

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería de las Tecnologías Industriales

Medida del Grado de Internacionalización de una
Empresa. Un nuevo índice.

Autor: Inés Torres Candau

Tutores: Manuel Ordoñez Sánchez

Dep. De Matemática Aplicada II
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla

Sevilla, 2017



Trabajo Fin de Grado
Grado en Ingeniería de las Tecnologías Industriales

Medida del Grado de Internacionalización de una Empresa. Un nuevo índice.

Autor:

Inés Torres Candau

Tutores:

Manuel Ordoñez Sánchez

Departamento de Matemática Aplicada II

Escuela Técnica Superior de Ingeniería

Universidad de Sevilla

Sevilla, 2017

Trabajo Fin de Grado: Medida del Grado de Internacionalización de una Empresa. Un nuevo índice.

Autor: Inés Torres Candau

Tutores: Manuel Ordoñez Sánchez

El tribunal nombrado para juzgar el Proyecto arriba indicado, compuesto por los siguientes miembros:

Presidente: Mario Bilbao Arrese

Vocales: Manuel Ordóñez Sánchez

Secretario: Andrés Jiménez Losada

Acuerdan otorgarle la calificación de:

El Secretario del Tribunal

Fecha:

Agradecimientos

En primer lugar, agradecer a D.Manuel Ordóñez Sánchez la oportunidad brindada al asignarme este proyecto. Junto a él, su paciencia, su disponibilidad y su ayuda he sido capaz de sacarlo adelante y de aprender no solo de aspectos matemáticos sino otros muchos valores más profundos e importantes para la vida.

En segundo lugar, y no menos importante, está el reconocimiento a mi familia. A su esfuerzo y a su continuo apoyo, a su templanza y consuelo en los momentos de desaliento, a sus incesables ánimos y consejos para luchar por lo que uno quiere y alcanzar la meta propuesta.

Por último no olvidar a todos aquellos maestros que durante este ciclo me han transmitido sus conocimientos y sus experiencias y me han guiado hacia el mejor de los caminos. Agradecer también a mis compañeros la capacidad de trabajo en equipo que han demostrado desde el primer momento y cada uno de los días. Sin duda alguna cierro este ciclo con un aspecto de vida claro, “En compañía de aquellos que quieren lo mejor para ti se trabaja y se vive mejor”.

Inés Torres Candau

Sevilla, 2018

Reconociendo las raíces de la teoría de la agencia en la economía de información (Eisenhardt, 1989) y por lo tanto su complementariedad teórica a la perspectiva del proceso de información, este estudio ha predicho un modelo de relaciones entre el nivel de internacionalización de una empresa y los atributos de dicha empresa. En términos de medidas del gobierno específicas, nuestro marco ha enfatizado la producción de diversos tipos de aviones y la presencia internacional tanto comercial como de construcción y compra y venta. Usando este marco, predecimos que ya que las empresas se hacen más internacionales se estará favor de su dispersión geográfica y de la variedad de sus productos. También concluimos que la internacionalización causará que los equipos directivos sean más grandes y más fragmentados y consejos más grandes y más dominados por las especialistas. Por otro lado, el hecho de que haya asesores extranjeros parece que no beneficia a esta internacionalización.

Recognizing the roots of the theory of agency of the information in the economy (Eisenhardt, 1989) and therefore its theoretical complementarity to the perspective of the information process, this study has predicted a model of relations between the level of internationalization of a company and the attributes of that company. In terms of specific government measures, our framework has emphasized the production of various types of aircraft and the international presence of both commercial and construction and buying and selling. Using this framework, we predict that since companies become more international, they will favor their geographical dispersion and the variety of their products. We also conclude that internationalization will cause the management teams to be larger and more fragmented and larger councils more dominated by specialists. On the other hand, the fact that there are foreign advisers does not seem to benefit this internationalization.

<i>Resumen</i>	III
<i>Abstract</i>	V
1. Introducción	1
2. La teoría de juegos cooperativos	3
2.1. Juegos cooperativos	4
2.2. El valor de Shapley	4
2.3. El valor de Myerson	5
2.4. El valor de posición	6
2.5. Retículos de contextos	7
2.6. Valor de Shapley en retículos de contextos	8
3. Explicación de la metodología	10
3.1. Definición de atributos	10
4. Caso de estudio	12
5. Conclusiones	25
Índice de Figuras	26
Índice de Tablas	26
Bibliografía	27
Glosario	28

GRADO DE INTERNALIZACIÓN DE UNA EMPRESA

1. Introducción

Uno de los datos más relevantes que quieren conocer las empresas y los medios sociales y económicos es la propia internacionalización de éstas. Realmente no hay un modelo o mecanismo claro para esto.

Hemos consultado a algunos autores los cuales postulan teorías sobre la dispersión geográfica de las empresas, sobre su variedad de producción y su venta internacional.

Otros postulan hipótesis sobre el sueldo de los directivos de la empresa, sobre la heterogeneidad de su consejo de dirección. También hay postulados sobre el tamaño de éstos y el porcentaje de asesores extranjeros que lo componen.

Algunas de estas hipótesis se formulan en sentido positivo indicando que esto incrementa este grado de internacionalización y otras en sentido negativo las cuales, a su vez, repercutirían negativamente en este grado. Realmente la teoría es compleja y no está suficientemente clara en el sentido de que no hay parámetros claros que permitan medir este grado.

Por ejemplo, a pesar de su importancia teórica y práctica, estimar el grado de internacionalización de las empresas es arbitrario. Algunos expertos intentan deducir el DOI (Internationalization organization degree) de una empresa examinando la evolución, la estructura y los procesos de relación dentro de su sector demográfico estrategia, mercado, organización, producto de la expansión internacional [Johanson and Vahlne 1977; Forsgren 1989; Welch and Luostarinen 1988]. Los métodos empleados crean relaciones entre las variables de estudio que provocan posibles contradicciones entre ellas o una incertidumbre en la definición de su dominio.

En busca de mayor precisión, algunos expertos aplican principios positivistas e intentan diferenciar el DOI vía la restricción de ciertas variables, es decir, generar un problema con menos variables pero con soluciones parciales. Sin embargo, la mezcla de medidas no ha ayudado a establecer un criterio estándar ni ha aclarado la validez del contenido de la medición.

Nosotros no pretendemos resolver un problema tan complejo pero creemos que las técnicas estadísticas y de estructuración de datos, como el clúster, están muy estudiadas y según lo dicho antes son poco efectivas en muchos casos. El análisis de regresión multilíneas o los test ANOVA,

que son las herramientas matemáticas empleadas, tampoco dan una solución clara al problema debido, como se ha comentado al principio, a la falta de claridad de las hipótesis y como consecuencia a una propagación de errores difícilmente controlables.

Algunos pueden pensar que las contradicciones y condicionalidades anteriores son el subproducto de la investigación que aún no ha alcanzado la masa crítica.

Una cuestión elemental de negocios internacionales es, si la diversificación internacional mejora, el rendimiento financiero de una empresa. A priori, las prácticas de miles de empresas indican que sí pero no puede corroborarse con la literatura al respecto.

En este sentido queremos introducir una nueva medida del DOI, la cual no va a depender de los métodos estadísticos tradicionales sino del tipo de atributos que posee una empresa.

Dotaremos a nuestro ejemplo de un grafo con un tipo especial de conectividad, en función de los atributos que las empresas poseen, y de aquellos que quieren poseer. En particular la negociación se basará en como una empresa que no contiene un atributo intenta poseerlo.

Finalmente, nuestro índice vendrá dado por el valor posicional de la empresa en cuestión dentro del grafo. Cuanto menor sea este índice, mayor será el grado de internacionalización de la empresa. Esto luego se verá reflejado en el estudio concreto de 5 empresas reales relacionadas con la aeronáutica.

2. La teoría de Juegos Cooperativos

La Teoría de Juegos Cooperativos (en adelante TJC) es una disciplina matemática que permite la modelización de una gran variedad de situaciones basadas en la asignación de costes o reparto de beneficios. El éxito de la teoría de juegos cooperativos está en el hecho de que sus soluciones a las diversas situaciones son eficientes, justas, racionales y aceptables.

El marco teórico de la teoría de juegos consiste en crear un modelo donde participan varios agentes o jugadores que se coalicionan para obtener un máximo beneficio o mínimo coste ya sea en la producción de un bien o en el pago de un coste por usarlo.

La teoría de juegos cooperativos también permite analizar los procesos de negociación, de votación, etc, vía la suposición de ciertas características que los jugadores desean que el modelo tenga.

¿Qué elementos introduce la teoría cooperativa en el análisis de un juego? En primer lugar, se permite la *comunicación* entre los jugadores. Una consecuencia básica de este hecho es la posibilidad de que se establezcan *acuerdos* para coordinar estrategias en beneficio mutuo, acuerdos que suelen implicar pagos laterales posteriores entre los jugadores. Debe quedar claro que aquí se supone que los acuerdos son contractuales, es decir, con fuerza para obligar, y que están permitidos los pagos laterales posteriores que hemos mencionado.

La teoría cooperativa se centra, más que en las posibilidades estratégicas individuales de los jugadores, en las expectativas de que disponen las “coaliciones” que dichos jugadores puedan formar. Conviene, pues, precisar ante todo este término.

Definición 1. Una *coalición* es cualquier subconjunto del conjunto de jugadores.

Este concepto no tiene, a priori, connotaciones de alianza. Cada coalición es la reunión de una parte del conjunto de jugadores, que puede formarse o no, pero es preciso considerarlas todas para determinar el beneficio que cada una pueda obtener y disponer así de una visión global de la posición de cada jugador en el juego.

La definición de coalición incluye, entre otros, el conjunto vacío -denotado por $\emptyset$, los subconjuntos formados por un único jugador y el conjunto total. En un conjunto N con n jugadores hay exactamente 2^n coaliciones. La teoría cooperativa permite estudiar cómodamente juegos con un número considerable de jugadores.

La información básica que se maneja en el estudio de un juego cooperativo es la *utilidad* total que puede alcanzar cada coalición por sí misma cuando sus miembros optimizan la coordinación de sus estrategias. Nada se supone de la actitud de los jugadores ajenos pero, adoptando el principio de la prudencia, se asigna a cada coalición la utilidad que obtendría en el peor escenario posible. Lo que denominamos “utilidad” representa por lo general pagos, beneficios, satisfacción, capacidad de acción o de decisión, etc.; en ocasiones, también puede representar costes u otras valoraciones de las expectativas de cada coalición.

2.1. Juegos cooperativos

Formalicemos la idea de juego cooperativo. [SEP]

Definición 2. Sea $N = \{1, 2, \dots, n\}$ un conjunto de jugadores ($n \geq 2$). Un *juego cooperativo* en N es una función u -*función característica* del juego- que asigna a cada coalición $S \subseteq N$ un número real $u(S)$. La única condición que se impone a esta función u es que $u(\emptyset) = 0$.

En general trataremos con juegos *no negativos*, es decir, tales que la función característica no toma valores negativos: $u(S) \geq 0$ para toda coalición $S \subseteq N$.

También será habitual manejar juegos monótonos: un juego es *monótono* si al añadirse jugadores a una coalición cualquiera no disminuye la utilidad esperada por dicha coalición. Formalmente, u es monótono si $u(S) \leq u(T)$ cuando $S \subset T$.

2.2. El valor de Shapley

En las secciones anteriores hemos expuesto problemas de reparto de utilidades - costes o beneficios-, dejando planteada en cada uno de ellos la necesidad de solución. En esta sección estudiamos el *valor de Shapley*, que permitirá resolver este tipo de conflictos.

Con su trabajo de 1953, el matemático Lloyd S. Shapley introdujo en la teoría de juegos el *método axiomático*:

1. Se proponen las propiedades razonables que deseáramos que cumpliera la solución [SEP]
2. Se demuestra, si es posible, la existencia de alguna solución que cumpla dichas propiedades:

esto da lugar a un *teorema de existencia*.

3. Una vez hallada alguna solución, se estudia la posibilidad de que dicha solución sea única. Si el resultado es positivo, obtenemos un *teorema de unicidad* y se dice que esa única solución está caracterizada axiomáticamente por las propiedades propuestas [SEP]

Naturalmente, para que las propiedades merezcan el nombre de *axiomas* es indispensable que sean sencillas, elegantes e intuitivamente aceptables. Y éste es el caso de las propiedades propuestas por Shapley. Para captar su significado, introducimos previamente varios conceptos relacionados con los juegos cooperativos y los ilustramos con los ejemplos que hemos ido viendo hasta ahora.

En adelante, sea $N = \{1, 2, \dots, n\}$ el conjunto de jugadores y sea u un juego cooperativo en N .

Definición 3. Sean i y S un jugador y una coalición tales que $i \in S$. La *contribución marginal* del jugador i a la coalición S en el juego u es la diferencia entre la utilidad que puede obtener la coalición (con el concurso de i) y la que podría obtener si i la abandona, es decir,

$$u(S) - u(S \setminus \{i\}).$$

La idea de contribución marginal es clásica en economía y se adapta perfectamente al contexto de los juegos cooperativos en el que nos movemos. Podría decirse que mide el provecho que la coalición S debe a la presencia del jugador i . El problema suele ser que la utilidad al alcance de una coalición no basta para dar a cada uno de sus integrantes, como pago, su contribución marginal a la coalición.

Valor de Shapley (Shapley, 1953). Para cada conjunto de jugadores

$N = \{1, 2, \dots, n\}$ *el valor de Shapley viene dado por la expresión*

$$\Phi_i = \sum_{\{S \subset N : i \in S\}} \gamma_s [v(S) - v(S \setminus i)]$$

donde

$$\gamma_s = \frac{(s-1)!(n-s)!}{n!}$$

El valor de Shapley “premia” ponderadamente todas las contribuciones marginales del jugador a

todas las coaliciones a las que pertenece y, por tanto, a diferencia de la regla proporcional, tiene en cuenta todas las coaliciones y no solamente las de tamaño extremo (es decir, las individuales y la total).

2.3. El valor de Myerson

Myerson define un grafo de cooperación $G = (N, E)$, cuyo conjunto de vértices N es el formado por todos los jugadores y cuyo conjunto de aristas no ordenadas E viene dado por los acuerdos bilaterales entre los jugadores. El juego restringido por el grafo es

$$v^G(S) := \sum v(S_j^G),$$

donde la suma recorre todas las componentes conexas S_j^G del subgrafo inducido por $S \subseteq$

N . El valor de Myerson del juego (N, v) con el grafo de

cooperación G es

$$\Phi_i^G(v) = \Phi_i(v^G),$$

donde Φ_i denota el valor de Shapley ordinario para un jugador i .

2.4. El valor de Posición.

Sea H un grafo. Un valor alternativo para situaciones de comunicación con grafos es el valor de posición π (Meessen (1988), van den Nouweland et al. (1992)), y viene dado por

$$\pi_i(N, v, H) = \sum_{e \in H_i} \frac{1}{|e|} Sh_e(H, v^N),$$

donde H_i es el conjunto de aristas de H que contienen a i y

$$v^N(H') = \sum_{T \in N/H'} v(T)$$

para cualquier $H' \subseteq H$ un grafo. El juego (H, v^N) se llama juego de conferencia.

2.5. Retículos de contextos.

El objetivo principal del análisis formal de conceptos es la representación de retículos completos a través de contextos formales. Además, permite también a la inversa el examen de datos en forma de contextos formales con herramientas de la teoría del orden. En esta sección se discuten las definiciones básicas para ello.

Recordamos que un conjunto L es un retículo si es un conjunto parcialmente ordenado con relación de orden denotada por " $<$ " de forma que dos elementos cualesquiera están acotados superior e inferiormente por elementos del conjunto.

Un retículo de contextos es una tripleta $C=(N,M,I)$ donde N es un conjunto de elementos, M un conjunto de atributos e I una aplicación de $N \times M$ en el conjunto $\{0,1\}$.

$$I : N \times M \rightarrow \{0, 1\}$$

$I(i, e) = 1$ si i verifica el atributo e y 0 en otro caso. Esta relación binaria suele representarse con una doble tabla.

El subconjunto de atributos comunes que verifican varios jugadores se llama el intento de ese conjunto de jugadores. La extensión de un conjunto de atributos es el conjunto de jugadores que verifican ese conjunto de atributos, Figura 1:

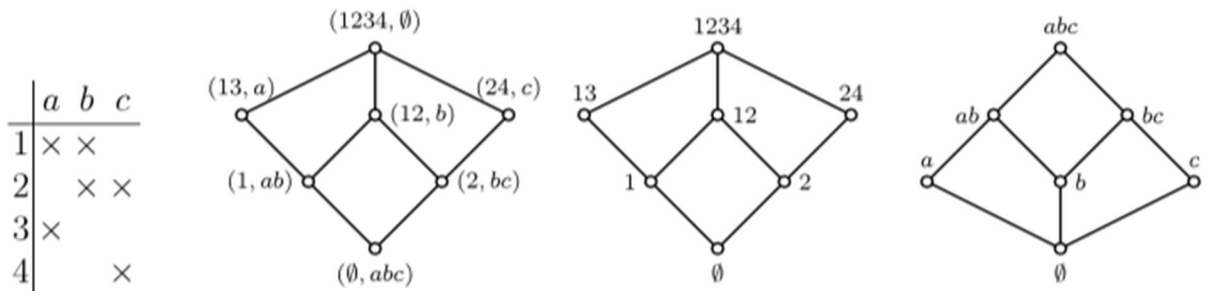


Figura 1.- Retículo de contexto y su tabla de incidencia.

Definimos a continuación el concepto de juego en un retículo de contextos. Si C es un retículo de contextos y (S, S') es un par (intento, extensión) con S subconjunto de N y S' su extensión, un juego es una aplicación v que asigna a cada par (S, S') un número. De v pueden definirse dos juegos, uno sobre los jugadores y otro sobre los atributos.

$$v_N(S) = v(S, S') - v(M', M)$$

$$v_M(A) = v(N, \emptyset) - v(A', A)$$

Como ejemplo sea el siguiente retículo de contextos, Figura 2:

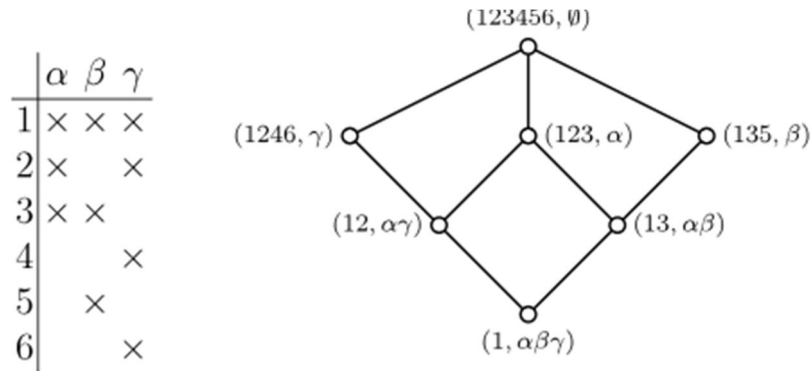


Figura 2.- Retículo de contexto y su tabla de incidencia.

Definimos un juego v que verifica

$$\begin{aligned} v(1, M) &= 6, & v(13, \alpha\beta) &= 16. & v(12, \alpha\gamma) &= 20 \\ v(123, \alpha) &= 32, & v(135, \beta) &= 28, & v(1246, \gamma) &= 30, & v(N, \emptyset) &= 60. \end{aligned}$$

Entonces

S	1	12	13	123	135	1246	N
$v_N(S)$	0	14	10	26	22	24	54

A	γ	α	β	$\alpha\gamma$	$\alpha\beta$	$\alpha\beta\gamma$
$v_M(A)$	30	28	32	40	44	54

Tabla 1.- Tabla de valores de V_N y V_M

2.6. Valor de Shapley en retículos de contextos.

Consideremos un retículo de contextos $C=(N,M,I)$ y un juego v sobre dicho contexto C .

Definimos el valor de Shapley extendido sobre el concepto C para el juego v como

$$\Phi_i^{ex}(\mathcal{C}, v) = \Phi_i(v_N) = \begin{cases} \frac{1}{ch(\mathcal{C})} \sum_{C \in CH(\mathcal{C})} \frac{1}{|S_C^i \setminus T_C^i|} (v_N(S_C^i) - v_N(T_C^i)), \\ \frac{v_N(M')}{|M'|}, \end{cases}$$

$$\frac{v_N(M')}{|M'|},$$

es el valor de Shapley para un jugador que verifica todos los atributos. $CH(C)$ representa a todas las cadenas maximales que hay en C , desde el bottom (M' , M) hasta el top (N , N') del retículo, ch representa al cardinal de esas cadenas, S_C^i representa el conjunto de jugadores de la cadena C donde i aparece por primera vez y T_C^i el conjunto inmediatamente inferior en la cadena a S_C^i y el cociente $|S_C^i \setminus T_C^i|$ el cardinal de la diferencia entre ambos conjuntos.

De manera análoga podemos definir el valor de Shapley sobre atributos. En este caso el valor vendría definido como

$$\Phi_a(C, v) = \sum_{C \in CH(C)} \frac{1}{|A_C^a \setminus B_C^a|} (v_M(A_C^a) - v_M(B_C^a))$$

Donde A_C^a es el último conjunto de atributos del retículo de contextos donde aparece el atributo “a” en la cadena “C” y es el primer conjunto de atributos en la B_C^a cadena “C” donde ya no aparece el atributo “a.”

2.7. Valor de posición en retículo de contextos.

Finalmente definimos el valor de posición para un jugador i . Fijado un retículo de contexto. Se define el $C = (N, M, I)$ valor de posición para el jugador i como

$$\Pi_i(C, v) = \sum_{a \notin i} \frac{1}{|N \setminus a'|} \Phi_a(C, v)$$

Siguiendo con el ejemplo anterior vamos a calcular el valor de posición del jugador 2.

El atributo que no verifica el jugador 2 es β

$$|N \setminus \beta'| = 3$$

$$\Pi_2(C, v) = \frac{1}{3} \Phi_\beta(C, v)$$

$$\Phi_{\beta}(C, v) = \frac{1}{4}[2v_M(M) - 2v_M(\alpha, \gamma) + v_M(\alpha\beta) - v_M(\alpha) + v_M(\beta) - v_M(\emptyset)] = \frac{1}{4}[108 - 80 + 44 - 28 + 32 - 0] = 19$$

Así el valor de posición para el jugador 2 será 19/3.

3. Explicación de la metodología

La metodología a seguir será la de escoger una serie de empresas de un mismo sector y analizar cómo es su dispersión geográfica y el tipo de aeronaves que es capaz de construir. Ambos argumentos son importantes a la hora de estimar la internacionalización de las empresas ya que por un lado es la presencia física de la empresa en un determinado lugar y por otro la venta de aeronaves a otros países que puede verse como una forma de presencia de la empresa en esos países. Esogeremos, en primer lugar, los atributos en función de la presencia de la empresa en diversas zonas del planeta y en segundo lugar según el tipo de aeronaves que vende. Luego mediremos el grado de internacionalización de la empresa en función de una combinación lineal de los valores de posición para los retículos de contextos de ambos tipos de atributos. Observar que cuanto menor sea el valor de un jugador más internacionalizado está debido a que posee una mayor cantidad de atributos.

3.1. Definición de atributos

Diremos que una empresa verifica el atributo **a1** si tiene presencia en EEUU y/o Canadá

Diremos que una empresa verifica el atributo **a2** tiene presencia en Europa.

Diremos que una empresa verifica el atributo **a3** si tiene presencia con más de dos filiales en el norte de Africa.

Diremos que una empresa verifica el atributo **a4** si tiene más de dos filiales en la Confederación Rusa

Diremos que una empresa verifica el atributo **a5** si tiene presencia en Oriente próximo

Diremos que una empresa verifica el atributo **a6** si tiene más de dos filiales en África Central o del Sur.

Diremos que una empresa verifica el atributo **a7** si tiene presencia en Oceanía

Diremos que una empresa verifica el atributo **a8** si tiene al menos dos filiales en América Central o del Sur.

Diremos que una empresa verifica el atributo **a9** si tiene presencia en China o Asia sur-oriental.

Diremos que una empresa verifica el atributo **a8** si tiene presencia en Japón.

Respecto al tipo de aeronave diremos que una empresa verifica **c** si fabrica aviones comerciales, **d** si los fabrica para defensa, **h** si fabrica helicópteros, **e** si construye satélites, naves espaciales o cohetes, **b** si fabrica aeronaves para empresas, **u** si fabrica Uav's y **t** si fabrica aeronaves de transporte.

4. Caso de estudio

Escogeremos seis empresas constructoras de aviones, de las cuales vamos a presentar su historia, los productos que actualmente tienen en el mercado y la situación geográfica de las líneas final de montaje, de ahora en adelante FAL, lugares donde se ensamblan las aeronaves, helicópteros u otro tipo de producto. Además, posteriormente, profundizaremos en las relaciones comerciales que mantienen entre ellas y las cuales se ven afectados por otros agentes.

La primera en presentar es **Boeing**:

Empresa aeronáutica estadounidense, considerada una de los mayores fabricantes de aeronaves del mundo. Su sede central se encuentra en Chicago, liderada por su CEO Dennis Muilenburg.

La empresa está organizada en cinco divisiones: Boeing Commercial Airplanes, Boeing Defense, Space & Security, Engineering, Operations and Technology, Boeing Capital y Boeing Shared Services Group [6].

Su fundador William E. Boeing comenzó en 1910 con la compra de los astilleros de Heath de Seattle y posteriormente constituyó la empresa en Delaware, 1916. Desde la década de 1920 comenzó el desarrollo de distintos aviones que se utilizaron para el transporte aéreo de mensajería, posterior desarrollo de aviones comerciales modernos, llegando incluso a constituir su propia aerolínea, y desarrollo de bombarderos en la década de los 40, Segunda Guerra Mundial.

El avance de la tecnología condujo al desarrollo de los primeros misiles de corto alcance a mediados de los 50, además de situarlos en el mayor productor de motores con turbinas pequeñas. La empresa tras la absorción de *Vertol Aircraft Corporation*, incorporó Helicópteros a su línea de producción.

Boeing sufrió una gran crisis con la Guerra de Vietnam y con el desarrollo del avión 747 que posteriormente revolucionó la industria aeronáutica. A partir de la década de los 80 la situación económica de la empresa experimentó un gran aumento con el auge del tráfico aéreo. A partir de este momento comienza la competencia con Airbus, productor aeronáutico europeo.

Boeing fue partícipe del programa de la Estación Espacial Internacional a finales de dicha década. A partir de este momento la empresa se desarrolla en el ámbito espacial.

En la década del 2000 la caída de la producción de Boeing hizo a Airbus liderar el transporte comercial aéreo. Hasta el momento Boeing ha experimentado décadas de auge seguidas de caídas de producción.

Actualmente, la empresa se considera una de las mayores potencias mundiales y presenta el siguiente plan de entrega para 2018, Tabla 2:

Current Year Deliveries Through February 2018

	737	747	767	777	787	Total
Total 2018 Deliveries	66	1	3	4	19	93

Tabla 2.- Plan de producción de Boeing en el año 2018

Respecto a la situación geográfica de Boeing, esta se encuentra repartida por Estados Unidos y Canadá tal y como podemos observar en el mapa de la figura 3:

Final Assembly Line BOEING

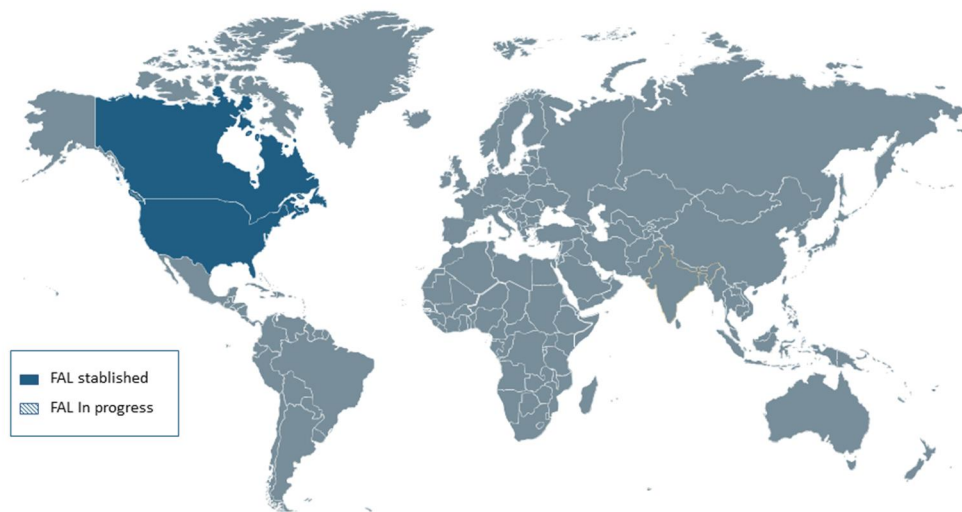


Figura 3.- Final Assembly line Boeing

En segundo lugar, presentamos a **Bombardier**:

Empresa aeronáutica canadiense, también dedicada a la producción de material para ferrocarril donde se considera la líder mundial [4].

Su fundación se remonta a 1942 por Joseph-Armand Bombardier. Inicialmente basada en la producción de material férreo, en la década de los 80 se expandió al sector aeronáutico con la compra

gubernamentales en la industria y junto con el fracaso del proyecto *Vector*, cuando Embraer comenzó una crisis que desencadenó la privatización de la empresa. Más tarde, se desarrollaron nuevos proyectos como *Turbofán*, avión regional de 45 pasajeros, que condujo a una recuperación tras la época de decadencia. El desarrollo de la familia de aviones, entre 70 y 110 plazas, en el año 2000, hizo aumentar su presencia en el mercado.

Actualmente la empresa busca el desarrollo de aviones ejecutivos, además del desarrollo de sistemas para misiones terrestres y aéreas para las Fuerzas Armadas.

La situación geográfica de las líneas de producción de la misma se sitúa en Brasil, como país de origen, y los Estados Unidos. Lo observamos en la posterior figura 5.

Final Assembly Line EMBRAER

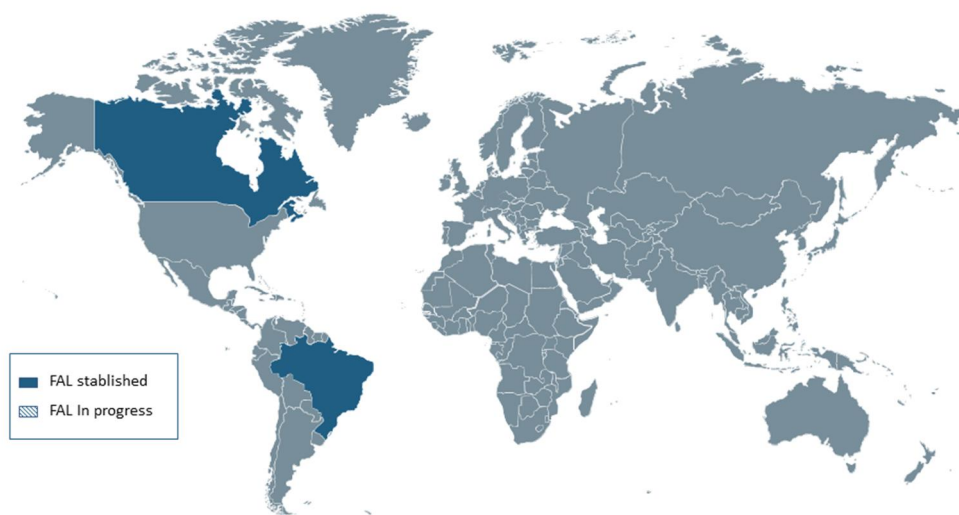


Figura 5.- Final Assembly line Embraer

Presentamos en cuarto lugar, al grupo Europeo **Airbus**:

Se trata de la mayor empresa aeronáutica europea y líder mundial. Cuenta con líneas final de montaje (FAL) en Europa, Asia y América [1].

Airbus comenzó como *Airbus Industrie* y tras la unión de la defensa europea y las compañías aeroespaciales en 2000, creando *EADS (European Aeronautic Defence and space Company)*, se produjo la introducción de esta dentro del grupo.

Actualmente es una de los mayores fabricantes de aviones y equipos aeroespaciales del mundo. Airbus comienza en la década de los 70 como competidor europeo de las principales compañías aéreas estadounidenses. Junto con el apoyo de los gobiernos europeos, Airbus asumió dichos riesgos en la lucha del desarrollo tecnológico aéreo con la innovadora aeronave que mejoraría el precio del transporte de pasajeros. A partir de ese momento la empresa se asienta y sigue avanzando en el desarrollo de aviones comerciales a fin de conseguir la ultra-alta capacidad y una reducción de coste respecto a lo que se ofertaba en aquel momento. El crecimiento del proyecto significó a su vez la consolidación de la empresa y con ella la fundación de Airbus SAS que engloba a Airbus France, Airbus Deutschland y Airbus España y que hoy día tienen la propiedad de EADS.

Respecto a los productos militares de la empresa, dependen de *Airbus Defense and Space*, perteneciente a *Airbus Group* que también incluye las líneas de productos Airbus Commercial y Helicopters.

La línea de *Airbus Defense and Space* se desarrolla a finales de los 90, la cual logra estabilizar a Airbus de los altibajos de la producción del avión civil.

Actualmente destacan dos de sus proyectos basados en el repostaje en vuelo y el transporte aéreo táctico [2].

Respecto a los puntos geográficos donde se produce el ensamblaje de sus diferentes líneas de productos, hemos de destacar que en comparación con las empresas anteriormente presentadas, las sitúa a su vez se sitúa fuera del entorno Europeo donde se desarrolló la empresa. Encontramos líneas final de montaje en Europa, Estados Unidos, China y la India la cual se encuentra en desarrollo [3]. Esta información se ve reflejada en la siguiente imagen, Figura 6.

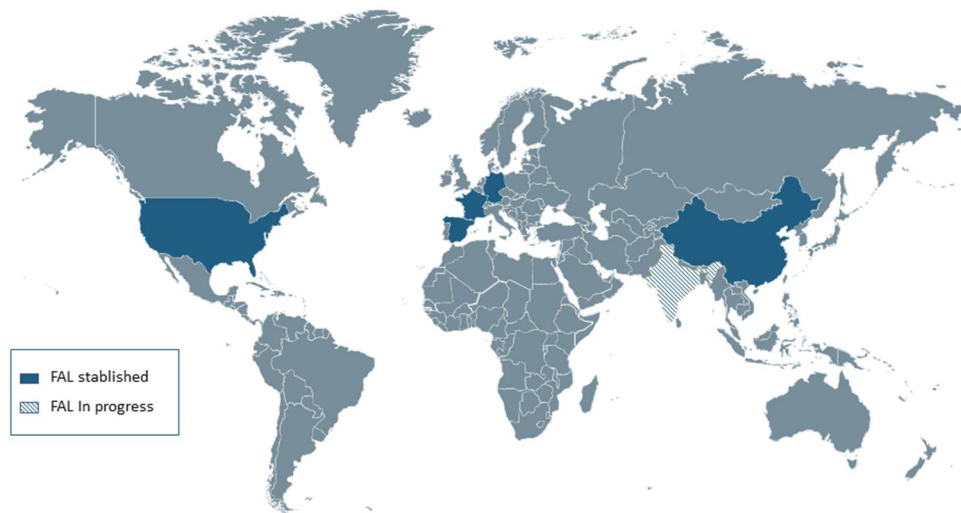


Figura 6.- Final Assembly line Airbus

En quinto lugar, presentamos a **COMAC** (Commercial Aircraft corporation of China): Compañía aeronáutica en desarrollo, fundada en 2008 [7]. La empresa es creada a fin de fabricar aviones para pasajeros y terminar con la dependencia de los fabricantes aeronáuticos Airbus y Boeing. La empresa tiene diversos proyectos en desarrollo con motores Bombardier, con el que firmó un acuerdo a finales de 2006 [8]. Tal y como observamos en la figura 7 y debido a su temprana fundación, su FAL se sitúa exclusivamente en China.



Figura7.- Final Assembly line COMAC

Por último, la empresa rusa **IRKUTSK**:

Empresa aeronáutica rusa que consolida la producción de aviones del país. La fundación de esta compañía se data en el 1934, fecha a partir de la cual ha sido capaz de desarrollar más de 20 tipos de aviones.

Se dedican a la fabricación de aeronaves civiles, militares, y naves no tripuladas. Dicha empresa pertenece a la United Aircraft Corporation (UAC), corporación rusa creada por el gobierno a fin de proteger y fortalecer las empresas rusas vinculadas a la industria aeroespacial [9][10].

Como podemos deducir, esta sitúa el montaje de sus aeronaves exclusivamente en Rusia, Figura 8.

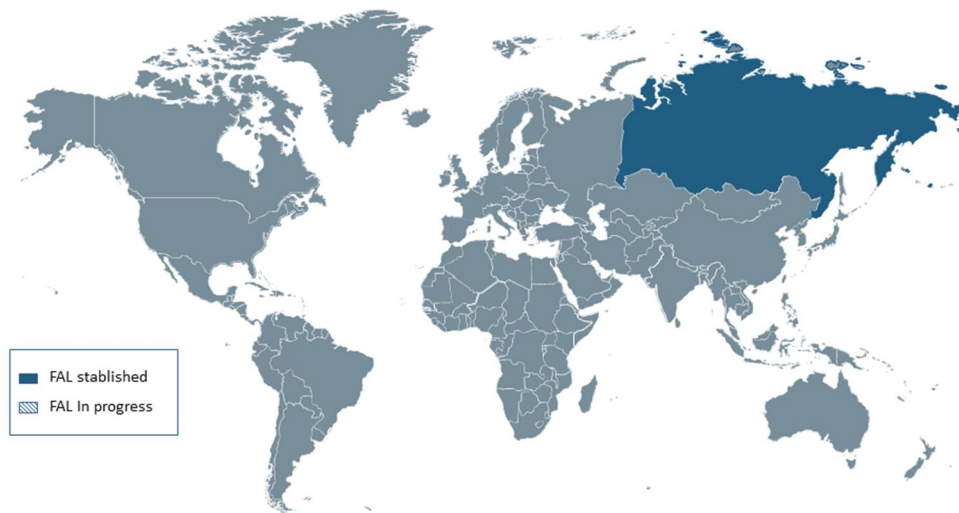


Figura 8.- Final Assembly line Irkutsk

Respecto a las relaciones comerciales entre las compañías presentadas, cabe destacar los siguientes acuerdos, a través de los cuales se busca el fortalecimiento mutuo.

En primer lugar, el acuerdo entre Airbus y Bombardier firmado el pasado mes de noviembre de 2017. En él, la empresa europea se hacía con el 50,1 por ciento del programa regional de Bombardier Cseries, a fin de evitar los aranceles que Canadá imponía a la empresa. De esta manera Airbus toma el mando del programa y sitúa así una nueva línea final de montaje en Alabama, Canadá. Es así como uno de los grandes productores aeronáuticos consigue expandirse hacia el continente Americano.

Destacamos a su vez, la alianza entre Boeing y Embraer. Ambas quieren complementar sus capacidades de ingeniería, fabricación y marketing a fin de establecer un apoyo mutuo que generará fuerza en la ingeniería de Embraer y un empujón al proyecto tan esperado, Boeing 797. Crearán para ello una asociación comercial conjunta liderada por Boeing.

Observamos como en ambos acuerdos, los gigantes aeronáuticos Boeing y Airbus luchan por ampliar sus relaciones internacionales y el desarrollo de proyectos. Sin embargo, no siempre se produce esta lucha en la producción, destacamos así la subcontratación del recubrimiento de los motores del futuro avión 737-Max de Boeing (Fan cowl) que se realiza en en la sedes Airbus de Tablada, Sevilla y Centro Bahía de Cádiz (CBC). Es así como Airbus pasa a posicionarse "el mayor

fabricante mundial de fan cowl"

Es probablemente por este motivo y por otros económicos por lo que Boeing subcontrata la fabricación de la pieza a la empresa.

Otro factor a tener en cuenta es el gobierno del país o el estado en el que se sitúa la empresa. Al igual que Bombardier sufre actualmente de manera directa los aranceles impuestos por Canadá, también pueden afectar indirectamente las decisiones tomadas por el gobierno de un país.

Han sido varios los casos en los que la imposición de sanciones por parte de un país a otro ha afectado a los fabricantes aeronáuticos, con los que no se ha podido firmar la renovación de la flota militar o cualquier otro pedido de aeronaves. Por otra parte también encontramos como con una amenaza de guerra al país surtidor de materia prima puede ver comprometido el suministro para la fabricación. O con el simple hecho de que fabricantes locales tengan prohibida la venta de materia prima al cliente si los aviones fabricados van destinados a lugares con los cuales el gobierno este enfrentado.

Nos gustaría por otro lado evaluar la producción futura de los dos gigantes aeronáuticos, Airbus y Boeing. Mientras que el primero sufre actualmente una época de crisis, con la bajada de la producción de sus aviones militares A400M y A380 y ajustes en la plantilla [14], Boeing planea un aumento en la frecuencia de su producción hasta un avión cada 10 horas para 2020[15]. Por lo que vemos que la empresa actúa según las siguientes declaraciones del presidente de la empresa, Muilenburg, *"Vemos que el tráfico aéreo crece y el tráfico de pasajeros crece entre un 6 y un 7 por ciento al año, y eso está alimentando el crecimiento de aviones en todo el mundo"*.

A su vez, Embraer prevee un año de transición debido al desarrollo de la nueva aeronave E190-E2, que llevará a retrasos en sus entregas y la disminución de liquidez de la empresa.

Como observamos a lo largo de la historia, la aeronáutica sufre un constante aumento y disminución de la producción que desemboca en épocas de auge y de crisis.

Estos datos son ícides muy significativos y posibles atributos a estudiar en nuestro método.

Situaciones como las anteriores hacen que la producción de las empresas, su ubicación y otros atributos se vean afectados y con ello el grado de internacionalización de las mismas.

En el estudio llevado a cabo en este proyecto, nos centraremos en dos únicos atributos, sin embargo, tal y como hemos visto dichos atributos están afectados por otros aspectos que pueden o no ser fortuitos y que de la misma manera pueden intervenir positiva o negativamente en su desarrollo empresarial.

Una vez presentadas las empresas a las que aplicaremos nuestro método matemático, en estudio de

su grado de internalización, analizamos a través de una tabla comparativa las distintas líneas de producción, tabla 3, y su situación geográfica, tabla 4.

Comparación de líneas de producción de las distintas empresas:

Empresa	Comercial	Defensa	Helicopters	Espacio	Business	UAVs	Transportation
Airbus	×	×	×	×		×	
Boeing	×	×	×	×			×
Bombardier	×				×		×
Comac	×						
Embraer	×	×			×		
Irkutsk	×	×					

Tabla 3.- Líneas de producción de las distintas empresas

Como obervamos en la tabla anterior, tabla 3, la producción de aviones comerciales es común a todas las empresas. Dicho atributo por tanto será omitido en el estudio del grado de internalización, ya que no nos dará ninguna información extra para la medida del mismo.

Situación geográfica:

Empresa	América Norte y Oceanía	América Central y Sur	Europa	África	Rusia	China, Japón y Asia oriental	Oriente próximo y Asia Occidental
Airbus	×	×	×	×			×
Boeing	×	×		×		×	×
Bombardier	×						
Comac						×	
Embraer	×	×					
Irkutsk					×		×

Tabla 4.- Situación geográfica de las distintas empresas

Respecto a la tabla 4, podemos observar que las empresas más expandidas son Airbus y Boeing. En principio dicho resultado nos conduce a pensar que pueden ocupar los primeros puestos respecto al grado de internalización, dicho pensamiento será analizado una vez obtenidos los resultados del método.

Destacamos a su vez, como Airbus, compañía europea, tiene presencia en el continente americano gracias al acuerdo con Bombardier mencionado anteriormente.

A partir de las tablas anteriores, tabla 3 y tabla 4, que tratamos como matrices de incidencia, construiremos los dos retículos de contextos, uno asociado a la producción de aeronaves y el otro a la situación geográfica de la empresa. Estos retículos serán posteriormente utilizados para el cálculo del valor asociado a cada compañía.

En primer lugar encontramos el retículo asociado a la producción de aeronaves, Figura 9.

El retículo parte de un primer juego $\emptyset$ que contiene todos los atributos M a raíz del cual se va formando. El retículo parte de las empresas que más atributos tienen y va conectándolas manteniendo solo aquellos atributos que son comunes a ambas, e insertando a su vez aquellas empresas de las que no se partió que también verifican dichos atributos.

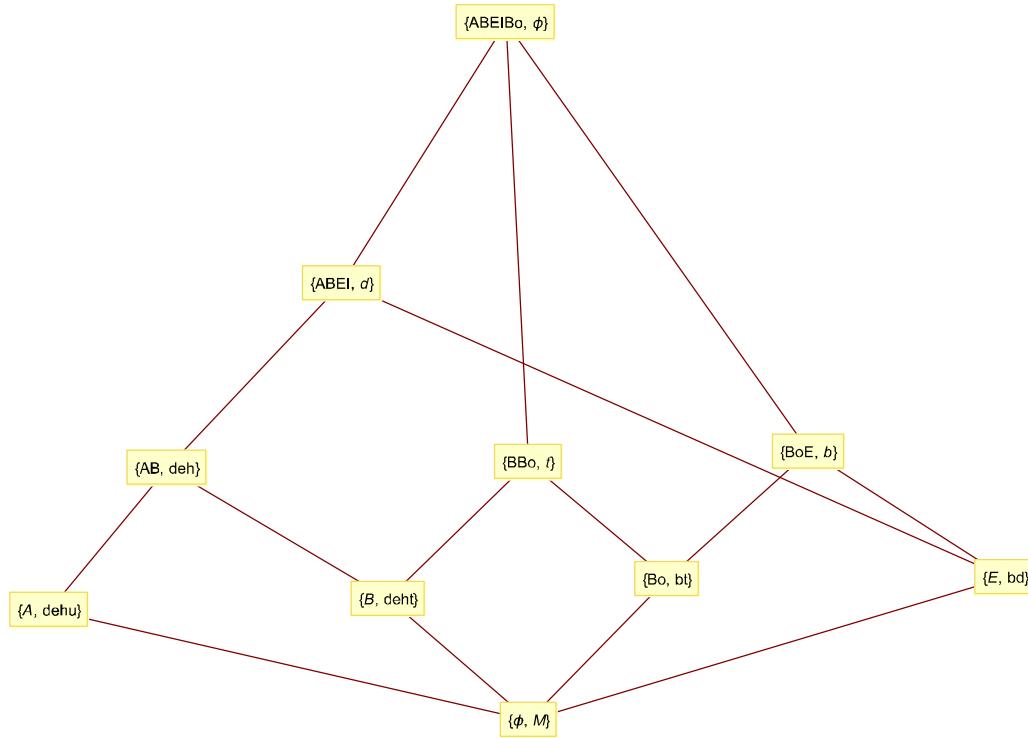


Figura 9.- Retículo de contexto asociado a la producción de aeronaves.

Para calcular el valor asociado a cada empresa notar que primero eliminamos el macroatributo **c** ya que todas construyen aviones comerciales. El juego que definiremos será

$$v(A, A') = |M \setminus A'|$$

Es decir, el número de atributos que le faltan a A para alcanzar el macroatributo M. Definimos a continuación el número de atributos que le falta a cada empresa para obtener el macroatributo.

Observar que $v_M(A') = |A'|$

El juego es:

<u>$V(\emptyset, M)$</u>	<u>0</u>
<u>$V(A, \text{dehu})$</u>	<u>2</u>
<u>$V(B, \text{dhet})$</u>	<u>2</u>
<u>$V(Bo, \text{bt})$</u>	<u>4</u>
<u>$V(E, \text{bd})$</u>	<u>4</u>
<u>$V(AB, \text{deh})$</u>	<u>3</u>
<u>$V(BBo, \text{f})$</u>	<u>5</u>
<u>$V(BoE, \text{b})$</u>	<u>5</u>
<u>$V(ABEL, \text{d})$</u>	<u>5</u>
<u>$V(N, \emptyset)$</u>	<u>6</u>

Tabla 5.- Valores del juego

Calculamos ahora el valor de cada compañía.

Para la compañía A el resultado total es $2/3$, que resulta de calcular las operaciones indicadas abajo.

$$\Pi_A(C, v) = \frac{1}{4}\Phi_b(C, v) + \frac{1}{4}\Phi_b(C, v) = \frac{1}{2}$$

El resto de valores de las empresas son

$$\Pi_B(C, v) = \frac{1}{4}\Phi_b(C, v) + \frac{1}{5}\Phi_u(C, v) = \frac{9}{20}$$

$$\Pi_{Bo}(C, v) = \frac{6}{5}$$

$$\Pi_E(C, v) = \frac{19}{20}$$

$$\Pi_C(C, v) = \frac{17}{20}$$

$$\Pi_I(C, v) = \frac{8}{5}$$

Así, para este tipo de atributos, estos son los valores.

Calculamos ahora el retículo de contextos asociado al segundo tipo de atributos, es decir, a la distribución geográfica de las distintas empresas, Figura 10. Este retículo se ha formado de la misma manera que el anterior.

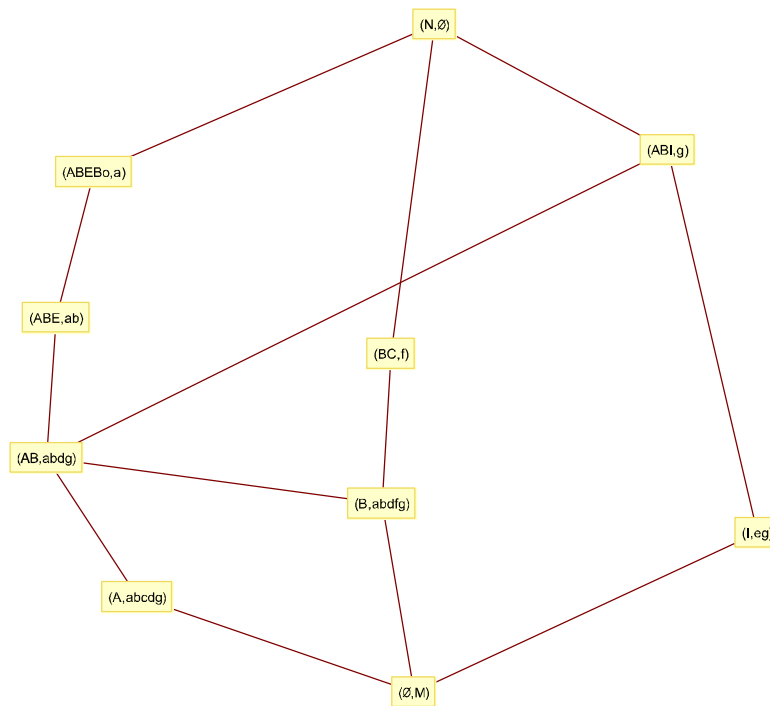


Figura 10.- Retículo de contexto asociado a la distribución geográfica de las distintas empresas.

Calculamos los valores asignados a cada compañía de igual forma que en el anterior contexto. Los valores obtenidos son los siguientes.

$$\Pi_A(C, v) = \frac{1}{5}\Phi_e(C, v) + \frac{1}{4}\Phi_f(C, v) = \frac{9}{20}$$

$$\Pi_B(C, v) = \frac{1}{5}\Phi_c(C, v) + \frac{1}{5}\Phi_e(C, v) = \frac{2}{5}$$

$$\Pi_{Bo}(C, v) = \frac{5}{3}$$

$$\Pi_C(C, v) = \frac{109}{60}$$

$$\Pi_E(C, v) = \frac{37}{30}$$

$$\Pi_I(C, v) = \frac{23}{15}$$

A la hora de dar un índice de internacionalización, una posibilidad, que escogeremos por sencillez, es la suma. Otro más general es dar un peso a cada tipo de contexto, es decir

$$\Phi_P = \alpha\Phi_{PC} + \beta\Phi_{PC'}$$

Donde P es una empresa cualquiera y C, C' son dos contextos de actuación distintos para esa empresa.

$$\alpha > 0, \beta > 0$$

α y β son valores a ajustar.

Así en nuestro caso tenemos que

Valor de Posición	Contexto tipo avión	Contexto geografía	Valor final
$\Pi_A(C, v)$	1/2	9/20	19/20
$\Pi_B(C, v)$	9/20	2/5	17/20
$\Pi_{Bo}(C, v)$	6/5	5/3	43/15
$\Pi_C(C, v)$	17/10	109/60	211/60
$\Pi_E(C, v)$	19/20	37/30	131/60
$\Pi_I(C, v)$	8/5	23/15	47/15

Tabla 6.- Tabla de resultados

Según los valores obtenidos en la tabla 6, desarrollamos un gráfico comparativo. En dicho gráfico comparativo tenemos una clara instantánea de los valores que toma cada empresa en la medida de la potencia de internalización y que interpretamos cómo más internacionalizada aquella cuyo resultado sea menor. Encabezada por tanto por Boeing y precedida por Airbus.

Índice de internacionalización

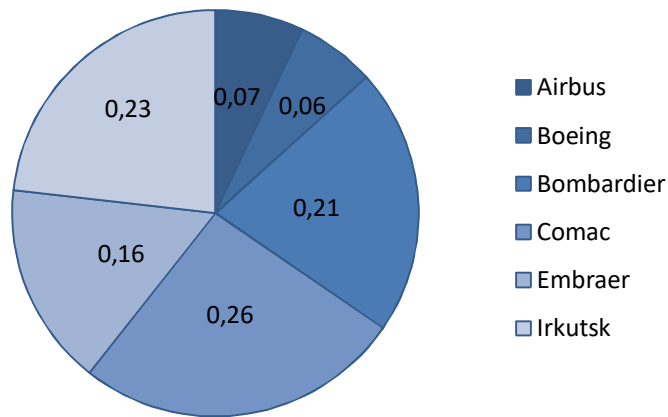


Figura 11.-Grafico comparativo según el índice de internacionalización.

Normalizamos los distintos valores resultando,

$$I_B = 59/720 < I_A = 67/720 < I_E = 13/60 < I_{Bo} = 53/180 < I_I = 13/48 < I_c = 169/60$$

Notemos que cuanto menor es el índice mayor es la presencia internacional de la empresa. Esto puede interpretarse como que el hecho de que la posesión de un atributo por parte de un jugador es un hándicap para él. Luego cuanto más atributos tienen menor es su índice. El jugador desea “librarse” de los atributos que posee para poder negociar con los que no posee.

Como consecuencia podemos definir el índice en sentido negativo, es decir,

$$I_A = 1 - \Pi_A(C, v)$$

En este caso el índice crece con la presencia internacional de la empresa.

5. Conclusiones

Como hemos visto, en los resultados obtenidos en la Figura 11, el menor valor del índice da la mayor internacionalización. En nuestro caso, aunque a muy poca distancia de Airbus, la empresa más internacionalizada es Boeing, luego Airbus, Bombardier, Embraer, Comac y por último Irkutsk.

Si quisiésemos hacer grupos según el índice obtenido, en el primero estaría Boeing y Airbus, en el segundo Bombardier y Embraer y en el tercero Comac y Irkutsk.

Por otro lado, hemos de decir que los resultados obtenidos en dicho estudio coinciden actualmente con las especulaciones que presentan otras fuentes [13].

Notar que las cuatro últimas empresas tienen un índice que al menos duplica al de las dos primeras, de hecho la distancia en Irkutsk y Boeing o Airbus es ya abismal, el triple o más. Esto es debido a la escasez de destinos internacionales y por otro lado a que el tipo de avión que fabrican se restringe a dos clases solamente.

Teniendo en cuenta la información presentada de cada una de las empresas, otro atributo a tener en cuenta sería la fecha de fundación de cada una de ellas. Lo cual podría explicar que Airbus y Boeing se situaran de los primeros en el ranking y que existiera esta gran diferencia respecto a los últimos. Además destacamos a su vez las relaciones comerciales que establecidas por ambas, que les hacen más fuertes en este mercado.

Sería posible por tanto el estudio de muchos más atributos lo cual daría resultados más fiables, ya que valoraría otras perspectivas de la empresa aunque a su vez estaría condenando el estudio a la influencia de más errores.

Notar también que no hemos normalizado el índice, así otra forma sería dividir el índice de cada empresa entre la suma de todos los índices para obtener uno normalizado.

Por otro lado hemos escogido un juego muy particular que indica las carencias de cada empresa respecto a los destinos y el tipo de aviones. También hemos escogido los parámetros a uno lo cual podría modificarse con un estudio más pormenorizado de las mismas. Realmente este es un índice entre una familia biparamétrica de índices.

Otra forma de calcularlo es con el producto de índices en vez de la suma. Realmente no nos parece un método muy diferente a la suma y por ello no lo hemos puesto. Los resultados obtenidos serían pues idénticos.

En definitiva, hemos generado un índice de medición del grado de internacionalización de una empresa que puede referirse tanto a su presencia geográfica como a la diversidad de sus productos.

Índice de Tablas

Tabla 1.- Tabla de valores de V_N y V_M	22
Tabla 2.- Plan de producción de Boeing en el año 2018	35
Tabla 3.- Comparación de líneas de producción	35
Tabla 4.- Comparación de situación geográfica	37
Tabla 5.- Valores del juego	
Tabla 6.- Tabla de resultados	41

Índice de Figuras

Figura 1.- Retículo de contexto y su tabla de incidencias	21
Figura 2.- Retículo de contexto y su tabla de incidencias	21
Figura 3.- Final Assembly Line Boeing	28
Figura 4.- Final Assembly Line Bombardier	29
Figura 5.- Final Assembly Line Embraer	31
Figura 6.- Final Assembly Line Airbus	32
Figura 7.- Final Assembly Line COMAC	33
Figura 8.- Final Assembly Line Irkutsk	34
Figura 9.- Retículo de contenidos asociados a las producción de aeronaves	36
Figura 10.- Retículo de contenidos asociados a la distribución geográfica	39
Figura 11.- Gráfico comparativo según el índice de internacionalización	41

Referencias

- [1].<http://company.airbus.com/careers.html>
- [2].<http://www.airbus.com/>
- [3].<http://es.alpha-nouvelles.com/article/acerca-de-airbus>
- [4].<https://www.bombardier.com/en/worldwide-presence.html/europe>
- [5].<https://embraer.com/global/en/presence>
- [6].<http://www.boeing.com/>
- [7].<http://www.expansion.com/2011/10/30/empresas/transporte/1319995922.html>
- [8].http://www.bbc.com/mundo/noticias/2015/11/151103_economia_avion_china_c919_boeing_airbus_lb
- [9].<https://www.aviacol.net/tag/702-irkutsk.html>
- [10].<https://mundo.sputniknews.com/rusia/201803261077331119-avion-ruso-irkutsk-pruebas/>
- [11]. Sullivan - 1994 - Measuring the degree of internationalization of a firm-annotated
- [12]. Games on concept lattice. The Core and Shapley value
- [13]. <https://www.altonivel.com.mx/empresas/negocios/37913-las-20-firmas-aeronauticas-mas-grandes-del-mundo/>
- [14]. <http://www.elmundo.es/economia/2018/03/07/5aa003b7e2704e2b748b4625.html>
- [15]. <https://airgways.com/2018/02/15/boeing-aumentaria-produccion-aviones/>
- [16]. <https://lta.reuters.com/article/businessNews/idLTAKBN1CW1JM-OUSLB>
- [17]. Games on concept lattice. The Core and Shapley value. Ulrich Faigle, Michel Grabisch, Andres Jiménez-Losada, Manuel Ordóñez. Discrete Applied Mathematics 198 (2016) 29–47
- [18]. Sullivan - 1994 - Measuring the degree of internationalization of a firm-annotated.

1. DOI : Degree of internationalization
2. IPD: Instituto de investigación y desarrollo
3. UAC: United Aircraft Corporation
4. COMAC: Commercial Aircraft corporation of China
5. EADS: European Aeronautic Defence and space
6. FAL: Final Assembly Line
7. TJC: Teoría de Juegos Cooperativos