització en processos de presa de decisions en planificació, avaluació, i excel·lència i qualitat. La presa de decisions recolzades en la modelització matemàtica contribueix a poder rendir comptes amb economia i racionalitat
- (La imatge també pesa:) la gestió bibliotecària reforça la seva faceta científica en aspectes de gestió.

Mai el cost de l'elaboració d'un model hauria de superar el benefici que comporta. Si el resultat de la modelització, per exemple, de qualsevol aspecte del Mapa de Lectura Pública ha de quedar en un calaix, no cal posar-s'hi. Però si el resultat del model, encara que no s'implementi, ha de servir per comparar el que tenim amb el resultat de la modelització, ja és un benefici. En altres àmbits, com en el cas de les empreses energètiques que produeixen i distribueixen electricitat, els resultats dels models s'apliquen perquè se sap que el resultat de la modelització són les rutes o les ràtios de producció òptimes, i el benefici d'implementar els models és considerable. En canvi, models bibliotecaris poden ser difícilíssims d'implementar per raons polítiques, com el cas d'aquell alcalde que vol que el seu municipi tingui un súper equipament encara que serà infrautilitzat, etc.

6. Conclusions

No cal modelitzar tots els problemes que s'esdevenen en la gestió de biblioteques, només aquells que tinguin un número suficient de variables que faci impossible solucionar-los a mà.

Si fem l'exercici d'identificar problemes susceptibles de ser resolts amb programació lineal, ens podem trobar amb problemes que no s'han plantejat mai, segurament a causa de no conèixer que hi ha tècniques amb eines que permeten resoldre'ls. Són els típics problemes que es resolten per aproximació i en els que se solen tenir en compte indicadors i estàndards, o bé per absolució, és a dir, no fent res.

Després d'haver trobat diverses evidències que ens permeten afirmar que és una pràctica que s'ha considerat en biblioteques d'arreu del món, podem dir que la modelització matemàtica, eina pròpia de l'optimització, que al seu torn forma part de l'àrea de coneixement de la IO, pot ser incorporada amb èxit en les dinàmiques de decisió de les institucions que organitzen i planifiquen els serveis

bibliotecaris de Catalunya, i també les mateixes biblioteques, a fi d'optimitzar aspectes de gestió. És a dir, tota aquella pràctica mancada de glamur a partir d'estàndards, indicadors, paràmetres, etc.— destinada a establir rotacions de taulell, quadrants setmanals, dimensionament de plantilles, racionalització de les adquisicions, ubicació de biblioteques al territori, nodes per al préstec interbibliotecari, i també optimització de les cartes de servei— pot beneficiar-se molt de que uns quants bibliotecaris —íntims coneixedors de les biblioteques, és a dir, dels problemes— aprenguin el que anomenem senzillament “modelitzar”, usant un llenguatge de modelització matemàtica.

En resum, pot ser oportú que, en primera instància, una part dels bibliotecaris amb perfil gestor (i amb mentalitat analítica i afició als llenguatges codificats) doni una oportunitat a l'aplicació de l'optimització en la seva pràctica bibliotecària.

Referències

- Ashley, D. W. “A spreadsheet optimization system for library staff scheduling”. *Computers & Operations Research*, 22(6) (1995), p. 615-624. Doi:10.1016/0305-0548(94)00041-6
- Bo, W.; Qin, C.; Jin-Ru, Z. “Analysis on the Location of Community Library Based on Nationwide Reading”. A: *16th International Symposium on Distributed Computing and Applications to Business, Engineering and Science (DCABES)*. IEEE, 2017, p. 88-92. Doi: 10.1109/DCABES.2017.26
- Evans, G. Edward; Alire, Camila A. “Decision making”. A: *Management basics for information professionals*. 3a ed. London: Facet, 2013, p. 157-176
- Fourer, R., Gay, D.M.; Kernighan, B.W. *AMPL: a modeling language for mathematical programming*. Thomson, Brooks/Cole, 2003
- Ho, Tsu-Feng et al. “An evolutionary approach to library materials acquisition problems”. A: *5th IEEE International Conference Intelligent Systems*. IEEE, 2010, p. 450-455. Doi: 10.1109/IS.2010.5548400
- Nabona Jassans, Mina. *Introducció a la modelització, una eina per a la presa de decisions: un cas al CRAI de la Universitat de Barcelona*. [Treball final de màster dirigit per Carina Rey i Josep Àngel Borràs]. Universitat de Barcelona, 2016. En línia: <http://hdl.handle.net/2445/108493>
- Nabona-Jassans, Mina; Rey Martín, Carina; Ferrer Torrens, Adelaida. *Modelización matemática aplicada a la gestión de bibliotecas* [pòster]. XV Jornadas Españolas de Información y Documentación (Fesabid, 2017). En línia: http://eprints.rclis.org/32390/1/JEID17_MNJ_poster_modelizacion_v.pdf
- Nabona-Jassans, Mina; Rey Martín, Carina. “Sentit i utilitat de l'optimització a les biblioteques mitjançant llenguatges de modelització”. *Ítem*. Núm. 63 (2018) [en premsa]
- Warwick, Jonathan. "Library Operational Research: Time for a New Paradigm?" *Advances in Librarianship*. 2011. V. 33, p. 3-29. En línia: [https://doi.org/10.1108/S0065-2830\(2011\)0000033004](https://doi.org/10.1108/S0065-2830(2011)0000033004)