

ÁRBOL DE PERTINENCIAS Y ANÁLISIS MORFOLÓGICO

por

The Futures Group

TRADUCCIÓN AL ESPAÑOL:

CUERPO DE TRADUCTORES DE LA BIBLIOTECA
DEL CONGRESO DE LA NACIÓN - ARGENTINA

TRADUCTOR:

MARIA GABRIELA BALBO

LENGUAJE TÉCNICO (versión en español):

EDUARDO RAÚL BALBI, Director de EyE
BUENOS AIRES, ARGENTINA – 2004 – ISBN: 987-98351-1-5

Esta traducción corresponde a la Sección N° 12 de la publicación “*Futures Research Methodology, Version 1.0*”, de Jerome C. Glenn, Editor, publicada por el Millennium Project del American Council for the United Nations University, Washington, USA, 1999. ISBN: 0-9657362-2-9, en formato electrónico (CD).

Hechos los registros y depósitos que marca la Ley. Todos los derechos reservados. Prohibida su reproducción, copiado, fotocopiado o duplicación total o parcial sin la autorización expresa del editor.

Las impresiones totales o parciales efectuadas por los propietarios de este CD quedan comprendidas en las restricciones de duplicación y circulación mencionadas.

El contenido de este CD puede ser utilizado como referencia, citas o apoyatura bibliográfica, siempre que se explicita en todos los casos la fuente.

Buenos Aires, Argentina, 2004

PÁGINA EN BLANCO

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS

- I ANTECEDENTES
- II DESCRIPCIÓN
Análisis del árbol de pertinencias
Análisis morfológico
- III APLICACIÓN
- IV VENTAJAS Y DESVENTAJAS
- V FRONTERAS
- VI EJEMPLO DE APLICACIONES

BIBLIOGRAFÍA

PÁGINA EN BLANCO

AGRADECIMIENTOS

El editor general desea agradecer a los correctores del presente documento, quienes realizaron sugerencias y contribuciones muy importantes: Peter Bishop, de la Universidad de Houston; Larry Hills, del Organismo de Desarrollo Internacional de Estados Unidos; y Peter Metter, de Fachhochschule Wiesbaden. Por último, un agradecimiento especial a Neda Zawahri por su apoyo al proyecto, a Barry Bluestein por la investigación e informatización y a Sheila Harty por la edición final del presente documento. Gracias a todos por sus contribuciones.

PÁGINA EN BLANCO

I ANTECEDENTES

El "árbol de pertinencias"¹ es una técnica analítica que subdivide un amplio tema en subtemas cada vez menores. El resultado es una representación pictórica con una estructura jerárquica que indica cómo un tema determinado puede subdividirse en niveles de detalle cada vez mayores.

El "análisis morfológico" es una técnica complementaria, a menudo utilizada junto con el árbol de pertinencias, destinada a identificar oportunidades para los nuevos productos. Esta técnica implica el mapeo de opciones para obtener una perspectiva general de las soluciones posibles.

El análisis morfológico fue aplicado por primera vez a la industria aeroespacial por F. Zwicky, profesor del Instituto de Tecnología de California. Zwicky optó por analizar la estructura de la tecnología del motor de los aviones a reacción. Su primera tarea fue definir los parámetros importantes de la tecnología del motor de los aviones a reacción, que incluye el mecanismo del sistema de propulsión, el oxidante y el tipo de combustible. Luego continuó analizando detalladamente cada uno de los componentes de estas tecnologías. Una vez agotadas las posibilidades según cada encabezamiento de los parámetros, los enfoques alternativos se unían en todas las permutaciones posibles: por ejemplo, un estatorreactor que utilizaba oxígeno atmosférico y combustible sólido. Para algunas permutaciones, ya existía un sistema de motores a reacción; para otros, no se disponía de sistemas ni productos. Zwicky consideraba que las permutaciones representaban "celdas vacías" como un estímulo para la creatividad y en cada caso se preguntaba: "¿Por qué no?" Por ejemplo, "¿Por qué no puede existir un reactor cerámico de doble flujo de propulsión nuclear?"

A pesar de que Zwicky acuñó la expresión "análisis morfológico", la técnica era anterior a él y su origen se remonta a Ramón Lull (1235-1315), de acuerdo con Lucien Gerardin. Zwicky fue el primero en utilizar esta técnica en las aplicaciones modernas. El análisis morfológico se ha utilizado principalmente en los pronósticos tecnológicos y en la "ideation" (*entendemos por este término: "la generación de ideas"*) acerca de nuevos productos. Sin embargo, la técnica también puede utilizarse en la construcción de escenarios.

¹ N del T. Técnico: utilizamos el nombre de "árbol de pertinencias", aunque pueden encontrarse referencias a este enfoque como "árbol de relevancia".

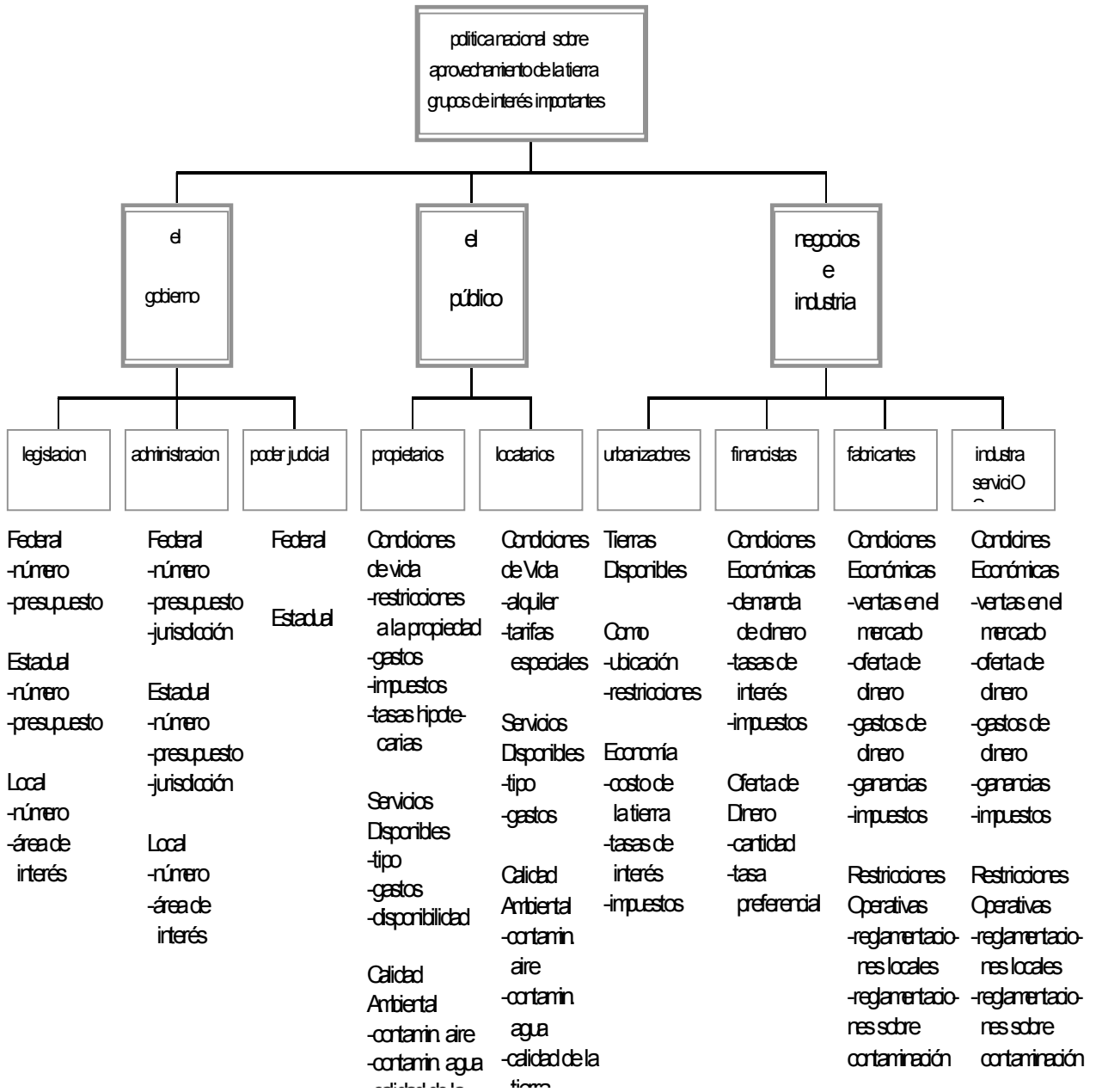
II DESCRIPCIÓN

El **análisis del árbol de pertinencias** ha demostrado ser un estímulo intelectual muy importante para garantizar que un determinado problema o cuestión se elabore en detalle y que las relaciones importantes entre los items considerados se reflejen tanto en situaciones actuales como potenciales.

Un árbol de pertinencias se asemeja mucho a un cuadro organizacional y presenta información en una estructura jerárquica. La jerarquía comienza en un elevado nivel de abstracción y desciende en grados de detalle cada vez mayores en los subsiguientes niveles del árbol. Las entradas en un nivel determinado, cuando se consideran de manera conjunta, están destinadas a describir cabalmente el item respecto del cual están relacionadas en el nivel inmediato superior. Teóricamente, cada entrada en un nivel determinado es ortogonal; es decir, que no debe superponerse con ninguna otra entrada, de este modo se torna exclusiva respecto de otras entradas. Por último, en un nivel determinado los items deberían analizarse "según el mismo punto de vista". En la práctica, es frecuente que estas condiciones no puedan alcanzarse.

En caso de ser elaborada apropiadamente, la estructura puede brindar un amplio entendimiento del tema objeto de análisis. Por ejemplo, en el caso que aquí se presenta, las entradas en el árbol describen las características sociales y económicas de los intereses importantes relacionados con el aprovechamiento de la tierra. De este modo, las ramas principales del árbol podrían incluir: el gobierno, el público, la actividad comercial y la industria -dado que todas están relacionadas de alguna manera con las reglamentaciones federales sobre el aprovechamiento de la tierra y a su vez reflejan el impacto de estas reglamentaciones.

Para el público, esta rama podría describirse en términos de propietarios y locatarios; los propietarios, a su vez, podrían describirse en términos de las condiciones de vida, servicios disponibles y calidad ambiental de su lugar de residencia. En niveles más detallados, las condiciones de vida podrían definirse aún más según las restricciones sobre la propiedad relacionadas con el tamaño, tipo y ubicación de la residencia; condiciones impuestas a la propiedad de segundos hogares; gastos de adquisición; impuestos, tasas hipotecarias, etc. - todas estas constituyen variables cuantitativas.



En el caso de la actividad comercial y la industria, sus intereses podrían estar representados por los urbanizadores, financistas, fabricantes y las industrias de servicios. Los fabricantes podrían describirse en términos de su condición económica relacionada con las ventas de varios productos, la oferta de dinero, el costo del dinero, las ganancias y las distintas reglamentaciones impositivas -todas ellas constituyen variables cuantificables. Las restricciones operativas para los fabricantes podrían definirse mejor según los distintos criterios locales y las reglamentaciones sobre contaminación. Las mismas condiciones económicas

también podrían describir a los sectores industriales más importantes, tales como agricultura, industria química, energía, fabricación de alimentos, metales, minerales, transporte, etc..

El objetivo del análisis del árbol de pertinencias es llevar el nivel de detalle hasta el punto en que los ítems o cuestiones pertinentes sean lo suficientemente claros, preferiblemente en términos cuantificables, de modo tal que pueda revisarse su naturaleza según las condiciones actuales y las opciones posibles. En el caso del aprovechamiento de la tierra, es más probable que se efectúe una evaluación de las demandas y actitudes acerca de las consecuencias de futuras políticas federales alternativas sobre el aprovechamiento de la tierra. Las evaluaciones alternativas surgen debido a que la creación de un árbol de pertinencias a menudo origina conocimientos acerca de las condiciones futuras e intereses importantes que no constituyen factores actuales en la toma de decisiones.

El **análisis morfológico** es un método de "ideation" (*entendemos por este término: "la generación de ideas"*) de probada eficacia que da lugar a la "invención organizada". La técnica permite la existencia de dos elementos fundamentales:

- ⇒ el análisis sistemático de la estructura actual y futura de un área de la industria (o dominio), así como también los vacíos fundamentales en esa estructura.
- ⇒ un fuerte estímulo para la invención de nuevas alternativas que llenen estos vacíos y cumplan los requisitos impuestos.

III APLICACIÓN (CÓMO HACERLO)

El análisis morfológico implica el mapeo de una disciplina a fin de obtener una perspectiva amplia de las soluciones existentes y las posibilidades futuras. Zwicky delineó cinco pasos básicos en la evolución del método morfológico:

1. formulación y definición de un problema;
2. identificación y caracterización de todos los parámetros para arribar a una solución;
3. construcción de una matriz multidimensional (caja morfológica) cuyas combinaciones incluyan todas las soluciones posibles;
4. evaluación del resultado basado en la viabilidad y obtención de los objetivos deseados; y
5. análisis detallado de las mejores posibilidades, considerando los recursos disponibles.

Los pasos 2 y 3 conforman el núcleo del análisis morfológico, dado que los pasos 1, 4 y 5 a menudo están relacionados con algunas formas de análisis. El paso 2, la identificación de parámetros, implica el estudio del problema y la presentación de soluciones para desarrollar un marco de referencia. Este paso puede implicar la elaboración de un árbol de pertinencias que ayude a definir un tema determinado. Una vez que se identifican los parámetros, puede organizarse una caja morfológica que enumere los parámetros en una dimensión. La segunda dimensión estará determinada por la naturaleza del problema.

CAJA MORFOLÓGICA

Valores						
Parámetros						
Parámetro A						
Parámetro B						
Parámetro C						
Parámetro D						

Por ejemplo, la empresa McDonnell Douglas conforme a un contrato con la Administración Nacional de Aeronáutica y Espacio utilizó el análisis morfológico en un estudio de planificación astronómica. La técnica se utilizó para explorar tres dimensiones: los cuerpos celestes, partes del espectro electromagnético y parámetros de interés especiales, tales como la resolución angular. La siguiente matriz fue desarrollada de manera tal que cada celda represente una serie de mediciones posibles.

EJEMPLO DE UNA CAJA MORFOLÓGICA

	PLANETAS SATÉLITES COMETAS	SOL	ESTRELLAS	NEBULOSAS	MEDIO INTERESTELAR	FUENTES DE RAYOS X	FUENTES DE RAYOS GAMMA	GALAXIAS	GALAXIAS QUASIS ESTELARES
RAYOS GAMMA		x					xxxx x		
RAYOS X		ooo			xxx	oooo o xxxx xxxx			
ULTRAVIOLETA	ooo xx xx	oooo oooo oooo xxx		x	x			x	o
VISIBLE	ooo	oooo oooo oooo x	oooo oooo oooo x					oo	o
INFRAROJOS	ooo	o	oo x	xxx o				x	x
RADIO DE MUY BAJA FRECUENCIA	x	x		o	x o			o	o

Fuente: Theodore Gordon y M.J. Raffensperger, "El método del árbol de pertinencias para planificar la investigación básica", *A Guide to Practical Technological Forecasting*, New Jersey: Prentice Hall, 1973.

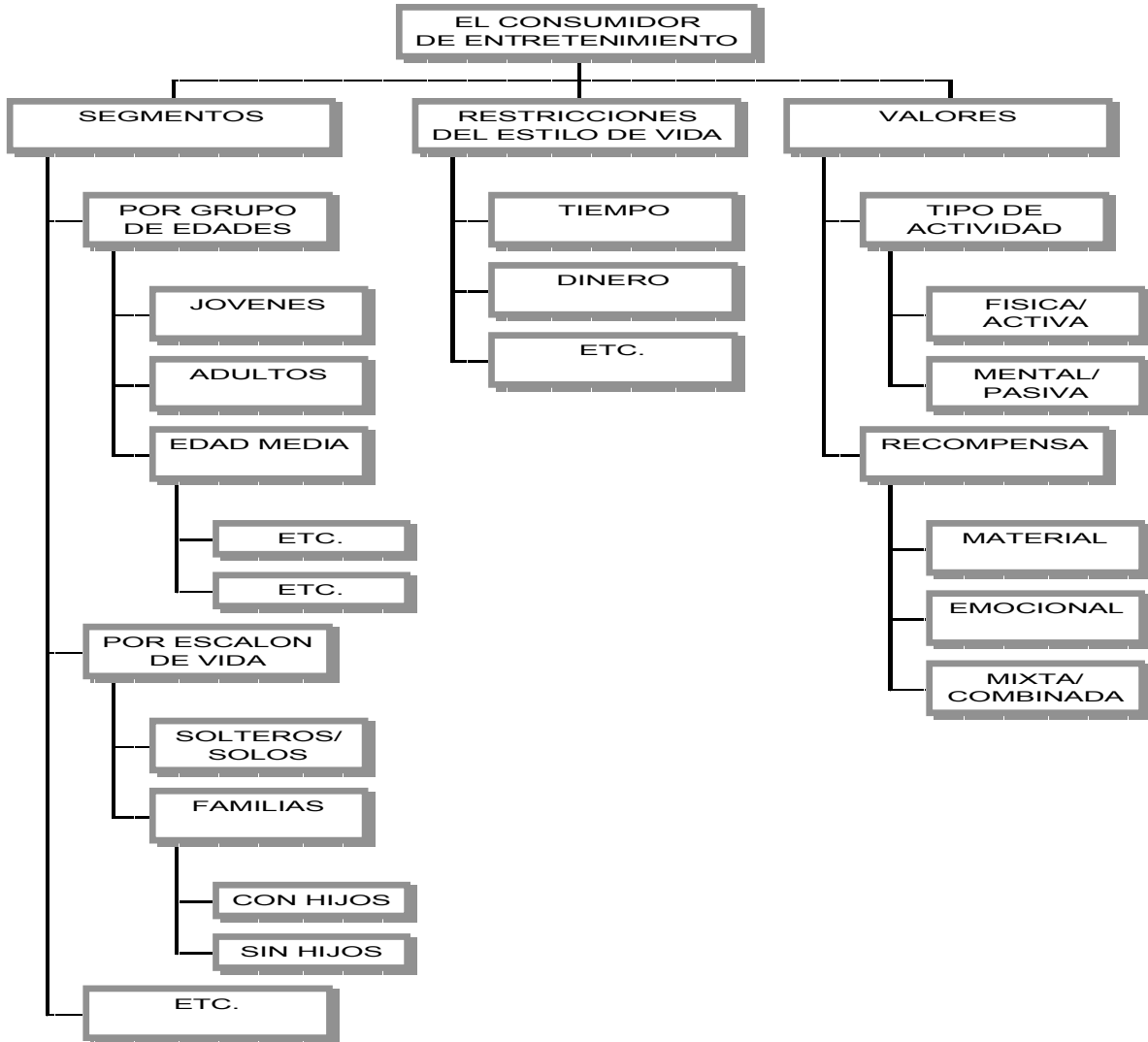
El objetivo de la morfología es organizar la información de un modo pertinente y útil a fin de ayudar a resolver un problema o a estimular nuevos métodos de pensamiento. Para la construcción de la morfología no existen modos "correctos" o "erróneos". El conocimiento profundo de un problema o cuestión, sin embargo, resulta esencial para desarrollar el marco de referencia morfológico más efectivo.

El marco de referencia morfológico podría incorporar un árbol de pertinencias y definir los parámetros de la industria del entretenimiento mediante uno de dos diagramas morfológicos:

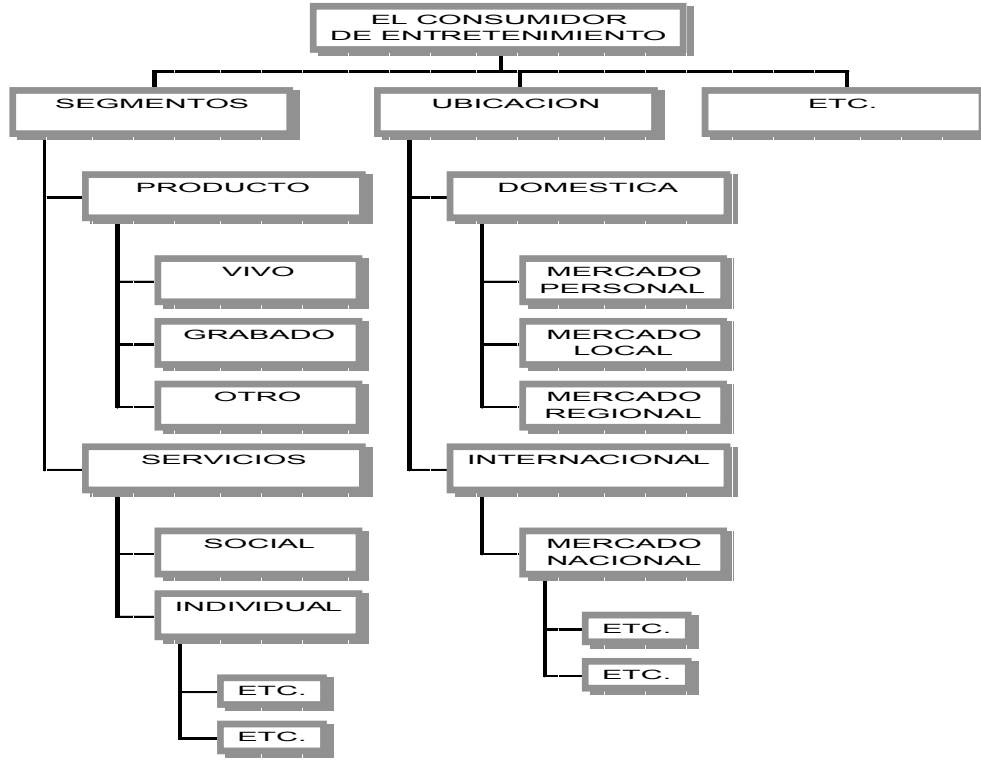
- ⇒ **Morfología del consumidor.** La morfología "de la demanda" identificaría los parámetros y subparámetros claves del entretenimiento respecto de las cuestiones, intereses y necesidades del consumidor.
- ⇒ **Morfología del productor.** La morfología "de la oferta" identificaría los parámetros y subparámetros claves del entretenimiento respecto de cómo las distintas opciones están disponibles para los consumidores.

Las opciones de entretenimiento actuales podrían ordenarse en este marco de referencia, y el análisis de las tendencias describiría las fuerzas que moldean el futuro de la industria y ayudan a identificar nuevos objetivos de oportunidad.

El consumidor de entretenimiento



El productor de entretenimiento



Los parámetros en un nivel de detalle apropiado formarían una matriz morfológica. Las dimensiones desde la morfología del consumidor seguirían el eje horizontal; las dimensiones desde la morfología del productor seguirían el eje vertical. A continuación figura un ejemplo preliminar de este tipo de matriz.

CONSUMIDOR	SOLO (TODAS LAS EDADES)						FAMILIAS CON HIJOS		
	ACTIVIDAD FISICA			ACTIVIDAD MENTAL			ACTIVIDAD FISICA		
PRODUCTOR	PREMIO MATE-RIAL	PREMIO EMOCIO-NAL	PREMIO MIXTO	PREMIO MATE-RIAL	PREMIO EMOCIO-NAL	PREMIO MIXTO	PREMIO MATE-RIAL	PREMIO EMOCIO-NAL	PREMIO MIXTO
PRODUCTO VIVO	JUEGOS MESA CASINO			JUEGOS					
PRODUCTO "GRABADO"	MAQUINAS A FICHAS			TEATRO CINE					
PRODUCTO MIXTO		DISCO-TECA			PARQUE DISNEY				
"SERVICIO" INDIVIDUAL									
"SERVICIO" SOCIAL		DISCO-TECA							

Michel Godet afirma que el análisis morfológico también es apropiado para la construcción de escenarios. El Instituto Hudson combinó el análisis morfológico con los escenarios a fin de crear una variedad de amenazas nucleares y mundos posibles. Godet describe los escenarios como configuraciones de componentes, tales como demografía, economía, etc. con un determinado número de estados posibles para cada uno de estos componentes. En esencia, un espacio morfológico puede definir una gama de escenarios posibles.

IV VENTAJAS Y DESVENTAJAS

Una serie de ventajas avalan estas técnicas, incluyendo:

La provisión de nuevos conocimientos. El material a menudo se presenta de manera tal de lograr un mayor entendimiento de un concepto. Los árboles de pertinencia pueden analizar detalladamente los temas de un modo más novedoso y perspicaz. El análisis morfológico brinda conocimientos claves respecto de nuevas orientaciones de la investigación.

⇒ *Abundancia de datos.* El análisis morfológico puede ofrecer un gran número de combinaciones y permutaciones aún sin explorar.

⇒ *Análisis sistemático.* Estas técnicas permiten la realización de un análisis sistemático de la estructura actual y futura de una industria (o sistema) y la identificación de vacíos claves.

Las posibles desventajas incluyen:

⇒ *La superabundancia de posibilidades.* El análisis morfológico puede ofrecer demasiadas posibilidades. Las opiniones humanas aún son necesarias para orientar los resultados.

⇒ *El error humano.* Tanto el desarrollo de los árboles de pertinencia como de las cajas morfológicas exige la formulación de opiniones críticas. Si los procesos de pensamiento subyacentes no son perspicaces, los resultados de estos métodos estarán incompletos.

V FRONTERAS

El amplio número de combinaciones derivadas del análisis morfológico a menudo constituye un impedimento para su uso. En un esfuerzo por minimizar este problema, Michel Godet introdujo un enfoque metodológico a los escenarios, lo que implica una serie de pasos:

- ⇒ la identificación de criterios económicos, técnicos y estratégicos para evaluar y seleccionar las mejores soluciones;
- ⇒ la identificación de elementos esenciales y su clasificación según criterios de diferencias ponderadas; y
- ⇒ la introducción de limitaciones de exclusión o preferencia.

Este enfoque ha sido integrado a un paquete de "micro-software" (MOPPHOL).

The Futures Group (TFG) ha desarrollado un programa de análisis informático que facilita el proceso y organiza el resultado según las prioridades. En un estudio reciente realizado para una empresa química, The Futures Group utilizó un programa de permutación general, diseñado según especificaciones, para el cuidado de los alimentos, a fin de analizar el almacenamiento de los alimentos y las tecnologías de preparación de los alimentos según las prioridades. Se "corrieron" dos programas de permutación: un programa de almacenamiento de alimentos y un programa de preparación de alimentos. Estos programas permutaban todas las posibles combinaciones de elementos de los tres subsistemas a fin de formar un amplio conjunto de posibles productos.

Para cada elemento del subsistema, se ingresaron dos números a fin de describir el modo en que cada elemento cumple los dos criterios:

- ⇒ posibilidades de transformarse en un desarrollo importante; y
- ⇒ relación con la empresa cliente.

Los criterios se ponderaron en términos de su importancia para el cliente. Por ejemplo, si un producto tiene muchas posibilidades de convertirse en un gran éxito, entonces dicho criterio merece más importancia que la relación con la empresa cliente. El programa de computación combinó todas las permutaciones posibles de los elementos del subsistema y originó un puntaje para cada producto compuesto por tales elementos. Luego se clasificaron los productos según el puntaje, de manera tal que los productos que mejor cumplían los requisitos figuraban en los primeros lugares en la lista.

Las siguientes publicaciones incluyen las nuevas evoluciones surgidas en el análisis morfológico:

Futures

Publisher: Butterworth-Heinemann
Linacre House, Jordan Hill
Oxford, OX2 8DP UK
Phone +44 865 310166
Fax: +44 865 310898

Futures Research

[Zukunftsforschung]

Publisher: Swiss Society for Futures Research
SZF, Haldenweg 10 A, Muri, Ch-3074,
Switzerland
Phone: 031-952-66-55
Fax: 031-952-68-00

Futures Research Quarterly

Publisher: World Future Society
7910 Woodmont Avenue, Suite 450
Bethesda, MD 20814 USA
Phone: (301) 656-8274 Fax: (301) 951-0394

Futurescope

Publisher: Decision Resources, Inc.
17 New England Executive Park
Burlington, MA 01803 USA
Phone: (617) 270-1200 Fax: (617) 273-3048

The Futurist

Publisher: World Future Society
7910 Woodmont Avenue, Suite 450
Bethesda, MD 20814 USA
Phone: (301) 656-8274
Fax: (301) 951-0394

Long-Range Planning

Publisher: Pergamon Press
Headington Hill Hall
Oxford OX3 OBW UK
Phone: (0865) 79141 Fax: (0865) 60285

Social Indicators Network News (SINET)

Publisher: P.O. Box 24064
Emory University Station
Atlanta, GA 30322 USA
Phone: (404) 373-4756 Fax: (404) 727-7532

Technological Forecasting and Social Change

Publisher: Elsevier Science Publishing Co.,
Inc.
655 Avenue of the Americas
New York, NY 10010 USA
Phone: (212) 633-3941 Fax: (212) 633-3990

Technology Forecasts and Technology Surveys

Publisher: Technology Forecasts
205 S. Beverly Drive, Suite 208
Beverly Hills, CA 90212 USA
Phone: (213) 273-3486

VI EJEMPLO DE APLICACIONES

Las aplicaciones del árbol de pertinencias y el análisis morfológico son muy numerosas.

- ⇒ Zwicky, creador del análisis morfológico, afirma que existen más de 30 aplicaciones industriales.
- ⇒ El Instituto Hudson combinó el análisis morfológico con los escenarios a fin de crear una variedad de amenazas nucleares y posibles mundos futuros.
- ⇒ El Grupo de Estudios de Observación empleó la técnica de Thomson-CSF en un estudio de las comunicaciones de los medios masivos.
- ⇒ The Futures Group incorporó los árboles de pertinencia y el análisis morfológico en numerosos estudios, inclusive la "ideation" (entendemos por este término: "la generación de ideas") de nuevos productos para las empresas de productos de consumo y la definición de los roles para los vehículos sin tripulantes en las misiones actuales y futuras de la Guardia Costera de EE.UU.

PÁGINA EN BLANCO

BIBLIOGRAFÍA

- Ayres, Robert U. "Morphological Analysis." *Technological Forecasting and Long Range Planning*. New York: McGraw-Hill, Inc., 1969, Chap. 5, pp. 72-93.
- Barbiroli, Giancarlo. "Towards a Definition and a Dynamic Measure of Strategic Technology." *Technovation* (TCH). ISSN: 0166-4972, Vol. 12, Iss: 5, July 1992, pp. 285-296.
- Bridgewater, A. V. "Long Range Process Design and Morphological Analysis." *The Chemical Engineer*, April 1968, pp. CE 75-CE 81.
- Bridgewater, A. V. "Morphological Methods — Principles and Practice." *Technological Forecasting*. R. V. Arnfield, ed. Conference on Technological Forecasting, University of Strathclyde, 1968. Edinburgh: University Press, 1969, pp. 241-252.
- Foray, Dominique, and Grubler, Arnulf. "Morphological Analysis, Diffusion and Lockout of Technologies: Ferrous Casting in France and the FRG." *Research Policy*, ISSN: 0048-7333, Vol. 19, Iss. 6, December 1990, pp. 535-550.
- Gerardin, Lucien. "Morphological Analysis: A Method for Creativity." *A Guide to Practical Technological Forecasting*. New Jersey: Prentice-Hall, 1973.
- Godet, Michel. *From Anticipation to Action: A Handbook of Strategic Prospective*, Paris, UNESCO, 1993.
- Gordon, Theodore, and Raffensperger, M. J. "A Relevance Tree Method for Planning Basic Research." *A Guide to Practical Technological Forecasting*. New Jersey: Prentice-Hall, 1973.
- Gregory, S. A. "Morphological Methods: Antecedents and Associates." *Technological Forecasting, Some Techniques*. Symposium at Aston University, Birmingham, September 9 and 10, 1969.
- Hall, Arthur D. "Three-Dimensional Morphology of Systems Engineering." *IEEE Transactions on Systems Science and Cybernetics*, April 1969, pp. 156-160.
- Makridakis, Spyros, Wheelwright, Steven, and McGee, Victor. *Forecasting: Methods and Applications*. New York: John Wiley & Sons, 1983.

- Norris, K. W. "The Morphological Approach to Engineering Design." *Conference on Design Methods*. J. C. Jones and D. G. Thornley, eds. Elmsford, N.Y.: Pergamon Press, Inc., 1963, pp. 115-140.
- Royston, G. "Morphological Analysis and the Development of the Brewing Process." *Technological Forecasting, Some Techniques*. Symposium at Aston University, Birmingham, September 9 and 10, 1969.
- Watts, R. D. "Some Theoretical Principles in Morphological Analysis." *Technological Forecasting, Some Techniques*. Symposium at Aston University, Birmingham, September 9 and 10, 1969.
- Wills, R. J., and Hawthorne, E. P. "Morphological Methods Applied to Metalworking Processes." *Technological Forecasting, Some Techniques*. Symposium at Aston University, Birmingham, September 9 and 10, 1969.
- Zwicky, Fritz. "Morphology and Nomenclature of Jet Engines." *Aeron. Eng. Review*, June 1947.
- Zwicky, Fritz. "The Morphological Method of Analysis and Construction." *Courant Anniversary Volume*. New York: Intersciences Publish., 1948, pp. 461-470.
- Zwicky, Fritz. *Discovery, Invention, Research, Through the Morphological Approach*. The Macmillan Co., 1968.
- Zwicky, Fritz. *Morphological Astronomy*. Berlin: Springer Verlag, 1957.
- Zwicky, Fritz. *Morphology of Propulsive Power*. Monographs on Morphological Research, No. 1 Pasadena, California: Society for Morphological Research, 1962.