

Doctorado en Economía Interuniversitario

# DEcIDE

Interuniversity Doctorate in Economics



UNIVERSITAS  
Miguel Hernández



UNED



Universitat d'Alacant  
Universidad de Alicante

## VII Jornadas de Doctorado y Seminarios Novel

7 -8 Noviembre 2022  
UMH - ELX

[www.doctoradodecide.com](http://www.doctoradodecide.com)



# Tourism distribution at competing destinations. Mobility changes and relocation

Isabel P. Albaladejo, Fuensanta Arnauldos, María Pilar Martínez-García  
*Departamento de Métodos Cuantitativos para la Economía (Universidad de Murcia)*

We present a dynamic model of competing destinations to study the agglomeration and dispersion forces driving long-run geographical distribution of tourism. The relative strength of these forces determines whether tourism is agglomerated at one destination or is more dispersed. Economies of scale in the tourism industry favour agglomeration while tourists' preference for local tourist attractions and local services is conducive to dispersion. If returns to scale approach constant and tourists do not appreciate local goods, the interaction between the two destinations disappears and our model converges to the well-known Tourism Area Life Cycle model. By contrast, if destinations interact and the price sensitivity of tourists is low enough to offset the economies of scale that induce firms to agglomerate, the sharing of tourism between the two destinations is stable. Otherwise tourism tends to agglomerate in one destination. Tourism policies interfere with the agglomeration and dispersion forces and could induce tourist relocation. We calibrate the model with real data before and after the restrictions in force during the pandemic in 2020 and 2021 and those derived from the war in Ukraine.

**Keywords:** New Economic Geography, Tourism Area Life cycle (TALC), Footloose capital model, Tourism with mobility restrictions and capacity limits

**Motivation.** The geographical distribution of tourism across the world is not even. Tourism occupation rates at very similar destinations can be very different, as observed, for example, at Mediterranean coast destinations. Tourist areas face agglomeration and dispersion forces, the relative importance of which leads endogenously to a specific distribution of tourism. Understanding how these forces work is essential in estimating the consequences of specific policy measures. This is the purpose of the model with two competing destinations proposed in this paper, where the traditional forces of New Economic Geography (NEG) models drive both tourist flows and relocation of firms.

**Research methodology.** This paper presents a dynamic model in which tourists travel to a destination to demand not only tourism services, but also local services plus environmental and intangible goods specific of the destination visited. Tourists have to travel to a tourist destination to consume these goods and services, and tourist firms must invest in the destination to produce tourism services. An increase in the number of tourists at a destination increases its value for the tourism industry, attracting more firms. This in turn increases the attractiveness of the destination for future tourists. In contrast with these agglomeration processes, increased visitor numbers lead to increases in local prices, and this fosters the dispersion of tourism.

The evolution of tourism is a key research area in tourism economics. The Tourism Area Life Cycle (TALC) theory (Butler, 1980) is one of the most widely accepted tools for explaining the evolution of a tourist destination in a purely theoretical framework. At its core is the word of mouth effect, by which a visitor might induce a potential tourist to visit the destination. Some empirical studies, however, challenge the theory and highlight the need to introduce new elements. Economic factors such as the organization of the industry, the market structure and agglomeration externalities need to be taken into account. The TALC theory can be enriched with these concepts from NEG literature. As we prove in this paper, agglomeration economies build interconnections between tourist destinations. They are no longer isolated. Any change in one destination, e.g. an increase or decrease in the supply of services and goods, and any political measure or restriction on the number of tourist arrivals may affect, not only the evolution of that specific destination, but also that of other competing destinations, with long-lasting consequences.

The model has some similarities with the Footloose Capital model and with the Core-periphery model in NEG literature, although differences with both of them can be found on it. Despite the similarities, our model does not fit into NEG literature. Our industrial products are not tradable between regions and trade costs play no role. Even so, the location of tourism firms matters. Note that tourists must travel to a destination to consume tourism and local goods and it is tourism that turns goods that cannot be traded internationally in any other way into tradable goods. Differences between regions in tourism occupation drive the relocation of firms. Some of the tourism policies implemented by regional authorities directly

affect firms' capital returns, while others affect the satisfaction of tourists or have mixed effects. For this reason, pure Footloose Capital or Core-periphery models are not suitable ways to represent competition for tourism between destinations. However, their tools from industrial organisation theory can help formalise the interregional mobility of tourism.

**Some results.** Our model broadens the well known TALC theory, with competing destinations being taken into account. We prove in our baseline model that if economies of scale in the tourism industry become constant and tourists do not appreciate the local good, interaction between destinations vanishes and a logistical growth of tourism at each destination arises, as predicted by the conventional TALC theory. However, if there are economies of scale and a share of expenditure is devoted to purchasing the local good, the evolutions of tourism at each destination interact. Our model brings this interaction into the TALC model. It simultaneously includes time and geography, giving the TALC theory a spatial component that enables tourism flows between destinations to be studied.

Our baseline model assumes that agents (tourists and capitalists) take their decisions in a decentralized setting. The equilibrium is the result of the interaction of individual actions. A regional authority could implement policies that steer the destination in a certain direction. For example, the regional authority could force capacity restrictions to avoid overtourism and environmental degradation. The creation of a new transport route could induce mobility changes that affect tourist arrivals at a destination. The recent measures to control the pandemic and the consequences of the war in Ukraine had led to instability and new equilibria can appear. The relocation of tourists induced by these measures can be studied in our model, and we present also an extended version of the model to include them. Both, restrictions in the mobility patterns, and situations in which the capacities at destinations are limited as they were during the pandemic to ensure social distancing, or as they are when trying to reduce the environmental degradation of destinations and inconvenience for residents, are considered.

We also compare the theoretical implications of our model with the empirical evidence. We briefly discuss the consistency of the model with the observed shares of tourism in Catalonia and the Balearic Islands during the pandemic. Taking into account the share of Russian tourists in countries such as Spain, Greece and Turkey, we also analyse the consequences of the closure of airspaces in Spain and Greece in terms of the relocation of Russian tourism. Finally, we consider the consequences of the different curfews and capacity restrictions in place in Catalonia and Madrid during the Easter period in 2021.

**Conclusions.** We propose a geography-based dynamic tourism model to explain the long-run equilibrium distribution of international tourism between two competing destinations. This model is consistent with the well established Tourism Area Life Cycle theory, that can be obtained as a limit situation from the model. In our model we find that economies of scale in the tourism industry and the price index elasticity of the utility of tourists are key parameters for the long-run equilibrium. Economies of scale and price elasticity work in favour of agglomeration, as occurred in pre-pandemic times, when overtourism was of great concern among tourism economists. If economies of scale are lower or tourists are not so sensitive to price changes, tourism tends to be evenly distributed between the two regions, and the share of tourism is higher in the nicer or larger region or in the region with the lower prices.

We show that the model can be used to examine the effects of some policy measures, such as capacity restrictions and mobility changes. We find that the shares of tourists and tourism firms in the region that imposes/suffers restrictions are lower than in the baseline model with no constraints and the number of tourists per firm in that region is higher than the average at equilibrium. Motivated by the covid-19 measures and the outbreak of the war in Ukraine, we calibrate our model with the data available for specific competing destinations: Catalonia versus the Balearic Islands, Spain and Greece versus Turkey and Catalonia versus Madrid. All three cases support and demonstrate the applicability of our model in different settings.

**Brief bibliography.** Selected papers.

Albaladejo, I, Gonzalez-Martinez, M.I. and Martinez-Garcia, M.P. (2020) A double life cycle in tourism arrivals to Spain: an unit root tests with gradual change analysis. *Journal of Destination Marketing & Management* 18, 100497.

Baldwin R., Forslid R., Martin P., Ottaviano G.I.P., Robert-Nicoud F (2003). *Economic Geography and Public Policy*. Princeton University Press, Princeton

Butler, R.W. (1980) The concept of a tourist area cycle of evolution: implications for management of resources, *Canadian Geographer*, 24(1), 5–12.

Coles, T., Liasidou, S., and Shaw, G. (2008) Tourism and new economic geography: Issues and challenges in moving from advocacy to adoption, *Journal Of Travel & Tourism Marketing*, 25, 312-324.

Fujita, M., Krugman, P. R., & Venables, A. (1999). *The spatial economy: Cities, regions, and international trade*. MIT press.

Krugman, Paul. (1991) Increasing returns and economic geography. *Journal of Political Economy*, 99: 483-499.

Lundtorp, S., Wanhill, S. (2001), 'The resort life cycle theory. Generating processes and estimation', *Annals of Tourism Research*, Vol 28, No 4, pp 947–964.

## Title: A new methodology based on unsupervised machine learning for the estimation of frontiers of best practices

**Authors:** Raul Moragues<sup>1,2</sup>, Juan Aparicio<sup>1</sup>, Miriam Esteve<sup>1</sup>

**Thesis director:** Lidia Ortiz<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro de Investigación Operativa (CIO), Universidad Miguel Hernández (UMH), Elche

<sup>2</sup>Programa de Doctorado en Economía DEClDE

**Abstract keywords:** Data envelopment analysis; Unsupervised machine learning; Support Vector Machines; Frontier analysis; Technical efficiency; Economic application

**JEL Codes:** D24 (Production • Cost • Capital • Capital, Total Factor, and Multifactor Productivity • Capacity), C14 (Semiparametric and Nonparametric Methods: General)

**Abstract:** In this paper, a new unsupervised machine learning-based approach is introduced to estimate production frontiers and estimate technical efficiency.

The measurement of efficiency of companies and public institutions is a topic of interest for economists, production engineers and in various other areas of knowledge in the scientific literature. Given a production function, which represents the maximum producible output from a given mix of inputs, it is possible to determine the technical efficiency of a company or institution as the distance between the vector of inputs and outputs, which mathematically represents the unit to evaluate, and the production function. Production functions must satisfy a series of axioms which are clearly identified in the microeconomic literature of production theory. These postulates characterize the shape of the production function.

For example, concavity of the production function is one of the usually assumed axioms in the literature which ensures that the non-negative region of points below the production function in the space of inputs and outputs; that is, the so-called technology, is a convex set. Another traditional postulate is monotonicity of the production function, which indicates that the produced amount of outputs can never decrease when the amount of resources used in the production process increases.

Since direct observation of a production function or technology is not feasible in practice, the above features of production functions have been considered as shape constraints in the literature when estimating production functions from the observation of a sample of units. There have been many and very different techniques introduced in the literature with the purpose of estimating a production function from the observation of a data sample. It is usual in practice to subdivide these techniques into two categories: parametric and nonparametric methodologies.

Parametric techniques were the first to be introduced in the scientific literature, such as the case of the Cobb-Douglas production function. Under this approach, the production function is identified mathematically through an expression dependent on a set of coefficients to be estimated throughout some method associated with the minimization of an error function or maximization of a likelihood function, and one of the key goals is usually the application of statistical inference tools on the parameters estimated. The inferential procedures used require, in this case, the assumption of some distribution of the error term and the technical inefficiency term. It is often an approach where the treatment of multiple outputs is neither natural nor easy.

In contrast, we have the nonparametric methodologies. These do not need an a priori identification of the mathematical expression of the production function to estimate nor do they require the assumption of any type of associated probability distribution function related to the data generation process. Among these nonparametric techniques, Data Envelopment Analysis (DEA) stands out as one of the most used tools in both applications and in methodological contributions in the last decades.

DEA relies on the construction of a technology in the space of inputs and outputs that satisfies certain classical axioms of production theory (e.g., monotonicity and convexity). It is a data driven approach with a lot of advantages from a benchmarking point of view and in which the treatment of the multi-output framework is relatively easy. However, DEA has been criticized for its deterministic and non-statistical nature, even being labelled as a pure descriptive tool of the data sample at a frontier level with little inferential power (its inferential power is exclusively based on the property of consistency and the increase of the sample size instead of on the fundamentals of the method). In fact, DEA suffers from an overfitting problem as a consequence of the application of the minimal extrapolation principle, which places the estimator of the production function as close to the dataset of observed points as possible. In line with this, various authors have attempted to correct these deficiencies within the nonparametric approach, introducing complementary and alternative methodologies to DEA. For example, Simar and Wilson adapted the bootstrapping methodology to the determination of confidence intervals for the efficiency scores obtained via DEA. Kuosmanen and Johnson introduced a method called Corrected Concave Non-parametric Least Squares, whose objective is to provide a pointwise estimation of the theoretical production function from which the observed data in the sample were generated. More recently, Valero-Carreras et al. have adapted the machine learning method known as Support Vector Regression to the setting of production function estimation, satisfying the usual monotonicity and convexity axioms of the production technology.

These are some of the attempts made in the last few decades to relate a nonparametric technique of a descriptive nature such as DEA with more advanced and inferential methods. However, there is still a scarcity of contributions relating machine learning techniques and methods of estimation of production functions and technical efficiency, despite the nonparametric, data-driven nature of these techniques, and the tendency of many scientific areas towards the use of this type of tools for data analysis.

Every technique mentioned above, except those based on DEA, are regression methods which require the prior identification of a response variable and of one or more predictor variables. In a production context, the response variable is identified with the production output, whereas the predictor variables are those that refer to the inputs used in the production process. As is usual with statistical regression methods, the extension of those models to the multi-response case is not easy and, given a certain technique, there are generally various alternatives in the literature that are accepted as possible extensions for the treatment of multiple response variables. In production theory, one possible solution is to aggregate all outputs into a single economic type measure, such as the company revenue, if information about market prices of the various outputs are available, which would be the response variable of the problem.

In machine learning, the a priori identification of one or various response variables is necessary within the subarea of supervised learning. Under supervised learning, the data are pairs of the response variable and the predictors, and the aim is to determine the functional relationship that relates the response variable to the predictors. In contrast, under unsupervised learning, there are no response variables, and the objective is to gain some understanding of the data generating process (DGP) that yielded the data (classical examples include density estimation, clustering, etc). According to this description, DEA, as a data driven technique, resembles more an unsupervised methodology than a supervised approach, unlike most alternative techniques that exist in the literature. From this point of view, it could be more natural to grant DEA some

inferential power through its assimilation via some unsupervised technique within the machine learning area.

In recent production theory literature, Daraio and Simar describe the Data Generating Process (DGP) which lies behind every productive process. It is assumed that we observe a (learning) sample of an identically and independently distributed random input-output vector with an unknown joint distribution with a certain support. In the production framework, the technology, i.e., everything that is feasible to be observed, coincides with the support of the DGP.

As several authors have pointed out, such as Schölkopf et al., unsupervised learning within the machine learning field includes the estimation of the support of a distribution, which is often easier and more manageable than directly identifying the density function. A related point of view is to see unsupervised learning as a classification problem where only examples from one of the two considered classes are available. This point of view gave rise to the OneClassSVM algorithm, which we adapt in this paper to address the problem of the estimation of production technologies. We define the so-called unsupervised Data Envelopment Analysis (uDEA) model, which is a OneClassSVM-inspired model adapted to the setting of production frontier estimation through a piecewise linear transformation mapping. We prove that certain properties of the mapping are sufficient to guarantee convexity and free disposability of the estimated technology and characterize its weak and strong frontiers. Then, we describe a DEA-based methodology to obtain the hyperplanes involved in the feature mapping. Moreover, we adapt a directional distance function measure of efficiency to measure efficiency. We then present some computational experiments where we compare uDEA with DEA, which shows improvements of up to 83% in MSE, and a reduction in the overfitting present in DEA.

#### **Selected references:**

- Banker RD, Charnes A, Cooper WW (1984) Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management science* 30(9):1078-1092.
- Daraio C, Simar L (2007) *Advanced Robust and Nonparametric Methods in Efficiency Analysis: Methodology and Applications*. Studies in Productivity and Efficiency (US: Springer), ISBN 9780387352312
- Huang X, Mehrkanoon S, Suykens J (2013) Support vector machines with piecewise linear feature mapping. *Neurocomputing* 117:118-127
- Schölkopf B, Platt JC, Shawe-Taylor J, Smola AJ, Williamson RC (2001) Estimating the support of a high-dimensional distribution. *Neural computation* 13(7):1443-1471.

# **Is redistribution a family business?**

## **On the effect of intergenerational mobility on preferences for redistribution**

**Isabel Rodríguez Marín**

Institute of Public Goods and Policies, Spanish National Research Council (IPP-CSIC)  
International Doctorate School of Spanish National University of Distance Education  
(EIDUNED)

**Directores de tesis:**

**Luis Miguel Miller Moya**

Institute of Public Goods and Policies, Spanish National Research Council (IPP-CSIC)

**Mariano Matilla García**

Spanish National University of Distance Education (UNED)

**Keywords:**

Preferences for redistribution, intergenerational mobility, occupational status, OLS, exact matching, survey analysis.



Individual determinants of preferences for redistribution have been widely studied across the social sciences. There is robust evidence that social class, and variables like income, education or occupational status have a direct effect on individuals' demand for redistribution and their preferences over the role of the State (Piketty 1995; Alesina and Giuliano 2009; Giuliano and Spilimbergo 2014; Gross, Lorek, and Richter 2017; Steele and Breznau 2019; Choi 2021). At the same time, intergenerational class mobility has been found to affect a diverse range of life outcomes, as well as individual behaviours such as voting. However, these two streams of literature have rarely converged (Bukodi, Paskov, and Nolan 2019; Mitrea 2020; Ciccolini and Härkönen 2021; Luo 2022). Little has been said about the direct effect of intergenerational class mobility on our preferences for redistribution. An individual's life trajectory, and not only their current socio-economic status, is called to have an effect on their demand for redistribution. Moreover, how that trajectory came to happen, whether an individual could count with strong support from a high-income family or their current financial and occupational position are all shaping factors on an individual's demand for redistribution, and a combined effect could also be expected.

Thus far, evidence on the effect of mobility on preferences for redistribution has not been conclusive. Ares (2020), Jaime-Castillo and Marqués-Perales (2018), and Alesina, Stantcheva, and Teso (2018) have addressed these two topics together in a closest fashion to the one presented in this article. Ares (2019) does so from the perspective of political analysis, focusing on the different aspects of class and class mobility within subject, not intergenerational. Also, the items she uses to operationalise economics preferences differ from our more classical approach to preferences for redistribution. Alesina, Stantcheva, and Teso (2018) focus primarily on the role of beliefs about intergenerational mobility and the differences between American and European expectations regarding mobility. They use both observational data and experimental evidence to reflect on the role of mobility expectations over political and economics preferences. Lastly, Jaime-Castillo and Marqués-Perales (2019) present three different hypotheses on the mechanisms through which intergenerational class mobility could impact preferences for redistribution in different directions and examine cross-country evidence from the European Social Survey. Empirically, they find little impact of class mobility on preferences for redistribution, but not enough to discard the hypothesis completely.

To examine the effect of experiencing intergenerational class mobility on preferences for redistribution, we run two independent surveys on April and November 2020. They included different standard questions regarding preferences for redistribution, occupational status of respondents and their parents, as well as individual characteristics such as income, educational

level, ideology and a wide range of attitudinal questions. A total of 1500 people completed each survey, leading to a sample of 3000 individuals between the ages of 18 and 75.

Individual preferences for redistribution, the main outcome, are doubly measured. People are asked to report their preferences via two questions: “*On a scale 1 to 10, where 1 = «People should take more responsibility for being able to sustain themselves and cover their own expenses» and 10 = «Public Administration should hold responsibility for ensuring everyone has what they need to survive», please position yourself*” and “*Please, indicate to which point you agree or disagree with the following statement: «The State should take action in reducing differences in income levels»*”. Responses to these questions, both ranging from minimum desire of redistribution to maximum, constitute the two dependent variables considered.

On the other hand, social mobility is measured as an intergenerational change in occupational status. Respondents are asked their occupations and those of their mother and father in their teenage years. That information, originally collected as free text, is codified following the National Classification of Occupations and classified in 5 groups, following (Bukodi, Paskov, and Nolan 2019). It is considered that there has been intergenerational upwards social mobility if the respondent has achieved an occupation ranking higher in status than the highest among their parents.

As it was stated above, the sample was collected in two phases. This was done by the same professional polling company following identical instructions. As a result, one would expect comparable samples in the two periods. However, when observing sample characteristics between April and November, there are relevant group differences. Broadly, the sample in November is more educated, has higher-ranked occupations, perceives less income and leans more towards right-wing ideologies. Differences are not large in numbers, but statistically significant. Additionally, they are relevant and a cause for concern because they are characteristics that have been shown to determine preferences for redistribution on their own.

Said heterogeneity across the two halves of the sample is approached in two ways. First, we perform classical regression analysis controlling for relevant covariates as well as adding survey effects in several phases. Then, we implement an exact matching approach in order to get a homogeneous body of individuals across the April and November surveys.

In the first phase, it can be observed a negative effect of mobility on preferences for redistribution, meaning that upward social mobility can reduce demand for redistribution and vice versa. However, this result is driven by the first sample. Moreover, coefficients from control variables present high heterogeneities across the samples from April and September, and the model with survey effect would suggest a generalised increase in demand for

redistribution during those months. Taking into consideration concerns on the composition of the samples, we move to the matching approach to test these results. It can be seen that a sample structured as in April shows a high mobility effect, but not in the case of a sample composed as in our November survey. Therefore, empiric results remain inconclusive on the topic social mobility and preferences for redistribution. We show that upward social mobility can reduce demand for redistribution, which would be compatible with individuals holding a meritocratic view of their own success, but said result is not sufficiently robust.

As it is, the contribution of this article is twofold: first, we combine two fertile lines of literature on mobility and social preferences; second, we do so with a robust and original methodology, accounting for potential unobserved confounding factors.

## References:

- Alesina, Alberto, and Paola Giuliano. 2009. 'Preferences for Redistribution' ZA Discussion Paper No. 4056: 40.
- Alesina, Alberto, Stefanie Stantcheva, and Edoardo Teso. 2018. 'Intergenerational Mobility and Preferences for Redistribution'. *American Economic Review* 108 (2): 521–54. <https://doi.org/10.1257/aer.20162015>.
- Ares, Macarena. 2020. 'Changing Classes, Changing Preferences: How Social Class Mobility Affects Economic Preferences'. *West European Politics* 43 (6): 1211–37. <https://doi.org/10.1080/01402382.2019.1644575>.
- Bukodi, Erzsébet, Marii Paskov, and Brian Nolan. 2019. 'Intergenerational Class Mobility in Europe: A New Account'. *Social Forces*, April. <https://doi.org/10.1093/sf/soz026>.
- Choi, Gwangeun. 2021. 'Individuals' Socioeconomic Position, Inequality Perceptions, and Redistributive Preferences in OECD Countries'. *The Journal of Economic Inequality* 19 (2): 239–64. <https://doi.org/10.1007/s10888-020-09471-6>.
- Ciccolini, Giuseppe, and Juho Härkönen. 2021. 'The Intergenerational Foundations of Class Voting: Social Mobility and Electoral Choice in Western Europe'. Preprint. SocArXiv. <https://doi.org/10.31235/osf.io/u7zf4>.
- Giuliano, P., and A. Spilimbergo. 2014. 'Growing up in a Recession'. *The Review of Economic Studies* 81 (2): 787–817. <https://doi.org/10.1093/restud/rdt040>.
- Gross, Christiane, Kerstin Lorek, and Friedemann Richter. 2017. 'Attitudes towards Inheritance Taxation – Results from a Survey Experiment'. *The Journal of Economic Inequality* 15 (1): 93–112. <https://doi.org/10.1007/s10888-016-9344-4>.
- Jaime-Castillo, Antonio M., and Ildefonso Marqués-Perales. 2019. 'Social Mobility and Demand for Redistribution in Europe: A Comparative Analysis'. *The British Journal of Sociology* 70 (1): 138–65. <https://doi.org/10.1111/1468-4446.12363>.
- Luo, Liying. 2022. 'Heterogeneous Effects of Intergenerational Social Mobility: An Improved Method and New Evidence'. *American Sociological Review* 87 (1): 143–73. <https://doi.org/10.1177/00031224211052028>.
- Mitrea, Elena Cristina. 2020. 'The Transmission of Ideology across Generations: A Comparative Analysis'. *Doctoral Dissertation, Central European University*, 268.
- Piketty, Thomas. 1995. 'Social Mobility and Redistributive Politics'. *The Quarterly Journal of Economics* 110 (3): 551–84. <https://doi.org/10.2307/2946692>.
- Steele, Liza G., and Nate Breznau. 2019. 'Attitudes toward Redistributive Policy: An Introduction'. *Societies* 9 (3): 50. <https://doi.org/10.3390/soc9030050>.

## **Conferencia Invitada: Juan Vidal-Puga, Universidad de Vigo**

**Título:** A linear model for freight transportation

En este trabajo modelamos un problema de transporte de mineral surgido en el corredor Cusco-Arequipa de Perú. Dicho transporte ha provocado conflictos con las poblaciones adyacentes a la carretera utilizada. En base a dicho problema, definimos una serie de propiedades razonables para las posibles reglas de reparto de compensaciones de la empresa minera hacia dichas poblaciones. También establecemos mediante una caracterización axiomática la familia de reglas que verifican estas propiedades.

# Revisiting the tourism-led growth hypothesis with panel data

Isabel Albaladejo\*    Juan Gabriel Brida<sup>†</sup>    María Isabel González<sup>‡</sup>  
Verónica Segarra<sup>§</sup>

October 8, 2022

## Abstract

Many governments are paying greater attention to supporting tourism as a potential source of employment and economic growth. The Covid-19 crisis, caused by the global nature of the pandemic, has highlighted the importance of tourism in terms of contribution to growth and employment. There is consensus that the tourism sector is the sector most affected by the pandemic, and that it is the one that has suffered the most damage, as reflected in the global contraction of GDP in 2020. In addition, there is growing interest in the academic sector in the relationship between tourism and economic growth, particularly from an empirical perspective.

The study by Balaguer and Cantavella-Jordá (2002) is recognized as the first paper to have analysed the tourism led growth hypothesis (TLGH) - i.e. the hypothesis according to which tourism development generates economic growth. Since this study, an increasing number of empirical studies have emerged aiming to discover whether there is a unidirectional or bidirectional causal relationship between tourism and economic growth as described in the reviews by Pablo-Romero and Molina (2013) and Brida et al. (2016). Many of the studies found evidence for

---

\*Universidad de Murcia, España

<sup>†</sup>Universidad de la República, Uruguay

<sup>‡</sup>Universidad de Murcia, España

<sup>§</sup>International Doctorate School of the University of Murcia (EIDUM). PhD Programme in Economics (DEcIDE) and Universidad de la República, Uruguay

the TLGH (Mitra, 2019; Balsalobre-Lorente and Leitao, 2020), but there are also others that found no significant relationship between tourism and economic growth (Brida et al., 2011; Katircioglu, 2009; Ozturk and Acaravci, 2009; Tang, 2011). These discrepancies in reaching a consensus on the validity of the TLGH highlight the need for further research to better understand the relationship between tourism and growth.

Traditionally, the TLGH has been tested using time series analysis, but in recent years studies using panel data have increased considerably. The TLGH can be tested more effectively in a panel context because cross-sectional information can improve the power of the tests. In addition, because the panel data includes a larger sample of countries, the TLGH analysis is more global and the results can be used as overall recommendations for growth. However, existing literature shows that the validity of the TLGH depends on country-specific characteristics, such as the level of economic and tourism development. In this regard, the homogeneity of the countries according to the tourism and economic development must be considered when the TLGH is analysed using data from a set of countries. This paper focuses on this issue. The purpose is to test the TLGH in groups of countries with similar dynamic behaviour in tourism and economic development, and determine whether there are different links between tourism and economic growth based on these dynamics. In this case, different policy actions can be proposed depending on the temporal evolution of the country's tourism and economic development.

This study analyzes the relationship between GDP and tourism. To do this, data from the World Bank are used, for 144 countries in the period 1995-2018, considering GDP per capita and international tourist arrivals.

This study aims to contribute to this empirical approach of the relationship between tourism and economic growth in two different ways. First of all, to analyze causality in panel data, the commonly used tests have as a null hypothesis the non-causality for all the units of the panel, so if the relationship were verified for a unit of the sample, it would be enough to say that it is verified for the whole sample. One of the most commonly used tests is the Dumitrescu and Hurlin test and one of the biggest drawbacks of this test is that the rejection of the null hypothesis of

non-causality does not provide any guidance regarding the number or identity of particular countries for which non-causality is rejected. It is therefore of the utmost importance to have samples that are as homogeneous as possible, with groupings that respond to objective criteria and not to ad-hoc decisions.

Most of the studies carried out on this topic use panel data, with the advantage that this data structure allows to take into account many countries, but often, without taking into account that the countries are not for similar, so the heterogeneity in the sample can lead to misinterpretations. There are several studies that analyze causality for very heterogeneous samples, while some, trying to save this problem propose ad-hoc groupings (geographical, rich countries vs poor countries, touristic countries vs non-touristic countries, etc.).

In this paper, the central hypothesis of homogeneity of individuals is addressed by using clustering techniques that help to find homogeneous groups of countries with similar dynamics in tourism and economic performance. The most recent papers use panel data methodology considering a single model for all countries in dataset. In studies that use panel data, homogeneity in the behavior of the different countries of the panel is not analyzed, checking whether the parameters of the model are common to all individuals. In general, and particularly from the most recent non-linear and non-parametric exercises, the TLGH literature yield evidence in favour of the view that a unique interpretive model is likely to be inadequate to describe growth and tourism development experiences. However, if we accept diversity across countries and regions, we have to re-conceptualize the dynamic representation of tourism and economic performance. Taking into account this limitation, this study performs a cluster analysis, to divide the sample using a more objective criterion. Through the analysis of symbolic time series, we go from two-dimensional series of tourism and GDP to one-dimensional symbolic series, from which the distance between the series is defined and the subsequent cluster analysis is carried out that allows to obtain groups of “homogeneous” countries.

Finally, the causality for each of the groups obtained and for the entire sample is studied, finding that for the entire sample the TLGH is verified, but if each of the groups obtained is analyzed separately, the results differ. In particular, the study



shows that Granger causality from tourism to economic growth is verified only for the group of countries with low income and low tourism. For this group, the impulse response functions were estimated so as to find out the dynamic relationship between tourism and economic growth. The results were consistent with the Granger causality analysis, showing that a shock in tourism growth has a significant and positive impact on economic growth. Therefore, both Granger causality and impulse response analyses show evidence in favour of the TLGH in countries with low income and low tourism.

In other hand, considering that one of the most important issue to address is the definition of “tourism” (for further discussion see for example Song and Wu, 2021), and that different indicators used for tourism measurement in empirical analysis, has consequence in the results obtained (Roselló-Nadal and He, 2019), it is proposed to carry out two analyses, one that considers tourism in absolute terms and another where tourism is rescaled by the size of the economy. To do so, this study use two different measures for tourism: an indicator of tourism activity (international arrivals, measured in people) and an indicator of tourism specialization (international arrivals per inhabitant).

Two analyses are then performed, one considering per capita GDP and tourism activity and the other considering per capita GDP and tourism specialization. In both cases four main clusters were obtained. The conformation of the clusters differed according to the tourism indicator used, finding that there are countries with great tourism activity that are not specialized in tourism and vice versa. Granger causality and impulse response conclusions does no depend on the tourism indicator used. The empirical results show that the tourism activity-growth relationship is similar to the tourism specialization-growth relationship.

**JEL classification:** C19, C38, Z32, L83.

**Keywords:** economic growth, tourism development, TLGH, regime dynamics, cluster analysis, panel data causality, impulse response functions.

## **MINERÍA ASTURIANA. DESARROLLO ECONÓMICO Y TRANSFORMACIONES SOCIALES ENTRE LOS AÑOS 1850-1940.**

**Julia A. Vallés Rodríguez (Universidad de Murcia).**

**Tutor: Miguel A. Pérez de Perceval (Universidad de Murcia).**

La actividad minera ha estado marcada por grandes empresas como la Sociedad Hullera Española (SHE), la Sociedad Industrial Asturiana de Santa Bárbara (SIA), y de otras empresas menores. Los antecedentes mineros de las empresas que los marqueses de Comillas impulsaron en la cuenca central asturiana se remontan en el caso de Aller y Mieres a 1856, cuando Antonio de Collantes y Bustamante, vecino de Madrid, tituló diversas concesiones mineras, que en un principio se pensaba que iban a ser de dudoso resultado.

El inicio de la minería en Asturias fue bastante escabroso, en el sentido de que se comenzó sin ningún tipo de capital, conformándose con la realización de agujeros en las montañas, retirando solamente el mejor carbón para poder ir obteniendo poco a poco beneficios. Aunque poco a poco toda la cuenca carbonífera se fue ocupando, siendo todas las zonas susceptibles a la extracción de un buen carbón.

Por otra parte, la mina en general no era solo un lugar de trabajo, sino también un lugar de conflicto habiendo una lucha diaria entre administradores y obreros, teniendo estos últimos que luchar por mantener sus condiciones de trabajo y sus ingresos.

El objeto del trabajo es profundizar en el análisis de la minería asturiana en la época dorada de la misma. Para ello profundizaremos en las condiciones de la organización productiva y su rentabilidad tomando como fuente publicaciones de la época, documentos empresariales y, de manera especial, una serie de informes de la Institución Financiera francesa Le Crédit Lyonnais.

Antes de comenzar haré una breve introducción sobre las generalidades históricas de los yacimientos de carbón en Asturias basándome en los informes citados anteriormente de Le Crédit Lyonnais. Estos informes distinguen entre dos grupos de explotaciones en la mitad del siglo XIX: una en Sama de Langreo y otra en Mieres. En ésta última, el Marqués de Comillas tiene una gran implicación, comprando en 1889 las minas de Aller donde en 1891 nace la primera Sociedad Hullera Española.

En cuanto a las divisiones y dimensiones de la cuenca carbonífera de Asturias, vemos que se extiende por alrededor de 300.000 hectáreas siendo concesiones de grupos localizados, ya sea alrededor de Mieres o de Sama de Langreo. Ambas cuencas son geológicamente similares, aunque geográficamente estén claramente separadas por una cadena de altas montañas.

Pasando a una descripción geológica más detallada de la formación carbonífera de Asturias, vemos que pertenece en su conjunto a la cuenca minera central e inferior, siendo el carbón superior muy poco representativo. Además, se observa como la mayor parte de las explotaciones están localizadas en la capa central y en las partes superiores de la capa inferior.

Las capas inferiores del carbón inferior son comunes, aunque no se explotan ya que generalmente se sitúan por debajo de los bosques de los valles.

En cuanto a la naturaleza del carbón asturiano, vemos que presenta una serie completa de especies de carbón, incluso en la misma capa. Centrándonos en las minas de Aller, los estudios destacan cómo todas las capas van arrojando materiales volátiles a medida que se forman en la montaña. De manera general, observamos dos hechos:

1. De norte a sur, se observa como el carbón va dejando paso a la antracita.
2. A medida que nos vamos acercando a una falla, la proporción de materiales volátiles aumenta.

Además, los carbones menos explotados en Asturias son, generalmente, carbones grandes o semigrandes, incluyendo un 60/65% de carbón puro y un 30/35% de materiales volátiles.

Los yacimientos de carbón en Asturias producen el 60% del carbón extraído en España, llegando a ser de casi 2 millones de toneladas en 1900.

La tabla siguiente, sacada del informe de Le Credit Lyonnais, resume la producción de 7 años consecutivos, en millones de toneladas, de carbón:

Años	Producción en Asturias (1000 tn)	Producción en España (1000 tn)	Proporción Asturias/España (1000 tn)	Comercio exterior de España en Carbón	
				Importación	Exportación
1893	810	1532	53%	1484	8
1894	975	1659	58%	1615	17
1895	1031	1775	58%	1516	8
1896	1123	1804	61%	1447	4
1897	1168	1883	62%	1633	3
1898	1397	2434	57%	1216	3
1899	1604	2672	60%	1585	8

Fuente: Le Credit Lyonnais y Estadística minera de España. Dirección General de agricultura, industria y comercio.

Además, observamos cómo el aumento de la producción fue particularmente notable (sobre todo a partir de 1885) debido a la aparición de tres grandes empresas: Unión Hullera y Metalúrgica en 1885, Hulleras del Turón en 1891 y Hullera Española en 1892. Este incremento de la producción se produjo ampliando más que intensificando la producción con mejoras técnicas, lo que supuso que el número de mineros también aumentase.

Hemos encontrado algunas limitaciones de fuentes, por lo que nos vamos a centrar en el Concejo de Aller, donde tenemos documentación de quintas, presupuestos municipales y algún padrón. Además, aunque es en el municipio de Mieres donde se ubican algunos centros administrativos y de servicios de la Sociedad Hullera Española (Ujo, Sovilla, Bustiello, Santa Cruz, Pomar), es, sin duda, el concejo de Aller donde se impregna protagonismo y se siente con más intensidad la historia, por consideración al patrón y fundador de la empresa, el marqués de Comillas.

Observamos, a partir de estudios antropológicos sobre la minería en España, cómo la categoría de trabajadores que existe desde los comienzos de la minería, son campesinos mineros. Es decir, campesinos que iban a la mina con la intención de buscar un complemento económico para adquirir, mantener o ampliar sus haciendas. En el caso que nos ocupa del Concejo de Aller, casi el 90% de los mineros alleranos se encuadraban en esta categoría, teniendo como objetivo establecerse en los núcleos rurales y adquirir propiedades en tierras y ganados. Es interesante este fenómeno ya que se observa como las relaciones entre la ganadería y la minería siguen una línea inversa a la teóricamente prevista.

Además, los mineros no vivían agrupados en las proximidades del lugar de trabajo, sino a considerable distancia de la mina. Debido a esta dispersión los mineros asturianos no se establecieron en pequeños núcleos homogéneos si no que los mineros no vivieron aislados de

los otros asturianos, habiendo, hasta 1914, ciudades que se asemejaban más a un grupo de pueblos agrícolas que a una ciudad.

A continuación, reproducimos el cuadro de Adrian Shubert (1984: 81), en el que se señala la estructura profesional de Mieres, Langreo y Aller entre 1893 y 1922:

Categoría	Mieres			Langreo			Aller		
	1893	1915	1922	1893	1915	1922	1893	1915	1922
Minero	1,9	22,7	34,9	9,6	24,2	33,8	28,2	25,5	28,6
Obrero <sup>1</sup>	48,1	36,4	28,4	44,9	45,2	26,9	4,0	14,5	12,8
Empleado	2,1	4,3	6,9	1,2	3,3	6,7	0,6	0,7	2,0
Capataz	1,2	1,3	0,8	1,1	1,0	1,5	0,6	0,3	0,6
Obrero <sup>2</sup>	2,3	9,0	8,7	4,5	8,8	12,6	3,2	2,9	5,0
Tendero <sup>3</sup>	1,0	2,1	2,9	1,7	2,7	3,3	0,9	1,4	2,7
Industrial	1,3	2,1	1,9	1,6	2,1	2,8	1,8	0,6	2,0
Notable <sup>4</sup>	2,3	2,4	3,1	2,6	1,8	2,5	1,8	2,1	2,0
Labrador	39,2	15,6	9,9	30,8	10,0	7,0	58,0	50,9	41,8
Otros	0,5	4,1	1,9	1,1	1,7	2,8	0,4	1,1	2,6
Total	3.174	5.397	6.369	2.463	5.965	4.780	1.355	3.501	3.623

Fuente: Shubert, A. (1984). "Hacia la revolución. Orígenes sociales del movimiento obrero en Asturias, 1860-1934".

El mayor problema al que nos enfrentamos es a la falta de registros e información. La tabla anterior se ha realizado a partir de los registros electorales, los cuales tienen dos defectos fundamentales: no son totalmente fiables y no suministran todos los datos necesarios para un análisis de la estructura profesional debido a la vaguedad con la que definen algunos de los oficios.

En el cuadro anterior vemos la estructura profesional de Mieres, Langreo y Aller, entre 1893 y 1922.

Cabe destacar como el peso de los mineros en la población de Mieres y Langreo fue en aumento a lo largo de esos 30 años, pero que en Aller apenas sufrió variación. El resto de las variaciones en las cifras de las categorías de trabajadores deja claro que, aunque los mineros no vivieron nunca completamente al margen en Asturias, su peso específico dentro de la población aumentó considerablemente.

Para concluir, observamos que Aller ha permanecido anclado en la minería y la agroganadería como formas casi exclusivas de trabajo, siendo los cambios producidos en los últimos años, no tanto consistentes en la creación de nuevas formas de actividad si no a la combinación constante y estratégica de la minería y la ganadería.

En trabajos posteriores analizaremos a partir de datos recogidos de censos los cambios acaecidos en el Concejo de Aller.

<sup>1</sup> Se incluye a obreros, jornaleros, peones y trabajadores.

<sup>2</sup> Se incluye a carpinteros, albañiles, fontaneros, maquinistas.

<sup>3</sup> Se incluye a sastres, zapateros, barberos, farmacéuticos, carniceros, etc.

<sup>4</sup> Se incluye a abogados, notarios, curas, militares, jueces.

# **Evaluación y modelización de la respuesta frente a la Pandemia COVID-19 en la Región de Murcia**

**Jornadas predoctorales DEcIDE 2022**

Teodoro José Martínez Arán (Doctorando)  
Programa DEcIDE - Universidad de Murcia  
teodorojose.martinez@um.es

Fernando Ignacio Sánchez Martínez (Codirector y tutor)  
Catedrático de Economía Aplicada - Universidad de Murcia  
fernando@um.es

José María Abellán Perpiñán (Codirector)  
Catedrático de Economía Aplicada - Universidad de Murcia  
dionisos@um.es

27 de octubre de 2022

# 1 Introducción

## 1.1 La pandemia COVID-19

El 30 de enero de 2020, el Director General de la OMS declaró la epidemia causada por un nuevo Coronavirus (2019-nCoV) en la provincia china de Wuhan como una *Public Health Emergency of International Concern (PHEIC)*, siguiendo el consejo del *IHR Emergency Committee on Novel Coronavirus (2019-nCoV)* [1]. Esta epidemia ha evolucionado hasta convertirse en la primera gran pandemia del siglo XXI.

### 1.1.1 Respuesta de los sistemas de salud ante la pandemia COVID-19. El PEPR de la OMS.

La respuesta frente a la pandemia COVID-19 ha constituido el programa de salud de la OMS más complejo de toda su historia. El marco estratégico de esta respuesta es el Strategic Preparedness and Response Plan (SPRP). El 12 de febrero de 2020 se publicó una primera versión (*Strategic Preparedness and Response Plan 2019-nCov*) [2], que se ha ido refinando posteriormente en sucesivas actualizaciones [3, 4, 5, 6, 7, 8]. En su versión más madura, el modelo estratégico se despliega en diez líneas de actuación (*pilares*):

- Pilar 1: Coordinación, planificación, financiación y monitorización
- Pilar 2: Comunicación de riesgos, compromiso comunitario y gestión de la infodemia
- Pilar 3: Vigilancia, investigación epidemiológica, rastreo de contactos y gestión de medidas no farmacológicas y de salud pública
- Pilar 4: Puntos de entrada, transporte y viajes internacionales, gestión de concentraciones multitudinarias
- Pilar 5: Laboratorios y pruebas diagnósticas
- Pilar 6: Prevención y control de infecciones, y protección de los profesionales sanitarios
- Pilar 7: Gestión de casos, operaciones clínicas y terapéutica

- Pilar 8: Soporte operacional, logística y cadenas de suministro
- Pilar 9: Mantenimiento de los servicios esenciales de salud y de los sistemas
- Pilar 10: Vacunación

### 1.1.2 Impacto de la pandemia COVID-19

**Patología relacionada con la COVID-19** A pesar de los planes de respuesta desplegados, el impacto de la pandemia COVID-19 ha sido enorme a nivel mundial. En lo que respecta a COVID-19, según datos de la OMS, hasta el 12 de octubre de 2022 se han notificado más de 621 millones de casos en todo el mundo, con más de 6,54 millones de fallecidos confirmados[9].

**Patologías no relacionadas con COVID-19 (no-COVID19)** La irrupción de la pandemia ha producido que establecieran dinámicas de competencia por los recursos sanitarios entre las no-COVID19 y las patologías COVID-19, lo que se ha traducido en una disminución de capacidad asistencial efectiva de servicios esenciales de salud y desequilibrios entre la demanda y la oferta para el conjunto de las patologías. Además, el COVID-19 ha actuado como una comorbilidad negativa para muchas patologías crónicas no transmisibles, como el control de la diabetes y sus complicaciones, el cribado y tratamiento del cáncer, el control de la hipertensión, el asma, el tratamiento urgente odontológico o las emergencias cardiovasculares[10], empeorando el estado de salud de los individuos que las padecían, e incrementando la morbilidad y mortalidad de las mismas.

**Provisión de servicios esenciales de salud** La provisión de servicios esenciales de salud se ha visto comprometida tanto por la mayor demanda como por las dinámicas competitivas entre patologías COVID-19 y no-COVID19, amén de la afectación que sobre los trabajadores sanitarios ha producido la propia pandemia.

Respecto al efecto sobre la provisión, cabe estudiar dos aspectos: la distribución temporal de dicho impacto, y si este compromiso en la provisión de servicios ha afectado por igual a toda la población.

El efecto temporal de la pandemia sobre la provisión de servicios esenciales de salud aún no se ha normalizado. En la última oleada de la encuesta mundial de la OMS sobre la continuidad de los servicios esenciales de salud durante la pandemia COVID-19, publicada en Febrero de 2022, aún se informaba de una importante disrupción en todos los ámbitos de la sanidad. En más de la mitad de los países la población aún no tenía un acceso normalizado a atención primaria de salud. Se informaron de disrupciones significativas en la provisión de atención urgente, con 36% de los países con problemas en los servicios de ambulancias, un 32% en los servicios de emergencias 24 horas y un 23% en las cirugías de urgencia. Las cirugías electivas acumulaban retrasos

---

en el 59% de los países, y se la mitad de ellos afirmaban tener problemas para los servicios de rehabilitación y cuidados paliativos[11].

Los estudios sobre la equidad de la respuesta a la pandemia se agrupan en dos grandes categorías: aquellos que estudian si las respuestas se han desplegado con equidad en toda la población, y en los que estudian si los resultados obtenidos son los mismos para distintos colectivos expuestos a las mismas intervenciones. Si bien ambas visiones están fuertemente relacionadas, no todas las desigualdades observadas en los resultados son resultado directo de políticas discriminativas, por lo que será necesario analizar en primer lugar dónde se han producido diferencias de resultado para, en un segundo momento, analizar las causas de las mismas.

**Impacto económico de la pandemia COVID-19** El impacto económico de la pandemia no ha sido menos importante que el impacto en salud. Según el informe del banco de España para el año 2020, la pandemia supuso una contracción del PIB mundial del 3.3%. En el caso de España, llegó a cerrar diciembre de 2020 con un -9,4% respecto a los niveles prepandemia, tras haber alcanzado mínimos de hasta el -13,8% en el primer semestre del mismo año. Se produjo un desplome del consumo privado (-12,1%), la inversión en construcción (-14%) y bienes de equipo (-8,8%), la demanda nacional (-8,8%) y exterior (-2%), y un incremento del endeudamiento de las administraciones públicas (+24,5%, hasta el 120%). Desde el punto de vista del sector sanitario, sólo en 2020, el gasto sanitario se incrementó un 10,9% hasta alcanzar los 83.743 millones de euros, lo que representó un 7,5% del producto interior bruto (PIB)[12].

### 1.1.3 Evaluación de los resultados de la respuesta de los sistemas de salud. Evaluación según el modelo de Donabedian.

La evaluación de la respuesta de los sistemas de salud se presenta, como una cuestión ineludible, como han señalado numerosos expertos [13]. Algunos grupos, como la *Lancet Commission on COVID-19* han comenzado a publicar los primeros informes de evaluación de la respuesta frente a la pandemia[14]. Sin embargo, para garantizar que se abarcan todas las dimensiones de la respuesta y que se pueden comparar resultados de distintos grupos de investigadores será necesario adoptar marcos conceptuales consensuados comunes y consensuados.

Tanto el CDC como el NICE utilizan modelos derivados del original de Donabedian (1966) para la evaluación de la calidad de los servicios sanitarios[15]. En esencia, estos modelos agrupan los objetos de evaluación en tres grandes dimensiones: los elementos habilitantes (o bloqueantes) para el éxito de la intervención (*estructura*), los aspectos relacionados con el conjunto de actividades y tareas del proceso de cambio y/o intervención que se ejecuta (*proceso*), y las salidas se obtienen tras la aplicación de las medidas(*resultado*):

Existe un cierto paralelismo entre estos tres elementos y la secuencia temporal en la que se suceden, si bien esta delimitación temporal no es perfecta. Sin embargo, permiten

---



Clase	(Clase)Descripción	SIR	SIRD	SIRV	MSIR	SEIR	SEIS	MSEIR	MSEIRS
M	<i>(M)aternal passively immune</i>	·	·	·	+	·	·	+	+
S	<i>(S)usceptible</i>	+	+	+	+	+	+	+	+
E	<i>(E)xposed</i>	·	·	·	·	+	+	+	+
I	<i>(I)nfective</i>	+	+	+	+	+	+	+	+
C	<i>(C)arrier</i>	·	·	·	·	·	·	·	·
R	<i>(R)ecovered</i>	+	+	+	+	+	·	+	+
S	<i>(S)usceptible post-infection</i>	·	·	·	·	·	+	·	+
V	<i>(V)accinated</i>	·	·	+	·	·	·	·	·
D	<i>(D)ead</i>	·	+	·	·	·	·	·	·

**Tabla 1.1:** Variables incluidas en los principales modelos de enfermedades epidémicas. Elaboración propia

intuir qué fases de las intervenciones estamos evaluando con cada uno de ellos:

- Los determinantes de la salud suelen estar presentes ANTES de la intervención: estructura de los sistemas sanitarios y de salud pública, dotación de recursos, legislación, morbilidad y hábitos de vida de la población, distribución de la riqueza, etc.
- Las políticas, procesos y respuestas se despliegan DURANTE la intervención: adecuación de las medidas, calidad de ejecución, eficiencia, variabilidad, asistencia sanitaria y no sanitaria, medidas de protección social, medidas no farmacológicas, estrategias de vacunación, etc.
- Los resultados se obtienen DESPUÉS de aplicar las medidas: resultados relacionados con COVID-19, resultados en patologías no relacionadas con COVID-19, valor ganado, estudios de costes... A este bloque pertenecen también los indicadores derivados, como el coste-efectividad.

#### 1.1.4 Modelización de la pandemia COVID-19. El problema de la alta incertidumbre

La pandemia ha incrementado el interés por la modelización predictiva de fenómenos epidémicos. La mayor parte de los modelos derivan del modelo SIR, propuesto por Kermak y colaboradores en 1927 [16]. A partir de este modelo, se ha derivado una familia de modelos que difieren entre sí por el número de variables que incluyen (ver Tabla 1.1).

Una de las limitaciones de estos modelos es que no se ajustan bien a la alta incertidumbre que acompaña a los fenómenos epidémicos en condiciones reales: se desconoce el número real de infectados, la tasa de infectividad de los gérmenes, la sensibilidad de los test diagnósticos, el porcentaje de población asintomática, o si los recuperados quedarán con inmunidad permanente o si podrán reinfectarse. Esto reduce su utilidad

práctica para la toma de decisiones clínicas, especialmente en situaciones de alta volatilidad (fases exponenciales de los periodos epidémicos) o ante la aparición de fenómenos disruptivos como la aparición de nuevas variantes del virus.

### **1.1.5 Datos agregados vs. datos extensos. Confidencialidad y publicidad de los datos**

La mayor parte de los repositorios sobre los resultados de la pandemia COVID-19 contienen datos agregados. El uso exclusivo de estas fuentes diluye el impacto de aquellas variables que bien afecten a pocos individuos, o bien se concentren en grupos concretos. La modelización predictiva precisa de alcanzar detalles hasta el nivel individual, para poder obtener el máximo rendimiento de la información disponible.

Por otro lado, el uso de las fuentes extensas de resultados en salud debe respetar la confidencialidad de los datos de salud, y es legal la publicación de detalles que permitan identificar a individuos concretos. Este equilibrio entre la publicidad y la confidencialidad obligará a separar en dos secciones los análisis de la tesis doctoral (pública y confidencial), y un protocolo específico de gestión de datos que garantice un tratamiento adecuado.

## **1.2 Nicho de investigación**

La investigación se centrará en la modelización de modelos predictivos para fenómenos epidémicos destinados a la gestión clínica, en entornos de información incompleta y con alto nivel de incertidumbre.

- En primer lugar, se realizará una evaluación de los resultados obtenidos por la respuesta frente a la pandemia en la región de Murcia, tanto para la atención sanitaria como para la salud pública.
- En segundo lugar, se analizará en detalle el grado de equidad de los resultados obtenidos, analizando, entre otros, sexo, edad, ubicación geográfica, nivel de discapacidad y residencia en centros sociosanitarios.
- Por último, se revisará la eficiencia de los distintos modelos predictivos bajo los supuestos de información incompleta que se han observado durante la pandemia, en aras de proponer un modelo optimizado para su uso en gestión clínica.

## **1.3 Plan de investigación**

### **1.3.1 Objetivos de investigación**

**Objetivo General 1 – Analizar los resultados de la respuesta de salud a la pandemia**

---

- Objetivo específico 1.1 – Evaluar la efectividad de la respuesta de salud pública a la pandemia
- Objetivo específico 1.2 - Evaluar los resultados de la respuesta asistencial a la pandemia COVID-19
- Objetivo específico 1.3. Analizar el impacto de la pandemia en los profesionales de la salud

### **Objetivo General 2 – Evaluar la equidad en los resultados de los planes de intervención frente a la pandemia**

- Objetivo específico 2.1. Analizar la equidad del impacto de las medidas (sexo, edad, geografía, discapacidad, centros sociosanitarios)
- Objetivo específico 2.2. Analizar la variabilidad en la práctica clínica y de los resultados en salud (estancia media, morbilidad, mortalidad...)
- Objetivo específico 2.3. Analizar el impacto de las medidas desplegadas en la patología no-COVID (coste de oportunidad)

### **Objetivo General 3 – Diseñar un modelo para la gestión de fenómenos epidémicos en entornos de alta incertidumbre**

- Objetivo específico 3.1. Evaluación de distintos modelos epidémicos en escenarios de información incompleta
- Objetivo específico 3.2. Optimización de modelos para entornos de alta incertidumbre

#### **1.3.2 Principales características del estudio**

El plan de investigación utilizará datos agregados de fuentes públicas y datos confidenciales correspondientes al entorno geográfico de la región de Murcia, desde el 1 de Enero de 2020 hasta la actualidad, así como datos nacionales, europeos y mundiales procedentes de repositorios institucionales.

---

## 2 Metodología

### 2.1 Evaluación de resultados del plan de respuesta a la pandemia

Se utilizarán resultados procedentes de fuentes públicas (Instituto de Salud Carlos III (ISCIII), European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC), OMS) y de fuentes confidenciales (Servicio Murciano de Salud (SMS), Instituto Murciano de Acción Social (IMAS)). Los datos confidenciales serán tratados de manera separada, y sólo se presentarán datos agregados que garanticen los requisitos de secreto estadístico. Los resultados serán distribuidos a los gestores legales de la información confidencial.

Se utilizará una adaptación de la metodología del NICE para la evaluación de resultados de planes de Salud.

### 2.2 Análisis de la equidad

Se comenzará con un análisis de estadística descriptiva de las fuentes, y se analizarán si existen diferencias entre grupos con las poblaciones de referencia mediante contrastes de hipótesis. En caso de que existiere, se identificarían las variables responsables de la variabilidad, y se analizaría la distribución de dichas variables en las poblaciones estudiadas.

### 2.3 Modelo epidémico para gestión clínica en entornos de alta incertidumbre

El trabajo de modelización se alinea con las líneas propuestas por el *European COVID-19 Forecast Hub*. Se evaluará la eficiencia de los distintos modelos para predecir la evolución de fenómenos epidémicos en entornos de alta incertidumbre, y se analizará el modelo óptimo para distintos escenarios

### 2.4 Reproducibilidad

El estudio se ha diseñado desde el inicio siguiendo el paradigma de la ciencia reproducible. Se ha creado un repositorio público en el que se depositarán la totalidad del

código de los análisis, las fuentes de información públicas y los resultados obtenidos.

---

## 3 Resultados

El análisis del estudio ha comenzado en septiembre de 2022. Se presentarán los primeros resultados de estadística descriptiva en las jornadas 2022.

# Bibliografía

- [1] Tedros Adhanom Ghebreyesus. 2019 Novel Coronavirus (2019-nCov): Declaration of the novel coronavirus outbreak a public health emergency of international concern (PHEIC) by IHR Emergency Committee, January 2020. URL <https://www.who.int/director-general/speeches/detail/who-director-general-s-statement-on-ihc-emergency-committee-on-novel-coronavirus>
- [2] World Health Organization. 2019 Novel Coronavirus (2019-nCov): Strategic Preparedness and Response Plan (SPPR). Plan de Preparación y Respuesta, WHO, February 2020. URL <https://www.who.int/publications-detail-redirect/strategic-preparedness-and-response-plan-for-the-new-coronavirus>.
- [3] World Health Organization. Operational guidance for maintaining essential health services during an outbreak. *World Health Organization, (March)*, pages 1–10, 2020. URL [https://www.who.int/publications/i/item/WHO-2019-nCoV-essential\\_health\\_services-2020.2](https://www.who.int/publications/i/item/WHO-2019-nCoV-essential_health_services-2020.2).
- [4] World Health Organization. COVID-19: Strategic Preparedness and Response Plan (SPPR) - Strategy update (2020-Apr-14), April 2020. URL <https://www.who.int/publications/m/item/covid-19-strategy-update>.
- [5] World Health Organization. COVID-19: Strategic Preparedness and Response Plan (SPPR) - Progress Report (1 February to 30 June 2020), June 2020. URL <https://www.who.int/publications/m/item/who-covid-19-preparedness-and-response-progress-report---1-february-to-30-june>
- [6] World Health Organization. COVID-19: operational guidance for maintaining essential health services during an outbreak: interim guidance, 25 March 2020. Technical documents, World Health Organization, 2020. URL [https://www.who.int/publications/i/item/WHO-2019-nCoV-essential\\_health\\_services-2020.2](https://www.who.int/publications/i/item/WHO-2019-nCoV-essential_health_services-2020.2).
- [7] World Health Organization. COVID-19 Strategic Preparedness and Response Plan (SPRP) - Strategy update (2021-Feb-24), February 2021. URL <https://www.who.int/publications-detail-redirect/WHO-WHE-2021.02>.
- [8] World Health Organization. Analysing and using routine data to monitor the effects of COVID-19 on essential health services: practical guide for national and subnational decision-makers: interim guidance, 14 January 2021. Technical report,

- 
- World Health Organization, 2021. URL [https://www.who.int/publications/i/item/WHO-2019-nCoV-essential\\_health\\_services-monitoring-2021.1](https://www.who.int/publications/i/item/WHO-2019-nCoV-essential_health_services-monitoring-2021.1).
- [9] World Health Organization. COVID-19: WHO Coronavirus (COVID-19) Dashboard With Vaccination Data, September 2022. URL <https://covid19.who.int/data>.
- [10] World Health Organization. Presentation of Preliminary Results of 2021 Assessment on NCD Service Disruption during COVID-19 Pandemic. Technical report, World Health Organization, November 2021. URL <https://www.who.int/publications/m/item/presentation-of-preliminary-results-of-2021-assessment-on-ncd-service-disruption>.
- [11] World Health Organization. Third round of the global pulse survey on continuity of essential health services during the COVID-19 pandemic. Technical report, World Health Organization, 2022. URL [https://www.who.int/publications/i/item/WHO-2019-nCoV-EHS\\_continuity-survey-2022.1](https://www.who.int/publications/i/item/WHO-2019-nCoV-EHS_continuity-survey-2022.1).
- [12] Banco de España. Informe Anual 2020. Evolución económica y política económica, Banco de España, Madrid, May 2021. URL <https://repositorio.bde.es/handle/123456789/16611>.
- [13] Alberto L García-Basteiro, Helena Legido-Quigley, Carlos Álvarez Dardet, Alex Arenas, Rafael Bengoa, Carme Borrell, Margarita Del Val, Manuel Franco, Montserrat Gea-Sánchez, Juan Gestal, Beatriz González López-Valcárcel, Ildefonso Hernández-Aguado, Joan C March, José Martín-Moreno, Clara Menéndez, Sergio Minué, Carles Muntaner, Miquel Porta, Daniel Prieto-Alhambra, Carme Vives Cases, Alberto L. Garcia-Basteiro, and Helena Legido-Quigley. Evaluation of the COVID-19 response in Spain: principles and requirements. *The Lancet Public Health*, 5(11):e575, November 2020. ISSN 24682667. doi: 10.1016/S2468-2667(20)30208-5. URL <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2468266720302085>.
- [14] Jeffrey D Sachs, Salim S Abdool Karim, Lara Akinin, Joseph Allen, Kirsten Brodbøl, Francesca Colombo, Gabriela Cuevas Barron, María Fernanda Espinosa, Victor Gaspar, Alejandro Gaviria, Andy Haines, Peter J Hotez, Phoebe Koundouri, Felipe Larraín Bascuñán, Jong-Koo Lee, Muhammad Ali Pate, Gabriela Ramos, K Srinath Reddy, Ismail Serageldin, John Thwaites, Vaira Vike-Freiberga, Chen Wang, Miriam Khamadi Were, Lan Xue, Chandrika Bahadur, Maria Elena Bottazzi, Chris Bullen, George Laryea-Adjei, Yanis Ben Amor, Ozge Karadag, Guillaume Lafortune, Emma Torres, Lauren Barredo, Juliana G E Bartels, Neena Joshi, Margaret Hellard, Uyen Kim Huynh, Shweta Khandelwal, Jeffrey V Lazarus, and Susan Michie. The Lancet Commission on lessons for the future from the COVID-19 pandemic. *The Lancet*, page S0140673622015859,
-



- 
- September 2022. ISSN 01406736. doi: 10.1016/S0140-6736(22)01585-9. URL <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0140673622015859>.
- [15] Avedis Donabedian. Evaluating the Quality of Medical Care. *Milbank Quarterly*, 83 (4):691–729, 2005. ISSN 0887-378X. doi: 10.1111/j.1468-0009.2005.00397.x. URL <https://dx.doi.org/10.1111/j.1468-0009.2005.00397.x>. Publisher: Wiley.
- [16] William Ogilvy Kermack, A. G. McKendrick, and Gilbert Thomas Walker. A contribution to the mathematical theory of epidemics. *Proceedings of the Royal Society of London. Series A, Containing Papers of a Mathematical and Physical Character*, 115(772):700–721, August 1927. doi: 10.1098/rspa.1927.0118. URL <https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rspa.1927.0118>.
-

# Acrónimos

**COVID-19** Coronavirus Disease 2019.

**ECDC** European Centre for Disease Prevention and Control.

**IMAS** Instituto Murciano de Acción Social.

**ISCIII** Instituto de Salud Carlos III.

**no-COVID19** patologías no relacionadas con COVID-19.

**OMS** Organización Mundial de la Salud.

**PEPR** Plan Estratégico de Preparación y Respuesta.

**PHEIC** Public Health Emergency of International Concern.

**SMS** Servicio Murciano de Salud.

**SPRP** Strategic Preparedness and Response Plan.

# Benchmarking en DEA: Esfuerzos equilibrados para alcanzar objetivos realistas

Guevel H.<sup>a</sup>, Ramón N.<sup>b\*</sup>

<sup>a</sup>Center of Operations Research (CIO). PhD Programme in Economics (DEcIDE).  
Facultad de Ciencias Económicas, Universidad Nacional de Córdoba. Avda. Valparaíso s/n 5000-Córdoba-Argentina

<sup>b</sup>Center of Operations Research (CIO), Miguel Hernández University of Elche.  
Avda. de la Universidad, s/n, 03202-Elche (Alicante),  
Spain. 03202-Elche

## Abstract

Los modelos de distancia mínima han representado sin duda un avance significativo para el establecimiento de *targets* en el Análisis envolvente de datos. Estos modelos pueden ayudar a definir planes de mejora que requieran el menor esfuerzo global de aquellas DMU ineficientes. A pesar de las ventajas que proporcionan los *closets targets*, en muchas aplicaciones, los resultados que se obtienen resultan insatisfactorios ya que los planes de mejoras están demasiado lejos de la posibilidad real de cambio. Para ser más precisos, la solución que se obtiene con *closets targets* marca pautas de mejora donde el esfuerzo requerido para alcanzar los niveles óptimos se concentra en algunas variables recomendando esfuerzos, que en ocasiones, son desproporcionados o nulos. En ausencia de información, la solución más conservadora es aquella en la que sea posible una redistribución equitativa de los esfuerzos. En este trabajo proponemos diferentes enfoques que tienen por objetivo mostrar diferentes cursos de acción que podría tomar una DMU ineficiente sin descuidar el esfuerzo global. Por lo tanto, ofrecemos diferentes alternativas para planificar mejoras dirigidas hacia objetivos eficientes, donde el decisor pueda elegir la solución que mejor se adapte a sus circunstancias particulares. Finalmente, un ejemplo empírico utilizado en la literatura sirve para ilustrar las metodologías propuestas.

**Palabras clave:** Benchmarking – Análisis envolvente de datos – Targets – Esfuerzos equilibrados

**JEL:** C14 - C61 - C67

## 1. Introducción

El benchmarking consiste en evaluar y analizar los procesos, productos, servicios u otros aspectos empresas o áreas para compararlos y tomarlos como punto de referencia de futuras estrategias. La intención es aprender de la experiencia de otras unidades del sector para mejorar el desempeño de la unidad evaluada. En este sentido, el benchmarking, permite identificar las fortalezas y debilidades de los competidores y así mejorar la posición en el mercado.

Es importante tener en cuenta en el proceso de benchmarking consideraciones tales como: 1) la identificación de las mejores prácticas debe hacerse teniendo en cuenta las circunstancias y características de las organizaciones evaluadas, 2) estas mejores prácticas deben reflejar comportamientos eficientes y 3) las metas establecidas deben ser alcanzables y, en la medida de lo posible, requieren control sobre el esfuerzo necesario para su logro.

El análisis envolvente de datos (DEA) (Charnes, Cooper & Rhodes, 1978) ha demostrado ser una herramienta útil para la evaluación comparativa de las unidades de toma de decisiones (DMU, por su sigla en inglés) involucradas en un proceso de producción. A pesar de los avances realizados por estos autores, la literatura no ha dejado de aportar nuevas formulaciones de los modelos básicos de la DEA, introduciendo mejoras en muchos aspectos diferentes, particularmente en aquellos que se refieren al benchmarking. Aparicio, Ruiz & Sirvent (2007) resuelven teóricamente el problema de minimizar la distancia a la frontera eficiente mediante el uso de un problema lineal entero mixto que se utiliza para establecer los *targets* más cercanos o *closest targets* (CT). Muchos han sido los autores que han trabajado desde entonces con la misma idea: Ramón, Ruiz & Sirvent (2016) incorporando restricciones de peso en el modelo, Ruiz & Sirvent (2016) para desarrollar un marco de benchmarking común, Aparicio, Cordero & Pastor (2017) con modelos orientados, Zhu, Wu, Ji & Li (2018) con modelos DEA no orientados con un

simple MILP o Cook, Ramón, Ruiz, Sirvent y Zhu (2019) para un enfoque de benchmarking en el contexto de los planes de incentivos de pago por desempeño, son solo algunos ejemplos.

Si bien los CT requieren el menor esfuerzo global, en la práctica a menudo encontramos situaciones para las que los objetivos más cercanos siguen siendo objetivos inalcanzables, por lo que Aparicio, Monge & Ramón (2021), han observado la necesidad de esfuerzos más equilibrados en los planes de mejora en el contexto del benchmarking proponiendo una nueva medida, la RAM en su versión multiplicativa (MRAM), que asegura esfuerzos más equitativos.

El objetivo de este trabajo es proponer métodos que permitan al tomador de decisiones alcanzar niveles operativos óptimos lo más equilibrado posible en todas las dimensiones sin descuidar el esfuerzo global considerando que existe ausencia total de información. Los resultados obtenidos son comparados con dos medidas CT y MRAM por ser, respectivamente, los enfoques que menor esfuerzo global proporciona y el enfoque con esfuerzos más equilibrados, demostrando una mejora sustancial sobre ellos. Finalmente, cabe decir que, conseguimos planes de mejora coherentes y realistas con un esfuerzo global muy cercano al CT y mucho menor que los obtenidos con MRAM.

## 2. Esfuerzos equilibrados con enfoques alternativos

Se definen  $n$  DMUs que utilizan  $m$  entradas para producir  $s$  salidas. Estos se denotan por  $(X_j, Y_j)$ ,  $j = 1, \dots, n$ . Se supone que  $X_j = (x_{1j}, \dots, x_{mj}) \geq 0_m$ ,  $j = 1, \dots, n$  e  $Y_j = (y_{1j}, \dots, y_{sj}) \geq 0_s$ ,  $j = 1, \dots, n$ . Si, en particular, se asume que los retornos variables a escala (Banker, Charnes & Cooper, 1984), entonces  $T$  se puede actuar de la siguiente manera:

$$T = \left\{ (X, Y) \geq 0_{m+s} : \sum_{j=1}^n X_j \lambda_j \leq X, \sum_{j=1}^n Y_j \lambda_j \geq Y, \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1, \forall_j \right\}$$

La medida de eficiencia para  $DMU_0$  se obtiene como resultado de su comparación con un punto de proyección dominante en la frontera eficiente del conjunto de posibilidades de producción. Las coordenadas de esta proyección serán los objetivos para  $DMU_0$ . Nuestro enfoque se basa fundamentalmente en la caracterización del conjunto de puntos de  $T$  eficientes de Pareto que dominan  $DMU_0$  y para ello proponemos tres enfoques para evitar esfuerzos desequilibrados y alcanzar la frontera eficiente.

- **Modelo del rango mínimo de esfuerzo (MRM):** El modelo del rango mínimo de esfuerzo (MRM) ha sido diseñado para garantizar que el ratio entre el menor y mayor esfuerzo en las diferentes variables sea lo más similar posible. La situación ideal es aquella donde el resultado del ratio sea 1, lo que implicaría una igualdad absoluta en el esfuerzo requerido en todas las dimensiones.
- **Modelo de distancia al mínimo cuadrado (DMISM):** Otra alternativa que permite explorar la frontera eficiente controlando esfuerzos desequilibrados es el modelo de distancia al mínimo cuadrado cuya principal característica es minimizar la suma al cuadrado de la diferencia de cada cambio al esfuerzo mínimo. La filosofía de esta propuesta busca acortar las distancias entre los requisitos necesarios para alcanzar niveles óptimos de eficiencia.
- **Modelo de distancia al cuadrado medio (DMESM):** En este último modelo buscamos minimizar el cuadrado de la suma de las diferencias entre los esfuerzos medios a cada uno de ellos. Buscando nuevamente minimizar esfuerzos descompensados y acortar aquellos que se desvían del esfuerzo promedio.

## 3. Ejemplo empírico

Esta sección incluye una demostración empírica del uso de la metodología propuesta en este trabajo. En particular utilizamos una base de datos que incluye un conjunto de 28 aerolíneas (Coelli, Grifell-Tatjé & Perelman, 2002, Ray, 2004 y Aparicio, Ruiz & Sirvent 2007). Los datos corresponden a 1990 y cada aerolínea ha sido evaluada con 4 entradas y 2 salidas. Finalmente, 16 aerolíneas fueron consideradas eficientes y el resto, 12, ineficientes.

A modo de ejemplo, la aerolínea Malaysia muestra una gran diferencia en el esfuerzo global necesario para alcanzar niveles eficientes de los métodos MRAM (158,6%) y CT (58,7%). Si bien CT reduce considerablemente ese esfuerzo global, se nota un desequilibrio pronunciado, llegando incluso a asignar esfuerzos nulos en dos variables a cambio de sobrecargar otras dimensiones. En contraposición MRAM propone cambios muy equilibrados, pero globalmente se hace un sobreesfuerzo para alcanzar los niveles de eficiencia. En las alternativas propuestas esfuerzo global es considerablemente menor a MRAM mientras que los esfuerzos en las diferentes dimensiones son relativamente equilibrados. En particular, en este caso la solución provista por MRM sugiere esfuerzos de 19%, 18%, 19%, 12.4%, 12.4% y 19% para las variables. Por su parte, las alternativas propuestas por DMISM y DMESM siguen un comportamiento similar a MRM en términos de esfuerzos globales y equilibrio, dejando al decisor la elección de la estrategia que mejor se adapte a sus circunstancias.

En términos generales, se observa que CT es el método que propone el menor esfuerzo medio, situación expuesta en Ruiz et al (2016), seguida de DMESM con 109,93%, DMISM con 111,15%, MRM con 113. 12% y MRAM con 197,52%. También se observa que la desviación estándar es de alrededor del 70% en todos los métodos, excepto para MRAM que es del 150,31%.

#### 4. Conclusiones

En el presente trabajo desarrollamos diferentes enfoques que toman en consideración dos de las premisas básicas que se requieren en cualquier plan de mejora en el contexto del benchmarking: controlar tanto los esfuerzos globales como los desequilibrios requeridos en los esfuerzos necesarios en las diferentes dimensiones. En concreto, desarrollamos tres enfoques en la línea descrita, que da al decisor la posibilidad de elegir entre varios planes de mejoras, eligiendo el que mejor se adapte a sus circunstancias particulares para alcanzar los mejores niveles de eficiencia.

Resumiendo, con este trabajo se ha logrado los siguientes avances en el contexto del benchmarking: 1) proponemos plan de mejoras donde los esfuerzos globales son muy cercanos a los que se logran con el modelo de distancia mínima (CT), 2) se eliminan esfuerzos desproporcionados en los planes de mejoras que hacían impracticable su implementación. 3) proponemos varias estrategias en la línea descrita anteriormente, lo que permite al tomador de decisiones flexibilidad en términos de elegir las pautas a seguir de acuerdo con sus circunstancias particulares.

#### • Referencias

An, Q., Tao, X., Dai, B., & Xiong, B. (2021). Enfoque de fijación de objetivos de cambio acotado: Selección de una ruta de evaluación comparativa realista. *Revista de la Sociedad de Investigación Operativa*, 72(3), 663-677. <https://doi.org/10.1080/01605682.2019.1700185>

Aparicio, J., Monge, J.F. & Ramón, N. (2021), A new measure of technical efficiency in data envelopment analysis based on the maximization of hypervolumes: Benchmarking, properties and computational aspects, *European Journal of Operational Research*, 293 (1), 263 – 275. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2020.12.002>

Aparicio, J., Cordero, J. M., & Pastor, J. T. (2017). La determinación de la menor distancia a la frontera fuertemente eficiente en modelos orientados al análisis envolvente de datos: modelización y aspectos computacionales. *Omega*, 71, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2016.09.008>

Aparicio, J., Ruiz, J.L., & Sirvent, I. (2007). Objetivos más cercanos y distancia mínima a la frontera eficiente de Pareto en DEA. *Revista de Análisis de Productividad* 28, 3, 209-218. <https://doi.org/10.1007/s11123-007-0039-5>

Banker, R. D., Charnes, A., & Cooper, W. W. (1984). Algunos modelos para estimar ineficiencias técnicas y de escala en el análisis envolvente de datos. *Ciencias de la gestión*, 30(9), 1078-1092. <https://doi.org/10.1287/mnsc.30.9.1078>

Coelli, T., Grifell-Tatjé, E., & Perelman, S. (2002). Utilización de la capacidad y rentabilidad: Una descomposición de la eficiencia de las ganancias a corto plazo. *Revista Internacional de Economía de la Producción*, 79(3), 261-278. [https://doi.org/10.1016/S0925-5273\(02\)00236-0](https://doi.org/10.1016/S0925-5273(02)00236-0)

Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978). Medir la eficiencia de las unidades de toma de decisiones. *Revista europea de investigación operativa*, 2(6), 429-444. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(78\)90138-8](https://doi.org/10.1016/0377-2217(78)90138-8)

Cook, W. D., Ramón, N., Ruiz, J. L., Sirvent, I., & Zhu, J. (2019). Evaluación comparativa basada en la DEA para la evaluación del desempeño en planes de incentivos de pago por desempeño. *Omega*, 84, 45-54. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2018.04.004>

Ray, S. C. (2004). *Análisis envolvente de datos: teoría y técnicas para la economía y la investigación operativa*. Prensa universitaria de Cambridge. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511606731>

Ramón, N., Ruiz, J. L., & Sirvent, I. (2016). Sobre el uso de modelos DEA con restricciones de peso para la evaluación comparativa y el establecimiento de objetivos. En *Avances en eficiencia y productividad* (pp. 149-180). Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-48461-7\\_7](https://doi.org/10.1007/978-3-319-48461-7_7)

Ruiz, J. L., & Sirvent, I. (2016). Benchmarking común y ranking de unidades con DEA. *Omega*, 65, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2015.11.007>

Zhu, Q., Wu, J., Ji, X. y Li, F. (2018). Un MILP simple para determinar los objetivos más cercanos en el modelo DEA no orientado que satisface una fuerte monotonicidad. *Omega*, 79, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2017.07.003>

# IS YOUR WORKPLACE SAFE FROM SEXUAL HARASSMENT?\*

**Tatiana Zhiveleva** †  
Universidad de Alicante  
Department of Economic Analysis

Directors:  
Josep Enric Peris Ferrando (Universidad de Alicante)  
Pedro Jesús Hernández Martínez( Universidad de Murcia)

2022

## Abstract

---

\*  
†email: tatianazh123@gmail.com

Harassment at work is a serious issue nowadays. Harassment may range from persistent offensive sexual jokes to improper touching to sending obscene material. The term sexual harassment is used in determining violence occurring within the general community, including rape, sexual abuse, sexual harassment, and intimidation at work, in educational establishments and elsewhere, trafficking at females and forces prostitution. Some studies show that organizational climate and workplace environment are essential for understanding the conditions in which sexual harassment is likely to occur, and the way its victims will be affected. Yet, research on specific policy and procedure, and awareness strategies is lacking. One of the difficulties in understanding sexual harassment, is that it involves a range of behaviours. In most cases (although not in all cases) it is difficult for the victim to describe what they experienced. This can be related to difficulty classifying the situation or could be related to stress and humiliation experienced by the recipient. Nowadays there is variety of research of employment-related sexual harassment, but mainly they are implemented by psychologists and sociologists. There have been studies of sexual harassment through all over the world. In particular, the U.S. evidence points to a high incidence of sexual harassment for women employed in the military (71 percent), a large private-sector organization (68 percent), a mid-western university (63 percent), private legal practice (66 percent), corporate or public legal practice (46 percent), and the U.S. Federal Government (44 percent) (Antecol and Cobb-Clark, 2002.; Schneider, et al., 1997; Laband and Lentz, 1998; USMSPB, 1995). Antecol and Cobb-Clark in their studies focus on sexual harassment in active-duty personnel in the U.S. armed forces. The research indicates that women experience more sexual harassment than do men, sexual harassment very often goes unreported and often do not label their experiences as sexual harassment per se (Antecol and Cobb-Clark, 2001; Marin and Guadagno, 1999; Magley, et al., 1999; Fitzgerald and Shullman, 1993). Fitzgerald, et. al (1977) investigate the effect of sexual harassment on the job satisfaction as well as Laban and Lentz (1998) who stand that women are more likely to leave their job in case of reporting sexual harassment.

This paper uses data from European Union Agency for Fundamental Rights: Violence Against Women Survey, 2012. This is the first European Union (EU)-wide survey to collect comparable data on women's experiences of gender-based violence in all 28 EU Member States. The survey interviewed a total of 42,000 women. Respondents were selected using a random probability methodology to give a representative sample of the female population aged 18–74 years in each country. In a small number of questions, the answer categories were adapted to each country to make it easier for the respondents to answer. This involved, for example, the education categories and income categories.

Women were asked which of 11 unwanted gender-related behaviours they may have experienced since you were 15 years old, until now. As we have seen a lot of examples in literature, following standard practice. Our notion of sexual harassment is based upon one or more experiences of unwanted gender-related behaviour. It does not rely upon individuals reporting themselves to have been sexually harassed and does not necessarily fit with legal definitions. Sexist behaviour includes being treated differently or demeaned because of one's sex, while sexual assault includes rape and attempted rape. As such, neither category would usually be considered sexual harassment per se (Antecol and Cobb-Clark 2006).

A half of the sample has ever experienced sexual harassment. Unwel-



come touching, hugging, or kissing (26 percent), inappropriate staring or leering (26 percent) and sexually suggestive comments or jokes (23 percent) are the most frequently reported form of unwanted gender-related behaviour for women. Almost 18 percent of respondents reported having been experiencing intrusive comments about physical appearance. Furthermore, almost the same percentage of women reported that they have been intrusively questioned about private life. There are some important points to highlight: 15 percent had repeatedly been asked for dates after declining; 16 percent had been indecently exposed by somebody. Finally, 6 percent received sexually explicit emails or SMS, 5 percent inappropriate advances on Facebook or in chats rooms, 4 received sexually explicit pictures, photos or gifts and 1 percent of respondents reported that they have been made to watch pornographic materials against their wishes.

The incidence of unwanted gender-related behaviours is significantly higher in Top positions. For instance, women in Top management are 31 percentage points and middle management 28.3 percentage points more likely to report any sexual harassing behaviour than women doing unskilled manual work. Those at between median and highest quartile household income are less likely to report sexual attention than ones with high HHI (4.8 percentage points). Unwanted gender-related behaviour are more likely among younger women (table represents results vs age 18-24). Women with age 60+ are 37.3 percentage points less likely to report sexually harassing behaviour than one of 18-24 age.

The most common penetrators of sexual harassment are someone unknown (64 percent), someone known by respondent (37 percent), friend (31 percent), colleague/co-worker (23 percent). Respondent's friend and colleague have the highest percentage for sexual harassment after someone they did and did not know. This is the reason we want to reduce the sample and look at specific penetrator's probability. As we concentrate on violence in workplace probit model demonstrates the highest probability of sexually harassing behaviour has been performed by respondent's supervisor or boss, colleague, and client. We use the model similar to one used in Antecol and Cobb-Clark 2006 by analysing the propensity to report sexually harassing behaviour. This model includes a vector of demographic characteristics (material status, age the fact of having children) and human capital characteristics (level of education). These are the main characteristics related to the propensity to report sexual harassment. Additionally, we include current job characteristics (occupation), household income, data on sexual orientation, religion, citizenship and living area. As a result, probability to be sexually harassed by a colleague (boss) is 8.4 (9.3) percentage points higher for unmarried women than for married ones. Being sexually harassed by colleague or boss is higher for any women's type of occupation than for women who do unskilled manual work and moreover is higher for all age groups in comparison with age 18-24. Women with lowest HHI is less likely to be sexually harassed by colleague or boss than ones with higher HHI.

# **Análisis de descomposición entre la brecha socioeconómica intraurbana de la doble carga de malnutrición infantil en Colombia**

Gustavo Alfonso Romero Olmedo<sup>1</sup>

Ana María Osorio Mejía<sup>2</sup>

Ernesto Cárdenas Prieto<sup>3</sup>

## **Resumen**

Colombia experimenta un rápido proceso de urbanización y este presenta un mayor asentamiento en los barrios marginales de las ciudades, caracterizados por la falta de infraestructura y de servicios públicos, factores que afectan negativamente la salud y nutrición de los niños.

Nuestro objetivo es identificar la contribución de los factores que explican la brecha en el retraso en el crecimiento y el exceso de peso entre niños pobres y no pobres menores de 5 años en las zonas urbanas de Colombia. Utilizando los datos de la Encuesta Nacional de Situación Nutricional 2015. Se utilizan la técnica de descomposición no lineal de Yun basado en el método clásico de descomposición desarrollado por Blinder-Oaxaca. Con una muestra de 6877 observaciones, los resultados muestran que la brecha intraurbana del retraso en el crecimiento entre pobres y no pobres en las zonas urbanas es de 4,8 puntos porcentuales. Para el exceso de peso la brecha es de -2,1 puntos porcentuales. Este estudio identifica la

---

<sup>1</sup> Ph.D(C) Doctorado DEcIDE en Economía, Universidad de Murcia.

<sup>2</sup> University of Manitoba, Canada. Rady Faculty of Health Sciences, College of Nursing.

<sup>3</sup> Peace and Conflict Studies, University of Manitoba, Canada. & School of Economics, Sergio Arboleda University, Colombia.

coexistencia de una doble carga de malnutrición (DCM) en niños menores a 5 años que habitan en las zonas urbanas de Colombia. La identificación de los principales determinantes de la DCM así como su importancia relativa constituye un aporte para los encargados de políticas públicas orientadas a reducir las brechas socioeconómicas.

**Palabras claves:** Malnutrición Infantil, Brechas en el Estado de Salud, Zona Urbana, Colombia.

**Códigos JEL:** I12, I18, R1

### **Motivación**

En América del sur la población urbana es aproximadamente el 80% del total (ONU-Habitat, 2012) y en Colombia, de acuerdo con los datos del censo nacional de población realizado por el Departamento Nacional de Estadística (DANE) para el año 2018, el 77,1% de la población habita en las cabeceras municipales, es decir, en zonas urbanas (DANE, 2018).

Según el informe de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) para el año 2010, las ciudades y pueblos sudamericanos son altamente desiguales (CEPAL, 2010) (en términos de desigualdad el Gini reportado en Colombia para el 2015 fue de 0,522).

Varios estudios abordan la relación entre desigualdades socioeconómicas y malnutrición. Por ejemplo, el estudio realizado por Mussa (2014), señala que las características de la zona de estudio tienen un papel importante entre las diferencias del estado de malnutrición de los niños. El estudio de la malnutrición infantil es cada vez más relevante en el estudio de las inequidades sociales y el desarrollo económico (Todaro & Smith, 2020).

El retraso en el crecimiento (baja talla/estatura para la edad) y el exceso de peso (sobrepeso y obesidad) son indicadores claves para medir el bienestar en la niñez y pueden tener graves consecuencias en el presente y futuro de los niños (Petri G., 2020; Stamatakis et al., 2010).

La mayoría de los estudios sobre sobre malnutrición infantil se han enfocado en el análisis de brechas socioeconómicas i.e., entre pobres y no-pobres (Chauhan et al., 2019; Joe et al., 2009; Kumar & Mohanty, 2011; Wagstaff & Watanabe, 1999) y malnutrición, o entre zonas urbanas y rurales (Van de Poel et al., 2007) muy pocos analizan la existencia de brechas de malnutrición intra-urbanas (Kumar & Singh, 2013; Mussa, 2014). Para Colombia no hay estudios que vinculen brechas socioeconómicas con la DCM a nivel urbano.

El objetivo del presente trabajo es identificar la importancia relativa de los factores que explican la brecha en el retraso en el crecimiento y exceso de peso entre niños pobres y no pobres menores de 5 años en las áreas urbanas de Colombia.

## **Métodos**

### *Datos*

Los datos utilizados en el estudio son tomados de la ENSIN 2015, que es la última disponible, publicada en 2019. La encuesta es representativa a nivel nacional y cubre áreas urbanas y rurales, seis regiones, 14 subregiones y 33 departamentos (primera división administrativa), incluido el Distrito Capital (Ciudad de Bogotá).

### *Variables de respuesta*

Se utilizaron dos variables de respuesta relacionadas con la malnutrición. La primera, es el retraso en el crecimiento, cuando el puntaje Z de la talla para la edad está por debajo de

menos dos desviaciones estándar (-2SD) de la mediana de referencia establecida según los patrones de crecimiento de la Organización Mundial de la Salud-OMS (OMS et al., 2014).

La segunda, el exceso de peso, este indicador se calcula a partir del índice de masa corporal (IMC), cuando el puntaje Z del índice de masa corporal está por encima de dos desviaciones estándar (+ 2 SD) de la mediana de referencia, se considera con exceso de peso (Ekholuenetale et al., 2020).

#### *Variables explicativas*

Siguiendo el marco conceptual propuesto por autores como Bhutta et al., (2020); Grossman, (2000); Mosley & Chen, (1984) y Osorio et al., (2018) que combinan determinantes estructurales e intermedios para la salud infantil, hemos incluido en este estudio las variables explicativas relacionadas con las características del niño, de la madre y del hogar. Se utiliza el índice de riqueza incluido en la encuesta, el cual se categoriza por quintiles. Los dos quintiles de abajo del índice de riqueza se identifican como “pobres” y los otros como “no pobres”. Esta clasificación es consistente con estudios previos como los realizados por Joe et al., (2009) y Kumar & Singh, (2013).

#### *Análisis estadístico*

La desigualdad en el análisis de brechas intraurbanas se mide utilizando la curva y el índice de concentración para visualizar si está por encima o por debajo de la línea de igualdad. (Mokalla & Mendu, 2020; O'Donnell et al., 2008).

En la descomposición de la brecha entre “pobres” y “no pobres” para el retraso en el crecimiento y el exceso de peso utilizamos la descomposición de Yun, que es una técnica no lineal que proviene de la descomposición Blinder-Oaxaca.

## **Resultados**

La prevalencia del retraso en el crecimiento para los niños menores de 5 años en la zona urbana de Colombia es de 8,6%, el valor correspondiente en el exceso de peso es de 6,4%. Los niños pobres tenían un mayor retraso en el crecimiento (11,4%) en comparación con los niños no pobres (7,8%). El 4,9% de los niños pobres presentan exceso de peso en comparación con el 6,8% de los niños no pobres, evidenciando descriptivamente la prevalencia en los indicadores de malnutrición infantil tanto en los niños pobres como en no pobres.

El retraso en el crecimiento presenta una brecha entre pobres y no pobres de 4,8 pp (puntos porcentuales) y sus principales determinantes explicativos son el nivel educativo de la madre, la afiliación a una institución de salud y lugar del parto en una institución de salud. La brecha entre pobres y no pobres en el exceso de peso evidencia una diferencia de -2,1 pp, que se explica en un 50% por los efectos de las características (dotaciones) y los determinantes con mayor porcentaje de participación son el nivel educativo de la madre, afiliación a una institución de salud y parto por asistencia médica.

## **Conclusiones**

El retraso en el crecimiento en los niños menores de 5 años, como se ha dicho previamente, tuvo una reducción en los últimos 10 años. Sin embargo, los resultados evidencian que en los indicadores de malnutrición persiste la brecha entre pobres y no pobres en la zona urbana de Colombia.

Los hallazgos permiten afirmar que los determinantes en el efecto características juegan un papel importante en la explicación de la brecha. Este resultado corrobora las desigualdades

socioeconómicas en la salud observadas en la literatura (Born et al., 2019; Joe et al., 2009; Kumar & Singh, 2013; Mokalla & Mendu, 2020).

Nuestros hallazgos coinciden con estudios realizados en países con características socioeconómicas similares como Nepal, Etiopia, Senegal, Perú (Bhutta et al., 2020), Malawi (Mussa, 2014), Egipto, Jordania, Yemen (Sharaf & Rashad, 2016) e India (Nie et al., 2016). Dichos estudios han utilizado la descomposición Blinder-Oaxaca u otras técnicas como la descomposición por medio de la regresión por cuantiles (Aheto, 2020) y se concluye que los determinantes socioeconómicos que comúnmente se asocian con la malnutrición infantil son la educación de los padres y el acceso al sistema de salud.

La brecha entre pobres y no pobres, y la coexistencia de la doble carga en la malnutrición infantil, ha permitido evidenciar que los indicadores de malnutrición infantil (retraso en el crecimiento y exceso de peso) están fuertemente asociados a la posición socioeconómica del hogar. Este hallazgo es un aporte para los encargados de políticas públicas orientadas a reducir las brechas socioeconómicas y sus contribuyentes en el área urbana de Colombia.

Finalmente, el exceso de peso no es un problema exclusivo de los estratos más altos ya que los pobres también presentan prevalencia en este indicador. Por lo tanto, es necesario implementar políticas de prevención, aún más, en las comunidades pobres ya que presentan un doble problema de malnutrición.

## Referencias

- Aheto, J. M. K. (2020). Simultaneous quantile regression and determinants of under-five severe chronic malnutrition in Ghana. *BMC Public Health*, *20*(1), 1–12.  
<https://doi.org/10.1186/s12889-020-08782-7>
- Barrera, D., Fierro, E., Puentes, L., & Castañeda, J. (2017). Prevalencia y determinantes sociales de malnutrición en menores de 5 años afiliados al Sistema de Selección de Beneficiarios para Programas Sociales (SISBEN) del área urbana del municipio de Palermo en Colombia, 2017. *Universidad y Salud*, *10*.  
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.22267/rus.182003.126> Universidad
- Bhutta, Z. A., Akseer, N., Keats, E. C., Vaivada, T., Baker, S., Horton, S. E., Katz, J., Menon, P., Piwoz, E., Shekar, M., Victora, C., & Black, R. (2020). How countries can reduce child stunting at scale: Lessons from exemplar countries. *American Journal of Clinical Nutrition*, *112*, 894S–904S. <https://doi.org/10.1093/ajcn/nqaa153>
- Born, D., Colamarco, V., Delamónica, E., & Minujín, A. (2019). South American Children's Quality of Life: Intra-Urban Disparities along Life-Cycle Indicators. *Applied Research in Quality of Life*, *14*(3), 799–817. <https://doi.org/10.1007/s11482-018-9607-2>
- Braveman, P., & Gottlieb, L. (2014). The social determinants of health: It's time to consider the causes of the causes. *Public Health Reports*, *129*(SUPPL. 2), 19–31.  
<https://doi.org/10.1177/00333549141291s206>
- CEPAL. (2010). Estudio económico de América Latina y el Caribe. In *Políticas y producción audiovisual en la era digital en América Latina*.  
<https://doi.org/10.2307/j.ctvt6rmjp.10>
- CEPAL, N. U. (2020). *El desafío social en tiempos del COVID-19*.



- Chauhan, B. G., Chauhan, S., & Chaurasia, H. (2019). Decomposing the gap in child malnutrition between poor and non-poor in Sierra Leone. *Journal of Public Health*, 27(1), 119–127.
- DANE. (2018). *Censo Nacional de Población y Vivienda 2018 - Colombia*.  
<https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/censo-nacional-de-poblacion-y-vivenda-2018/cuantos-somos>
- Egerter, S., Braveman, P., Sadegh-Nobari, T., Grossman-Kahn, R., & Dekker, M. (2011). An examination of the many ways in which education can influence health, including how educational attainment affects health across generations and the social and economic advantages it represents: issue brief no. 5. *Education and Health*, 232–245.  
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-375678-7.00309-6>
- Ekholuenetale, M., Tudeme, G., Onikan, A., & Ekholuenetale, C. E. (2020). Socioeconomic inequalities in hidden hunger, undernutrition, and overweight among under-five children in 35 sub-Saharan Africa countries. *Journal of the Egyptian Public Health Association*, 95(1). <https://doi.org/10.1186/s42506-019-0034-5>
- Fairlie, R. W. (2017). Addressing Path Dependence and Incorporating Sample Weights in the Nonlinear Blinder-Oaxaca Decomposition Technique for Logit, Probit and Other Nonlinear Models. *Stanford Institute for Economic Policy Research Discussion Paper*, 17, 1–26. <https://siepr.stanford.edu/sites/default/files/publications/17-013.pdf>
- Gómez Builes, G. M., Astaiza Arias, G. M., & Minayo, M. C. de S. (2008). Las migraciones forzadas por la violencia: el caso de Colombia. *Ciência & Saúde Coletiva*, 13(5), 1649–1660.
- Grossman, M. (2000). The Human Capital Model. In *Handbook of Health Economics* (A.J. Culy, Vol. 1, pp. 347–408).

- Gwozdz, W., Sousa-Poza, A., Reisch, L. A., Ahrens, W., Eiben, G., M. Fernández-Alvira, J., Hadjigeorgiou, C., De Henauw, S., Kovács, E., Lauria, F., Veidebaum, T., Williams, G., & Bammann, K. (2013). Maternal employment and childhood obesity – A European perspective. *Journal of Health Economics*, *32*(4), 728–742.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jhealeco.2013.04.003>
- Hanandita, W., & Tampubolon, G. (2015). The double burden of malnutrition in Indonesia: Social determinants and geographical variations. *SSM - Population Health*, *1*, 16–25.  
<https://doi.org/10.1016/j.ssmph.2015.10.002>
- Heart, N., Lung, Institute, B., Diabetes, N. I. of, Digestive, & (US), K. D. (1998). *Clinical guidelines on the identification, evaluation, and treatment of overweight and obesity in adults: the evidence report* (Issue 98). National Heart, Lung, and Blood Institute.
- Huicho, L., Vidal-Cárdenas, E., Akseer, N., Brar, S., Conway, K., Islam, M., Juarez, E., Rappaport, A. I., Tasic, H., Vaivada, T., Wigle, J., & Bhutta, Z. A. (2020). Drivers of stunting reduction in Senegal: A country case study. *American Journal of Clinical Nutrition*, *112*(Supplement\_2), 816S-829S. <https://doi.org/10.1093/ajcn/nqaa151>
- Joe, W., Mishra, U. S., & Navaneetham, K. (2009). Inequalities in Childhood Malnutrition in India: Some Evidence on Group Disparities. *Journal of Human Development and Capabilities*, *10*(3), 417–439. <https://doi.org/10.1080/19452820903048886>
- Kumar, A., & Mohanty, S. K. (2011). State of child health among poor and non-poor in urban India. *Genus*, *67*(1).
- Kumar, A., & Singh, A. (2013). Decomposing the Gap in Childhood Undernutrition between Poor and Non-Poor in Urban India, 2005-06. *PLoS ONE*, *8*(5).  
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0064972>
- McGovern, M. E., Krishna, A., Aguayo, V. M., & Subramanian, S. V. (2017). A review of

the evidence linking child stunting to economic outcomes. *International Journal of Epidemiology*, 46(4), 1171–1191. <https://doi.org/10.1093/ije/dyx017>

Migración Colombia. (2020). *Infografías 2020 - Distribución Venezolanos en Colombia corte a 30 de Septiembre*.

<https://www.migracioncolombia.gov.co/infografias/distribucion-venezolanos-en-colombia-corte-a-30-de-septiembre>.

<https://www.migracioncolombia.gov.co/infografias/distribucion-venezolanos-en-colombia-corte-a-30-de-septiembre>

Mokalla, T. R., & Mendu, V. V. R. (2020). Risk factors and socioeconomic inequalities in undernutrition among children 0-59 months of age in India. *International Journal of Population Studies*, 5(2). <https://doi.org/10.18063/ijps.v5i2.1125>

Mosley, W. H., & Chen, Li. C. (1984). *An analytical Framework for the Study of Child Survival in Developing Countries*.

Mussa, R. (2014). A matching decomposition of the rural–urban difference in malnutrition in Malawi. *Health Economics Review*, 4(1), 1–10. <https://doi.org/10.1186/s13561-014-0011-9>

Nie, P., Rammohan, A., Gwozdz, W., & Sousa-Poza, A. (2016). Developments in Undernutrition in Indian Children Under Five: A Decompositional Analysis. *IZA Discussion Papers*, 9893.

O'Donnell, O., van Doorslaer, E., Wagstaff, A., & Lindelow, M. (2008). Analyzing Health Equity Using Household Survey Data. In *World Bank Institute Development Studies*. The World Bank. <https://doi.org/doi:10.1596/978-0-8213-6933-3>

OMS, Organización Mundial de la Salud, & OMS. (2014). Metas mundiales de nutrición 2025 Documento normativo sobre retraso del crecimiento. *World Health Organization*,

9, 1–12. <https://www.fundacionbengoa.org/publicaciones/>

ONU-Habitat. (2012). Estado de las ciudades de América Latina y el Caribe 2012. Rumbo a una nueva transición urbana. In *Exit imagen y cultura* (Issue 17).

<http://dialnet.unirioja.es/servlet/extart?codigo=1090144>

Ortiz-Félix, R. E., Cárdenas-Villareal, V. M., Moral de la Rubia, J., Ruvalcaba Rodríguez, M. D., & Hernández-Carranco, R. G. (2015). Predictores maternos del índice de masa corporal del hijo pre-escolar y escolar. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 65(3), 158–165.

Osorio, A. M., Romero, G. A., Bonilla, H., & Aguado, L. F. (2018). Socioeconomic context of the community and chronic child malnutrition in Colombia. *Revista de Saúde Pública*, 52–73. <https://doi.org/https://doi.org/10.11606/S1518-8787.2018052000394>

Petri G., C. (2020). *La obesidad no es una tendencia imparable*. UNICEF.

<https://www.unicef.org/colombia/historias/la-obesidad-no-es-una-tendencia-imparable>

Popkin, B. M., Corvalan, C., & Grummer-Strawn, L. M. (2020). Dynamics of the double burden of malnutrition and the changing nutrition reality. *The Lancet*, 395(10217), 65–74. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(19\)32497-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(19)32497-3)

Sharaf, M. F., & Rashad, A. S. (2016). Regional inequalities in child malnutrition in Egypt, Jordan, and Yemen: a Blinder-Oaxaca decomposition analysis. *Health Economics Review*, 6(23). <https://doi.org/10.1186/s13561-016-0097-3>

Solar, O., & Irwin, A. (2006). Social determinants , political contexts and civil society action : a historical perspective on the Commission on Social Determinants of Health. *Health Promotion Journal of Australia*, 17(3), 180.

<http://search.proquest.com.ezproxy.liv.ac.uk/docview/207439318?accountid=12117>

Stamatakis, E., Wardle, J., & Cole, T. J. (2010). Childhood obesity and overweight

- prevalence trends in England: Evidence for growing socioeconomic disparities. *International Journal of Obesity*, 34(1), 41–47. <https://doi.org/10.1038/ijo.2009.217>
- Todaro, M. P., & Smith, S. C. (2020). *Economic development*. Pearson UK.
- UNICEF. (2013). *Improving Child Nutrition: The achievable imperative for global progress*. <https://data.unicef.org/resources/improving-child-nutrition-the-achievable-imperative-for-global-progress/>
- UNICEF. (2019). *The State of the World's Children 2019. Children, Food and Nutrition: Growing well in a changing world*. <https://www.unicef.org/media/63016/file/SOWC-2019.pdf>
- Uthman, O. a. (2009). A multilevel analysis of individual and community effect on chronic childhood malnutrition in rural Nigeria. *Journal of Tropical Pediatrics*, 55(2), 109–115. <https://doi.org/10.1093/tropej/fmn093>
- Van de Poel, E., O'Donnell, O., & Van Doorslaer, E. (2007). Are urban children really healthier? Evidence from 47 developing countries. *Social Science & Medicine*, 65(10), 1986–2003.
- Wagstaff, A., & Watanabe, N. (1999). *Socioeconomic inequalities in child malnutrition in the developing world*. The World Bank.
- Yun, M. S. (2004). Decomposing differences in the first moment. *Economics Letters*, 82(2), 275–280. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2003.09.008>

## **Did COVID-19 modify the spatial concentration of business failure?**

Authors:

**Manuel Ruiz-Marín.** Full Professor at the Department of Quantitative Methods, Law and Modern Languages. Technical University of Cartagena. Calle Real 3, 30201. Cartagena (Murcia) SPAIN. Phone number +34-968 32 5901. email: [manuel.ruiz@upct.es](mailto:manuel.ruiz@upct.es)

**Mariluz Maté-Sánchez-Val.** Associated Professor at the Economics, Accounting and Financial Department. Technical University of Cartagena. Calle Real 3, 30201. Cartagena (Murcia) SPAIN. Phone number +34-868 071134. email: [mluz.mate@upct.es](mailto:mluz.mate@upct.es)

**Jose Noguera-Venero.** PhD Student. Economics, Accounting and Financial Department. Technical University of Cartagena. Calle Real 3, 30201. Cartagena (Murcia) SPAIN. email: [jose.noguera@edu.upct.es](mailto:jose.noguera@edu.upct.es)

### **Abstract**

The existing literature has examined the impact of the coronavirus disease (COVID-19) pandemic on business failure, highlighting firms' internal characteristics. However, information on changes in firms' external environments remains scarce. This study examines whether COVID-19 has also influenced the spatial co-locational patterns of business failure processes. Therefore, we apply symbolisation techniques to identify different business failure processes during pre- and post-covid periods. In addition, we compute the Q(m) spatial dependence test for categorical variables to identify differences in the co-location patterns before and after covid. We find significant differences in the spatial association of business failure processes, which are further understood when we examine sectoral differences.

**Keywords:** business failure, co-location patterns, symbolization process.

**Acknowledgements:** The authors acknowledge the financial support received from Ministerio de Ciencia e Innovación PID2019-107800GB-I00.

## **Introduction**

The COVID-19 health crisis has caused financial disruptions to productive activities. Commercial transactions of companies have sharply decreased owing to government restrictions on social interaction to control contagion (Baqae–Farhi 2020). This has motivated many recent studies to determine the effects of covid on companies' productive systems (Ramelli–Wagner 2020). These studies examined the impact of COVID-19 based on firms' internal characteristics and, specifically, their financial variables. Ramelli and Wagner (2020) found a negative relationship between returns and debt and a positive link between cash holdings and stock returns during the covid crisis. De Vito and Gomez (2020) analysed the time when firms with limited operating flexibility are operative before they use cash reserves. Pagano et al. (2020) indicated that firms whose productive activities do not require social distancing experienced smaller decreases in stock prices. Furthermore, Fahlenbrach et al. (2020) showed that the pandemic had less impact on firms with more financial capacity. Previous studies have considered the effects of COVID-19 from an internal business perspective, but studies including external geographical factors are practically non-existent in this context.

Geography is a key element in various areas of business research. In the case of business failure models, some authors stated that failure is also caused by external variables (Everett–Watson 1998). Location characteristics that consider firms' proximity to one another have rarely been examined. Fernandes and Artes (2016) proposed a credit scoring model with spatial dependence among companies. Their proposal provides better adjusted results than the score without spatial interactions. Calabrese et al. (2017) showed that spatial interaction effects are significant in score models and improve their capacity to predict business failure. Mate-Sanchez-Val et al. (2018) determined the presence of significant spatial interaction effects and geographical proximities to evaluate the probability of business failure.

Following the literature, this spatial interaction effect could be motivated by the presence of knowledge spillovers among companies (Zdanowska et al., 2020). Physical proximity among companies facilitates intercompany information

exchanges. Thus, geographical proximity eases the diffusion of social capital, increasing firms' capacity to share knowledge and learn from external information (Karlsson et al., 2015). CEOs in common locations tend to build face-to-face relationships, share experiences, and learn from each other's management practices. Thus, positive spillover effects exist in these environments that provide direct information to geographically close companies. They can use this external knowledge to pursue managerial success (Maskell 2001). The literature on imitation also states that companies tend to follow the management practices of neighbouring companies with better market positions (Leary–Roberts 2014). Informational asymmetries provide more incentives to companies to create relationships with geographically-close firms to overcome their information deficits and adopt better-informed decisions (Carreira–Silva 2010).

The present study aims to evaluate the geographical effects of spatial distribution on business failure processes by comparing pre- and post-covid periods. Particularly, we apply a symbolisation process to identify business failure processes and use the  $Q(m)$  spatial dependence test to evaluate whether the spatial distribution of business failures has changed over this period. We apply symbolisation techniques to a sample of companies located in Madrid (Spain). Our study answers the following research questions: Are there significant geographical co-localised trends in the territorial distribution of business failure? If so, are there differences in this spatial behaviour when we compare pre- and post-covid periods? The answers to these research questions provide further insight into the role geography plays in business behaviour. Policymakers can use this information to design regional policies focused on mitigating the negative effects of the covid pandemic or any other unexpected crisis in specific areas.

In addition, identifying the spatial behaviour of specific types of business failures will allow local governments to implement financial policies to reduce their incidence. Our study contributes to the business literature by providing further evidence on the kinds of business failure processes related to the COVID-19 pandemic. The spatial dimension is crucial in this context. It adds further



understanding of the economic consequences of the covid crisis in an urban context, determining whether it has had a disproportionate impact in specific environments. Unlike the previous economic crises, the COVID crisis had unpredictable and uncontrolled characteristics. Therefore, with the aim of overcoming these unexpected market conditions in the case of a pandemic in the future, it is important to analyse business failure processes during the Covid crisis as well as its geographic dimension (Nyikos et al., 2021). In this study, in addition to characterising different business failure processes, we analyse their spatial clustering patterns and compare them with the pre-Covid period. Our findings show the different co-location patterns of business failures.

The remainder of this paper is organised as follows. Section 2 presents the symbolisation methods applied to identify the business failure processes and spatial co-location patterns. Section 3 describes the database and the variables. Section 4 presents the results, and Section 5 presents the discussion and conclusions of this study.

## **Methods**

### *Identifying business failure processes*

To identify business failure processes, we used qualitative techniques. Our proposal was derived from a fuzzy qualitative comparative analysis (fsQCA) (Ragin, 1987, 2000) to determine the set of financial conditions that cause failure. Unlike fsQCA, we built a true table by assigning values of 0 or 1 to each explanatory variable according to a previously estimated threshold. These thresholds were computed through an algorithm using the classical Chow test (Chow 1960). These values were applied to identify structural changes in each financial ratio distribution when failed and non-failed companies were examined. Based on these thresholds, we applied symbols to each examined financial ratio (R1, R2, R3, R4, R5) using a set of 32 symbols. Symbolising financial ratios provided a general perspective on firms' financial patterns. We analysed these patterns before and after the covid pandemic.

Specifically, we considered a collection  $\Gamma = \{(0,0,0,0,0); (1,0,0,0,0); \dots; (1,1,1,1,1)\}$  of all the 5-tuples, with values  $\{0,1\}$  in each entry. The cardinality of  $\Gamma$  is 32, and each tuple is called a symbol. In our case, for each financial ratio  $R_i$  ( $i = 1, 2, \dots, 5$ ), we took  $D_l^i$ , ( $l = 1, 2, \dots, 9$ ) as the  $l$ -th decile that splits each financial ratio distribution  $R_i$  into ten equal frequency intervals. Taking these decile values, we split the sample of companies into two parts, one composed of companies verifying that  $R_i \leq D_l^i$  and the other group is made up of the remaining companies. For these groups, we computed a Chow test where the dependent variable is the dichotomous variable representing firm failure (0 non-failed and 1 failed), and we included five financial ratios ( $R_1, R_2, R_3, R_4, R_5$ ) as explanatory variables. We chose the deciles that provide the maximum Chow test value, termed  $\mathcal{D}^i$ . This process improves on the previous fsQCA method because it objectively identifies the thresholds at which each financial ratio impacts the condition of business failure.

Based on this process, we proposed a symbolization map  $S: \mathbb{R}^5 \rightarrow \Gamma$  determined by

$$S(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5) = (\mathfrak{I}^1(x_1), \mathfrak{I}^2(x_2), \mathfrak{I}^3(x_3), \mathfrak{I}^4(x_4), \mathfrak{I}^5(x_5)) \quad (1)$$

with

$$\mathfrak{I}^i(a) = \begin{cases} 1 & \text{if } a > \mathcal{D}^i \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (2)$$

an indicator function that takes a value of 1 when its argument is larger than the corresponding decile  $\mathcal{D}^i$ . The symbolisation procedure  $S$  transforms a vector defined by the five financial ratios into a 5-tuple symbol for each firm:

Finally, to identify business failure processes, we performed clustering on the  $S$  map of symbols using the k-means algorithm based on the Hamming distance. From this process, we obtained a set of failed companies with similar financial characteristics, identified by symbolisation.

#### *Spatial dependence $Q(m)$ test of qualitative data*

The  $Q(m)$  test applies symbolic dynamics to analyse discrete processes (Ruiz et al., 2010). Thus, this test is proposed to contrast the spatial dependence in

spatially discrete events. To undertake the symbolisation process, the researcher defines a space in which different states of a system are considered. Each state has only one representative point in space. This space is then split into a finite number of parts, each of which can be identified using a different letter. Apart from the capacity to determine spatial associations, this statistic allows us to identify specific patterns of spatial associations that can be tested with different interpretations of the spatial behaviour of business failure processes.

## Dataset and variables

We used the Iberian Balance Sheet Analysis System (SABI) database to obtain a sample of companies, taking financial information from their financial statements from 2017–2020. This sample comprised 30,101 firms with available information. From this sample, we defined failed companies as those in legal bankruptcy processes (Zorn et al., 2017). Our sample consists of 1,421 failed companies (498 in 2018, 463 in 2019, and 460 in 2020) whose bankruptcy processes were filed at the end of 2018, 2019, and 2020. We considered firms' financial ratios as applied in Altman's Z-score model (Altman 1968). Table 1 lists the definitions and average values.

Definition		Interpretation	Average values (sd)	
			Failed	Non-Failed
BF	Business failure	Companies that have filed for bankruptcy in the corresponding year and have available information	1421 companies	28680 companies
R1	Working capital to total assets	Firms' working capital represents their financial situation in the short term. A positive ratio indicates that the company can face its short-term financial obligations.	0.0268 (0.992)	0.0450 (0.855)
R2	Retained earnings to total assets	A high ratio of retained earnings to total assets shows that the company applies retained earnings to finance capital expenditures.	0.0320 (0.821)	0.0375 (0.801)

R3	Earnings before interest and taxes (EBIT) to total assets	This evaluates a firm's capacity to generate profits only from its own activity	0.0495 (0.723)	0.0425 (1.0476)
R4	Total assets to total liabilities	A high R4 is interpreted as a high level of investor confidence in the financial stability of the firm	2.9187 (1.751)	3.8299 (1.551)
R5	Sales to total assets	A high R5 means that management needs little investment to generate sales, which increases the overall profitability of the company	1.2973 (1.739)	2.5751 (2.060)
Descriptive statistics per year. Average values and standard deviations in brackets				
	2018	2019	2020	
R1	0.0819 (0.872)	0.1063 (0.866)	0.1248 (0.894)	
R2	0.0215 (0.854)	0.0214 (0.798)	0.0260 (0.955)	
R3	0.0160 (0.913)	0.0415 (0.837)	0.0443 (0.853)	
R4	0.5697 (0.992)	0.7505 (0.991)	0.8037 (0.981)	
R5	1.4583 (0.945)	1.5000 (0.961)	1.5152 (0.943)	

## Results

### *Business failure processes*

We applied the proposed algorithm based on Chow tests to identify the thresholds indicating the signs for each company in the sample. Based on this result, we employed a clustering k-means process with Hamming distance to classify companies into different business failure processes. We applied this procedure to pre- and post-covid samples. Table 2 presents the financial characteristics of each group.

**Table 2. Clustering processes**

**Panel A. Cluster characterization**

Cluster	Centroid(*)	Interpretation
<b>Cluster 1</b>	1 0 1 0 1	Firms that are highly dependent on external financial resources and are undercapitalized
<b>Cluster 2</b>	0 1 1 0 1	Firms with financial rigidities and scarce capitalization
<b>Cluster 3</b>	0 0 0 0 1	Firms with financial rigidities, great dependence on external financial resources,

and scarce capacity to create profit from their productive activity.

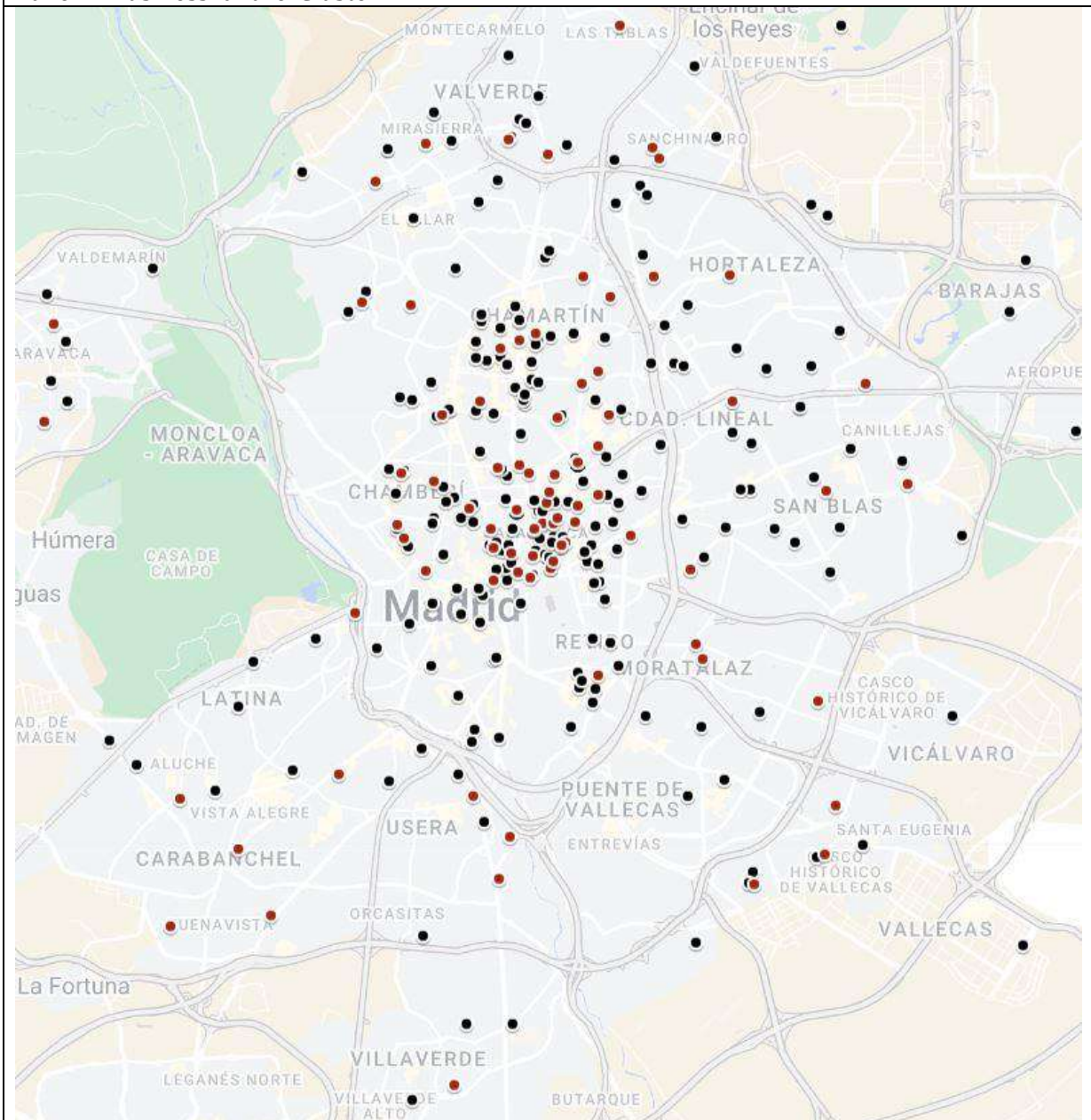
(\*) We found similar centroids for each year of the analysed period, 2018–2020.

### *Geographical distribution of business failure processes*

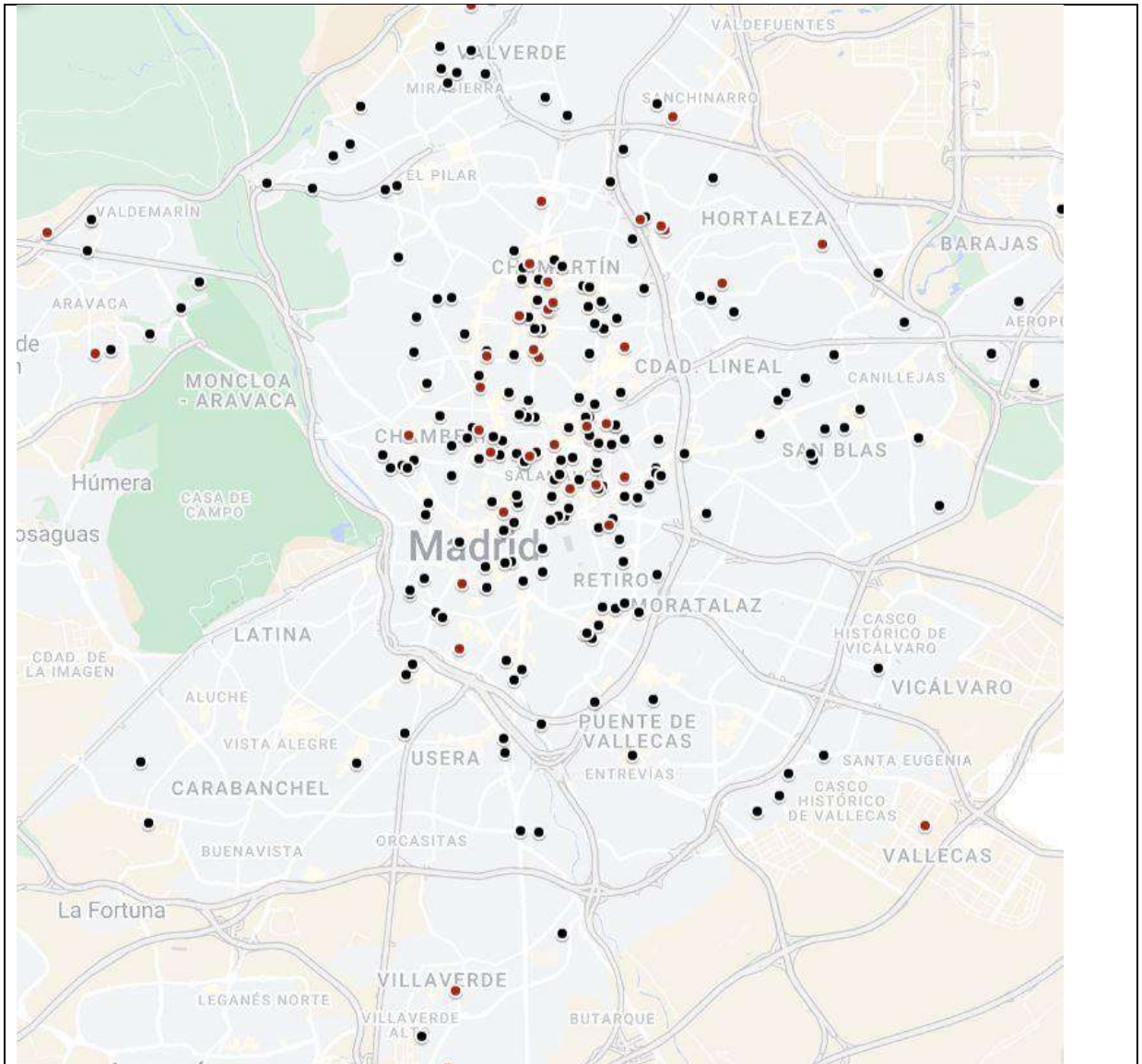
Figure 1 shows the spatial distribution of previously detected business failure processes during the pre- and post-covid periods.

Figure 1. Geographical distribution of business failure processes pre- and post-covid

Panel 1: Business failure. Cluster 1.

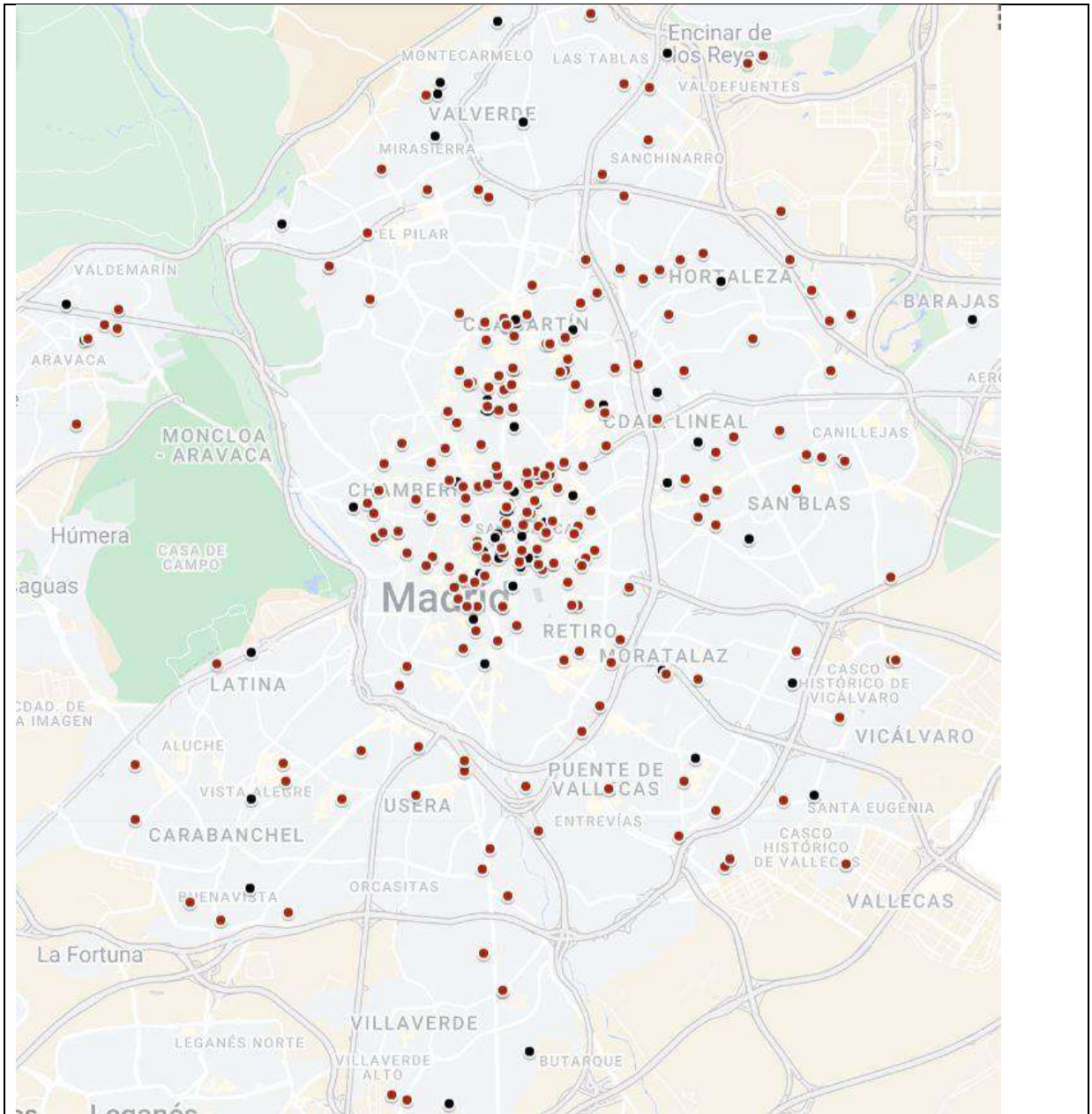


Panel 2: Business failure. Cluster 2.



Panel 3: Business failure. Cluster 3





Black dots represent pre-covid and red dots post-covid period

The figure above shows a change in the geographical distribution of business failures in clusters 1 (Figure 1. Panel A) and 2 (Figure 1. Panel B), and 3 (Figure 1. Panel C) pre- and post covid. We found a spatial concentration of companies with business failure processes in cluster 3 during the pre-covid period, whereas this behaviour disappears in the post-covid period. In contrast, the business failure processes of cluster 1 do not show a spatial concentration during the pre-covid period, but this behaviour becomes evident after the crisis. This result coincides with previous studies that demonstrated the existence of spatial concentration among companies in bankruptcy (Mate-Sanchez-Val et al., 2018). In addition, we identify different types of business failure processes. We found that during the

pre-covid period, spatially concentrated failed companies are characterised by financial rigidities, are highly dependent on external financial resources, and have little capacity to create profits from their productive activities. During the post-covid period, spatial concentration appears for companies that present the business failure processes of cluster 1. These companies are highly dependent on external financial resources and have low capitalisation values. Thus, Figure 1 shows co-localised trends in the territorial distribution of business failure processes geographically, with differences between pre- and post-covid periods. In the next section, we examine the significance of the co-location effects.

*Pre- and post-covid spatial patterns applying the Q(m) spatial dependence test for qualitative data*

Table 3 shows the results of the Q(m) tests during the pre- and post-covid periods. Specifically, the Q(m) tests find spatial co-location patterns for pre- and post-covid periods. However, we found that the significance of this pattern is greater for the post-covid period ( $Q(m)_{test} = 17.541^{**}$ ). As the Q(m) statistic is based on the frequency of different symbols being observed, it provides further information on the types of spatial dependence structures in business failure processes during the examined period. This representation is presented in Table 3. In Panel B, we show the histogram of the frequency of the 10 symbols corresponding to the combinations of business failure processes that could appear in the examined variable. We selected the free parameter  $m$  to be 3. Note that, given the sample size and the number of possible co-locations increases as a power of  $m$ , the value  $m = 3$  is the largest for the probability of a given co-location to be statistically distinguishable from chance. We applied the R package `spqdep` to compute Q(m) tests and the graphical analysis.

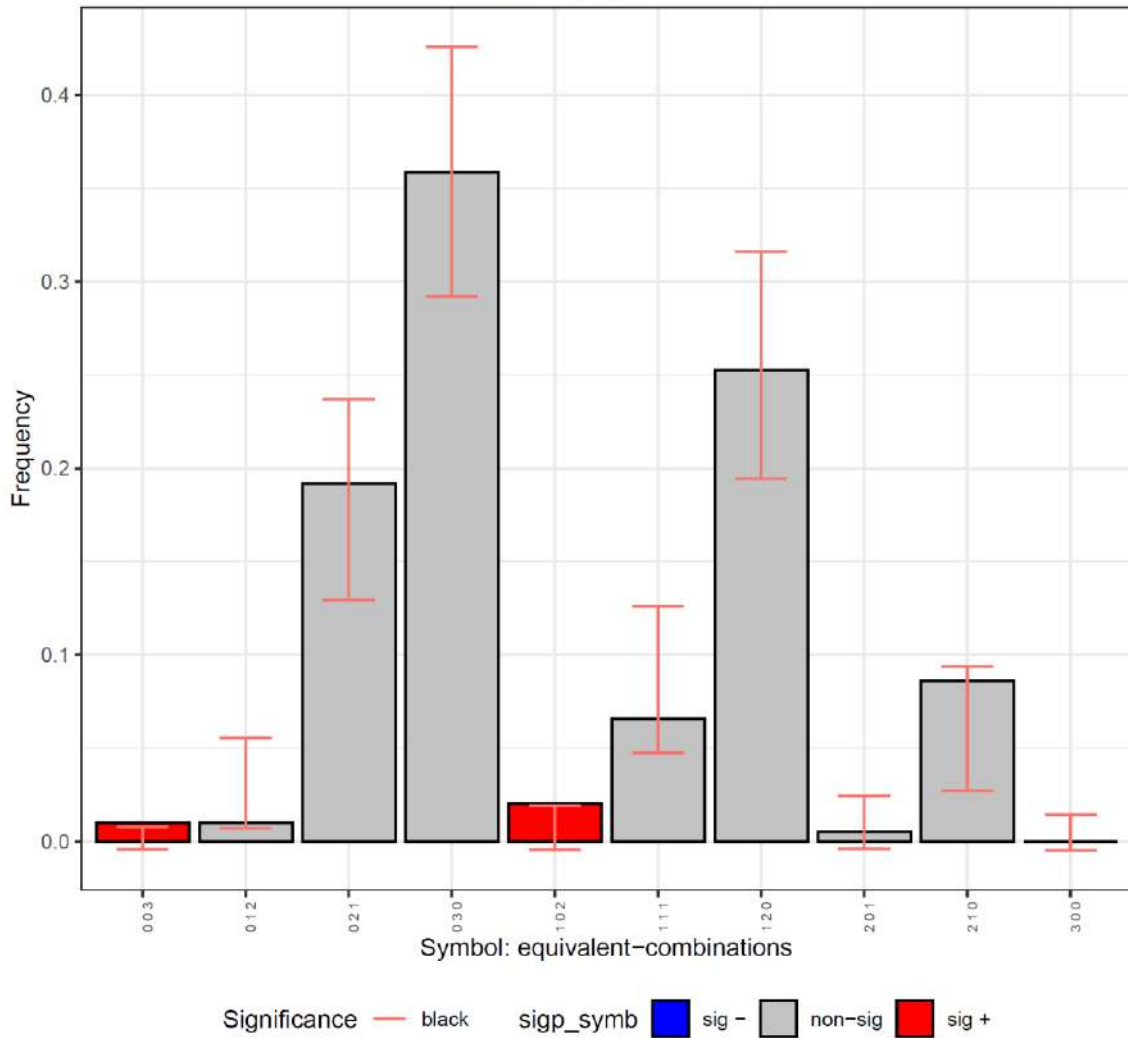


**Table 3: Q(m) test results**

**Panel A. Pre-covid.**  $Q(m) = 10.092$ ,  $df = 9$ ,  $p\text{-value} = 0.064^*$

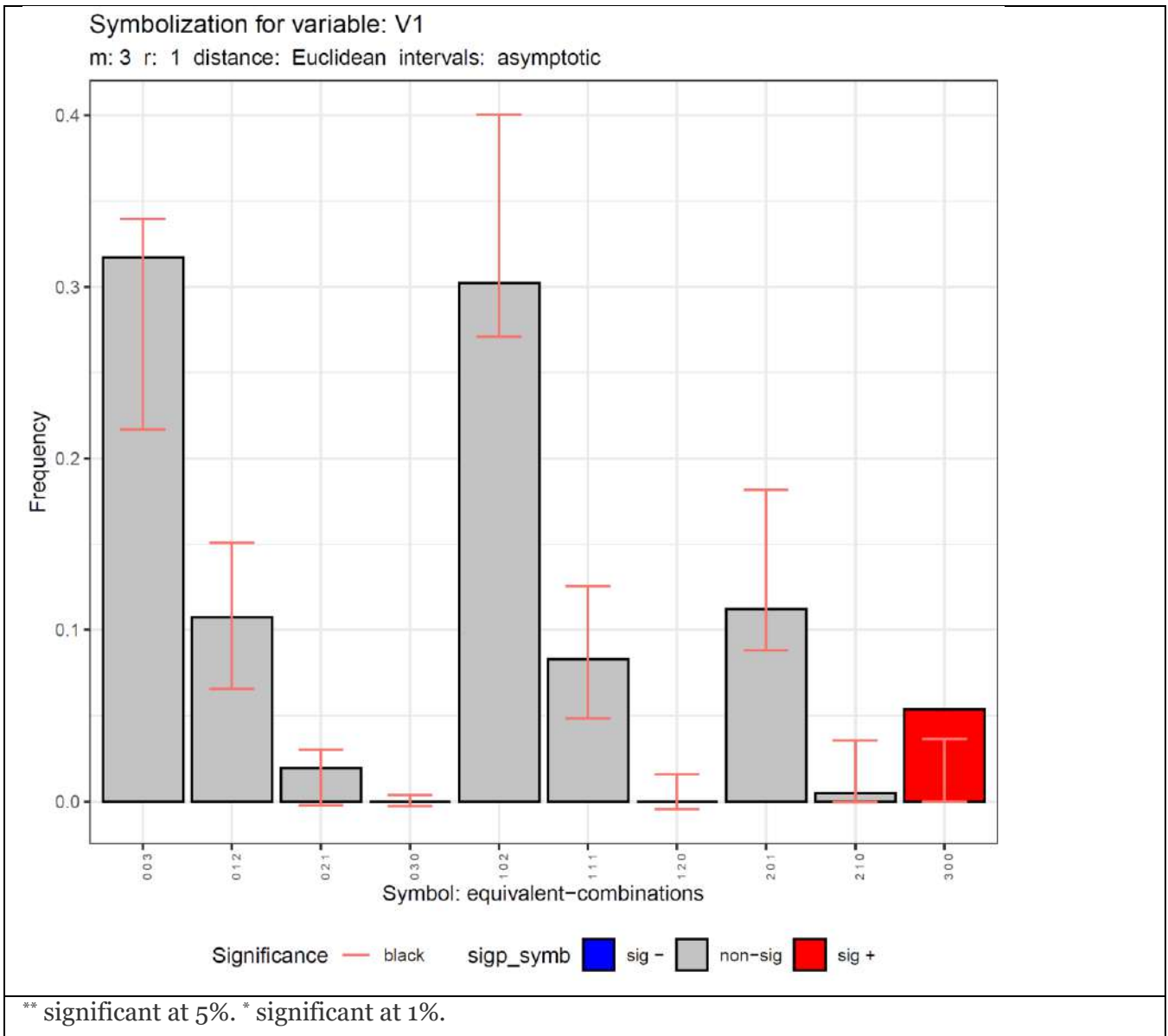
Symbolization for variable: V1

m: 3 r: 1 distance: Euclidean intervals: asymptotic



**Panel B. Post-Covid**

$Q(m)\text{test} = 17.541$ ,  $df = 9$ ,  $p\text{-value} = 0.040^{**}$



During the covid post period, the significant and positive symbol with a spatial dependence structure is (3 0 0), which represents the number of spatially co-located observations of business failure processes in cluster 1 (Symbol=1 0 1 0 1). This cluster comprises companies that are highly dependent on external financial resources and have low capitalisation values. This result adds to the literature. Fahlenbrach et al. (2020) indicate the importance of companies' financial capacity, highlighting that firms with better financial situations are in better positions to overcome crises. We concluded that these companies tend to be geographically concentrated. Thus, we identified the spatial co-location patterns of business failure processes (Fernandes-Artes, 2016; Calabrese et al., 2017; Mate-Sanchez-Val et al., 2018). This is explained by previous literature, which

establishes the mechanisms that give companies incentives to follow the financial practices of companies in their geographically close surroundings (Leary–Roberts 2014; Carreira–Silva 2010).

## **Discussion and conclusions**

This study examines the impact of geography on business failure processes in the context of the pandemic. We proposed a procedure to identify different business failure processes based on symbolisation and clustering processes. These were examined from a spatial perspective, resulting in significant spatial co-location patterns. We conclude that there are significant spatial co-location patterns of business failure processes differ when we compare the pre- and post-covid periods. During the pre-covid period, we found geographically close companies with the business failure processes of cluster 3. In the post-covid period, spatially concentrated companies present business failure processes in cluster 1. Cluster 1 corresponds to companies with little financial flexibility and low capitalisation. This coincides with previous financial studies that highlight the relevance of firms' financial flexibility during the pandemic, but also adds to the literature in several ways. First, the symbolisation process indicates that financial flexibility has to be combined with adequate capitalisation to be able to face unexpected crises, such as those caused by covid. Second, geography plays a relevant role in the way companies went bankrupt during the pandemic.

Our study highlights the relevance of local policies that encourage companies to maintain large cash flow positions to survive unexpected demands. Information and dissemination campaigns on the positive results of adequate financial policies could encourage companies to undertake preventive management practices. In addition, spatially concentrated areas of companies with similar business failure processes can guide local policies to increase the probability of business survival in certain areas. Policymakers should provide financial entities with a culture based on financial flexibility. Local investors can be encouraged to participate in companies at specific locations. Despite our results, further studies should focus on other territories to confirm the significance of spatial co-location patterns in business failure processes.

## References

- ALTMAN, E. I. (1968): Financial ratios, discriminant analysis and the prediction of corporate bankruptcy *The Journal of Finance* 23 (4): 589–609. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1968.tb00843.x>
- BAQAEE, D.–FARHI, E. (2020): *Supply and demand in disaggregated keynesian economies with an application to the covid-19 crisis* (No. w27152). National Bureau of Economic Research, Cambridge, MA. <https://doi.org/10.3386/w27152>
- CALABRESE, G.–ANDREEVA, G.–ANSELL, J. (2017): Birds of a feather' fail together: exploring the nature of dependency in SME defaults *Risk Analysis: International Journal* 39 (1): 71–84. <https://doi.org/10.1111/risa.12862>
- CARREIRA, C.–SILVA, F. (2010): No deep pockets: some stylised empirical results on firms' financial constraints *Journal of Economic Survey* 24 (4): 731–753. <https://doi.org/10.1111/j.1467-6419.2009.00619.x>
- CHOW, G. C. (1960): Tests of Equality Between Sets of Coefficients in Two Linear Regressions *Econometrica* 28 (3): 591–605. <https://doi.org/10.2307/1910133>
- DE VITO, A.–GÓMEZ, J. P. (2020): Estimating the COVID-19 cash crunch: Global evidence and policy *Journal of Accounting and Public Policy* 39 (2): 106741. <https://doi.org/10.1016/j.jaccpubpol.2020.106741>
- EVERETT, J.–WATSON, J. (1998): Small business failure and external risk factors *Small Business Economics* 11 (4): 371–390. <https://doi.org/10.1023/A:1008065527282>
- FERNANDES, G.–ARTES, R. (2016): Spatial dependence in credit risk and its improvement in credit scoring *European Journal Operation Research* 249 (2): 517–524. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2015.07.013>
- FAHLENBRACH, R.–RAGETH, K.–STULZ, R. M. (2021): How valuable is financial flexibility when revenue stops? Evidence from the COVID-19 crisis *The Review of Financial Studies* 34 (11): 5474–5521. <https://doi.org/10.1093/rfs/hhaa134>

- KARLSSON, C.–KLAESSON, J.–ÖNER, O. (2015): *Regional characteristics and the survival of new firms* ERSA Conference Papers (No. Ers15p6), European Regional Science Association.
- LEARY, M. T.–ROBERTS, M. R. (2005): Do firms rebalance their capital structures? *The Journal of Finance* 60 (6): 2575–2619.  
<https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.2005.00811.x>
- MASKELL, P. (2001): Towards a knowledge based theory of the geographical cluster *Industrial Corporate Change* 10 (4): 921–943.  
<http://dx.doi.org/10.1093/icc/10.4.921>
- NYIKOS, G.–SOHA, B.–BERES, A. (2021): Entrepreneurial resilience and firm performance during the COVID-19 crisis - Evidence from Hungary *Regional Statistics* 11 (3): 29–59. <https://doi.org/10.15196/RS110307>
- PAGANO, M.–WAGNER, C.–ZECHNER, J. (2021): Disaster resilience and asset prices *Center for Financial Studies Working Paper* (673). University of Naples, Italy. <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3603666>
- RAMELLI, S.–WAGNER, A. F. (2020): Feverish stock price reactions to COVID-19 *The Review of Corporate Finance Studies* 9 (3): 622–655.  
<https://doi.org/10.1093/rcfs/cfaa012>
- RUIZ, M.–LÓPEZ, F.–PÁEZ, A. (2010): Testing for spatial association of qualitative data using symbolic dynamics *Journal of Geographical Systems* 12: 281–309. <https://doi.org/10.1007/s10109-009-0100-1>
- ZDANOWSKA, N.–ROZENBLAT, C.–PUMAIN, D. (2020): Evolution of urban hierarchies under globalisation in Western and Eastern Europe *Regional Statistics* 10 (2): 3–26. : <https://doi.org/10.15196/RS100202>
- ZORN, M. L.–NORMAN, P. M.–BUTLER, F. C.–BHUSSAR, M. S. (2017): Cure or curse: Does downsizing increase the likelihood of bankruptcy? *Journal of Business Research* 76: 24–33.  
<https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2017.03.006>

## Una alternativa al indicador ESCS en PISA a partir del Dual Scaling.

R. de la Banda<sup>1</sup> J. García Clavel<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidad Nacional a Distancia (UNED), [rdelaband2@alumno.uned.es](mailto:rdelaband2@alumno.uned.es)

<sup>2</sup> Universidad de Murcia (UM), [jjgarvel@um.es](mailto:jjgarvel@um.es)

El índice socioeconómico (ESCS) es probablemente una de las variables más utilizadas en artículos que utilizan la información aportada por PISA. El ESCS puede utilizarse tanto como un indicador de las oportunidades educativas como las propias desigualdades del sistema (Cowan et al. 2012), aunque no deja de ser uno de los indicadores más sujetos a crítica (Deaton 2002; O'Connell 2019; Keskipaik and Rocher, 2011)

El índice PISA de estatus económico, social y cultural está estrechamente relacionado con otras medidas de estatus socioeconómico (SES) que se utilizan habitualmente en la literatura educativa. En un informe de la "American Psychological Association Task Force on Socioeconomic Status" (APA 2007) se describe tres enfoques alternativos para definir y analizar las diferencias socioeconómicas en la educación y en otros ámbitos. Un primer enfoque ("materialist" view; la visión "materialista" del SES) resume la relación entre los resultados (educación) y el estatus socioeconómico a través de la relación con características cuantificables como los ingresos y la riqueza. Los investigadores de esta tradición se centran a menudo en los recursos esenciales y definen los puntos de corte en medidas continuas. Un segundo enfoque ("gradient approaches"; "enfoques de gradiente") hace hincapié en el estatus relativo y concibe el estatus socioeconómico como una clasificación unidimensional de los individuos en la sociedad; esta clasificación puede estar informada por múltiples dimensiones, incluidas, a veces, las subjetivas (como las percepciones subjetivas del propio estatus). Un tercer enfoque se centra en las jerarquías de poder y privilegio y su reproducción ("class models"; "modelos de clase"). Los investigadores que siguen este enfoque, que está más estrechamente vinculado a las teorías de la estratificación social (Weber 1922), se centran en medidas categóricas, que pueden estar ordenadas o desordenadas ("la élite intelectual" frente a "la élite empresarial", (Piketty 2018)). En definitiva, la medida actual de ESCS y su uso en el análisis de PISA parecen inspirados por lo tanto, en la visión materialista como en los enfoques de gradiente.

En PISA 2018, el ESCS se obtuvo a partir de los índices HISEI (Highest parental occupational status; Situación profesional más alta de los padres), PAREDINT (Index highest parental education; Índice de mayor educación de los padres) y HOMEPOS (Index of home possessions; Índice de posesiones en el hogar, incluidos los libros en el hogar), generados y proporcionado por la OECD. La razón de utilizar estos tres componentes reside en la consideración del estatus socioeconómico como una situación normalmente explicada por la educación, la situación profesional y los ingresos. Como no se dispone de una medida directa de los ingresos en los datos de PISA, se utiliza la existencia de artículos domésticos como indicador de la riqueza familiar. En el caso de los estudiantes con datos ausentes en uno de los tres componentes, la variable ausente fue imputada. Se utilizó la regresión de las otras dos variables por país para predecir la tercera (faltante) y se añadió un componente aleatorio al valor predicho. Si faltaban datos en más de un componente, no se calculaba el ESCS y se asignaba un valor *null* al ESCS. Tras la imputación, los tres componentes se normalizaron para los países de la OCDE y los países/economías asociadas con una media de la OCDE de cero y una desviación estándar de uno. En PISA 2018, el ESCS se construyó como la media aritmética de los tres indicadores tras su imputación y estandarización (Avvisati, 2020). En ciclos anteriores, la ESCS se construyó en base a un análisis de componentes principales (ACP) como la puntuación del primer componente principal.

En Avvisati (2020), además de describir el método de construcción del indicador, se exponen una serie de críticas y revisiones de los componentes descritos anteriormente, ya sea debido a mejoras en la recolección de los datos, o a métodos alternativos de representar estos para incrementar la comparación entre países. Algunas de las críticas expresadas en el trabajo respecto a posibles mejoras en la medición del ESCS nos podemos encontrar con el problema que supone la comparación del valor del índice PAREDINT en aquella proporción de estudiantes con un origen inmigrante, lo cuál desafía los supuestos en los que se basa el uso de mapeos nacionales e invariables en el tiempo para situar las calificaciones educativas (que los inmigrantes pueden haber obtenido en sus países de origen) en

una escala de SES. Otra de las críticas, en este caso, en el indicador HISEI, reside en la validez de la conversión del ISEI en el tiempo y en los países. El prestigio, el nivel de cualificación y los ingresos de determinadas ocupaciones pueden variar significativamente entre países y niveles de desarrollo, es decir, un mismo empleo puede corresponder a niveles de ingresos y de cualificación muy diferentes, dependiendo del contexto nacional. Además, el prestigio y los ingresos relativos de ciertas ocupaciones y los requisitos educativos para acceder a determinadas ocupaciones también están sujetos a cambios a lo largo del tiempo lo que crea tensiones para la conversión de los códigos ISCO a una escala ordinal o de intervalo. Una crítica similar se presenta para el índice HOMEPOS, en el cual se duda de la validez de la comparación entre países de las posesiones en el hogar, además de los cambios en los instrumentos a lo largo de los años seleccionados para generar este indicador.

En este documento se pueden observar una gran variedad de aportaciones para la mejora de este indicador, así como el objetivo final de dotar de mayor consistencia al mismo, aunque la aportación de Keskaik y Rocher (2011) presenta un interesante escenario. Estos autores sugieren que los componentes individuales de la ESCS proporcionan una descripción más útil de la equidad en los sistemas escolares que el análisis unidimensional basado en la ESCS. Esta crítica enfatiza la naturaleza multidimensional de la ESCS y que también está estrechamente relacionada con los "modelos de clase", más típicos de la tradición europea.

Esta aportación, junto con las diversas técnicas proporcionadas por Dual Scaling (Nishisato, 1980) y algunas de las mejoras propuestas en Avvisati (2020) nos llevó a preguntarnos si captar estas diferencias individuales en los datos de origen podría aportar más información sobre el estado en cada país que un índice único.

Dual Scaling consiste en un conjunto de técnicas desarrolladas por el prof. Nishisato para explorar la estructura interna de los datos categóricos. De este modo, y utilizando algunas de las técnicas descritas, podríamos explorar una manera alternativa de obtener el ESCS a partir de los datos de origen de los índices utilizados por las OECD, es decir, podemos observar el impacto de las profesiones de los padres, tanto de manera individual como conjunta en el ESCS.

Esta propuesta requiere de un estudio previo de los datos aportados por la OECD en las variables seleccionadas, realizando las correcciones necesarias en los datos para adaptarlos a un análisis categórico de los mismos. Una vez realizadas y justificadas las posibles modificaciones, Dual Scaling nos permite obtener la homogeneidad de las soluciones obtenidas en cada iteración y el grado de dominancia de las soluciones a la hora de explicar cómo los datos se agrupan entre ellos.

Para finalizar, creemos que utilizar las técnicas contenidas en Dual Scaling nos puede ayudar, tanto a obtener una nueva visión del ESCS como un método que recoja las mejoras propuestas con Avvisati en la generación de éste.

### Referencias

- APA. (2007). Report of the APA task force on socioeconomic status. Retrieved from <https://www.apa.org/pi/ses/resources/publications/task-force-2006.pdf>
- Avvisati, F., 2020. The measure of socio-economic status in PISA: a review and some suggested improvements. *Large-scale Assessments in Education*, 8(1).
- Cowan, C. D., Hauser, R. M., Levin, H. M., Beale Spencer, M., & Chapman, C. (2012). Improving the measurement of socioeconomic status for the National Assessment of Educational Progress: A theoretical foundation. Retrieved from [https://nces.ed.gov/nationsreportcard/pdf/researchcenter/Socioeconomic\\_Factors.pdf](https://nces.ed.gov/nationsreportcard/pdf/researchcenter/Socioeconomic_Factors.pdf)
- Deaton, A. (2002). Policy implications of the gradient of health and wealth. *Health Affairs*, 21(2), 13–30. <https://doi.org/10.1377/hlthaf.21.2.13>
- Keskaik, S., & Rocher, T. (2011). La mesure de l'équité dans PISA: pour une décomposition des indices statistiques. *Revue Éducation et formations*, 80, 69–78. Retrieved January 29, 2019 from [http://cache.media.education.gouv.fr/file/revue\\_80/30/4/Depp-EetF-2011-80-mesure-equite-pisa-indices-statistiques\\_203304.pdf](http://cache.media.education.gouv.fr/file/revue_80/30/4/Depp-EetF-2011-80-mesure-equite-pisa-indices-statistiques_203304.pdf).
- Nishisato, S., 1980. *Analysis of Categorical Data: Dual Scaling and Its Applications*. University of Toronto Press.
- O'Connell, M. (2019). Is the impact of SES on educational performance overestimated? Evidence from the PISA survey. *Intelligence*, 75, 41–47. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2019.04.005>.
- OECD, 2020. PISA 2018 technical report. Retrieved from <https://www.oecd.org/pisa/data/pisa2018technicalreport/>.
- Piketty, T. (2018). Brahmin left vs merchant right: Rising inequality and the changing structure of political conflict. *WID. World Working Paper*.
- Weber, M. (1922). *Wirtschaft und Gesellschaft*. Tübingen: Mohr.

# **Estudio y modelización de la satisfacción del usuario mediante análisis multivariante y técnicas de machine learning**

Avances del primer año de investigación

Doctorando: Otto F. Wagner (UNED)

Directores: Ana Meca Martínez y José Luis Sainz-Pardo (UMH)

## **Motivación**

Aunque hoy en día para conocer el comportamiento del consumidor podemos utilizar las bases de datos internas de las empresas y organizaciones, no deja de ser importante el acudir a los estudios de mercado para complementar éstos y para obtener información de los potenciales consumidores: lanzamientos de nuevos productos y marcas, aperturas de nuevos mercados, satisfacción de los usuarios, etc. Este último es en el que nos centraremos en nuestra investigación.

Una de las fuentes cuantitativas más utilizadas en los estudios de mercado es el cuestionario. Éste, en algunas ocasiones, es extenso y tedioso provocando, en mayor medida, fatiga, tanto al entrevistado como al entrevistador. Generalmente esto provoca que una parte de las preguntas no sean contestadas o sean contestadas de manera errónea y, por tanto, no reflejen el verdadero comportamiento del consumidor.

Existen técnicas que nos permiten valorar qué preguntas pueden aportar mayor información al estudio y encontrar qué preguntas no son tan relevantes y, por tanto, pueden ser eliminadas a futuro y facilitar la labor de investigación.

Por ello, antes de modelizar la satisfacción del consumidor, es necesario preguntar estrictamente lo necesario para evitar que la insatisfacción por el cuestionario mal planteado sesgue el estudio de mercado en cuestión y, por tanto, invaliden los resultados de éste.

La Tesis Doctoral en curso tiene los siguientes objetivos, los cuales se intentarán reflejar en un artículo científico por cada uno de éstos:

1. Probar que para valorar la satisfacción del cliente-usuario mediante un cuestionario, es suficiente con un número de preguntas determinado.
2. Encontrar un modelo que relacione, de manera explicativa, la satisfacción del usuario con las variables (cuestiones) planteadas en el estudio de mercado

En esta presentación, pretendemos mostrar los avances del primer año de investigación.



Actualmente nos encontramos trabajando en el primer objetivo y estamos obteniendo los primeros resultados utilizando tanto técnicas no supervisadas, *Análisis Factorial Mixto*, como técnicas supervisadas, *Random Forest*, para obtener el número de cuestiones mínimo sin pérdida de información.

## Metodología de la investigación

En esta presentación se seguirá parte de la metodología que se está llevando a cabo en la elaboración de la Tesis Doctoral y que se expone a continuación:

- Se realizará una revisión profunda de la bibliografía académica de los últimos años para comprender cual es el estado de arte actual de la experiencia de cliente, especialmente aplicada a canales digitales.
- Al tratarse de un proyecto de investigación enmarcado dentro de las Ciencias Sociales se realizará una metodología mixta que use tanto técnicas supervisadas como, no supervisadas, en base a una exhaustiva revisión bibliográfica y a la experiencia del doctorando como data scientist
  - Dentro de las no supervisadas se utilizarán técnicas *resumen*, es decir, técnicas de reducción de componentes con el objetivo de encontrar cuales son las variables (cuestiones) que recogen la mayor información en el estudio. Atendiendo al tipo de variables se discutirá el uso de: análisis factorial exploratorio, análisis de componentes principales, análisis de correspondencias múltiples y análisis factorial mixto (qué combina PCA y MCA en función del tipo de variable). Si fuera necesario se acudirán y adaptarán otras técnicas como: clustering de variables o el escalamiento multidimensional
  - Dentro de las técnicas supervisadas se valorarán las técnicas más apropiadas para el cumplimiento de los objetivos de investigación acudiendo tanto a métodos clásicos como a métodos más novedosos basados en la estadística bayesiana o en el aprendizaje automático
- En cuanto a las técnicas matemáticas para el análisis y la modelización dependerá del tipo de dato, cantidad, calidad de éste y periodicidad. Entre ellas se podrán usar: ecuaciones estructurales, modelos lineales generalizados mixtos, *random forest*, redes neuronales, etc...
- Por último, para validar los modelos se usarán tanto criterios estadísticos relacionados con la cantidad y calidad de la información como puede ser la Entropía de Shannon, la Varianza Acumulada, etc

## Algunos resultados

Para estos primeros resultados estamos usando como datos de entrada el “Estudio de Satisfacción de personas usuarias de la web [www.madrid.es](http://www.madrid.es) y Sede Electrónica del Ayuntamiento de Madrid” (datos de octubre – noviembre 2021 y mediante llamada telefónica). Estos datos han sido

procesados de la manera habitual para su correcto análisis sin adulterar en ningún momento la información contenida.

Como primer resultados podemos decir que de las 123 variables válidas (eliminado variables target, variables con todo *missing*, variables con un único valor, etc.) con solo las 10 mejores variables, usando un modelo de *Random Forest*, somos capaces de explicar la satisfacción del cliente con una mínima pérdida de información, ya que, obtenemos la siguiente métrica: MAPE = 0.087, siendo ligeramente mayor al alcanzado con las 20 mejores variables (MAPE = 0.083) e incluso menor que al modelo completo (MAPE = 0.093).

Por otro lado, en el momento de la redacción de este resumen, nos encontramos probando un Análisis Factorial Mixto, ya que, tenemos variables tanto cualitativas como cuantitativas. Para ello, nos hemos decantado por la función en R, *FAMD (Factor Analysis of Mixed Data)* de la librería *FactoMineR*. Existen otras librerías pero creemos que esta tiene mejor mantenimiento, y mayor ciclo de actualización, que otras que dan resultados similares, además, ésta cuenta con funcionalidades que facilitan la programación pudiéndonos centrar en la aplicación de las técnicas. Otras opciones que valoraremos será aplicar por separado un PCA a las variables cuantitativas y un MCA a las cualitativas en el caso que el FAMD no diera el resultado esperado.

## Conclusiones

Como se aprecia en los resultados, la disminución del número de variables, a la hora de modelizar la Satisfacción del Cliente, no supone una pérdida de información sustancial, ya que, el MAPE no sufre un aumento considerable (< 5%) cuando se pasan de las 20 a las 10 variables que más contribuyen al modelo. Esto nos hace plantear la siguiente hipótesis: “Podemos reducir el número de cuestiones en el estudio de mercado sin una pérdida efectiva de la información que nos permite explicar la Satisfacción del Cliente”. Por todo ello, creemos que vamos en la buena dirección y por tanto con ayuda del Análisis Factorial Mixto, y/u otras técnicas no supervisadas, podremos encontrar cuales son las variables que tienen una alta semejanza y por tanto seleccionar de éstas cuales han tenido menos influencia en el modelo y poder desecharlas.

## Bibliografía

- (1) Dahl, F. A., and Østerås, N. (2010). “Quantifying Information Content in Survey Data by Entropy.” *Entropy* 2010, Vol. 12, Pages 161-163 12(2):161–63. doi: 10.3390/E12020161.
- (2) De Oña, J. and De Oña, R. (2015). “Quality of Service in Public Transport Based on Customer Satisfaction Surveys: A Review and Assessment of Methodological Approaches.” *Transportation Science* 49(3):605–22. doi: 10.1287/TRSC.2014.0544.
- (3) Eshima, N., Tabata, M. and Giovanni, C. (2018). “An Entropy-Based Approach for Measuring Factor Contributions in Factor Analysis Models.” *Entropy* 20(9). doi: 10.3390/E20090634.
- (4) Kant, R., and Jaiswal, D. (2017). “The Impact of Perceived Service Quality Dimensions on Customer Satisfaction: An Empirical Study on Public Sector Banks in India.” *International Journal of Bank Marketing* 35(3):411–30. doi: 10.1108/IJBM-04-2016-0051.
- (5) Kassambara, A. (2017). *Practical guide to principal component methods in R*. STHDA.

- (6) Lombardo, R., Camminatiello, I., and Beh, E. (2019). "Assessing Satisfaction with Public Transport Service by Ordered Multiple Correspondence Analysis." *Social Indicators Research* 143(1):355–69. doi: 10.1007/S11205-018-1972-6.
- (7) Oruç, Ö., Kuruoglu, E. and Gündüz, E. (2012). "Entropy Applications for Customer Satisfaction Survey in Information Theory." *Frontiers in Science* 1(1):1–4. doi: 10.5923/J.FS.20110101.01.
- (8) Pagès, J. (2004). Analyse factorielle de données mixtes. *Revue de Statistique Appliquée*, 52(4), 93–111. <http://www.sfds.asso.fr/publicat/rsa.htm>
- (9) Rey-Moreno, M.I, Medina-Molina, C. and Barrera-Barrera, R. (2018). "Multichannel Strategies in Public Services: Levels of Satisfaction and Citizens' Preferences." *International Review on Public and Nonprofit Marketing* 15(1):9–24. doi: 10.1007/S12208-017-0188-9.

---

# Impacto de las garantías públicas en los niveles óptimos de deuda tras la pandemia de COVID-19: Eficiencia en su asignación

---

**Diego Rodríguez-Linares Rey, Susana Álvarez-Diez, J. Samuel Baixauli-Soler y Gabriel Lozano-Reina**

Facultad de Economía y Empresa  
Universidad de Murcia  
Murcia, España.  
e-mail: [drl@um.es](mailto:drl@um.es)

**PhD director: Susana Álvarez-Diez**

## **Resumen**

La pandemia del COVID-19 ha desencadenado una brusca caída de las ventas y la facturación de las empresas, lo que ha provocado graves problemas de liquidez y solvencia. Con el objetivo de amortiguar estos efectos desfavorables, el Gobierno de España puso en marcha en 2020 un plan de garantía de crédito para mitigar, los efectos económicos que sobre las empresas se generaron en los momentos más iniciales de la COVID-19, inyectándoles liquidez. En este contexto, este trabajo pretende analizar el impacto de esta política pública sobre los niveles óptimos de endeudamiento de las PYMEs, además de examinar si la asignación de esta financiación pública se ha dirigido, o no, de forma eficiente a aquellas PYMEs que sufren un deterioro temporal debido a esta pandemia. Basándonos en una muestra de 5.225 PYMEs españolas, nuestros resultados muestran que la política de este gobierno incrementa los niveles de endeudamiento (principalmente por el aumento experimentado en el exceso de deuda a largo plazo), desviándolos del óptimo. Además, aunque los avales públicos se dirigen mayoritariamente a las PYMEs que sufren un deterioro, encontramos que la mayoría de estas PYMEs sufren un deterioro estructural cuando el objetivo de estas ayudas es realmente remediar los deterioros temporales debidos al COVID-19.

**Palabras clave:** Avales públicos; niveles de endeudamiento; asignación de avales públicos; política intervencionista del gobierno; pandemia de COVID-19; ICO

La pandemia provocada por el COVID-19 desencadenó una crisis que afectó a los ámbitos sanitario, social y económico en todo el mundo. En lo que respecta a los efectos económicos, esta crisis sanitaria afectó a los mercados financieros, así como a la actividad y el rendimiento de la mayoría de las empresas, cuyas ventas y beneficios cayeron de forma importante, lo que provocó problemas de liquidez y solvencia (Almeida, 2021; Blanco et al., 2021; Demmou et al., 2021; He et al., 2020). En un esfuerzo por amortiguar estos efectos desfavorables, los gobiernos de todo el mundo aplicaron varias políticas para revertir esta delicada situación (Kahn & Wagner, 2021). A través de las garantías públicas, el Instituto de Crédito Oficial (ICO) de España contribuyó a mitigar los efectos de la crisis COVID-19 facilitando el acceso a la liquidez de las empresas (Blanco et al., 2021). En concreto, en 2020 se puso en marcha un plan de garantía de créditos -dotado con más de 100.000 millones de euros- para cubrir nuevos préstamos y otras formas de financiación, además de contribuir a renovar el apoyo concedido por las entidades financieras a las empresas y a los autónomos para cubrir sus necesidades de financiación (ICO, 2020; Real Decreto-Ley 25/2020, de 3 de julio, de medidas urgentes para apoyar la reactivación económica y el empleo, 2020). A pesar de que estas ayudas públicas fueron lideradas por el ICO, la gestión de las mismas se realizó a través del sector bancario -por las entidades financieras que se adhirieron voluntariamente a este programa-.

Aunque cualquier empresa o trabajador autónomo domiciliado en España que sufriera dificultades financieras a causa de la COVID-19 podía ser beneficiario de estas ayudas, la distribución acordada por el gobierno hizo que las pequeñas y medianas empresas (PYMES) y los autónomos fueran los principales destinatarios (ICO, 2020). Más del 55% de las pymes españolas solicitaron líneas de financiación tras el estallido de la pandemia -donde se garantizaron varias operaciones por valor de 64.120,8 millones de euros a finales de 2020-. Esto permitió que las pymes recibieran 90.221,9 millones de euros de financiación para garantizar su liquidez (ICO, 2020). La política intervencionista del gobierno puede haber impactado en los niveles de endeudamiento ya que estas ayudas -que suponen una inyección de liquidez para las empresas- pueden incrementar de forma anormal el nivel de endeudamiento de las PYMES (al elevar los niveles de deuda por encima de los niveles óptimos), más allá de transformar la estructura de capital de dichas empresas (al sustituir los avales a corto plazo con los bancos por avales públicos

a largo plazo con periodo de carencia -característica de estas ayudas públicas para contener el COVID-19). A esto se añade el hecho de que los bancos -responsables de gestionar y canalizar estas garantías "públicas"- pueden adoptar decisiones más arriesgadas o imprudentes (en comparación con las que tomarían en caso de carecer de garantías públicas adicionales o complementarias), ya que los riesgos y costes que asumen son mucho menores (Cordella et al., 2018; Gropp et al., 2014; Leonello, 2018). Todo ello conduce a una asignación ineficiente de las garantías públicas que genera un exceso de liquidez en las PYMEs y aumenta los niveles de endeudamiento por encima del óptimo.

Además de diseñar e implementar adecuadamente las políticas públicas, es vital analizar en qué medida la financiación pública se ha distribuido de forma eficiente y de acuerdo con el objetivo establecido por el financiador. En este sentido, los avales públicos de crédito -promovidos por el gobierno español- están destinados a inyectar liquidez a aquellas empresas que están experimentando un importante descenso en su facturación y ventas, provocado exclusivamente por la pandemia del COVID-19 (ICO, 2020). Por este motivo, la asignación eficiente de estas ayudas públicas está condicionada a que se dirijan a aquellas PYMEs que sufran dificultades económico-financieras temporales, es decir hacia las PYMEs que, tras el estallido de la pandemia de COVID-19, corriesen un mayor riesgo de impago y/o de ver reducidas sus oportunidades de crecimiento, o su resultado financiero (por ejemplo, Abu Hatab et al., 2021; Apergis et al., 2022; Gormsen & Koijen, 2020; Padhan & Prabheesh, 2021; Sarker et al., 2022; Sun et al., 2022). Además, las PYMEs que hayan sufrido cualquier tipo de dificultades antes de la COVID-19 (es decir, dificultades consideradas estructurales) no deberían ser beneficiarias de esta ayuda pública. Esto se debe a que, si esta liquidez pública se dirige a las PYMEs que sufren dificultades estructurales y que están cerca de la quiebra, estas PYMEs tienden a invertir este dinero en proyectos muy arriesgados (incluso aquellos con un VAN inferior a cero), aumentando así el conflicto entre accionistas y acreedores (Ayotte et al., 2013; Chu, 2017) y reduciendo la asignación eficiente de esta ayuda pública.

Partiendo de esta base, el presente trabajo persigue un doble objetivo. En primer lugar, analizamos si en las PYMEs españolas, como consecuencia de la política intervencionista del Gobierno español, se producen cambios en los niveles óptimos de endeudamiento

en 2020 debido a la pandemia del COVID-19, comparando los niveles de endeudamiento reales (observados) y los niveles óptimos de endeudamiento. En segundo lugar, analizamos si la asignación de fondos públicos (canalizados principalmente a través de los avales concedidos por el ICO) ha resultado eficiente o no -comprobando hasta qué punto estas ayudas públicas se han dirigido realmente a las PYMEs que sufrían dificultades temporales-. Además de analizar si esta ayuda se dirigió realmente a las PYMEs que sufrieron algún tipo de perjuicio, también comprobamos si este es estructural (es decir, si ya estaba presente antes del estallido de la pandemia) o temporal (es decir, relacionado con el estallido del COVID-19) -ya que esta ayuda pública estaba destinada exclusivamente a remediar el deterioro financiero "a corto plazo" o "temporal" de las PYMEs desencadenado por la crisis sanitaria. Además, también examinamos si las PYMEs, a raíz de estas ayudas públicas, sustituyeron las garantías bancarias aportadas de forma privada (generalmente a corto plazo) por garantías públicas. Para ello, comprobamos si la estructura de la deuda ha cambiado -ya que casi tres cuartas partes de las operaciones avaladas por el ICO se han utilizado para garantizar préstamos que en su mayoría son a largo plazo-.

Al abordar estos objetivos, este documento pretende contribuir a la literatura de tres maneras principales. En primer lugar, al considerar el contexto de una crisis sanitaria (como la provocada por la COVID-19), este estudio examina el impacto de las políticas intervencionistas de los gobiernos sobre los niveles de endeudamiento de las PYMEs y aporta pruebas de cómo los objetivos de endeudamiento pueden desviarse de los umbrales óptimos cuando los gobiernos inyectan un exceso de liquidez. En segundo lugar, al analizar en qué medida estas ayudas públicas (gestionadas por el sector bancario) se han dirigido realmente a las PYMEs que sufren dificultades, este estudio contribuye a comprobar la capacidad discriminatoria para llevar a cabo una asignación eficiente de las ayudas públicas. Por último, este trabajo evalúa si -más allá de dirigir estas ayudas públicas a las PYMEs que entraron en crisis - hubo una capacidad real de distinguir entre las dificultades "temporales" y las "estructurales". De este modo, contribuimos a la bibliografía al comprobar si las ayudas públicas se utilizan de forma eficiente para el objetivo real que pretende el gobierno (es decir, para remediar las dificultades temporales) o, por el contrario, si existe ineficiencia en la asignación de estas ayudas.

Nuestros resultados conducen a dos conclusiones importantes: en primer lugar, estas garantías públicas han supuesto un aumento anormal de los niveles de endeudamiento (en particular, de la deuda a largo plazo de las PYMEs); en segundo lugar, su asignación no ha sido eficiente, ya que no se han dirigido principalmente a las PYMEs que sufrieron una crisis temporal provocada por la COVID-19. A partir de estos resultados, se pueden hacer varias reflexiones que suponen interesantes aportaciones a la literatura. En primer lugar, este trabajo muestra cómo un exceso de intervención gubernamental en la economía (en este caso, a través de una gran inyección de liquidez) provoca alteraciones significativas en los umbrales óptimos de endeudamiento de las PYMEs, lo que aumenta el riesgo de impago en el momento de la devolución. Estos excesos de endeudamiento se deben principalmente al aumento de la deuda a largo plazo en 2020, ya que, de hecho, las garantías públicas tienen un vencimiento de aproximadamente cinco años. En este sentido, si bien estas garantías públicas son útiles para evitar que ciertas PYMEs desaparezcan (o, al menos, para reducir la gravedad de su declive económico), no es menos cierto que han generado una distorsión en los niveles óptimos de endeudamiento. Una posible razón que puede subyacer a este fenómeno es que la inyección de liquidez ha sido extremadamente excesiva -de hecho, este programa garantizó más de 64.120,8 millones de euros a finales de 2020 en las PYMEs (ICO, 2020). El gobierno español debería haber adoptado una postura más conservadora.

En segundo lugar, este estudio contribuye a la literatura mostrando cómo las garantías públicas no se han dirigido principalmente a las PYMEs que sufrían un declive calificado como "temporal"; lo cual no es coherente con el objetivo principal que perseguía el gobierno español, ya que este apoyo no estaba destinado a las empresas que sufrieran cualquier tipo de dificultades. Más bien, el espíritu de esta política pública era canalizar la liquidez hacia las empresas que sufrían bajadas temporales causadas por la crisis sanitaria (ICO, 2020). Así pues, podemos afirmar que la asignación de estas ayudas públicas no ha sido eficiente. En tercer lugar, la asignación de las ayudas públicas tiende a ser menos eficiente cuando son canalizadas por agentes privados -como los bancos- y cuando no existen criterios claros sobre qué empresas deben beneficiarse. En este sentido, vemos cómo los bancos, al gestionar la asignación de este crédito "público", tienden a adoptar comportamientos más arriesgados y oportunistas -en comparación con el comportamiento esperado al gestionar los préstamos de la banca privada



(Cordella et al., 2018; Gropp et al., 2014; Leonello, 2018)-.

Además, este documento ofrece varias implicaciones prácticas. En primer lugar, en lo que respecta a las PYMEs, destacamos la importancia de aumentar la responsabilidad y la concienciación de las empresas antes de recurrir a este tipo de ayuda. En otras palabras, la solicitud de ayuda pública debe ser coherente con la situación que sufre cada empresa individual y con su capacidad para devolver la cantidad solicitada, ya que asumir compromisos financieros tan importantes -por encima de las posibilidades financieras- aumenta el riesgo de quiebra. En segundo lugar, a nivel gubernamental, nuestros resultados revelan que una inyección excesiva de liquidez, a pesar de contribuir obviamente a reducir las crisis de liquidez de las PYMEs, genera un aumento sustancial de los niveles de endeudamiento, lo que se traduce en un mayor riesgo de insolvencia al expirar estas garantías. En este sentido, algunos titulares de periódicos españoles ya han expresado su especial preocupación por la posible aparición de nuevos riesgos de impago. Entre estos titulares destacan "Primeras alarmas sobre la morosidad latente en la banca por los créditos ICO" (Romero, 2022) o "La 'bomba' del ICO: el Gobierno no conocerá la morosidad real" (Cabrera, 2022). Además, cuando la canalización de las ayudas públicas se deja en manos de los bancos, se necesitan directrices mucho más claras y detalladas para evitar la discrecionalidad en la asignación de las ayudas públicas. Una mayor delimitación de los criterios podría haber favorecido que el apoyo se canalizara hacia aquellas PYMEs que sí estaban sufriendo temporalmente como consecuencia de la pandemia del COVID-19. Por último, en cuanto a los bancos, deberían adoptar una actitud más prudente y responsable a la hora de asignar las ayudas públicas, ya que tienden a asumir riesgos excesivos, lo que conduce a una situación delicada que acaba siendo desfavorable tanto para las propias PYMEs como para la economía en su conjunto.

## **Data Science Software (RStudio, C++ and Power BI) for Resource Optimization: A practical use on Healthcare Waiting Lists**

José Juan Martínez Pérez<sup>1</sup>, Domingo Luis Orozco Beltrán<sup>2</sup>,

1 Interuniversity Doctorate in Economics (DEClDE) I.U. Centro de Investigación Operativa

2 Facultad de Medicina

Universidad Miguel Hernández de Elche, Spain

Keywords: Waiting Lists, Health Sector, Operations Research, Optimization

JEL codes: C44 Operations Research – Statistical Decision Theory

C61 Optimization Techniques

### **Abstract**

#### INTRODUCTION

Nowadays, the main objective of hospital system is to improve its efficiency. Indeed, some hospitals and their in-patient and out-patient services can have waiting lists for a few months or more to get an appointment or a surgery. On the other hand, other hospitals or other services at the same hospital have almost no waiting list.

During the V and VI Annual PhD students' conferences of DEClDE Doctorate Programme the authors have pinpointed the main theories on Health Waiting Lists problem using Operations Research and Optimization, such as the Bin Package Problem and the Clustered Bin Package Problem. The previous research has shown that the current methods used in order to minimize the Healthcare Waiting Lists produce a suboptimal assignment of resources with inefficiency problems like adverse selection, moral hazard and incomplete information .

At the VII Annual PhD students' conference the authors are showing a list of Data Science Software, a source of information of Healthcare Waiting List, a data simulation, an optimization program using a software language and an heuristic model using a standard software solution.

#### GOALS

1. Presentation of a source of information of Healthcare Waiting List
2. Presentation of RStudio as Data Science Software to produce data simulation using the above mention source of information
3. Presentation of an optimization program using C++ (Basic code)
4. Presentation of an heuristic solution for the above problem using MS Power BI.

## METHODS &amp; SOFTWARE

DATA: Taking into account the quantitative nature of this research the authors have opted for a case study based on a simulation of data, which has been elaborated from a public source. The public source appears in the bibliography and is available free <sup>(1)</sup>. At this point of the research the authors are doing a trial in order to control the goodness of the data science software and the proposed optimization program within a controlled environment.

DATA SIMULATION with RSTUDIO: RStudio is an integrated development environment for R, a programming language for statistical computing and graphics. R is a free language for statistical computing created by Ross Ihaka and Robert Gentleman in 1991; its first public version was announced in 1993 and in 1995 it becomes free software.

The first step is to download data from the Eurostat link.

```
install.packages("RMySQL")
library(DBI)
library(RMySQL)
## Warning: package 'RMySQL' was built under R version 3.4.4
ucscDb <- dbConnect(MySQL(), user=" sdg_03_60 ",
                    host=" sdg_03_60 -mysql.ec.europa.eu/eurostat/metadata
")
result <- dbGetQuery(eurostatDb, "show databases;")
dbDisconnect(ucscDb)
```

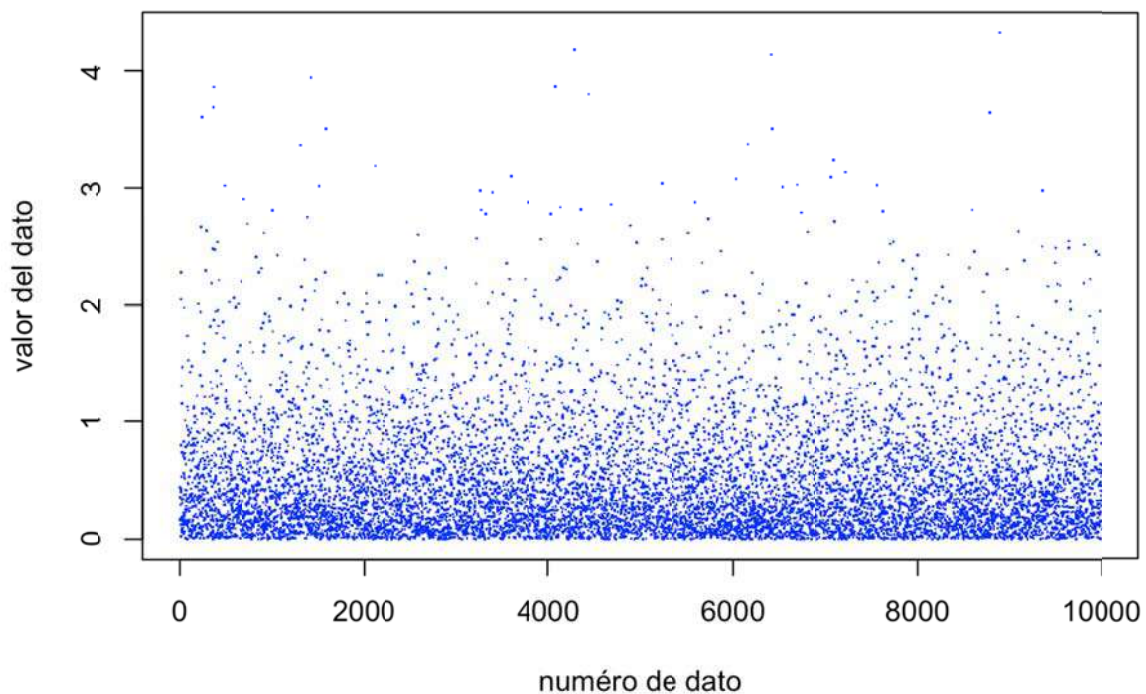
There is an updated library of the above mentioned metadata available on RStudio software.

The second step is to make a data simulation using MonteCarlo method, in order to select random samples from a population using random numbers and solve mathematical problems using statistical sampling.

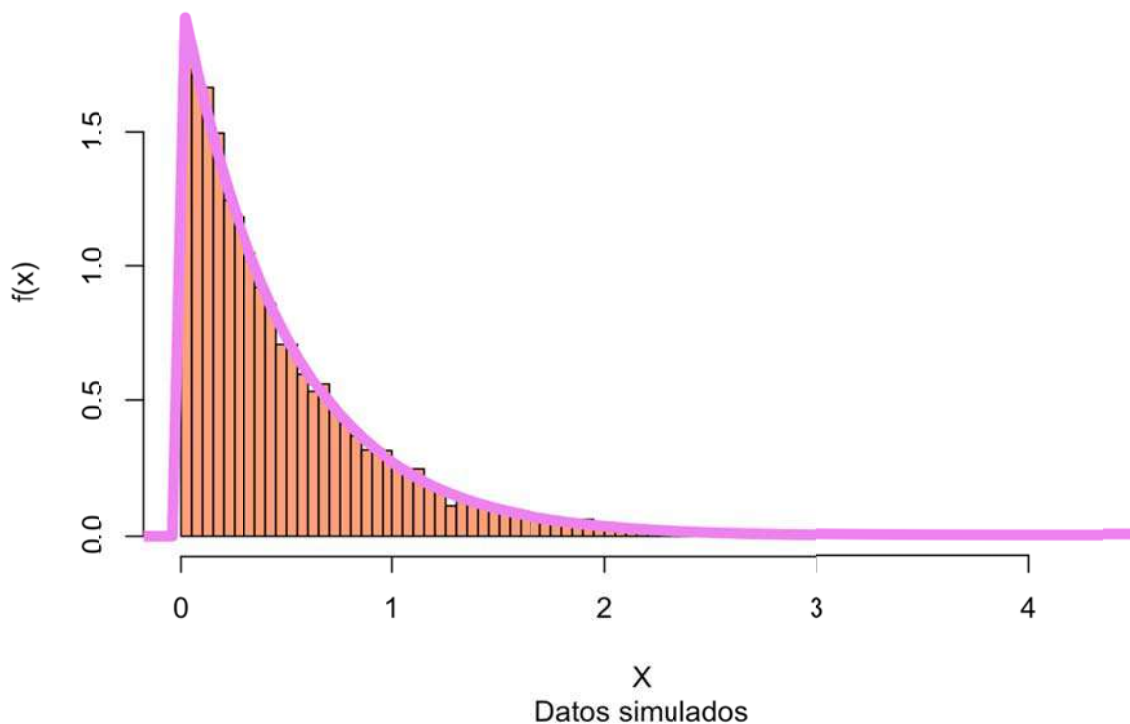
```
montecarlo1=function(g,a,b,n)
{
  x=runif(n)
  rango=seq(from=1, to=n, by=1)
  #valoresg=apply(,g)
  valoresg=g((b-a)*x+a)
  s=c()
```

```
for (i in rango) {  
  s[i]=(b-a)*sum(valoresg[1:i])/i  
}  
s  
  
plot(s, type="l",xlab="n",ylab="Estimación ",main="Monte Carlo para Estimación de una variable",col="time")  
  
numerico=integrate(g, lower = a, upper = b)  
lines(c(1,n),c(numerico[1],numerico[1]),col="blue",lwd=2)  
}  
  
g=function(x)  
{  
  return((1/sqrt(2*pi))*exp(-(x^2)/2))  
}
```

And the graphic results are as follows:



## Histograma



OPTIMIZATION PROGRAM using C++: Like the "NP-hard" or "nondeterministic polynomial-time hard", the BIN PACKING PROBLEM (BBP) involves packing items into bins. However, the BPP has a different objective: find the fewest bins that will hold all the items. As stated during the VI Annual PhD students' conference of DEClDE Doctorate Programme, the basic bin packing problem applied to healthcare waiting list consists in the assignment of hospital activities or patients (items) to a hospital, a material resource or a period of time (bins) <sup>(2)</sup> (Gourgand et al. , 2014; Liu et al., 2015).

In this basic problem, the items aren't assigned values, because the objective doesn't involve value. The authors take value as any policy of the waiting list (i.e. FIFO First In, First Out)

In this example, items of various weights need to be packed into a set of bins with a common capacity. Assuming that there are enough bins to hold all the items, the problem is to find the fewest that will suffice. In other words, patients with various unmet needs are treated into a set of healthcare services, such as operations rooms, hospitals or clinics, with a common stay until the patient finally outcomes<sup>(3)</sup>.

The following **sections** present programs that solve this problem. For the full program set, please ask them to the main author.

## Import the libraries

The code below imports the required libraries.

```
#include <memory>
#include <numeric>
#include <ostream>
#include <vector>

#include "ortools/linear_solver/linear_expr.h"
#include "ortools/linear_solver/linear_solver.h"
```

## Create the data

The code below creates the data for the example.

```
struct DataModel {
    const std::vector<double> weights = {4, 3, 9, 6, 6, 7,
                                         2, 2, 6, 4, 3};

    const int num_items = weights.size();
    const int num_bins = weights.size();
    const int bin_capacity = 100;
};
```

The data includes the following:

weights: A vector containing the weights of the items (expected stay in days for the patient as per the average stay observed)<sup>(3)</sup>.

bin\_capacity: A single number giving the capacity of the bins (capacity of the healthcare systems in days/bed)

There are no values assigned to the items because the goal of minimizing the number of bins doesn't involve value as above explained.

Note that num\_bins is set to the number of items. This is because if the problem has a solution, then the weight of every item must be less than or equal to the bin capacity. In that

case, the maximum number of bins you could need is the number of items, because you could always put each item in a separate bin.

### Declare the solver

Due to text constraint, the code that declares the solver is available upon request.

### Create the variables

Due to text constraint, the code that creates the variables is available upon request.

As in the BPP example, you define an array of variables  $x_{[i, j]}$ , whose value is 1 if item  $i$  is placed in bin  $j$ , and 0 otherwise. You also define an array of variables,  $y_{[j]}$ , whose value is 1 if bin  $j$  is used—that is, if any items are packed in it—and 0 otherwise. The sum of the  $y_{[j]}$  will be the number of bins used.

### Define the constraints

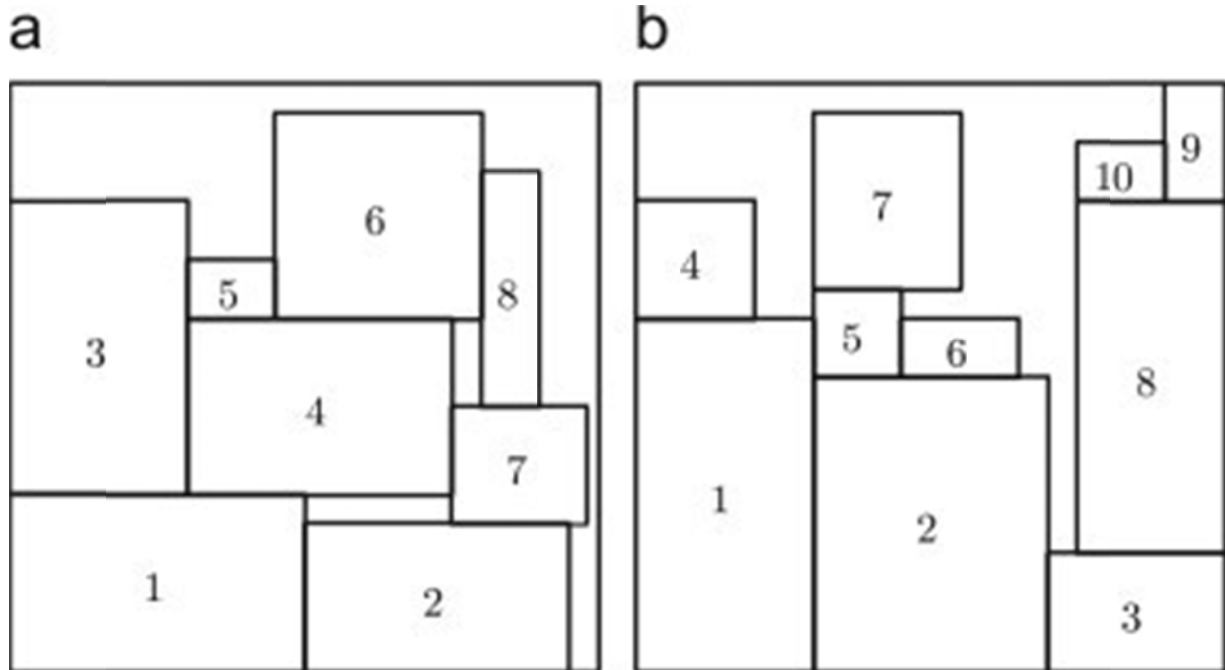
Due to text constraint, the code that defines the constraints is available upon request.

The constraints are the following:

- Each item must be placed in exactly one bin. This constraint is set by requiring that the sum of  $x_{[i, j]}$  over all bins  $j$  is equal to 1. Note that this differs from the multiple knapsack problem, in which the sum is only required to be less than or equal to 1, because not all items have to be packed.
- The total weight packed in each bin can't exceed its capacity. This is the same constraint as in the BPP, but in this case you multiply the bin capacity on the right side of the inequalities by  $y_{[j]}$ .

HEURISTIC SOLUTION WITH POWER BI: Inspired by virtual machine placement problems, the main author has studied heuristics for the Bin Packing Problem, where it is required to pack  $n$  items represented by  $d$ -dimensional vectors, into as few bins of size  $1^d$  each as possible. The main author systematically has studied variants of the First Fit Decreasing (FFD) algorithm that have been proposed for this problem. Inspired by bad instances for FFD-type algorithms, it is proposed a new geometric heuristics that run nearly as fast as FFD for reasonable values of  $n$  and  $d$ .

Given a set of rectangular pieces and a rectangular container, the two-dimensional problem ( $2^d$ -NP) consists of orthogonally packing a subset of the items within the bin such that the sum of the values of the packed pieces is maximized.



Case a efficiency: 87%

Case b efficiency: 85%

## RESULTS & CONCLUSIONS

The main target of this research is to validate the data science software tools in order to find an optimal solution of a resource problem, such as the assignment of hospital and medical services to unmet need of medical examination and care. Although the size of the simulated samples is small so that the author has a full control of the data, it is demonstrated that there are enough tools available at a very reasonable cost to solve the resource problem of healthcare waiting lists, even better than resource increase, building new waiting rooms or creating new webpages for the transparency of the management of healthcare waiting lists.

## BIBLIOGRAPHY

(1)(Eurostat, the statistical office of the European Union, 2022) Eurostat, the statistical office of the European Union. (16 de 05 de 2022). Self-reported unmet need for medical examination and care by sex. Recuperado el 09 de 10 de 2022, de [https://ec.europa.eu/eurostat/cache/metadata/en/sdg\\_03\\_60\\_esmsip2.htm](https://ec.europa.eu/eurostat/cache/metadata/en/sdg_03_60_esmsip2.htm)



(2) P. Liu, B. Xu, Z. Jiang and J. Wu, "HAEP: Hospital Assignment for Emergency Patients in a Big City," 2015 24th International Conference on Computer Communication and Networks (ICCCN), 2015, pp. 1-8, doi: 10.1109/ICCCN.2015.7288416.

(3) Evolución de la Estancia Media Hospitalaria en los Hospitales de Agudos del SNS Años 2010-2019 Informes breves RAE-CMBD. Recuperado el 09 de 10 de 2022, de [https://www.sanidad.gob.es/eu/estadEstudios/estadisticas/docs/Informe\\_EMH.pdf&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=es](https://www.sanidad.gob.es/eu/estadEstudios/estadisticas/docs/Informe_EMH.pdf&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=es)

# **Compras cooperativas con descuento general: Un enfoque desde la teoría de juegos**

José A. García Martínez<sup>1</sup>

Ana Meca<sup>1</sup>

G. Alexander Vergara<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidad Miguel Hernández, Elche

<sup>2</sup> Universidad San Buenaventura, Cali

**Palabras clave:** Compras cooperativas, Descuento general, Igual precio, Teoría de juegos, Diferente Precio

## **Código JEL**

M21 Economía de la empresa

M11 Gestión en la Producción

## **Motivación**

La investigación sobre compras cooperativas ha recibido relativamente poca atención en el campo de la investigación de operaciones. Se ha centrado en explicaciones inductivas de la práctica y razonamiento cualitativo deductivo. Hasta ahora el uso del razonamiento de la teoría de juegos ha sido limitado. Un tema específico que recibe muy poca atención de la investigación es la asignación de costos resultantes de los ahorros en el precio de compra obtenidos mediante la compra cooperativa al utilizar el método de asignación denominado igual precio (IP). Este método IP de uso común. Si bien es atractivo desde el punto de vista práctico e intuitivo, IP puede conducir a resultados injustos en determinadas circunstancias. Esto ha sido analizado sistemáticamente por Schotanus et al. (2008) quien se enfoca en asignar las ganancias totales resultantes de la cooperación y analizar de manera formal cómo y en qué condiciones surge la injusticia al usar IP. Groote et al. (2013) introducen una nueva clase de situaciones de compra cooperativa: situaciones de compra cooperativa máxima (CCM). La asignación de posibles ahorros de costos en situaciones CCM. Estos dos temas son importantes para todos los tipos de grupos de compra, porque todos ellos tienen que

tomar una decisión sobre cómo asignar sus ganancias, lo cual favorece los análisis y decisiones que pueden tomar los diferentes agentes al momento de querer cooperar en la compra.

La omnipresencia de los descuentos por cantidad apunta a la importancia de abordar preguntas como las siguientes: Para los vendedores: ¿Qué forma de descuento por cantidad tiene más sentido y cómo se debe fijar el precio de los descuentos? ¿Qué descuentos parecen ser los más efectivos? Para los compradores: ¿Cuántas unidades se deben pedir cuando se enfrentan a un programa de descuento por cantidad? ¿Deberían unirse a una organización de compras en grupo para tratar de bajar los precios de compra? En este documento, nos enfocamos en las preguntas planteadas a los compradores y demostramos que es beneficioso para ellos unirse a un gran grupo de compras para obtener precios de compra más bajos y así obtener una reducción significativa en sus costos.

### **Metodología de investigación**

La organización del trabajo es la siguiente: Se comienza describiendo la literatura más estrechamente relacionada con el artículo; estudiamos situaciones en las que un vendedor de un determinado producto ofrece descuentos de precio para grandes pedidos de acuerdo con una función de precio unitario decreciente. Para aprovechar esta práctica de fijación de precios, los compradores de este producto pueden cooperar y formar grupos de compra para beneficiarse de estos descuentos de precios. Schotanus et al. (2009) proporcionan una base analítica y empírica para una función general de descuento por cantidad (DPC) que se puede utilizar para describir la función subyacente de casi todos los diferentes tipos de descuento por cantidad, mientras que Schotanus et al. (2009) proponen un DPC con una fórmula explícita, dependiendo de ciertos parámetros. Aquí se propone una función de precio general que mide el descuento por cantidad que los compradores encuentran cuando cooperan en la compra, y satisface ciertas propiedades como continuidad, disminución, convexidad y tasa de crecimiento limitada.

Por otro lado, Schotanus et al. (2008) se centra en la asignación de las ganancias totales resultantes de la cooperación, por medio de un juego de beneficios, y analiza la injusticia resultante del uso del método IP comúnmente utilizado para la asignación de ganancias. Demuestran que esta injusticia es causada por descuidar un componente particular del valor

agregado de los miembros individuales del grupo. Discuten las medidas que un grupo de compras podría considerar para mitigar la percepción de injusticia, pero no estudian en profundidad la clase de juegos cooperativos que tienen entre manos, ni proponen una regla de asignación alternativa a la regla IP. A diferencia de Schotanus et al. (2008), se analizan estas situaciones de compra cooperativa como juegos de costos cooperativos y se estudian exhaustivamente. Vamos más allá de la regla IP y otras distribuciones conocidas, pero difíciles de calcular, como el valor de Shapley o el valor de compromiso (Borm et al. 1992). En particular, mostramos que cuando la función de precio unitario decreciente es lineal, la regla IP coincide con el valor de Shapley y el nucléolo. Sin embargo, algunos compradores podrían argumentar que la regla IP no es aceptable porque favorece a aquellos compradores que compran solo unas pocas unidades del producto. Esto puede ser más problemático cuando la función de precio unitario decreciente no es lineal, y el IP pierde algunas de sus buenas propiedades, ya no coincide con el valor de Shapley o el nucléolo. En este caso no lineal, el valor de Shapley y el nucléolo no asignan el mismo precio a todos los agentes a diferencia del caso lineal, por lo tanto, son reglas de precios diferentes (PD). Sin embargo, tienen un problema de computabilidad: ambos son muy laboriosos de calcular para un gran número de agentes. Para encontrar una alternativa adecuada, primero estudiamos las propiedades que debe tener una regla PD en esta situación. En segundo lugar, proponemos una familia de reglas de PD que mantienen estas propiedades y son fáciles de calcular para una gran cantidad de agentes.

## **Resultados**

Nuestro artículo contribuye a la literatura sobre modelos de compra cooperativa de la siguiente manera: Primero, ampliamos el estudio de los modelos de compras cooperativas con funciones de descuento general e introducimos una nueva clase de juegos de costos de compras cooperativas con descuento general. En segundo lugar, analizamos exhaustivamente juegos de costos de compra cooperativos con descuento lineal y mostramos que la regla IP coincide con el valor de Shapley y el nucléolo. Como esta igualdad no se cumple para los juegos de costos de compra cooperativa con descuento no lineal, en tercer lugar, estudiamos estos juegos de costos con descuento no lineal y proponemos una familia de reglas de DP que son aceptables para todos los agentes y más fáciles de calcular que el valor de Shapley y el nucléolo: se llaman reglas proporcionales. Para que nuestra familia de reglas

proporcionales sea aceptable para todos los agentes, diferenciamos entre agentes principales (que compran grandes cantidades) y agentes no principales (que compran cantidades pequeñas). Hasta donde sabemos, no existe una definición formal de tales agentes en la literatura sobre juegos de compra cooperativa. La belleza de nuestras reglas proporcionales es que, con el factor de proporcionalidad, reducen el costo de los agentes principales y aumentan el costo de los agentes secundarios. Y, afortunadamente, siempre hay un umbral por encima del cual cualquier regla proporcional es aceptable para todos los agentes.

Desarrollamos un modelo formal de costo de compra cooperativa con descuento general (modelo FCCC) y demostramos que los compradores incluidos (gran coalición) pueden obtener una reducción significativa en los costos. Luego, mostramos que existe un método para asignar los costos reducidos generados por el modelo FCCC que es eficiente, (coalicionalmente) estable y fácil de calcular: la regla de igual precio (IP).

A continuación, nos centramos en los modelos de compra cooperativa con función de precio unitario decreciente y lineal. Demostramos que la naturaleza lineal de la función de precio de descuento proporciona información adicional sobre el correspondiente juego de compra cooperativa con descuento lineal (CCDL-juegos): la contribución marginal de un agente disminuye a medida que crece la coalición. Es conocido como efecto bola de nieve o propiedad de concavidad. Además, probamos que la regla IP coincide con el valor de Shapley y Nucleolus. En tal caso, parece que no hay mejor manera de asignar el costo total reducido. Sin embargo, algunos agentes podrían argumentar que el IP es cuestionable porque favorece a aquellos agentes que producen y venden pocas unidades del producto. Tengan en cuenta que estos agentes pagan el mismo precio que los principales compradores.

Luego nos centramos en un enfoque alternativo para obtener reglas DP para juegos compra cooperativa con descuento lineal (CCNL-Juegos). Este consiste en asignar el costo de la gran coalición de manera proporcional, con un factor de proporcionalidad que combina los costos individuales (que enfrentan cuando cada agente compra el producto por su cuenta) y la regla IP (disponible cuando los agentes enfrentan compras cooperativas).

## Conclusiones

Demostramos que la gran la gran coalición puede obtener reducciones significativas en los costos (es decir, los juegos FCCC son subaditivos). Luego demostramos que los juegos FCCC están equilibrados, que siempre hay un método para asignar la reducción de costos.

Obtenemos una familia paramétrica de reglas proporcionales muy adecuada, denominada reglas proporcionales, que, notablemente, está relacionada con la familia de reglas BDP. Específicamente, demostramos que siempre hay un umbral por encima del cual cualquier regla proporcional es una regla BDP. En las secciones finales, se ilustró nuestro modelo con un par de ejemplos, sacamos conclusiones y señalamos más investigaciones para los académicos en el campo.

## Bibliografía

Borm, P., Keiding, H., McLean, R. P., Oortwijn, S., Tijs, S. (1992). The compromise value for NTU-games. *International Journal of Game Theory* 21, 175-189.

<https://bit.ly/3rX4mv4>

M. Groote, P. Borm, H. Hamers, and H. Reijnierse (2013). Game Theoretic Analysis of Maximum Cooperative Purchasing Situations. *Naval Research Logistics*, 60: 607-624.

<https://doi.org/10.1002/nav.21556>

Schotanus, F., Telgen, J., de Boer, L. (2008). Unfair allocation of gains under the Equal Price allocation method in purchasing groups. *European Journal of Operational Research*, 187(1):162-176. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2007.03.009>

Schotanus, F., Telgen, J., de Boer, L. (2009). Unraveling quantity discounts. *Omega*, 37(3):510- 521. <https://bit.ly/3T6wmZm>