

Explotación de la herramienta Bioni-CO durante la Conceptualización en el Proceso de Diseño de Objetos. ISDi, Cuba.

Autora:

D.I. Carilyn de la Vega Hernández, cdelavega@isdi.co.cu
Instituto Superior de Diseño, (ISDi) Cuba

RESUMEN

Se presentan los resultados de la utilización de una herramienta para conceptualizar objetos aplicando la Biónica, insertada en el ejercicio docente de final de semestre, en la asignatura Diseño Básico III, Facultad de Diseño Industrial del Instituto Superior de Diseño (ISDi), Cuba. Esta experiencia recoge las salidas proyectuales de los cursos 2014-2015 y 2015-2016 en estudiantes de segundo año. Los métodos empleados fueron la observación científica y la aplicación de encuestas. Como conclusión se validó la inserción de la Biónica como parte de los contenidos inherentes a las técnicas para generar ideas creativas, impartidos dentro del tema Conceptualización, eje rector de los objetivos de la disciplina Diseño en segundo año. La herramienta contribuyó al mejoramiento del rendimiento académico de los estudiantes en Diseño Básico III y puede ser utilizada como recurso de apoyo a la docencia de estos contenidos.

INTRODUCCIÓN

Asumir la Conceptualización de Objetos a tenor de especificaciones satisfechas por soluciones de la naturaleza, se ha convertido en una línea de pensamiento y accionar proyectual en el ámbito del Diseño. El término Biónica integra justamente ese espacio de conocimiento y actuación donde “la naturaleza sirve de modelo, medida y mentor” (Benyus, 2002), que resulta interdisciplinar, incluyente y consensuado, comprometido con la creación sostenible del entorno artificial en que evoluciona la humanidad.

La aplicación de la Biónica en la búsqueda de soluciones durante la Conceptualización en el Proceso de Diseño de Objetos, presupone imitar y emular –de los seres vivos y sus ecosistemas- sus formas, las cualidades de sus estructuras y materiales, la eficiencia de sus procesos, el aprovechamiento de sus recursos y la optimización de sus funciones, lo cual puede aportar ingeniosas soluciones que ya han sido comprobadas en la naturaleza.

Desde sus orígenes, en que el término Biónica fue acuñado por Jack Steele, y su similar Biomímesis o Biomimética por Otto Herbert Schmitt -ambos en los albores de la segunda mitad del siglo XX-; más los antecedentes del estudio de la naturaleza y su directa relación con el diseño básico encontrados en los cursos iniciales de la Bauhaus y posteriormente en la Escuela de Ulm, ha existido una plétora de autores que han abordado la temática mediante ejemplos concretos de su aplicación y/o enfocados en la búsqueda de estrategias genéricas que permitan su incorporación sistemática al Proceso de Diseño. Bombardelli y Di Bartolo del departamento de Biónica del Instituto Europeo de Diseño de Milán; Janine Benyus del Instituto de Biomimética (Biomimicry Institute) en Estados Unidos; Songel de la Universidad Politécnica de Valencia; Milwich y Speck de la Universidad de Friburgo; Vincent de la Universidad de Bath en Reino Unido; Helms del Centro para el Diseño Inspirado Biológicamente (Center for Biologically Inspired Design) del Instituto Tecnológico de Georgia, son exponentes a referir (López Forniés, 2012; Cheong & Shu, 2013). Asimismo, Latinoamérica cuenta con estudios de interés procedentes de la Universidad Autónoma Metropolitana de México (Herrera Batista, 2010) y la Universidad de Palermo en Argentina (Sarmiento, 2015) por citar algunos.

Sin embargo, la contemporaneidad mayoritaria de la actividad de diseño en Cuba sigue signada por el manejo superficial y empírico de la Biónica durante la Conceptualización de Objetos, donde la solución elegida en la naturaleza se imbrica al proceso de manera generalmente intuitiva y accidental, y ello no contribuye a enriquecer y organizar el despliegue de creatividad que debe centrar la actuación del diseñador en esta etapa.

Una solución factible pudiera presuponer la intervención en los espacios académicos para promover la formación de los diseñadores con la adquisición y aplicación de una cultura de la Biónica no como valor añadido del diseño, sino como elemento a utilizar dentro del arsenal de técnicas de creatividad con el que deben egresar dotados para su desempeño profesional.

Una contribución al respecto pretende la aplicación de la herramienta Bioni-CO. La misma fue incluida hace dos cursos docentes en el ISDi, como parte de los contenidos inherentes a las técnicas para generar ideas creativas, impartidos dentro del tema Conceptualización, eje rector de los objetivos de la disciplina Diseño en segundo año. Fue insertada específicamente en el ejercicio docente de final de semestre, en la asignatura Diseño Básico III de la Carrera Diseño Industrial. Sobre los resultados obtenidos de su aplicación trata el siguiente trabajo.

DESARROLLO

Herramienta Bioni-CO

Bioni-CO es un recurso textual que guía al diseñador para utilizar la Biónica en la búsqueda de soluciones durante la Conceptualización de Objetos en el Proceso de Diseño. Esta herramienta no solo pretende incentivar la creatividad del diseñador utilizando la Biónica; su intención es proporcionarle un algoritmo que tipifique la síntesis creativa que conlleva emular a la naturaleza en la solución de problemas, durante la etapa de Conceptualización en el Proceso de Diseño de Objetos.

Características de la herramienta Bioni-CO

- Se aplica específicamente en los momentos de generar premisas conceptuales y/o alternativas conceptuales, aunque también puede ser factible durante la búsqueda de soluciones a los subproblemas inherentes a las variantes de solución (tomando como referente la estructura definida en el ISDi para la Conceptualización en el Proceso de Diseño de Objetos, 2016).
- No aborda la variable Materiales ya que las Esferas de Actuación de la Profesión de Diseño no comprenden la creación de materiales, siendo esto afín a las competencias de otras profesiones.
- Está compuesta por dos instrumentos: uno para identificar el sujeto natural análogo y el otro para determinar las características que posee, factibles de extrapolar a la solución de Diseño.
- Para su mejor manipulación por parte del usuario, Bioni-CO se graficó utilizando el modelo de datos jerárquico con el cual se construyeron cuatro árboles: uno para la presentación de la herramienta con sus dos instrumentos y los tres restantes para las características -Forma, Estructura y Función- que se analizan en el Instrumento 2. (Anexo 1).

Instrumento 1

- Está dirigido a la identificación y selección del sujeto o los sujetos naturales cuyos atributos sean análogos a los del problema en cuestión.
- Para lograr el objetivo enunciado, el instrumento propone una clasificación para los sujetos naturales vivos y no vivos elaborada por la autora sobre la base de consultas a los textos de Bransden & Joachain, 2002; Lodish et al., 2005; Paniagua et al., 2002; Ehrlich & Walter, 2012; contextualizada al campo de acción de esta tesis.

Instrumento 2

Está dirigido al análisis de la o las características formales, estructurales y/o funcionales del sujeto análogo, que sean factibles de extrapolar a la solución de Diseño. Para lograr el objetivo enunciado, el instrumento se construye con definiciones y clasificaciones que la autora ha elaborado sobre la base de consultas a los textos de Vanden Broeck, 2000; Wong, 1986; Eco, 1986; Williams, 1984; Vanden Broeck & Muñoz, 1986; Bogatyreva et al., 2003; contextualizando al campo de acción de esta tesis. Una fuente bibliográfica de vital importancia fue la multimedia *Recursos básicos para el Diseño de estructuras formales* de la MsC. Arq. Miriam Abreu Oramas, profesora de vasta experiencia en el ISDi, principalmente en los cursos de Formación Básica (Abreu Oramas, 2003).

Aplicación de la herramienta Bioni-CO en la asignatura Diseño Básico III

Para valorar los resultados de la aplicación de la herramienta en la asignatura Diseño Básico III durante los cursos académicos 2014-15 y 2015-16 en el ISDi, la presente investigación contempla tres momentos:

- La observación realizada por la autora a los estudiantes en seminarios.
- Las encuestas a los estudiantes para conocer el grado de satisfacción que tienen con el uso de la herramienta.
- La tabulación de la relación corte evaluativo – calificación del ejercicio – comportamiento del rendimiento académico de los estudiantes en Diseño Básico III.

Observación

La autora observó el desempeño de los estudiantes en el manejo de la herramienta para la realización del ejercicio final de Diseño Básico III; aspectos observados: organización, amplitud y pertinencia del levantamiento de información; originalidad y calidad formal de la solución final; fiabilidad de la solución técnica y usabilidad del Objeto.

Con relación a la organización del levantamiento de información, se constató que para poco más de las dos terceras partes del grupo, la herramienta contribuyó a la detección ordenada de los sujetos a analogar; los resultados se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1: Organización del levantamiento de información en el ejercicio final de Diseño Básico III. Facultad de Diseño Industrial, ISDi. 2014-2016.

Curso escolar	Levantamiento organizado				Total de estudiantes	
	Si		No		#	%
	#	%	#	%		
2014-15	14	77,7	4	22,3	18	100
2015-16	12	60	8	40	20	100
Total	26	68,4	12	31,6	38	100

Relativo a la amplitud del levantamiento de información, solo un tercio del grupo encontró un reducido número de características para hacer la analogía a pesar de utilizar la herramienta; sin embargo, esta fue eficaz para una mayoría considerable, acentuada en el curso 2014-15, tal como se puede apreciar en la Tabla 2.

Tabla 2: Amplitud del levantamiento de información en el ejercicio final de Diseño Básico III. Facultad de Diseño Industrial, ISDi. 2014-2016.

Curso escolar	Amplitud				Total de estudiantes	
	Reducida		Adecuada		#	%
	#	%	#	%		
2014-15	5	27,8	13	72,2	18	100
2015-16	8	40	12	60	20	100
Total	13	34,2	25	65,8	38	100

Con respecto a la pertinencia del levantamiento de información, están casi equiparadas las cifras de estudiantes que encontraron información relevante y no relevante para aplicar en la analogía que conduce a la solución de Diseño, luego la herramienta en este tópico no fue tan provechosa como en los anteriores. La Tabla 3 muestra los resultados.

Tabla 3: Pertinencia del levantamiento de información en el ejercicio final de Diseño Básico III. Facultad de Diseño Industrial, ISDi. 2014-2016.

Curso escolar	Levantamiento pertinente				Total de estudiantes	
	Si		No			
	#	%	#	%	#	%
2014-15	10	55,5	8	44,5	18	100
2015-16	10	50	10	50	20	100
Total	20	52,6	18	47,4	38	100

En cuanto a la originalidad de la solución final, más del 70% de los estudiantes presentó una solución que resultó novedosa sin evidencias de precedentes de soluciones iguales al mismo problema de Diseño que la originó. Los detalles se precisan en la Tabla 4.

Tabla 4: Originalidad de la solución final en el ejercicio final de Diseño Básico III. Facultad de Diseño Industrial, ISDi. 2014-2016.

Curso escolar	Solución final original				Total de estudiantes	
	Si		No			
	#	%	#	%	#	%
2014-15	14	77,7	4	22,3	18	100
2015-16	13	65	7	35	20	100
Total	27	71,1	11	28,9	38	100

La Tabla 5 muestra cómo los estudiantes emplearon los recursos formales en la solución propuesta, considerando que ello define la calidad formal de la solución final. Nótese que más del 70% presentó una solución final de buena calidad formal.

Tabla 5: Calidad formal de la solución final en el ejercicio final de Diseño Básico III. Facultad de Diseño Industrial, ISDi. 2014-2016.

Curso escolar	Calidad formal de la solución final						Total de estudiantes	
	Buena		Regular		Mala			
	#	%	#	%	#	%	#	%
2014-15	14	77,7	3	16,7	1	5,6	18	100
2015-16	13	65	5	25	2	10	20	100
Total	27	71,1	8	21,1	3	7,8	38	100

Referente a la fiabilidad de la solución técnica, un porcentaje considerable de estudiantes presentó una solución que cumplía las funciones para las que fue prevista, lo cual sustenta desde el punto de vista práctico, el valor del empleo de la herramienta en este aspecto. La Tabla 6 muestra los resultados correspondientes.

Tabla 6: Fiabilidad de la solución técnica en el ejercicio final de Diseño Básico III. Facultad de Diseño Industrial, ISDi. 2014-2016.

Curso escolar	Solución técnica fiable				Total de estudiantes	
	Si		No		#	%
	#	%	#	%		
2014-15	14	77,7	4	22,3	18	100
2015-16	13	65	7	35	20	100
Total	27	71,1	11	28,9	38	100

El hecho de proponer un Objeto con las adecuaciones ergonómicas que garanticen la facilidad de uso del mismo por parte del usuario se constató en los resultados de la aplicación de la herramienta por parte de los estudiantes. Nótese que sobrepasa el 70% la cifra de estudiantes que logró la usabilidad del Objeto en el ejercicio final de Diseño Básico III. La Tabla 7 recoge las precisiones.

Tabla 7: Usabilidad del Objeto en el ejercicio final de Diseño Básico III. Facultad de Diseño Industrial, ISDi. 2014-2016.

Curso escolar	Usabilidad del Objeto				Total de estudiantes	
	Si		No		#	%
	#	%	#	%		
2014-15	14	77,7	4	22,3	18	100
2015-16	13	65	7	35	20	100
Total	27	71,1	11	28,9	38	100

En resumen, del procesamiento de los datos provenientes de la observación, se puede concretar que la herramienta contribuyó a la detección ordenada de los sujetos a analogar, propició un amplio levantamiento de información; promovió la originalidad y buena calidad formal de la solución final, la fiabilidad de la solución técnica y la usabilidad del Objeto. Sobre la pertinencia, los criterios fueron divididos.

Encuestas

Se procesaron las encuestas aplicadas a los 38 estudiantes, para lo cual se utilizó Microsoft Excel 2013 sobre Windows 7; los resultados se exponen seguidamente respetando la tipología de cada grupo de preguntas: las que se refieren al manejo de la herramienta y las concernientes a la utilidad que se deriva de su explotación.

Con respecto al manejo de la herramienta, casi el 95% de los estudiantes encuestados declaró entender de manera expedita la estructura de la herramienta así como el orden de presentación de la información en la misma, y acceder con facilidad a la información que busca. Todos refirieron que se manipula sin inconveniente alguno y que ayuda a Conceptualizar Objetos, esto último habla a favor de su utilidad. Los resultados en detalle se muestran en la Tabla 8.

Tabla 8: Manejo y utilidad de la herramienta según encuestas a estudiantes de Diseño Básico III. Facultad de Diseño Industrial, ISDi. 2014-2016.

Característica	Respuestas de los estudiantes				Total de estudiantes	
	Sí		No		#	%
	#	%	#	%		
Comprensión de la estructura y orden de presentación de la información	36	94,7	2	5,3	38	100
Fácil acceso a la información	36	94,7	2	5,3	38	100
Detección de fallas	0	0	38	100	38	100
Fácil manipulación	38	100	0	0	38	100
Ayuda a Conceptualizar Objetos	38	100	0	0	38	100

Prosiguiendo en materia de utilidad, al 73,7% de los encuestados el uso de la herramienta le permitió extrapolar con mayor facilidad la Forma de la naturaleza al Objeto conceptualizado y el 52,6% señala como característica preferida para futuros perfeccionamientos la Función. La Tabla 9 muestra las cifras correspondientes a los diversos criterios recogidos.

Tabla 9: Rendimiento de la herramienta por característica natural abordada, según encuestas a estudiantes de Diseño Básico III. Facultad de Diseño Industrial, ISDi. 2014-2016.

Característica	Respuestas de los estudiantes			
	Aceptación en la versión actual de la herramienta		Perfeccionamiento en versiones posteriores de la herramienta	
	#	%	#	%
Forma	28	73,7	1	2,6
Estructura	6	15,8	17	44,8
Función	4	10,5	20	52,6
Total	38	100	38	100

El procesamiento de las cifras expuestas en las Tablas 8 y 9 permite aseverar que las encuestas aplicadas a los estudiantes también hablan a favor de la herramienta Bioni-CO: la estructura dada a la misma posibilita la presentación de la información siguiendo un orden lógico que facilita su comprensión, responde plenamente a los requisitos de facilidad de acceso y uso, confiabilidad operacional y ayuda al usuario en la Conceptualización de Objetos. La mayor aceptación recayó en la característica Forma y la más recomendada para perfeccionar fue la característica Función.

Relación corte evaluativo – calificación del ejercicio –rendimiento académico

Para complementar los resultados de la observación y las encuestas, la autora consideró interesante examinar el comportamiento del rendimiento académico de los estudiantes partiendo de la evaluación Bien, Regular o Mal que cada uno tenía en el corte evaluativo que se efectúa a mediados del semestre –por supuesto antes de la ejecución del ejercicio final para el cual se orienta el uso de la herramienta- y compararla con la calificación alcanzada en dicho ejercicio tras el uso de la misma; la intención es darle seguimiento a aquellos estudiantes que podían mejorar su corte (los reportados de Regular o Mal), determinar si lo lograron con la nota que alcanzaron en el ejercicio y en qué medida ocurrió el salto de calidad, eso también pudiera hablar al respecto de la influencia de la herramienta en el proceso. La Tabla 10 recoge la relación corte evaluativo – calificación del ejercicio, para los 38 estudiantes que cursaron la asignatura Diseño Básico III en la Facultad de Diseño Industrial en el período 2014-2016 sin distinción de curso escolar.

Tabla 10: Estudiantes de Diseño Básico III según corte evaluativo y calificación del ejercicio final. Facultad de Diseño Industrial, ISDi. 2014-2016.

Corte evaluativo en el semestre	Calificación alcanzada en el ejercicio final del semestre tras aplicar la herramienta						Total de estudiantes	
	Bien (4 o 5)		Regular (3)		Mal (2)			
	#	%	#	%	#	%	#	%
Bien	18	100	0	0	0	0	18	100
Regular	7	63,6	4	36,4	0	0	11	100
Mal	2	22,2	4	44,4	3	33,4	9	100
Total	27	71,1	8	21,1	3	7,8	38	100

Analizando la tabla anterior, lo primero que salta a la vista es que ningún estudiante experimentó retroceso cualitativo si se compara su calificación del corte con la que obtuvo en el ejercicio final, o sea, todos los estudiantes mantuvieron su estatus académico o lo mejoraron. Por esa razón, se excluyeron de este análisis a los 18 estudiantes que tenían Bien en el corte evaluativo y que consecuentemente poseían calificaciones de 4 o 5 en la evaluación final de la asignatura.

El seguimiento se focalizó en los 20 estudiantes restantes, de los cuales 11 estaban reportados de Regular y 9 de Mal en el corte evaluativo. Como se puede apreciar en la Tabla 10, de los 11 con corte evaluativo Regular, 7 obtuvieron Bien (4 o 5) en el ejercicio final del semestre tras aplicar la herramienta –casi las dos terceras partes mejoró– y el resto se mantuvo en Regular. Referente a los 9 con corte evaluativo Mal, solo 3 mantuvieron ese estatus en el ejercicio final del semestre y 6 mejoraron sus calificaciones, 4 a Regular y 2 a Bien. Estos resultados se precisan en la Tabla 11.

Tabla 11: Comportamiento del rendimiento académico de estudiantes con corte evaluativo Regular y Mal en Diseño Básico III. Facultad de Diseño Industrial, ISDi. 2014-2016.

Comportamiento	Corte evaluativo				Total de estudiantes con corte evaluativo Regular y Mal	
	Regular		Mal			
	#	%	#	%	#	%
Mejora	7	63,6	6	66,7	13	65
Se mantiene	4	36,4	3	33,3	7	35
Total	11	100	9	100	20	100

En resumen, tras aplicar la herramienta para la consecución del ejercicio final de la asignatura Diseño Básico III, el 65% de los estudiantes cuyo corte evaluativo podía mejorar lo logró, incluso hubo 2 que de Regular pasaron a Bien; esto propugna la utilidad de la herramienta propuesta en esta investigación, su papel como recurso de ayuda a los estudiantes en la búsqueda de soluciones durante el Proceso de Diseño de Objetos y su contribución al mejoramiento del rendimiento académico en la asignatura referida.

CONCLUSIONES

- La herramienta Bioni-CO está integrada por dos instrumentos, uno para identificar el sujeto natural cuyos atributos sean análogos a los del problema, y el otro para analizar las características formales, estructurales y/o funcionales del sujeto análogo, que sean factibles de extrapolar a la solución de Diseño.
- Según los datos provenientes de la observación, la herramienta contribuyó a la detección ordenada de los sujetos a analogar y propició un amplio levantamiento de información; promovió la originalidad y buena calidad formal de la solución final, la fiabilidad de la solución técnica y la usabilidad del Objeto. En cuanto a la pertinencia, los criterios fueron divididos.

- Las encuestas aplicadas hablan a favor de la herramienta: su estructura posibilita la presentación de la información siguiendo un orden lógico que facilita su comprensión, responde a los requisitos de facilidad de acceso y uso, confiabilidad operacional y ayuda al usuario en la Conceptualización de Objetos. La mayor aceptación recayó en la característica Forma y la más recomendada para perfeccionar fue la característica Función.
- La herramienta contribuyó al mejoramiento del rendimiento académico de los estudiantes en la asignatura Diseño Básico III, cursos 2014-15 y 2015-16.

BIBLIOGRAFÍA

- Abreu Oramas, M. *Recursos básicos para el Diseño de estructuras formales* [CD-ROM]. Versión para sistema operativo Microsoft Windows. Instituto Superior de Diseño: Ediciones Forma, 2003. ISBN: 959-7182-01-7.
- Benyus, J.M. *Biomimicry: Innovation Inspired by Nature*. 1ª ed. New York: Perennial, 2002.
- Biomimicry Group, Inc. *Biomimicry 3.8*. The Biomimicry Institute, 2014 [citado 25 mayo 2015]. Disponible en: <http://www.biomimicry.net/>
- Blundell, T.L. *Celebrating structural biology*. En: *Nature Structural & Molecular Biology* 2012, vol. 20, p. 1354–66.
- Bogatyрева, O. [et al.]. Data gathering for putting biology in TRIZ. Altshuller Institute 5th TRIZ Conference. Philadelphia, USA: [s.v.]: [s.n.], 2003.
- Bombardelli, B. *Come nasce un prodotto biònico*. Centro de Investigaciones de Estructuras Naturales del Instituto Europeo de Diseño de Milán, 1985, no. 9.
- Bransden, B.H.; Joachain, C.J. *Physics of Atoms and Molecules*. 2ª ed. New Jersey: Prentice-Hall, 2002.
- Cabrera Bustamante, A. *El proceso de pensamiento en el trabajo de diseño*. Selección de ponencias cubanas al VIII Congreso Latinoamericano de Diseño (Ecuador 1996). Comité Nacional ALADI-Cuba, Oficina Nacional de Diseño Industrial (comps.). La Habana, 1996.
- Cheong, H.; Shu, L.H. *Reducing cognitive bias in biomimetic design by abstracting nouns*. *CIRP Annals – Manufacturing Technology*, 2013, vol. 62, p. 111-4.
- Colectivo de profesores de la asignatura Diseño Básico III. *Estructura de la Conceptualización*. Facultad de Diseño Industrial, Instituto Superior de Diseño, 2016.
- Cuba. Instituto Superior de Diseño. *Estrategia para la enseñanza del diseño sustentable*. La Habana, 2010.
- Di Bartolo, C. *Naturaleza como modelo, naturaleza como sistema*. En: *Experimenta: ediciones de diseño*, 2000, no. 31, p. 39-45.
- Eco, U. *La Estructura Ausente. Introducción a la semiótica*. Barcelona: Lumen, 1986.
- Ehrlich, P.; Walker, B. Rivets and Redundancy. En: *BioScience*, mayo 2012, vol. 58, no. 5, p. 34-5.
- Gérardin, L. *La Bionique*. París: Hachette, 1968.
- Herrera Batista, M.Á. Investigación y diseño: reflexiones y consideraciones con respecto al estado de la investigación actual en diseño. En: *No Solo Usabilidad*, noviembre 2010, no. 9, p. 13-5.
- Lodato, F. *Biònica: La naturaleza como herramienta de innovación*. En: *Experimenta: ediciones de diseño*, 2000, no. 31, p. 46-51.
- Lodish, L. [et al.]. *Biología celular y molecular*. Buenos Aires: Médica Panamericana, 2005.
- López Forniés, I.; Berges Muro, L. *Aproximación al diseño biomimético. Aprendizaje y aplicación*. En: *Dyna [en línea]* Nov. / Dec. 2014, vol. 81, no. 188 [citado 25 mayo 2015]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.15446/dyna.v81n188.41671>
- Paniagua, R. [et al.]. *Citología e histología vegetal y animal*. México: McGraw-Hill, 2002.
- Papanek, V. *Diseñar para el mundo real*. Madrid: Hermann Blume, 1977.
- Peña Martínez, S.L. *Propuesta de currículo para la formación de diseñadores*. Tesis de Maestría. La Habana: Instituto Superior de Diseño, 2007.
- Pérez Pérez, M. *El modelo del profesional de Diseño Industrial frente al Desarrollo Sostenible*. Congreso Internacional de Diseño de La Habana Forma 2013 (Palacio de las Convenciones de La Habana 16-18 de junio de 2013), Instituto Superior de Diseño, La Habana: [s.v.]: [s.n.], 2013.
- Sarmiento M. La relación entre la biònica y el diseño para los criterios de forma y función. Cuadernos del Centro de Estudios de Diseño y Comunicación N° 55 [en línea] Diciembre 2015, Año XVI [citado 5 marzo 2016]. Disponible

en: http://fido.palermo.edu/servicios_dyc/publicacionesdc/vista/detalle_articulo.php?id_articulo=10889&id_libro=524

Songel, G. *Estudio metodológico de la biónica aplicada al diseño industrial*. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Valencia, 1991.

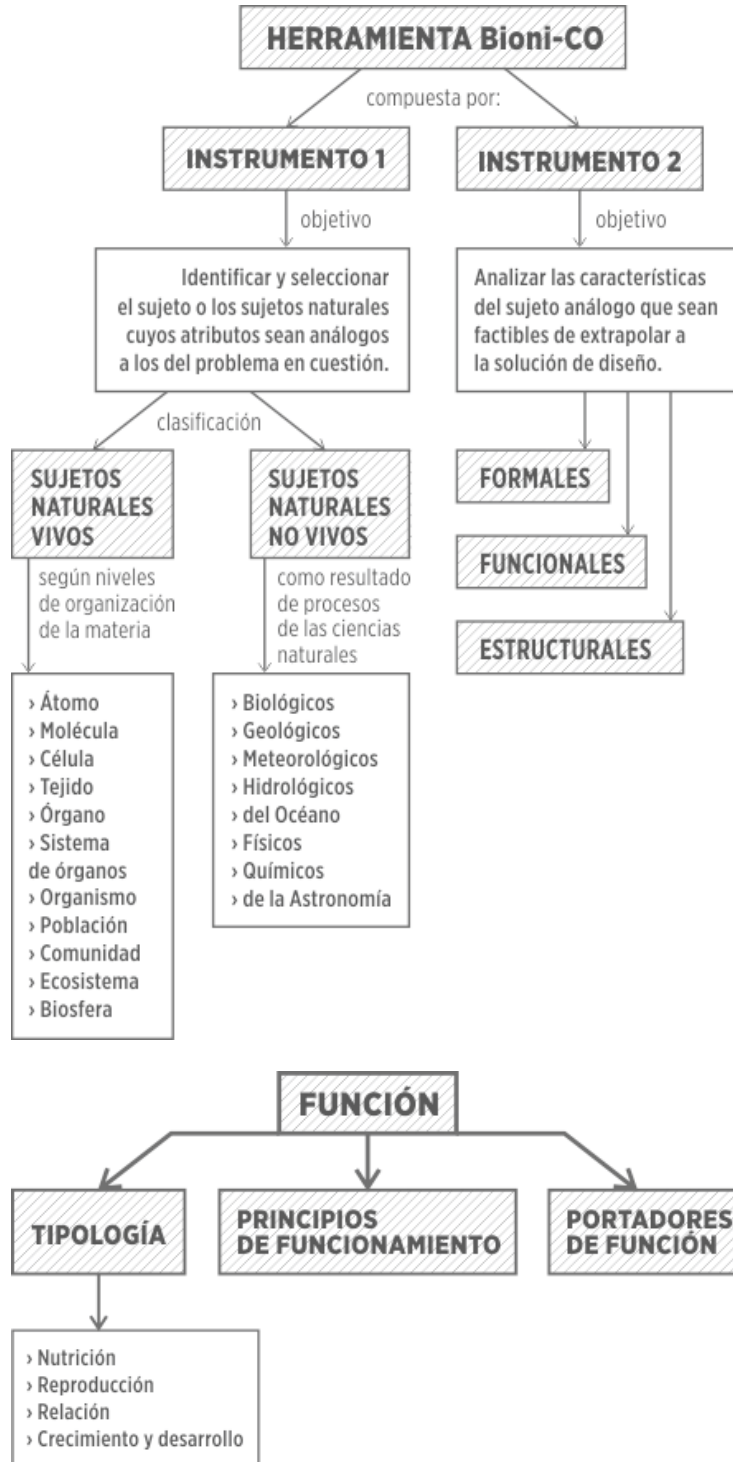
Vanden Broeck, F. *El diseño de la naturaleza o la naturaleza del diseño*. México: Editorial de la U.A.M. Unidad Azcapotzalco, 2000.

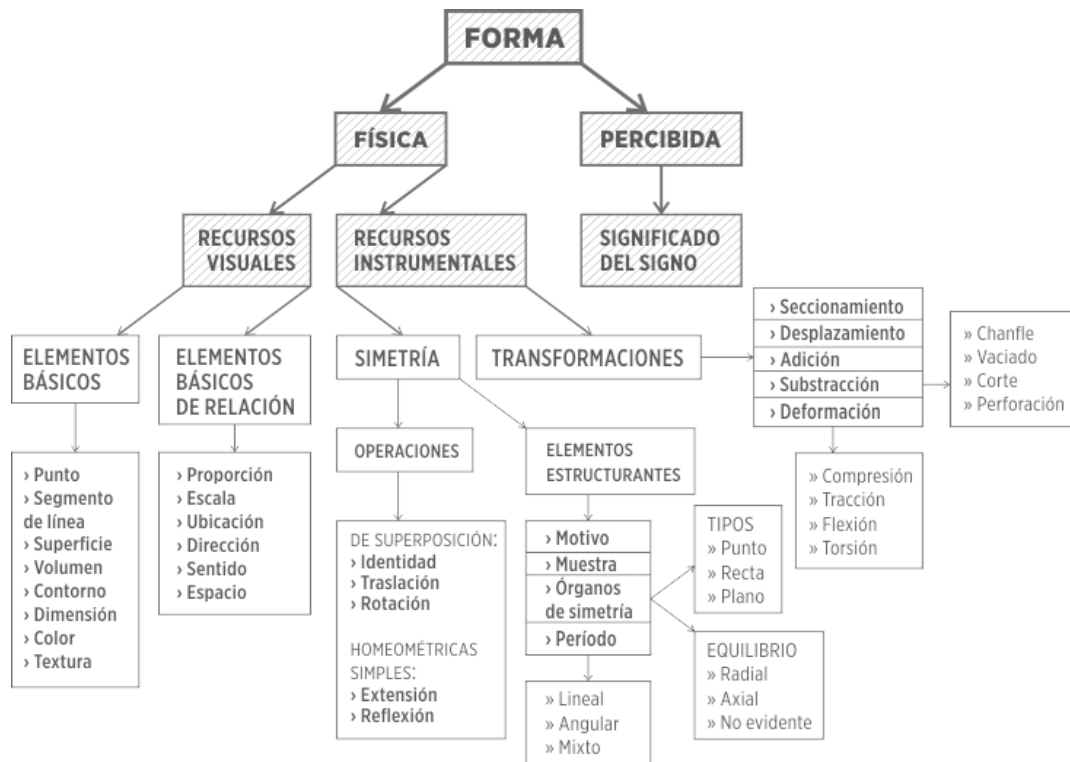
Vanden Broeck, F; Muñoz, A. *Las estructuras en la Naturaleza y en la Técnica. Conocimientos cualitativos de las estructuras*. México: Editorial de la U.A.M. Unidad Azcapotzalco, 1986.

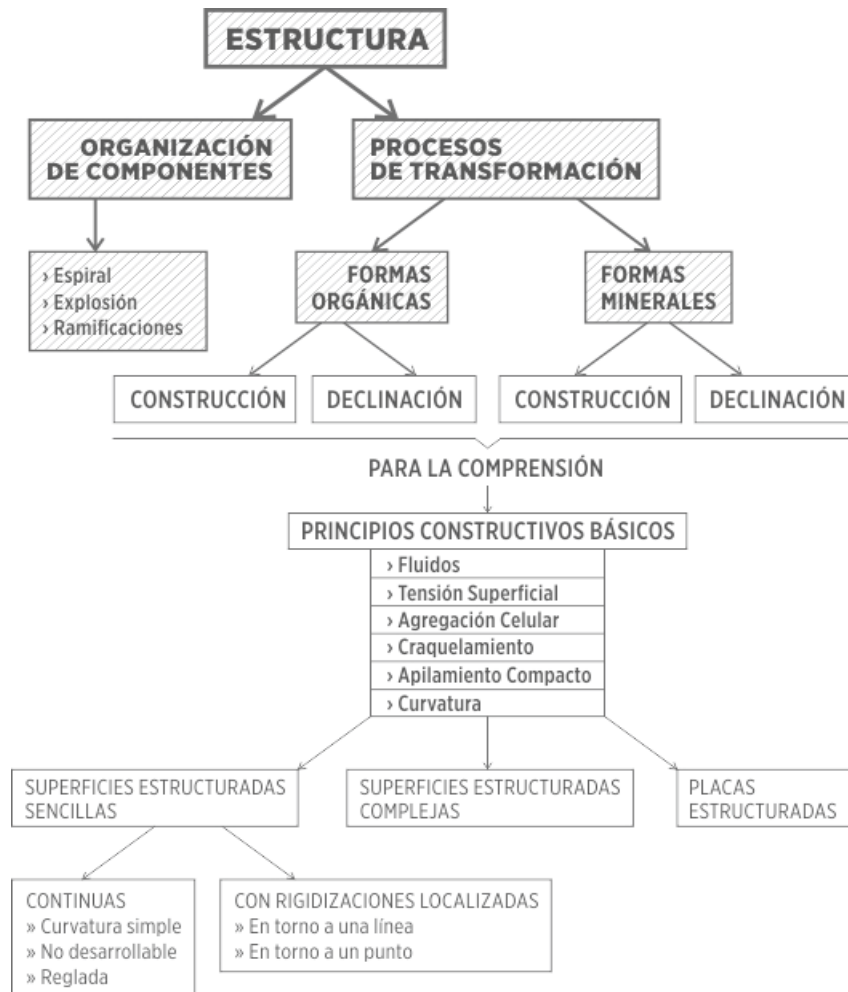
Wong, W. *Fundamentos del diseño bi y tri-demensional*. Barcelona: Gustavo Gili, 1986.

ANEXOS

Anexo 1: Árboles de la herramienta Bioni-CO.







Anexo 2: Ejemplo de resultado del ejercicio docente donde se aplicó la herramienta.

