

## Taxonomías de comportamientos humanos en el modelo B-Cube

Vicente Chulvi

Rosario Vidal

*Universitat Jaume I, Dep. De Ingeniería Mecánica y Construcción, Castellón (Spain)*

### Abstract

Functional design has been broadly used in all engineering fields, but nowadays it has been revealed as a useful tool both for enterprise design and organization, and project management and direction. The FBS framework has been established as one of the most effective and extended ones for including all parts that characterize functional design: functions, behaviours, and structures. Authors propose B-Cube model in order to represent and manipulate knowledge within this framework. This model proposes a three-dimensional approach that uses definitions as behaviour's concepts, and it has been tested in tangible objects design.

But quantity of knowledge in universe is immense, almost infinite. In order of being able to manage this knowledge, each different branch of science has developed its own particular system, and multitude of vocabularies have been elaborated for structuring the specific parts of knowledge. One special kind of classification commonly used is a taxonomy, a set of concepts and relationships hierarchically arranged and classified in classes and sub-classes. The present work shows a study over human's behaviour taxonomies with the aim of pointing the optimal for representing the needed levels of FBS framework for functional design through B-Cube model.

**Keywords:** *Taxonomy; functional design; B-Cube; behaviour; role behaviours.*

### Resumen

El diseño funcional ha sido ampliamente utilizado en todos los campos de la ingeniería, pero actualmente se ha revelado también como una herramienta útil tanto para el diseño y organización de empresas, como para la gestión y dirección de proyectos. El marco FBS se ha establecido como uno de los más eficaces y extendidos para englobar las partes que caracterizan el diseño funcional: funciones, comportamientos y estructuras. Con el objeto de representar y manipular el conocimiento dentro de este marco, los autores proponen el modelo B-Cube, un nuevo enfoque para el diseño funcional a través del marco FBS que propone un planteamiento tridimensional que utiliza definiciones a modo de conceptos de los comportamientos, ya probado en el diseño de objetos tangibles.

Pero la cantidad de conocimiento existente en el universo es inmensa, casi infinita. Para poder ser capaces de gestionar dicho conocimiento cada rama diferente de las ciencias ha desarrollado sus sistemas particulares, y multitudes de vocabularios han sido elaborados para estructurar una parte específica del conocimiento. Un tipo especial de clasificación muy utilizado son las taxonomías, conjuntos de conceptos y relaciones organizados jerárquicamente, clasificados en clases y subclases. El presente trabajo presenta un estudio sobre las taxonomías del comportamiento humano con el objeto de señalar cuál o cuáles de ellas son las óptimas para representar los niveles necesarios del marco FBS para el diseño funcional a través del modelo B-Cube.

**Palabras clave:** Taxonomías; diseño funcional; B-Cube; comportamientos; comportamientos de rol.

## 1. Introducción

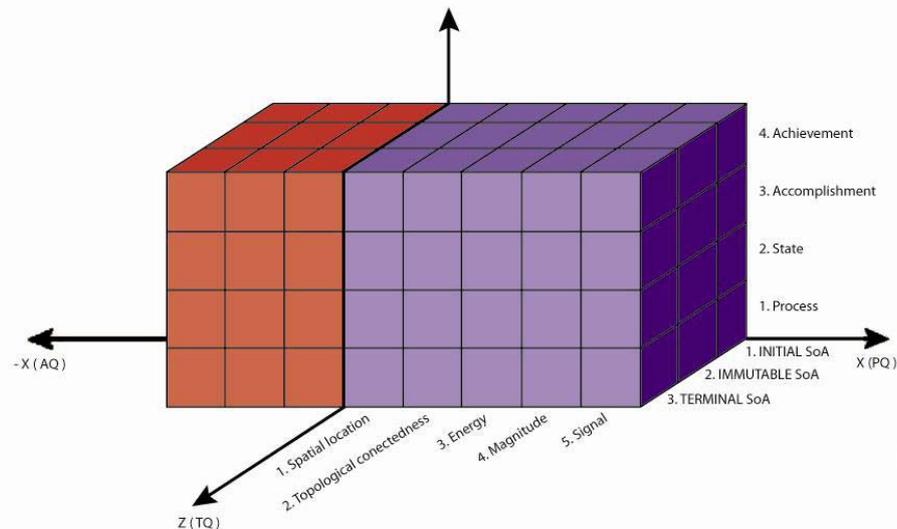
El diseño funcional es una metodología de diseño que se aplica en la fase de análisis del proceso de diseño y se define como un inventario formal de capacidades, métodos de proceso y puntos de integración de un sistema particular que sirve como base para una aprobación e inicio de un trabajo. Sus pilares básicos son los términos Función, Comportamiento y Estructura, FBS por sus siglas en inglés (*Function, Behaviour, Structure*). A pesar de que estos términos han sido utilizados desde hace mucho tiempo, no fue hasta la década de 1990 cuando fueron claramente definidos y propuestos como marco de trabajo para el modelado y representación del diseño debido a su funcionalidad de la mano de Gero (Gero, 1990) y de Umeda (Umeda, 1990). Dentro de este marco, función representa el propósito que el diseño debe llevar a cabo, estructura representa a los elementos físicos de la solución, y comportamiento actúa como vínculo entre estos dos, es decir, la manera específica en que dichos elementos físicos llevan a cabo la función requerida.

El modelo B-Cube (Behaviour's Cube o cubo de comportamientos) consiste en una ayuda para el diseño funcional a través del marco FBS. El modelo propone un sistema tridimensional, donde un comportamiento queda delimitado por tres definiciones en lugar de una sola palabra o taxón (Chulvi, 2009,2010; Chulvi, 2008). El uso de una palabra para definir un comportamiento puede conducir a malinterpretaciones o causar ambigüedad al compartir la información, hecho que se solventa definiéndolo con un vector  $(X, Y, Z)$ , donde el valor de cada parámetro  $X$ ,  $Y$  o  $Z$  corresponde con una de sus características o cualidades. La Figura 1 representa el modelo B-Cube con los ejes  $Y$  y  $Z$  completamente definidos, y el eje  $X$  definido en su parte física ( $+X$ ).

Pero la cantidad de conocimiento existente en el universo es inmensa, casi infinita. Para poder ser capaces de gestionar dicho conocimiento cada rama diferente de las ciencias ha desarrollado sus sistemas particulares, y multitudes de vocabularios han sido elaborados para estructurar una parte específica del conocimiento. Un tipo especial de clasificación muy utilizado son las taxonomías, conjuntos de conceptos y relaciones organizados jerárquicamente, clasificados en clases y subclases (Gilchrist, 2003). En lo que respecta a los estudios referentes a la clasificación de los comportamientos humanos, en cuyo caso las taxonomías elaboradas pueden ser entendidas tanto de funciones como de comportamientos según la significación del marco FBS, tenemos que numerosos autores han desarrollado sus propias clasificaciones a lo largo de la historia (Berliner, 1964; Fineberg, 1995; Fleishman, 1984; Guilford, 1977; Rasmussen, 1983; Smits, 1999; Tyler, 1999; Willis, 1961).

El presente trabajo presenta un estudio sobre estas taxonomías del comportamiento humano con el objeto de señalar cuál o cuáles de ellas son las óptimas para representar los niveles necesarios del marco FBS para el diseño funcional a través del modelo B-Cube.

Figura 1: Modelo B-Cube



## 2. Taxonomías de comportamientos

De entre la multitud de taxonomías de comportamientos humanos existentes se han preseleccionado un número reducido de ellas para su análisis exhaustivo en función de:

1. Su adaptabilidad a las definiciones de función y/o comportamiento según el marco FBS.
2. Su relevancia en el campo (trabajos y/o referencias basados en ella).

### 2.1 Modelo jerárquico entrada-salida de Willis

La clasificación jerárquica de Willis consiste en un esquema de comportamientos a tres niveles, siguiendo el esquema de entrada-salida de un modelo de caja negra (Willis, 1961). El primero de estos tres niveles corresponde al proceso de diseño en un modelo de caja negra, esto es, entrada (*input*), transformación (*black-box*) y salida (*output*). El segundo nivel consiste simplemente en una agrupación por familias de los taxones correspondientes del tercer nivel, mientras que estos últimos son los descriptores de comportamientos propiamente dichos escogidos por Willis para representar el diseño, desarrollo y uso de las herramientas de entrenamiento en un ámbito militar, dentro de un marco de trabajo acotado por las bases y principios formulados por las teorías psicológicas del aprendizaje. Un extracto de su taxonomía se representa en la Tabla 1:

Tabla 1: Extracto del modelo jerárquico de Willis (1961)

Fase (nivel 1)	Familia (nivel 2)	Comportamiento (nivel 3)
Entradas (input)	Discernimiento de entradas no verbales	Detección no verbal Identificación, reconocimiento
	Discernimiento de entradas verbales	Identificación verbal Identificación, reconocimiento

### 2.2 Modelo jerárquico de Berliner

Berliner y sus colaboradores (Berliner, 1964), al igual que en el caso anterior, también centran sus esfuerzos iniciales en el campo del entrenamiento militar. Es más, su taxonomía surge de las carencias en cuanto a especificidad encontrada en modelos anteriores, por ello posee más taxones de tercer nivel que sus predecesores. Aún así, su modelo jerárquico se

presenta igualmente en tres niveles, donde el primero de ellos corresponde a los procesos, el segundo a las actividades y el tercero contiene los comportamientos específicos. Dentro del nivel de procesos se distinguen cuatro grandes grupos: procesos perceptuales, procesos mediacionales, procesos de comunicación y procesos motores. Un fragmento de la taxonomía de Berliner se muestra en la Tabla 2

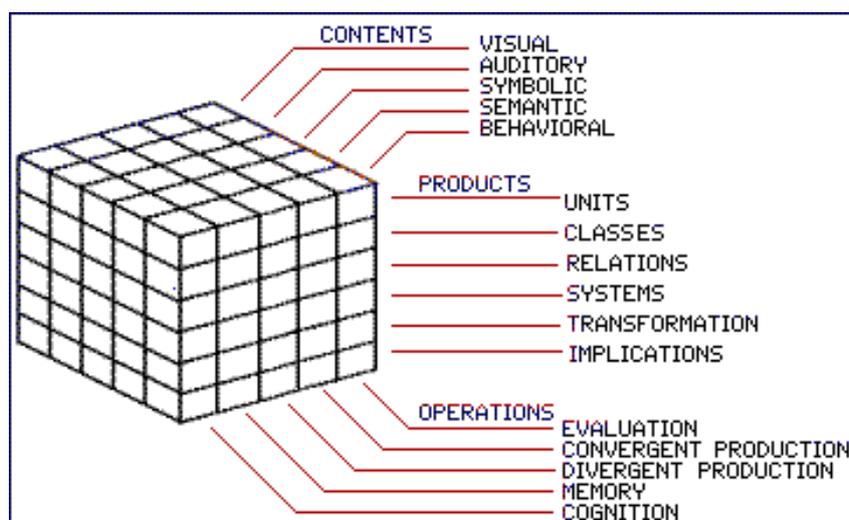
Tabla 2: fragmento de la taxonomía de Berliner (1964)

Procesos	Actividades	Comportamientos
Procesos perceptuales	Buscar y recibir información	Detectar Inspeccionar Observar Leer Recibir Escanear Inspeccionar
	Identificar (objetos, acciones, eventos)	Discriminar Identificar Localizar

### 2.3 Estructura del modelo intelectual de Guilford

Del mismo modo que en el caso anterior (Rabideau, 1964), también Guilford decidió desarrollar su modelo morfológico para organizar las habilidades intelectuales en forma de matriz cúbica (Guilford, 1977). En esta matriz (Figura 2), el primer eje queda definido con las operaciones (operations), que se refiere a los tipos principales de actividades intelectuales o procesos, es decir, a las cosas que un ente o individuo puede hacer con la información, donde por información se entiende aquello que el ente puede discriminar. El eje de productos (products) incluye las diferentes formas que puede tomar dicha información mientras está siendo tratada por el individuo o ente. Por su parte, el tercer eje, denominado contenido (contents) se refiere a las clases o tipos generales de información que pueden ser discriminados por el ente o individuo.

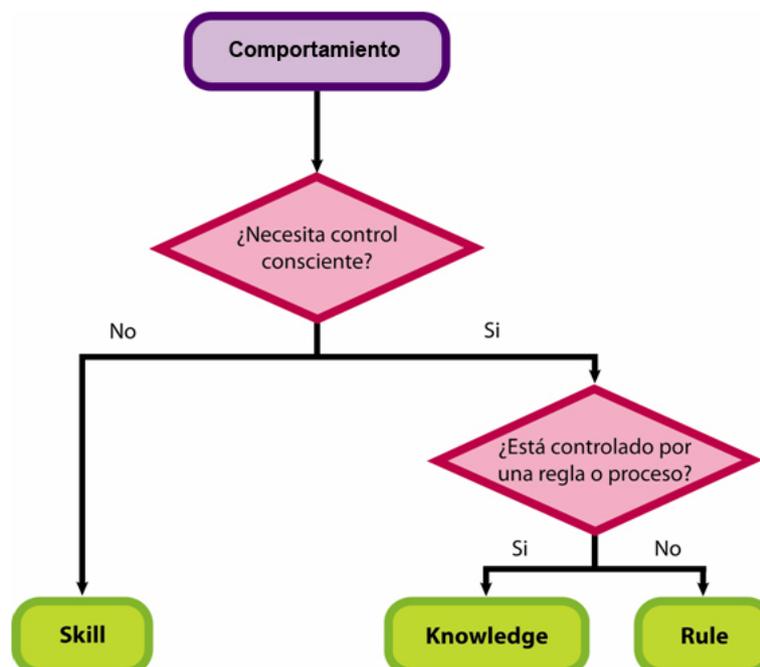
Figura 2: Modelo de la estructura del intelecto de Guilford (1977)



## 2.4 Modelo SRK de Rasmussen

La contribución de Rasmussen en el campo de las taxonomías de comportamientos con una clasificación de los comportamientos humanos en tres grupos según la implicación cognitiva que requieren. Estos son: habilidad (skill), regla (rule) y conocimiento (knowledge). Esta clasificación se identifica por su acrónimo SRK (Rasmussen, 1983). El término skill agrupa a todos aquellos comportamientos aprendidos que no precisan de un control consciente por parte del individuo que lo lleva a cabo. Si bien durante el proceso de aprendizaje sí que se ha de mantener la concentración en la acción, una vez aprendida ésta pasa a estar controlada por el cerebelo, y por tanto deja de requerir la atención del cerebro. Se podría decir que los comportamientos descritos por una skill no tienen una meta definida. Las acciones englobadas en el grupo denominado rule requieren de un proceso o “norma escrita” para poder ser llevados a término. Estos comportamientos no requieren de una acción intelectual muy exhaustiva, pero el individuo que lo lleva a cabo debe de ser consciente en todo momento de la regla o procedimiento a seguir para poder ejecutar la acción. En una rule la meta no está definida de una forma explícita, pero la hay y está implícita en la situación. Por último, el término knowledge engloba a todas aquellas actividades que requieren de un nivel conceptual superior a los dos anteriores. En este caso la meta aparece formulada explícitamente. La Figura 3 muestra el Algoritmo para la clasificación de los comportamientos según Rasmussen.

Figura 3: Algoritmo para la clasificación de los comportamientos humanos según Rasmussen (1983)



## 2.5 Taxonomía del comportamiento humano de Fineberg

El trabajo de Fineberg presenta un estudio sobre las taxonomías de los comportamientos humanos elaboradas a lo largo de 35 años, con la finalidad de acabar con la exclusividad de los campos de trabajo de la mayoría de ellas, y desarrollar una taxonomía unificada y multipropósito (Fineberg, 1995). Aún así, el modelo sigue estando elaborado sobre la base de las prácticas militares, al igual que la mayoría de las taxonomías de comportamientos humanos vistas anteriormente, pero en este caso el autor ya prevé que su trabajo pueda ser extrapolado a otros campos, evitando así la carencia de un modelo conceptual sobre el que adaptar las futuras aproximaciones.

La taxonomía también se presenta en tres niveles jerárquicos, dónde el primer nivel corresponde a los que considera los cuatro dominios principales. Estos son sensación (sensation), mediación (mediation), reacción (reaction), e interacción (interaction). Un extracto de la taxonomía de Fineberg puede verse en la Tabla 3.

Tabla 3: fragmento de la taxonomía de Fineberg (1995)

Taxón primario	Taxón secundario	Taxón terciario
Sensation	Automatic	Acquire Alert Detect Localize Orient Receive
	Volitional	Discriminate Extract Filter Identify Inspect Monitor Perceive Queue Read Recognize Search

### 3. Discusión y conclusiones

Una vez presentadas las principales taxonomías de comportamiento humano, el siguiente paso es determinar cuál de ellas se presenta como óptima para representar el nivel de funciones, según se define en el marco FBS, y sea capaz de trabajar con el modelo B-Cube en el diseño funcional.

La parte más interesante del modelo de Willis se refleja en el hecho de poseer tres direcciones, es decir, dirección de entrada en el sistema (*input*), sin moverse del sistema (*black-box*), y salida del sistema (*output*). Este punto coincide con las tres direcciones de los comportamientos marcadas por el eje Z del modelo B-Cube, definidas como *inital SoA*, *immutable SoA* y *final SoA*. Sin embargo, el hecho de que la taxonomía de Willis quede definida en un marco de trabajo muy específico, y el que los taxones de tercer nivel no estén mejor descritos, hace prever una difícil extrapolación a campos más genéricos.

La principal ventaja de Berliner respecto a Willis es que el primero, en su búsqueda de una mayor especificidad en los comportamientos, toma en consideración una mayor variedad de trabajos y no sólo los directamente relacionados con el entrenamiento militar, por lo que la extrapolación de sus términos a otros campos se perfila más fácil y completa. Aún así, falta una mejor definición de los taxones del tercer nivel con el objeto de facilitar una mejor comprensión del significado concreto de los mismos, y facilitar del mismo modo la extrapolación de la taxonomía a otros campos. Un detalle remarcable para el presente trabajo de las aplicaciones de dicha taxonomía se presenta en el trabajo de Rabideau, el cual utiliza los dos primeros niveles de dicho modelo para formar una matriz cúbica de comportamientos, medidas e instrumentos referidas a las evaluaciones de rendimientos (Rabideau, 1964).

Aunque en su trabajo Guilford defina mejor los términos incluidos en su taxonomía de un modo más extenso que en los casos presentados anteriormente, el modelo tampoco se

percibe como válido para su representación de todas las posibles funciones del diseño funcional por el hecho de estar muy centrado en la información. Esto coincidiría con la dimensión signal ( $X = 5$ ) del B-Cube, donde sí que pueden establecerse relaciones entre ambos modelos. Por el mismo motivo, la estructura de matriz cúbica que presenta el modelo de Gulifort le confiere un nivel de concreción a sus términos que se perfila como mejor para identificar comportamientos que para representar funciones dentro del marco FBS.

Aunque los términos de Rasmussen reúnan en un primer momento los requisitos para representar las funciones, su clasificación en sólo tres términos resulta demasiado genérica y escasa como para poder englobar a todos los comportamientos humanos posibles. Del mismo modo, el modelo SRK tampoco sirve para completar el eje X del modelo B-Cube con los valores abstractos necesarios, pues llevaría a la paradoja de que el comportamiento llegue a ser más abstracto que la función misma, lo cual no es posible por definición.

Por su parte, el modelo de Fineberg ya se ha presentado como una conciliación de taxonomías de comportamientos humanos elaboradas a lo largo de 35 años. Se ha presentado como punto fuerte para el propósito del presente trabajo su finalidad de acabar con la exclusividad de los campos de trabajo y desarrollar una taxonomía unificada y multipropósito. Además, la gran versatilidad del trabajo de Fineberg y su aplicabilidad en diferentes aspectos se demuestra en la cantidad de trabajos sobre el comportamiento humano que derivan de su estudio (Fineberg, 1996; Lacy, 2006; Smits, 1999; Taylor, 2004; Tyler, 1999), por lo que sería esta última la que se defiende como mejor para presentar las funciones en el marco FBS.

Su correlación con el modelo B-Cube también resulta viable, pues de emplear sus taxones secundarios como valores del eje X negativo del modelo B-Cube, la adición de las dimensiones Y y Z al vector resultante permiten añadir el grado de concreción necesario para representar los comportamientos del que carecen inicialmente los taxones terciarios de dicha taxonomía. Por su parte, la vinculación de la taxonomía y el modelo también permite completar los vacíos de la primera, como por ejemplo el caso de comportamientos opuestos de los que la taxonomía solo presenta uno de ellos. Ejemplos (Tabla 4):

**Tabla 4: Comportamientos opuestos**

<b>Presentes en la taxonomía de Fineberg</b>	<b>Carentes en la taxonomía de Fineberg</b>
Leer (-2,1,3)	Escribir, decir, comunicar (-2,1,1)
Percibir (-2,2,3)	Emitir (voluntariamente) (-2,2,1)

Por último, la comparativa entre el nivel de funciones representado por la taxonomía de Fineberg y el nivel de comportamientos representado por la parte abstracta del modelo B-Cube presenta las mismas características y conclusiones que la comparativa ya validada entre el nivel de funciones representado por las *functional basis* del NIST (Hirtz, 2002) y el nivel de comportamientos representado por la parte física del modelo B-Cube (Chulvi, 2009).

## Referencias

- Berliner D.C., Angell D. and Shearer J.W. (1964). Behaviors, measures and instruments for performance evaluation in simulated environments. *en 1 Symposium and Workshop on the Quantification of Human Performance*, 277--296, Albuquerque-New Mexico.
- Chulvi V. and Vidal R. (2009). Functional basis and b-cube: Alternative or complementary models? *en International Conference On Engineering Design, ICED'09*, Stanford, Ca, USA.

- Chulvi V. and Vidal R. (2010). B-cube model in automated functional design. *en 2nd International Conference on Agents and Artificial Intelligence*, 1, 190-196, Valencia, Spain.
- Chulvi V., Vidal R. and Cebrian-Tarrasón D. (2008). B-cube. *en XII Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos (AEIPRO)*, Zaragoza.
- Fineberg M.L. (1995). A comprehensive taxonomy of human behaviors for synthetic forces. Alexandria, VA.
- Fineberg M.L., McClellan G.E. and Peters S.D. (1996). Sensitizing synthetic forces to suppression on the virtual battlefield. *en 6th Conference on Computer Generated Forces and Behavioural Representation*, Orlando, Florida.
- Fleishman E.A. and Quantance M.K. (1984). *Taxonomies of human performance. The description of human tasks. Academic Press, INC.*, Orlando, Florida.
- Gero J. (1990). Design prototypes: A knowledge representation schema for design. *AI magazine*, 11, 26 - 36.
- Gilchrist A. (2003). Thesauri, taxonomies and ontologies - an etymological note. *Journal of Documentation*, 59,
- Guilford J.P. (1977). *Way beyond the iq. Creative Education Foundation*, Buffalo, N.Y.
- Hirtz J., Stone R., McAdams D., Szykman S. and Wood K. (2002). A functional basis for engineering design: Reconciling and evolving previous efforts. *Research in Engineering Design*, 13, 65 - 82.
- Lacy L.W. (2006). *Interchanging discrete event simulation process-interaction models using the web ontology language - owl. College of Engineering and Computer Science*, Orlando, Florida.
- Rabideau G.F. (1964). Field measurement of human performance in man-machine systems. *Human Factors*, 6, 663-372.
- Rasmussen J. (1983). Skills, rules, and knowledge; signals, signs and symbols, and other distinctions in human performance models. *IEEE Transactions on systems, man, and cybernetics*, SMC-13, 257 - 266.
- Smits R.H. and Harris B.A. (1999). Ontology or taxonomy: A cmms-css sufficiency analysis. 99, Andover, MA
- Taylor G. and Wray R.E. (2004). Behavior design patterns: Engineering human behavior models. *en Behavioral Representation in Modeling and Simulation*, Arlington, VA.
- Tyler J.G., Obrst L.J., Lee M.D., Meng A.C., Pack D.L. and Peterson E.L. (1999). Knowledge-based agents for c2 decision support. *en Simulation Interoperability Workshop*, Orlando, Fl.
- Umeda Y., Takeda H., Tomiyama T. and Yoshikawa H. (1990). Function, behaviour, and structure. In Springer, *Applications of artificial intelligence in engineering v*, (pp 177-194), Berlin.
- Willis M.P. (1961). Deriving training device implications from learning theory principles. Port Washington, NY: US.

**Correspondencia** (Para más información contacte con):

Vicente Chulvi Ramos.  
Phone: +34 964729252  
Fax: + 34 964728106  
E-mail: chulvi@emc.uji.es  
URL: www.gid.uji.es