APLICABILIDAD DE B-CUBE AL SECTOR SERVICIOS

Chulvi, V.[(p)]; Vidal, R.

Abstract

With the concept of globalization and the delegation of the tasks that major manpower need, the core of the economy of the capitals of the major world powers has derived to the tertiary sector (services sector). In this field to support the competitiveness is not enough, it is necessary continue improvement in order to not be displaced of the market by others.

Functional design, widely used successfully in all the engineering fields, has been revealed as a useful tool in the tertiary sector, when it comes to design the companies and establish relations between departments based on functions that they play inside the company.

B-Cube is a new approach to functional design through FBS framework. The above mentioned approach purposes a three dimensional scheme that uses definitions as Behaviours concepts. The key of this approach is that a Behaviour is not defined with a word or a taxon, which could cause ambiguity and misinterpretation, but rather defined as a three dimensional vector (X, Y, Z), set by its characteristics and qualities.

In this work we present the process to elaborate a functional design of a company of the services sector through the B-Cube model, defended with a practical application.

Keywords: FBS, Behaviour, functional design, B-Cube, business & management

Resumen

Con el concepto de globalización y la delegación de las tareas que mayor mano de obra requieren, el motor de la economía de las capitales de las mayores potencias mundiales ha derivado al sector terciario, los servicios. En este campo mantener la competitividad no es suficiente sino que es necesario mejorarla para no ser desplazado en el mercado por otros.

El diseño funcional, ampliamente utilizado con éxito en todos los campos de la ingeniería, se ha revelado como una herramienta útil en el sector terciario, a la hora de diseñar las empresas y establecer relaciones entre los departamentos en base a las funciones que éstos desempeñan dentro de una empresa.

B-Cube es un nuevo enfoque para el diseño funcional a través del marco FBS. Dicho enfoque propone un planteamiento tridimensional que utiliza definiciones a modo de conceptos de los Behaviours. La clave de este planteamiento es que un comportamiento no queda definido por una palabra o taxón, sino que el comportamiento viene definido como un vector tridimensional (X, Y, Z), determinado por sus características y cualidades.

En este trabajo se presenta el proceso para elaborar un diseño funcional de una empresa del sector servicios a través del modelo B-Cube, defendido con una aplicación práctica.

Palabras clave: FBS, Behaviour, diseño funcional, B-Cube, sector servicios

1. Introducción

En los últimos años el sector terciario se ha visto potenciado considerablemente, sobre todo en los países del primer mundo, hasta tal punto que el motor de la economía de las capitales de las mayores potencias mundiales ha derivado al este sector. Uno de los principales causantes de esta tendencia es la globalización mundial y la derivación de las tareas que mayor mano de obra requieren, como la agricultura o la manufactura, a países en vías de desarrollo que esta conlleva. Esta afirmación puede corroborarse si observando los porcentajes de participación del sector terciario sobre el PIB de países como Estados Unidos, Japón, Alemania, España y Portugal, con unas cifras superiores al 50% de su PIB (OCDE, 2000; INE). Por este motivo es importante para las empresas de este sector el mejorar la competitividad para no ser desplazado en el mercado, es decir, las empresas requieren de mejora continua e innovación [1-4].

El diseño funcional ha sido ampliamente utilizado con éxito en todos los campos de la ingeniería [5-7], pero actualmente se ha revelado también como una herramienta útil en el sector terciario [8]. El marco FBS (Function-Behaviour-Structure) se ha establecido como uno de los más eficaces y extendidos para englobar las partes que caracterizan el diseño funcional: funciones, comportamientos y estructuras [9-12]. En este marco, Function representa las funciones que el diseño desempeña, Structure representa los elementos físicos de la solución y behaviour actúa como enlace entre los dos anteriores.

El modelo B-Cube (Behaviour Cube o cubo de comportamientos) es una herramienta tridimensional creada con la intención de mejorar el proceso del diseño funcional, permitir su automatización y posibilitar su vinculación con herramientas CAI (Computer Aided Inventing) y de evaluación medioambiental. El desarrollo del modelo B-Cube esta basado en la meta-ontología DOLCE [13], la propuesta funcional de Garbacz sobre dicha meta-ontología [14] y el concepto SRK (Skill, Rule and Knowledge) de Rasmussen para definir los comportamientos humanos [15]. La principal característica del B-Cube es que los Behaviours no quedan definidos por un solo taxón, sino que quedas descritos como un vector tridimensional (X, Y, Z) que determinan sus características y cualidades.

La aplicación del diseño funcional para organizar la estructura de las empresas es un campo novedoso en el que ya se ha empezado a trabajar en los últimos años [16-19]. En este artículo se presenta el proceso para elaborar un diseño funcional de una empresa del sector servicios a través del modelo B-Cube, defendido con una aplicación práctica.

2. B-Cube y las Abstract Qualities

El modelo B-Cube parte de las tres definiciones básicas de DOLCE: endurants, perdurants y qualities, apoyadas en la propuesta funcional que realiza Garbacz sobre las mismas y adaptadas para encajar en el modelo. Endurant queda definido como ente o elemento (Structure) al que se refiere la entrada en el B-cube, y se considera que existe un número infinito de ellos, diferenciados en físicos y no-físicos, PED y NPED (physical and non-physical endurants). Perdurant (P) es una de las características que definen el Behaviour, y se refiere al tipo de comportamiento al que se refiere el ente o elemento citado anteriormente. Por último, las qualities son características o cualidades ligadas a otra entidad, las cuales van a ayudar a definir el Behaviour. Existen tres tipos de qualities: temporales (TQ), físicas (PQ) y abstractas (AQ). Puesto que la TQ está vinculada al P, esta característica se utilizara en todo momento para definir el Behaviour, junto con el mismo P. El tercer valor para determinar el Behaviour queda definido por una PQ en el caso de que la entrada sea un PED, y una AQ en el caso de que la entrada sea un NPED. En la figura una se ve el modelo B-Cube con sus valores, pero a la hora de trabajar con ellos se utilizan

valores numéricos en lugar de los términos completos, es decir, en el eje X “spatial location” = 1, “topological conecteness” = 2, “energy” = 3, etc. Por ejemplo, en lugar de definir un Behaviour como (Energy, State, Initial SoA), este quedará descrito a efectos prácticos como (3, 2, 1), o en lugar de (Spatial location, Achivement, Terminal SoA) se utilizará (1, 4, 3).

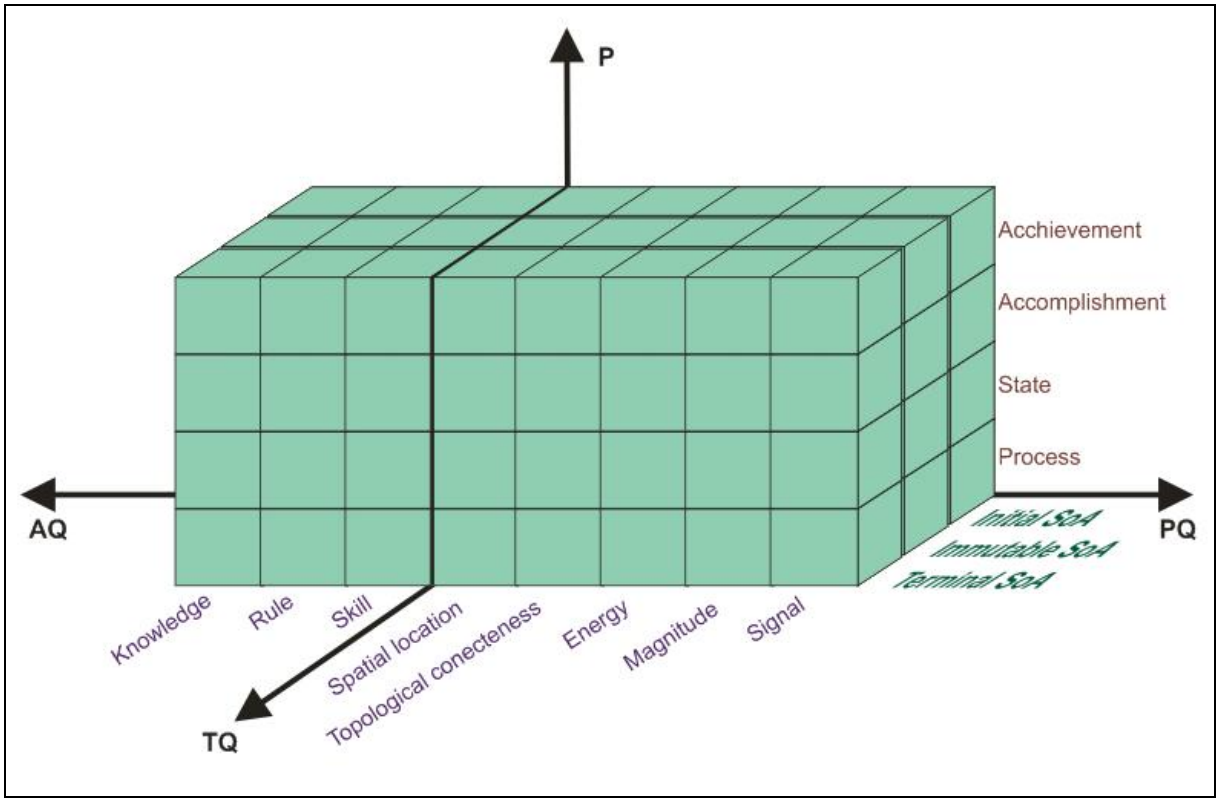

Figura 1. Modelo B-Cube

Dentro del diseño funcional en una empresa, los empleados presentan una dualidad en su definición. Por un lado son considerados como entes físicos (PED) desde el punto de vista en que son una Structure tangible, con unas propiedades, por tanto, correspondientes al campo físico (PQ). Por otro lado está la labor que ejerce dicha persona en la empresa, es decir, el “rol” que desempeña [16, 17]. En este caso estamos hablando de un NPED, al cual le corresponden las propiedades correspondientes a lo abstracto (AQ). Como ejemplo se puede ver que a una persona llevando una caja de tomates al mercado le corresponde un Behaviour (1, 3, 3), donde el primer valor 1 corresponde a la PQ, mientras que la misma persona comerciando (rol: comerciante) para vender los mismos tomates presenta un Behaviour (-2, 3, 1), donde el valor -2 corresponde a la AQ.

Para entender correctamente las definiciones de las AQ se debe recurrir a las definiciones de Rasmussen para definir los comportamientos humanos: Skill, Rule y Knowledge (figura 2). Skill se supone como un comportamiento ya aprendido que no requiere un control consciente, si bien durante su aprendizaje si puede haber sido necesitado este control. Rule precisa de un procedimiento o “regla escrita” para llevar a cabo la tarea. No conlleva una implicación intelectual exhaustiva, pero el sujeto debe de tener presente en todo momento las reglas a seguir. Knowledge se refiere a aquellas acciones que requieren de un nivel conceptual superior. La tabla 1 muestra ejemplos de la aplicación del concepto SRK de Rasmussen y de la aplicación de dichos términos dentro del modelo B-Cube.

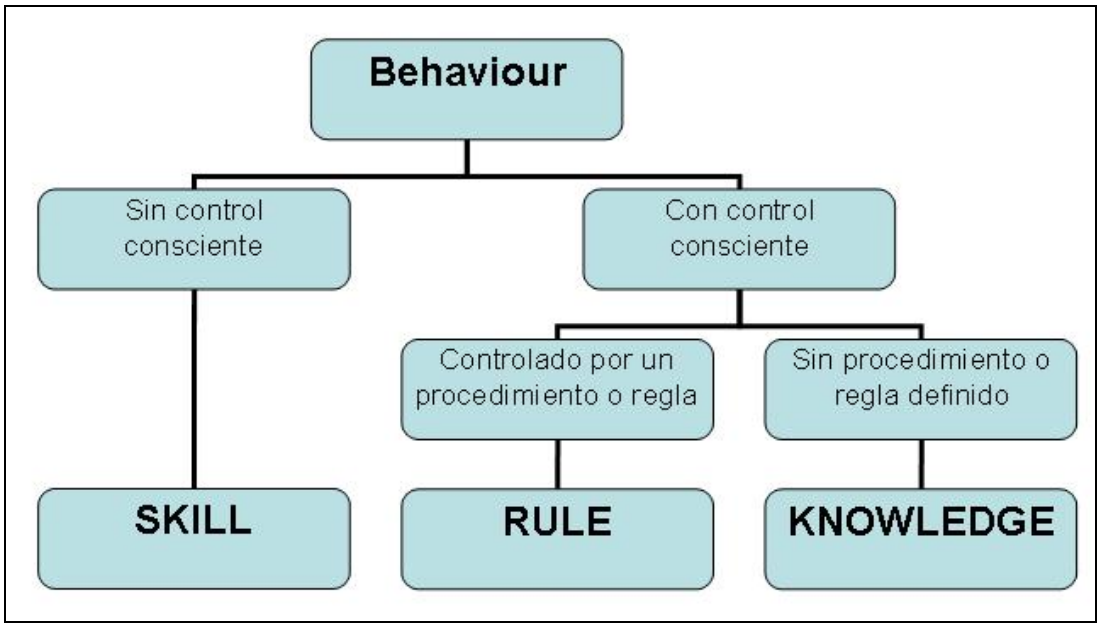

Figura 2. Algoritmo para determinar el comportamiento humano.

	Rasmussen	B-Cube
	Skill, Rule y Knowledge definen un Behaviour humano	Skill, Rule y Knowledge definen una AQ, por si no definen un Behaviour
Ejemplos (aplicable a)		
Skill	Ir en bici Ver Tocar el violín	Chofer Secretaria pasando a limpio Montaje de cuerdas a violín
Rule	Cocinar siguiendo una receta Reconocer Tocar el violín (con partitura)	Piloto F1 Secretaria respondiendo al teléfono Afinador de violines
Knowledge	Planificar Identificar Componer una partitura	Ingeniero de F1 Gerente (toma de decisiones) Compositor

Tabla 1. Ejemplos del uso de SKR

3. B-Cube en una pequeña empresa del sector servicios

Para comprobar la aplicabilidad del modelo B-Cube al diseño funcional de una empresa se ha escogido el modelo de un pequeño concesionario de vehículos. La función principal de la empresa queda definida como “vender vehículos” y como elemento exterior a la empresa, en el medio, es necesario definir los clientes y el proveedor. Para que una empresa pueda llevar a cabo dicha función, deben de cumplirse 4 comportamientos (Figura 3): vender,

entendido como que el elemento se va hacia el cliente (1, 3, 1); comprar, el elemento viene a la empresa (1, 3, 3); cobrar, donde el elemento pasa a estar en la empresa (1, 4, 3); y pagar, el elemento pasa de estar en la empresa a no estarlo (1, 4, 1). Puesto que un comportamiento (Behaviour) es, por definición, el modo concreto en que se realiza una función, la función vender se puede ejercer de muchas maneras diferentes. En este caso, en un concesionario de automóviles, dicha función se concretiza en las mencionadas anteriormente, y en las que se verán durante el desarrollo del presente apartado.

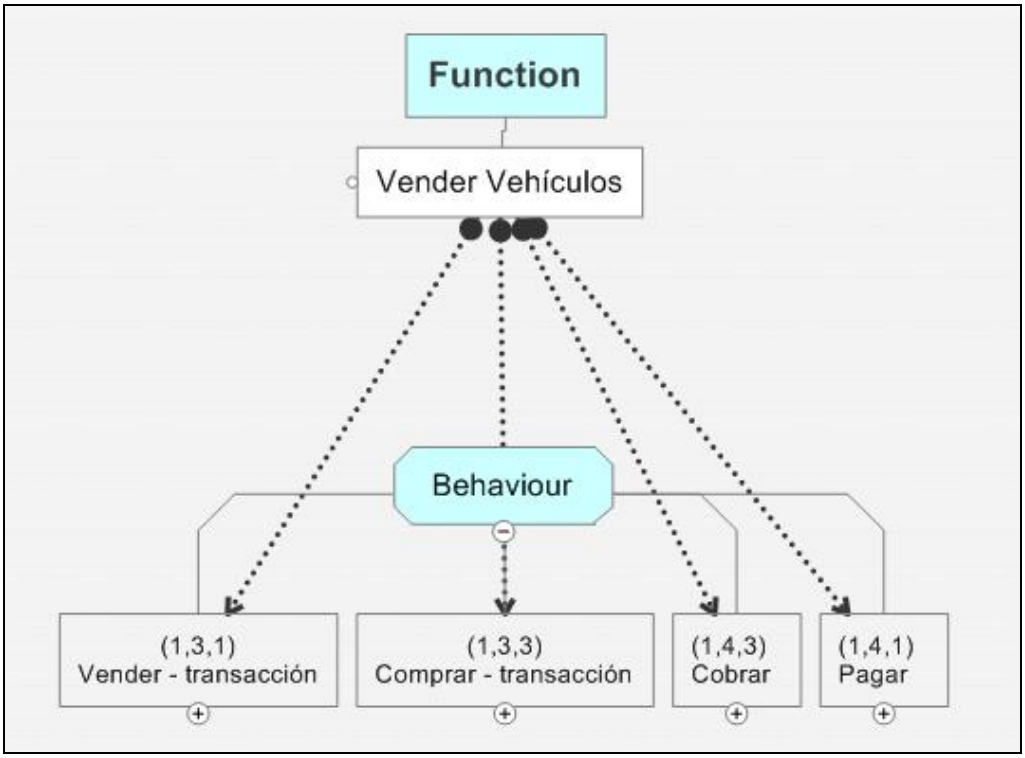

Figura 3. Behaviours derivados de Function

En el nivel Structure, la primera estructura que se requiere es el elemento que cumpla con los comportamientos (1, 3, 1) y (1, 3, 3), esto es, los vehículos. Además, hace falta incluir unas estructuras en la empresa que hagan de intermediario para vender y adquirir los vehículos (figura 4). Las estructuras principales de los comportamientos se representan con una línea gruesa acabada en flechas y las estructuras que afectan de manera secundaria (ayudan en la definición) con líneas finas acabadas en puntos.

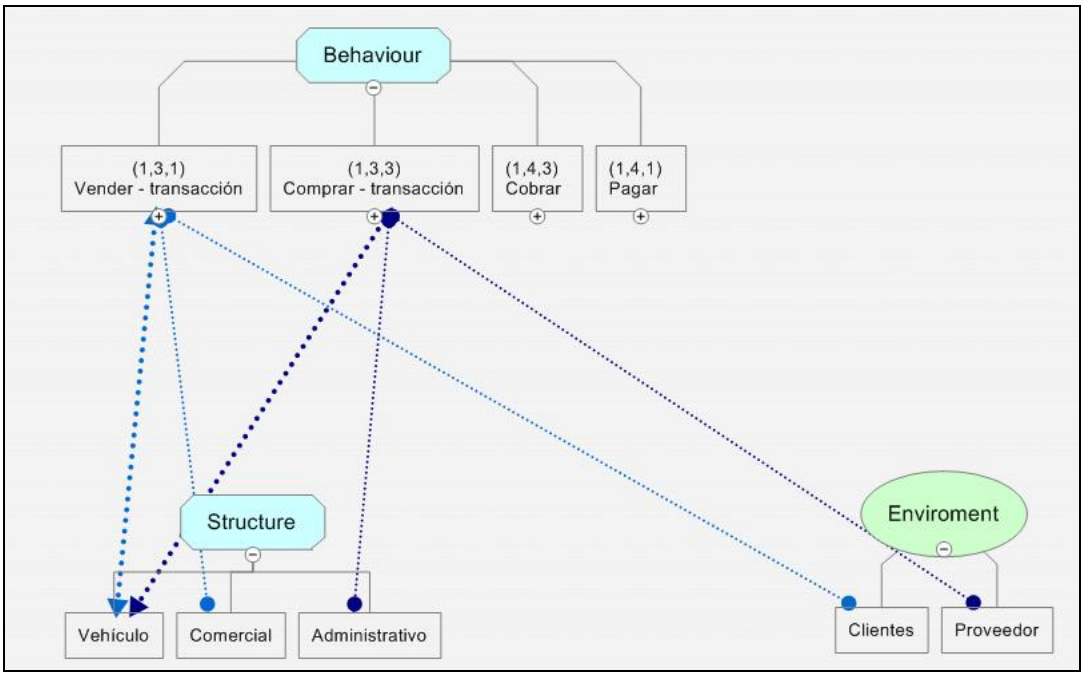

Figura 4. Behaviours (1, 3, 1) y (1, 3, 3) relacionados los niveles Structure y Environment.

Del mismo modo, para llevar a cabo los comportamientos (1, 4, 1) y (1, 4, 3) es necesario establecer una estructura principal € (euros). Estos comportamientos quedan definidos a su vez con las estructuras comercial y administrativo y con los elementos del medio clientes y proveedor (figura 5).

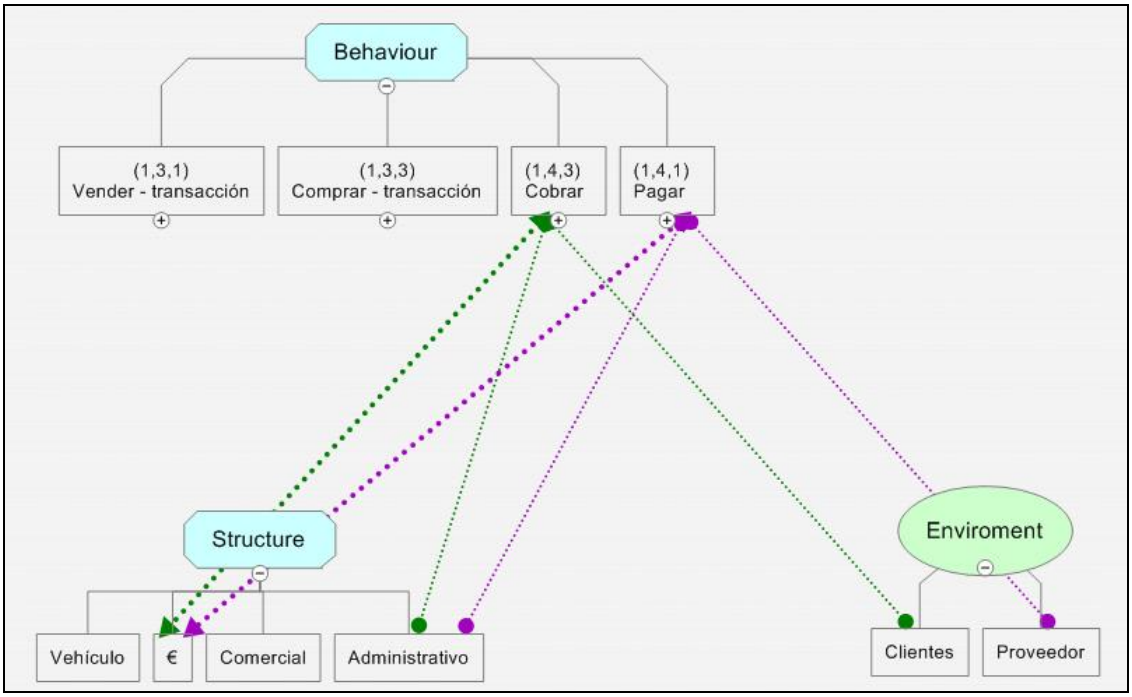

Figura 5. Behaviours (1, 4, 1) y (1, 4, 3) relacionados los niveles Structure y Environment

Para proseguir con el diseño funcional de una empresa es necesario definir los roles y que elementos van a desempeñarlos. En primer lugar, de las estructuras definidas, solo dos son

capaces de llevar a cabo roles: comercial y administrativo. De los comportamientos definidos se derivan, en un segundo nivel, los comportamientos abstractos o de rol. Así, para llevar a cabo la venta del vehículo se necesita tanto procesar la gestión de venta (-1, 3, 1) como la capacidad de negociar la venta (-3, 1, 2). Del mismo modo se establecen los comportamientos para elaborar los pedidos cuando se requiera pedidos (-2, 4, 3) y para cobrar (-1, 3, 3). Pagar, en este sub-nivel, se diferencia entre realizar los pagos al proveedor (-1, 3, 1) y elaborar las nóminas para todos los empleados (-1, 3, 1). Adicionalmente a los comportamientos derivados del primer nivel, que han podido ser cumplidos por las estructuras definidas, la condición de que se está diseñando una empresa obliga a establecer un comportamiento de dirección y coordinación (-3, 2, 1) de las estructuras con roles, el cual en este caso necesita de una nueva estructura capaz de realizarlo: el director. Esta nueva estructura debe ser reanalizada con los comportamientos del primer nivel, pues se ve como también se relaciona como elemento definitorio con el comportamiento (1, 4, 1). La figura 6 representa la asociación de los comportamientos del segundo nivel con las estructuras capaces soportar roles. Los parámetros (X, Y, Z) de los comportamientos derivados no tienen porqué guardar semejanza con los de primer nivel, pues la estructura primaria sobre la que actúan es diferente.

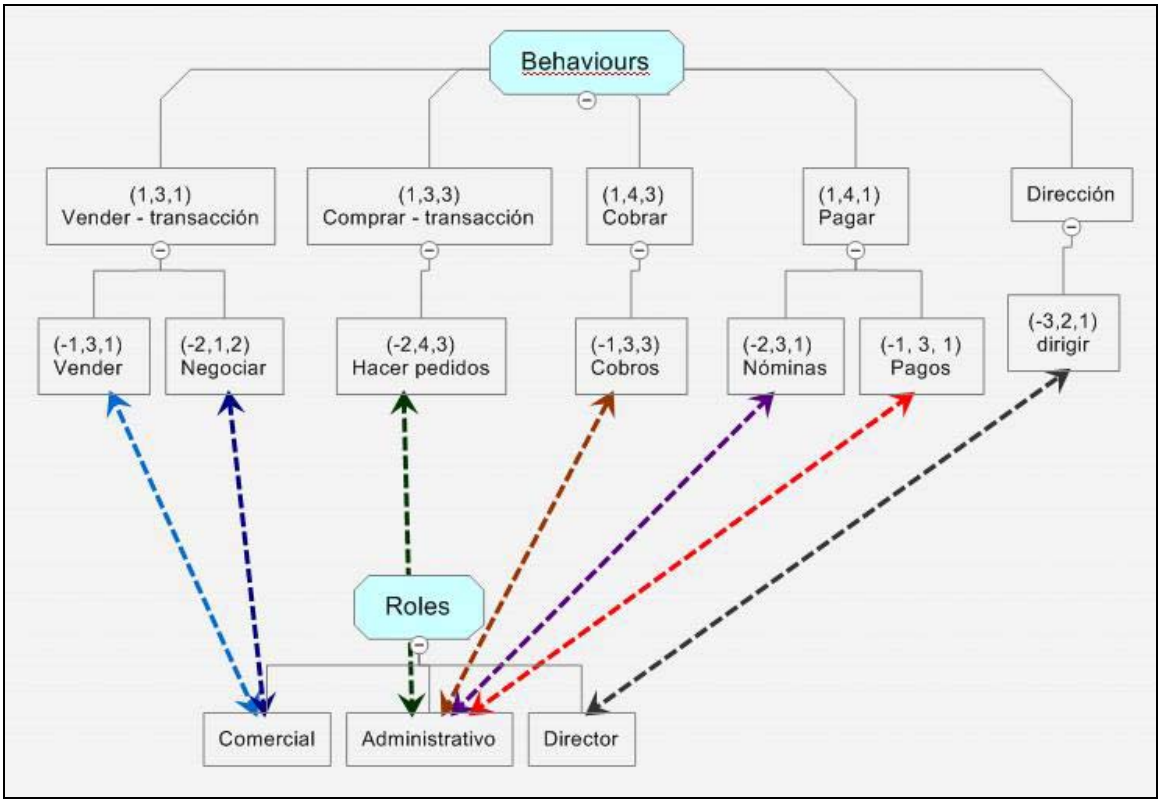

Figura 6. Behaviours de estructuras capaces soportar roles.

Por su parte, en la figura 7 se puede ver el esquema resultado del diseño funcional de la empresa ejemplificada en el presente artículo. En el caso de los comportamientos del segundo nivel derivados de un primero se han omitido las relaciones secundarias para darle una mayor claridad al esquema, pero estas relaciones corresponden al resto de relaciones existentes en el primer nivel. Es decir, el comportamiento (1, 3, 1) tiene como estructura primaria vehículos y como secundarias comercial y cliente. Por tanto, si el comportamiento (-1, 3, 1) tiene su relación primaria con comercial, entonces sus relaciones secundarias serán con vehículos y cliente.

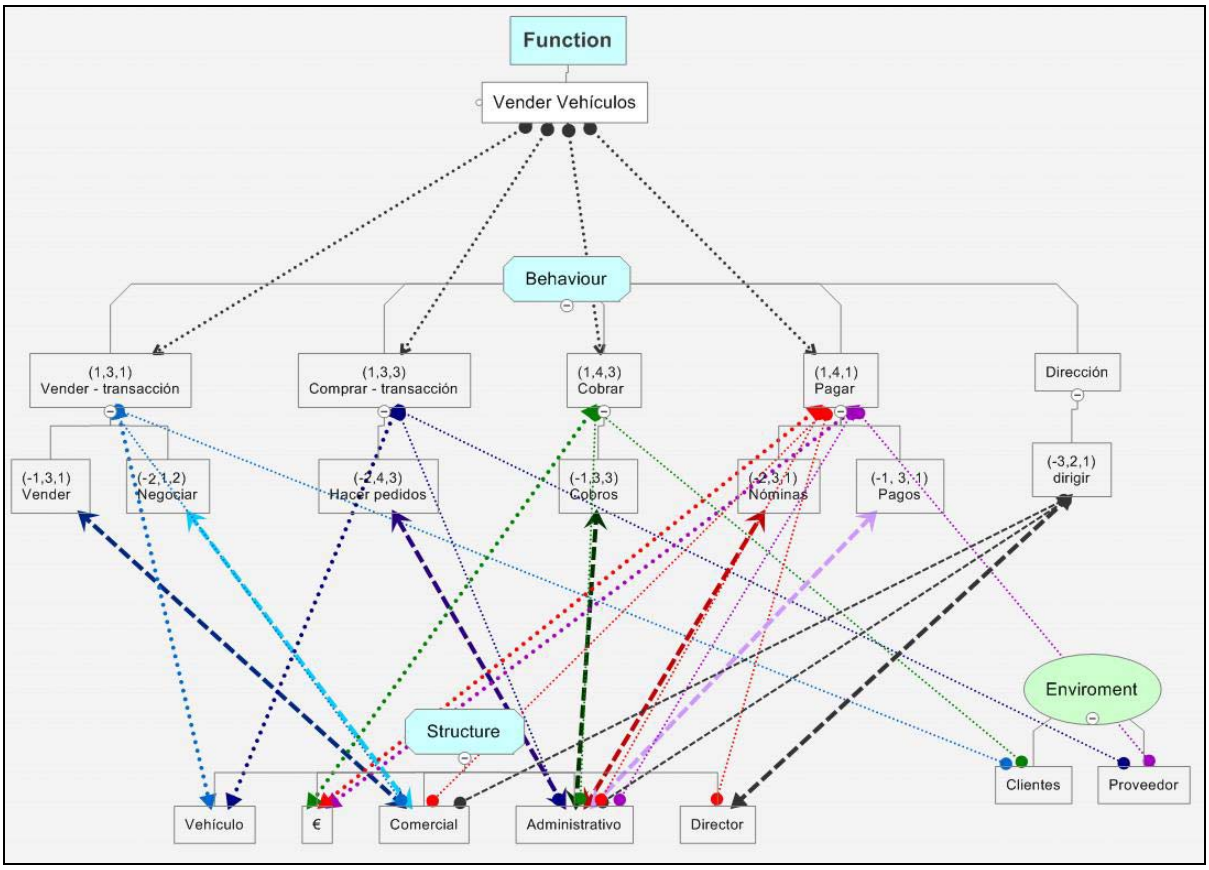

Figura 8. Diseño funcional de una empresa del sector servicios a través del modelo B-Cube

4. Conclusiones

En este artículo se ha visto el proceso para elaborar el diseño funcional de una empresa del sector servicios dentro de un marco FBS, a través del modelo B-Cube. Con el ejemplo descrito se ha visto cómo es posible su aplicabilidad a la hora de organizar la estructura de las empresas, pues en la figura 8 se pueden ver las estructuras necesarias para establecer un organigrama de la empresa. La estructura de la empresa se formará con aquellas estructuras capaces de llevar a cabo comportamientos abstractos (de la parte negativa del eje X del B-Cube) o de rol, en este caso un comercial, un administrativo y un director, como mínimo, son necesarios para que la empresa funcione correctamente. El volumen del resto de estructuras es el que determina la cantidad de las primeras. Es decir, si el negocio mueve gran cantidad de vehículos, que tiene relación directa con el comportamiento (1, 3, 1), el cual a su vez tiene relación indirecta con el comercial, a mayor cantidad de vehículos a vender se necesitará mayor cantidad de comerciales para venderlos. Es necesario, por tanto, establecer una relación de valores entre las estructuras para saber a partir de que número de vehículos se debe incrementar el número de comerciales.

Del desarrollo del diseño funcional puede apreciarse que las estructuras capaces de tener relación principal con los comportamientos de rol sólo la tienen de éstos, pudiendo tener solo relación secundaria en su trato con el resto de comportamientos. La diferenciación de comportamientos en niveles ayuda mucho a la percepción del diseño funcional, si bien no se debe establecer ninguna relación directa entre los niveles y el tipo de comportamientos. Aunque en el ejemplo dado aparezca el comportamiento (-3, 2, 1) a la altura del segundo nivel, éste se ha dibujado ahí en el esquema para una mayor comprensión y claridad del

mismo, al situar todos los comportamientos de rol a la misma altura visual, pero se ve que no deriva de ningún otro comportamiento, por lo que se considera de primer nivel.

Los parámetros (X, Y, Z) de los comportamientos derivados no tienen porqué guardar semejanza con los de primer nivel, pues la estructura primaria sobre la que actúan es diferente. De este modo, el parámetro X será en la mayoría de las veces diferente, pues proviene de una cualidad directa de la estructura. El parámetro Y, al referirse al tipo de comportamiento, mantiene una total independencia respecto a los otros comportamientos. Sin embargo, en lo referente al parámetro Z, puesto que indica el sentido de la acción, normalmente será el mismo en el comportamiento de primer nivel y en su derivado, pero este hecho no es una norma. Por ejemplo, en la figura 6 se ve como prácticamente la totalidad de los comportamientos de segundo nivel mantienen la misma Z que en su comportamiento de origen. Esto tiene su lógica, puesto que si el comportamiento de comprar (1, 3, 3) un vehículo se refiere a que la acción provoca que el vehículo esté en la empresa al final de la acción (terminal SoA → Z = 3), es razonable que su comportamiento derivado, hacer pedido (-2, 4, 3), posea el mismo sentido: el resultado final del comportamiento es que el vehículo viene a la empresa. La excepción se ve en el mismo ejemplo. Si nos fijamos en los comportamientos derivados de vender (1, 3, 1), veremos que uno de ellos, negociar (-2, 1, 2), no comparte el mismo sentido, pues el final de la negociación no implica que el vehículo se haya ido del concesionario (vendido) o siga allí (no vendido). Por lo tanto se deduce que, si bien el valor de la coordenada Z tiende a coincidir entre un comportamiento y sus derivados de nivel inferior, se puede afirmar que las tres coordenadas presentan total independencia entre niveles.

Lógicamente, aunque el caso tratado en el presente artículo se haya centrado en una empresa del sector servicios o terciario, el procedimiento es aplicable para el diseño funcional de empresas del resto de sectores (primario o materias primas y secundario o industrial). El presente trabajo forma parte de un proyecto con el objetivo de crear una aplicación informática para automatizar el diseño funcional, por lo que la aplicación del modelo B-Cube se percibe como un modo de optimizar el proceso de definición de la organización estructural de una empresa y de sus recursos.

Referencias

[1] Bharadwaj S, Menon A. "Making innovation happen in organizations: individual creativity mechanisms, organizational creativity mechanisms or both?" *The Journal of Product Innovation Management* 2000;17:424 - 34.

[2] Hipple J. "So, you want to start an innovation effort". *Research Technology Management* 2003;Vol 46:11-13.

[3] Jacob M, Tintoré J, Torres X. "*Innovación en servicios"*. Fundación Cotec, Madrid; 2001.

[4] Stevens G, Burley J, "Divine R. Creativity + business discipline = Higher profits faster from new product development". *The Journal of Product Innovation Management, the juried publication of the PDMA (the Product Development and Management)* 1999; Vol.16:455-68.

[5] Chakrabarti A, Blessign L. "Representing functionality in design". *Artificial intelligence for engineering design, analysis and manufacturing (AIEDAM)* 1996; Vol.10:251-53.

[6] Zhang WY, Tor SB, Britton GA. "Automated functional design of engineering systems". *Journal of Intelligence Manufacturing* 2002; 13:119-33.

[7] Liu Y, Chakrabarty A, Bligh T. "A strategy for functional design2. *Proceedings of the International Conference of Engineering Design*. Munich; 1999.

[8] Earl M. "Knowledge Management Strategies: Toward a Taxonomy". *Journal of Management Information Systems* 2001; 18:215-33.

[9] Umeda Y, Takeda H, Tomiyama T, Yoshikawa H. "Function, Behaviour, and Structure". In: Gero J, editor. *Applications of Artificial Intelligence in Engineering* V. Berlin: Springer; 1990, p. 177-94.

[10] Umeda Y, Ishii M, Yoshioka M, Shimomura Y, Tomiyama T. "Supporting conceptual design based on the Function-Behavior-State modeler"*. Ai Edam* 1996; 10:275-88.

[11] Umeda Y, Kondoh S, Shimodura Y, Tomiyama T. "Development of design methodology for upgradable products based on Function-Behavior-State modeling". *Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing (AIEDAM)* 2005; 19:161-82.

[12] Zhang WY, Tor SB, Britton GA, Deng YM. "*Functional design of mechanical products based on behaviour-driven function-environment-structure modeling framework*". Singapore; 2002, p. 8.

[13] Masolo C, Borgo S, Gangemi A, Guarino N, Oltramari A. "*WonderWeb Deliverable D18*". Laboratory For Applied Ontology - ISTC-CNR; 2003.

[14] Garbacz P. "Towards a standard taxonomy of artifact functions". *Applied Ontology* 2006;1:221-36.

[15] Rasmussen J. "Skills, rules, and knowledge; Signals, signs and symbols, and other distinctions in human performance models". I*EEE Transactions on systems, man, and cybernetics* 1983;SMC-13:257 - 66.

[16] Masolo C, Vieu L, Bottazzi E, Catenacci C, Ferrario R, Gangemi A, et al. "Social roles and their descriptions". Proceedings of the *Ninth International Conference on the Principles of Knowledge Representation and Reasoning*, Whistler, Canada; 2004.

[17] Masolo C, Guizzardi G, Vieu L, Bottazzi E, Ferrario R. "Relational roles and qua-individuals". *Proceedings of the AAAI Fall Symposium "Roles, an Interdisciplinary Perspective: Ontologies, Languages, and Multiagent Systems".* Arlington, Virginia; 2005, p. 103–12.

[18] Bottazzi E, Ferrario R. "Preliminaries to a DOLCE Ontology of Organizations". *International Journal of Business Process Integration and Management* 2006.

[19] Singh V, Gero JS. "*Computational modeling of temporary design teams*". In: Y Gang Z, Qi and D Wei (eds), editor. CAADRIA07. Southeast University, Nanjing, China; 2007, p. 49-56.

Agradecimientos

Los autores muestran su gratitud al Ministerio de Educación y Ciencia por su financiamiento bajo el proyecto con referencia DPI2006-15570-C02-00 dentro del plan nacional de I+D+i (2004 – 2007) y a los fondos FEDER de la Unión Europea. Del mismo modo, los autores muestran su agradecimiento al apoyo del resto de personal del Grupo de Ingeniería del Diseño (GID) de la Universitat Jaume I de Castellón.

Correspondencia

Vicente Chulvi Ramos.
Grupo de Ingeniería del Diseño (GID)
Departamento de Ingeniería Mecánica y Construcción. Universidad Jaume I.
Avenida Sos Baynat s/n. 12071 - Castellón (España)
Teléfono: +34 964 72 9252 Fax: +34 964 72 8106
E-mail: chulvi@emc.uji.es
URL: www.gid.uji.es

Rosario Vidal Nadal
Grupo de Ingeniería del Diseño (GID)
Departamento de Ingeniería Mecánica y Construcción. Universidad Jaume I.
E-mail: vidal@emc.uji.es