

**HERRAMIENTA PARA APLICAR LA BIOMIMÉTICA A LA
CONCEPTUALIZACIÓN DE OBJETOS.**

**TOOL TO APPLY BIOMIMETICS TO THE CONCEPTUALIZATION
OF OBJECTS.**

MSc. Carilyn de la Vega Hernández

Email: cdelavega@isdi.co.cu

ORCID: 0000-0001-6084-895X

Instituto Superior de Diseño de la Universidad de la Habana

Autor para la correspondencia

MSc. Bárbara Lázara Hernández González

Email: barbara.hdez@infomed.sld.cu

ORCID: 0000-0003-2032-524X

Universidad de Ciencias Médicas de La Habana

RESUMEN

Se presenta una herramienta para aplicar la biomimética en la Conceptualización de Objetos en Diseño, entendiéndose la Conceptualización como etapa del Proceso de Diseño y los Objetos como componentes de las Esferas de actuación de esta profesión. Ambos términos son tomados del cuerpo teórico de la docencia del ISDi. Para el levantamiento de información se emplearon métodos teóricos (histórico-lógico, análisis-síntesis, sistematización y modelación); empíricos (revisión documental, observación y encuesta); y estadísticos (técnicas de estadística descriptiva). Como resultados se presentan los dos instrumentos que conforman la herramienta y se valoran las repercusiones de su aplicación en el ámbito docente con su utilización en la asignatura Diseño Industrial I durante los cursos académicos 2014-15 y 2015-16.

ABSTRACT

This article presents a tool for applying biomimetic to Objects Design Conceptualization. The term Conceptualization makes a reference to a phase of the Design Process. Likewise, the term Object is known as one of the circles in which Design professionals can performance. Both of these concepts have been taken from the Cuban Design University (ISDi) academic theory. The following methods were employed for data analysis: Historic-logic, Analysis-synthesis, Systematization, Modeling, Bibliographic review, Observation, Surveys and Statistics. As a final result, the description of the tool and two instruments that belong to it are presented. Also, the authors give their considerations about its application repercussions in scholar field with its utilization in Industrial Design I subject, on 2014-2015 and 2015-2016 academic years.

Palabras claves:

Biomimética,
Biónica,
Biomimesis,
Diseño

Keywords:

Biomimetics,
Bionics
Biomimicry,
Design

Fecha Recibido:

09 / 09 / 2020

Fecha Aceptación:

11 / 11 / 2020

Fecha Publicación:

08 / 12 / 2020

C.

INTRODUCCIÓN

Buscar patrones de diseño en la naturaleza, es una acción a la que invita la Biomimética, disciplina que promueve “la consciente emulación de la genialidad de la vida” (Benyus, 2002). Después de millones de años de evolución, competencia y adaptación, la naturaleza ha producido y desarrollado infinitas soluciones de diseño en las que los profesionales del ramo se están inspirando para numerosos desarrollos humanos.

Utilizar la Biomimética en la búsqueda de soluciones durante la Conceptualización de Objetos en el Proceso de Diseño, indudablemente favorece la práctica proyectual inherente al mismo y fomenta el compromiso del diseñador con el desarrollo sustentable. Sobre la concepción de una herramienta que facilita este accionar y brinda un algoritmo para secuenciar la dinámica operacional correspondiente, trata la presente propuesta.

Su aplicación en el ámbito docente, guía al estudiante de Diseño para utilizar la Biomimética en la búsqueda de soluciones durante la Conceptualización de Objetos en el Proceso de Diseño del Instituto Superior de Diseño (ISDi), y puede incentivar su creatividad.

ASPECTOS METODOLÓGICOS IMPLICADOS EN SU CONFECCIÓN

Para la confección y posterior valoración de la herramienta, se llevó a cabo una investigación descriptiva, no experimental, de corte transversal (Hernández Sampieri, 1991; Artiles Visbal et al., 2008). Se emplearon los métodos de investigación teóricos, empíricos y estadísticos que se refieren a continuación.

Teóricos

- Análisis-síntesis: para descomponer las características forma, estructura y función sobre las cuales se basa la analogía entre sujeto natural y solución de Diseño, para encontrar la mayor cantidad de elementos que tributan a tal fin y con ellos construir la herramienta.
- Sistematización: para realizar el estudio de todo el material disperso con el propósito de encontrar las regularidades y concomitancias entre las diversas propuestas de uso multidisciplinario de la Biomimética y su inserción en el contexto ISDi como herramienta para la búsqueda de soluciones durante la Conceptualización de Objetos en el Proceso de Diseño.
- Modelación: para crear la herramienta resultante del estudio realizado, la cual pretende ayudar al estudiante de Diseño en la búsqueda de soluciones durante la Conceptualización de Objetos en el Proceso de Diseño del ISDi.

Empíricos

- Revisión documental: para profundizar el estudio de la aplicación de la Biomimética en la búsqueda de soluciones en el Diseño de Objetos, y obtener los resultados de los cortes evaluativos de los estudiantes y sus calificaciones en el ejercicio final de la asignatura Diseño Industrial I durante los cursos 2014-15 y 2015-16.

- Observación: para conformar la valoración del proceso y de los resultados de la aplicación de la herramienta en las soluciones del ejercicio docente.
- Encuesta: para conocer el grado de satisfacción de los estudiantes con la utilización de la herramienta.

Estadísticos

- Técnicas de Estadística Descriptiva para calcular la distribución de frecuencias absolutas y porcentajes correspondientes a cada variable, y así procesar cuantitativamente los resultados de la observación y de la aplicación de la encuesta, así como del corte evaluativo y el ejercicio final de la asignatura Diseño Industrial I en los dos períodos académicos involucrados en el presente estudio.

La herramienta resultante se aplicó a una población compuesta por todos los estudiantes del grupo 22 de la Facultad de Diseño Industrial del ISDi en los cursos 2014-15 y 2015-16; 18 del primero, 20 del segundo, en total 38 estudiantes. No se trabajó con muestras.

DESARROLLO

Características de la herramienta

- 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 de Objetos en el Proceso de Diseño).
- No aborda la característica 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 en el ámbito docente por parte del estudiante, la herramienta se graficó utilizando cuatro mapas conceptuales: 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. Ellos se muestran en las Figuras 1-4.
- Es un archivo de texto confeccionado con la aplicación Word 2013 sobre Windows 7.

A continuación, se describe cada instrumento.

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 las autoras 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 herramienta.

La clasificación se detalla seguidamente.

- Sujetos naturales vivos

Niveles de organización de la materia viva:

1. Átomo: partícula material de pequeñez extrema considerada hasta el siglo XIX como la unidad básica e indivisible que componía la materia y que a los efectos de este trabajo puede asumirse como punto de partida de la clasificación, aun cuando se sabe que existen partículas subatómicas como los protones (con carga positiva), electrones (con carga negativa) y neutrones (eléctricamente neutros).
2. Molécula: formada por la unión de dos o más átomos.
3. Célula: unidad básica de la vida. Agrupación de moléculas en unidades con vida propia y capacidad para auto-replicarse. A partir de la misma comienza la organización de los seres vivos, pues los anteriores a ella corresponden a la materia inanimada.
4. Tejido: conjunto organizado de células con una estructura determinada que realizan una función especializada.
5. Órgano: agrupación de diversos tejidos formando una unidad estructural encargada del cumplimiento de una función determinada
6. Sistema de órganos: conjunto de órganos que actúan de forma coordinada para realizar una función específica.
7. Organismo: conjunto estructural de organización superior en el cual las células, tejidos, órganos y sistemas integran un ser vivo individual que se relaciona con el medio ambiente mediante intercambio de materia y energía de forma ordenada.
8. Población: agrupación de organismos de la misma especie para formar un núcleo que coexiste en un mismo espacio y comparte ciertas propiedades biológicas que le confieren una alta cohesión.
9. Comunidad: conjunto de organismos de diferentes especies que conviven en un mismo espacio el cual ofrece las condiciones ambientales necesarias para su supervivencia.
10. Ecosistema: conjunto compuesto por los organismos de una comunidad y el entorno físico que habitan, así como las interacciones que se establecen entre ellos.
11. Biosfera: diversidad de ecosistemas del planeta Tierra y sus relaciones, se dice que es el ecosistema global.

- Sujetos naturales no vivos

Creados como resultados de procesos de las ciencias naturales:

- Resultantes de procesos biológicos, específicamente de comportamientos y actividades de los sujetos vivos.
- Resultantes de procesos geológicos, específicamente de cambios que experimenta el globo terrestre.
- Resultantes de procesos meteorológicos, específicamente de cambios y fenómenos ambientales.
- Resultantes de procesos hidrológicos, específicamente del ciclo hídrico.
- Resultantes de procesos del océano, específicamente del movimiento de las aguas y de su relación con el ambiente físico.

- Resultantes de procesos físicos, específicamente de interacciones de la materia y la energía.
- Resultantes de procesos químicos, específicamente de reacciones químicas que experimenta la materia.
- Resultantes de procesos de la astronomía, específicamente de fenómenos ligados a los cuerpos celestes.

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 las autoras han 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 herramienta. 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.

Antes de proceder al análisis de las referidas características, se muestra el mapa conceptual 1 que presenta la herramienta y sus dos instrumentos (Figura 1).

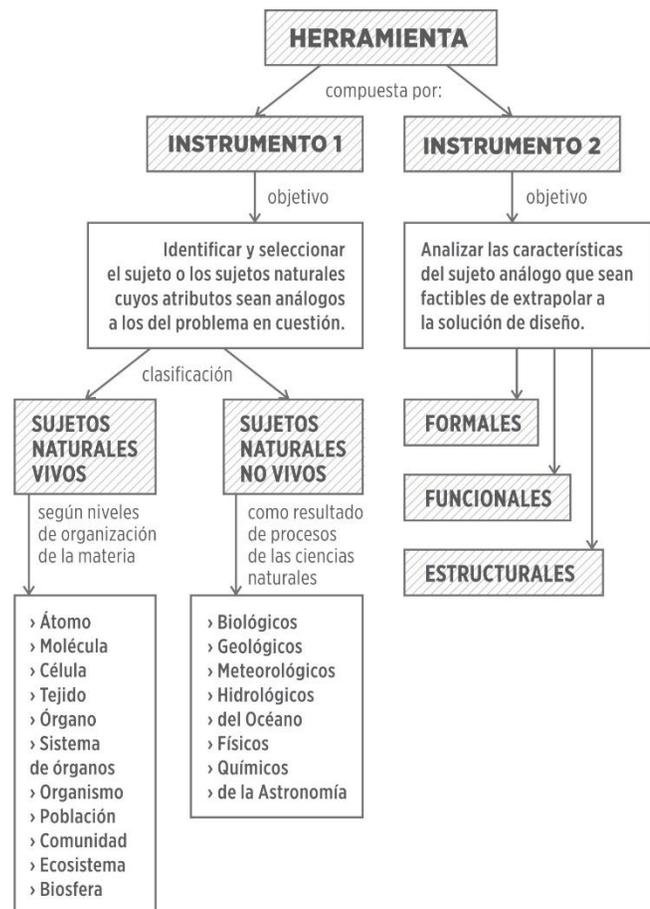


Figura 1: Estructura de la herramienta (Mapa conceptual 1)

CARACTERÍSTICA: FORMA

El instrumento garantiza el manejo de las características formales en dos aristas: definiciones y clasificación.

Definiciones

- “Apariencia externa de una cosa.” (DRAE, 2008).
- “Las formas en la naturaleza están determinadas por la interacción de fuerzas intrínsecas y extrínsecas. Toda forma es un equilibrio entre estas dos fuerzas.” (Vanden Broeck, 2000).
- “Todo lo que pueda ser visto, posee una forma que aporta la identificación principal en nuestra percepción.” (Wong, 1986).

Clasificación

- “Forma física: incluye los aspectos de la forma perceptibles por los sentidos. A ella se asocian los recursos visuales, que además constituyen la materia prima para su generación, junto a los recursos instrumentales.
- Forma percibida: comprende el contenido comunicacional de la forma, está relacionada con el significado de la misma.” (Abreu Oramas, 2003).

Para mostrar todos los elementos que comprende la Forma, se presenta el mapa conceptual 2 (Figura 2). El mismo se subordina a la exposición de cada una de las definiciones de los elementos que incluye. Pero por cuestiones de espacio, no serán desarrolladas en el presente artículo. Lo mismo ocurrirá con las características Estructura y Función.

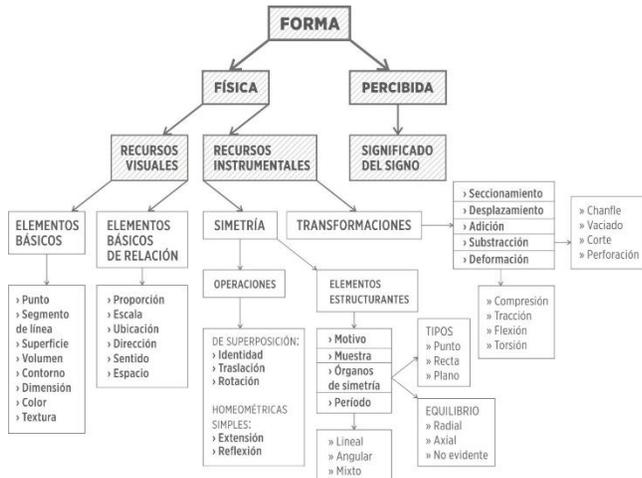


Figura 2: Manejo de la FORMA en la herramienta (Mapa conceptual 2)

CARACTERÍSTICA: ESTRUCTURA

Para el abordaje de las características estructurales, el instrumento parte de algunas definiciones. Seguidamente, en función de optimizar el análisis, se hace un desglose en los siguientes acápite: organización de componentes y procesos de transformación.

Definiciones

“La estructura es la manera en que una forma es creada, construida u organizada junto a otras formas... Impone un orden y predetermina las relaciones internas de las formas.” (Wong, 1986).

“...queda enfocada en una dirección: conseguir el máximo mediante el mínimo. No consiste en hacer algo más fuerte, agregando masa y volumen, sino en utilizar menos material de la manera más apropiada (...) la estructura es economía.” (Williams, 1984).

“Define la manera en que el material se organiza para dar respuesta a las solicitudes funcionales de la naturaleza.” (Pérez Pérez, 2013).

Organización de componentes

Está asociada al modo en que se reparten los recursos en la estructura.

Procesos de transformación

Están relacionados con la evolución de la forma y la estructura. Contemplan no solo las etapas de Construcción mediante el surgimiento, expansión y crecimiento de la materia, sino también su Declinación a través de la muerte, la deshidratación, la putrefacción y la acción devastadora de los agentes naturales externos. Desde el momento en que se inicia la construcción, comienza la declinación.

Estos procesos se registran tanto en formas orgánicas (asociadas en esta herramienta con los sujetos naturales vivos) como en formas minerales (asociadas con los sujetos naturales no vivos).

La comprensión de los procesos de transformación sirve para decodificar el modo en que se genera la estructura. A continuación, se presentan algunos principios constructivos básicos.

Para englobar los elementos que conforman la característica Estructura, se presenta el mapa conceptual 3 en la Figura 3.

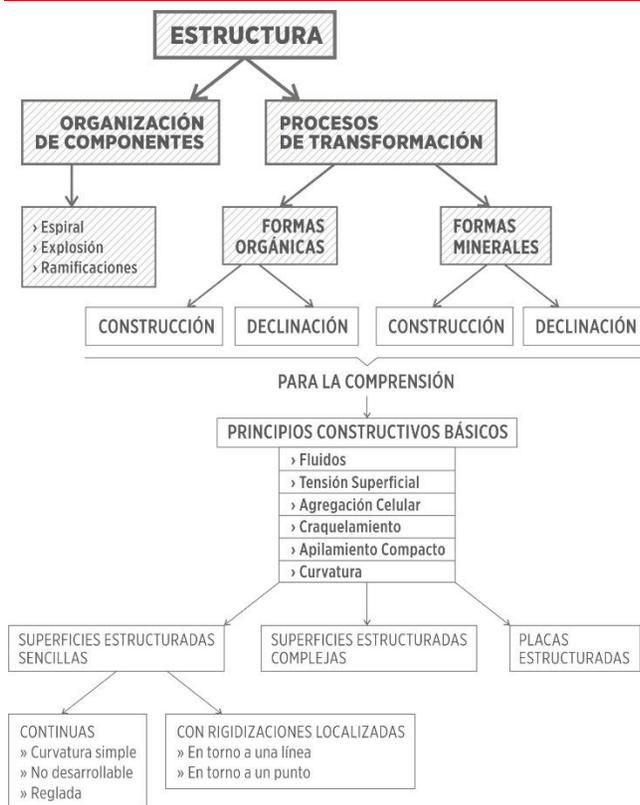


Figura 3: Manejo de la ESTRUCTURA en la herramienta (Mapa conceptual 3)

CARACTERÍSTICA: FUNCIÓN

Comienza el estudio de las características funcionales con la presentación de definiciones; continúa con la precisión de términos importantes para su manejo utilizando la herramienta.

La función del sistema biológico se puede definir como “la acción necesaria para lograr la condición futura deseada.” (Bogatyreva et al., 2003).

“Se llaman funciones a los procesos que se realizan en los seres vivos y que contribuyen a la conservación de la especie.” (Lodish et al., 2005).

En los sujetos naturales vivos, las funciones garantizan subsistencia y adaptación al medio ambiente. Por su parte, los sujetos naturales no vivos no realizan funciones; sin embargo, garantizan su integridad a través de principios de funcionamiento. Estos dos elementos son de gran importancia porque ambos pueden ser fuente de innovación.

Tipología de funciones

Los sujetos naturales vivos tienen en común, en su mayoría, las siguientes funciones, a través de las cuales se estructura el análisis que permite realizar la herramienta. Esta clasificación responde a criterios de diversa índole (no exclusivamente biológicos):

Principios de funcionamiento

Constituyen los sustentos teóricos que respaldan las funciones y garantizan la integridad de los sujetos naturales. Estos pueden

tener diversa procedencia, según la disciplina de la que se nutran. Los de mayor interés para esta investigación son los físicos (conformados por los mecánicos, los energéticos, los electromagnéticos y los ópticos, principalmente).

Portadores de funciones

Son los soportes materiales del sujeto natural (características físicas) que hacen factible y garantizan el correcto cumplimiento de sus funciones.

Para resumir la característica Función, se presenta el mapa conceptual 4 en la Figura 4.

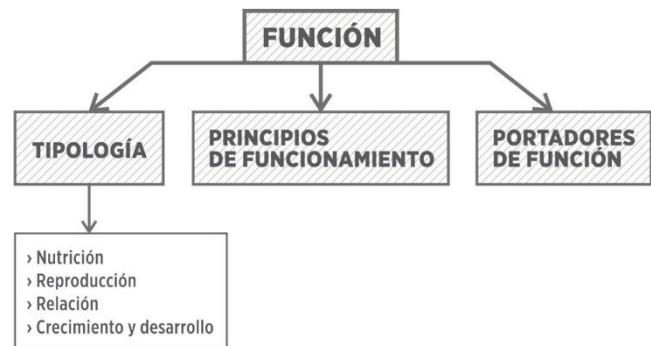


Figura 4: Manejo de la FUNCIÓN en la herramienta (Mapa conceptual 4)

Aplicación de la herramienta en la asignatura Diseño Industrial I durante los cursos académicos 2014-15 y 2015-16 en el ISDi

Para valorar los resultados de la aplicación de la herramienta en la asignatura Diseño Industrial I durante los cursos académicos 2014-15 y 2015-16 en el ISDi, se contemplaron tres momentos:

- La observación realizada por las autoras 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 la asignatura Diseño Industrial I.

Observación

Las autoras observaron el desempeño de los estudiantes en el manejo de la herramienta para la realización del ejercicio final de Diseño Industrial I. Los aspectos en que se focalizó la observación son: 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 por cursos académicos se muestran en la tabla 1. Véase que existe superioridad porcentual en el curso 2014-15 con respecto al 2015-16.

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

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

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.

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

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

Con respecto a la pertinencia del levantamiento de información, hay una tendencia a la homologación en el porcentaje de estudiantes que encontraron información relevante y no relevante para aplicar en la analogía que conduce a la solución de Diseño, luego el uso de la herramienta en este aspecto no resultó tan provechoso como en los anteriormente analizados. La tabla 3 precisa los resultados.

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

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

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; en el curso 2014-15 solo 4 estudiantes no lo lograron. Los detalles correspondientes se pueden precisar en la tabla 4.

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

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

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.

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

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

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.

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

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

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 Industrial I. La tabla 7 recoge las precisiones.

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

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

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 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.

Característica	Respuestas de los estudiantes				Total de estudiantes	
	Si		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

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

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.

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

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.

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: 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.

Tabulación de la relación corte evaluativo – calificación del ejercicio – comportamiento del 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 Industrial I en la Facultad de Diseño Industrial en el período 2014-2016 sin distinción de curso escolar.

Corte evaluativo en el semestre	Calificación alcanzada en el ejercicio final del semestre tras aplicar la herramienta						Total de estudiantes	
	Bien		Regular		Mal			
	4 o 5	%	3	%	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

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

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 11, 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.

El compendio de la descripción anterior se muestra en la tabla de la figura 15.

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

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.

En resumen, tras aplicar la herramienta para la consecución del ejercicio final de la asignatura Diseño Industrial I, 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, 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:

Se elaboró una herramienta para facilitar al estudiante el uso de la Biomimética como parte de las técnicas para generar ideas creativas en la búsqueda de soluciones durante la Conceptualización de Objetos en el Proceso de Diseño del ISDi.

La herramienta propuesta 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.

Su contribución al mejoramiento del rendimiento académico de los estudiantes en la asignatura Diseño Industrial I es un elemento que habla a favor del empleo de esta herramienta en el ámbito docente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

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.

Artiles Visbal, L. [et al.]. Metodología de la Investigación. La Habana: ECIMED, 2009.

Benyus, J.M. *Biomimicry: Innovation Inspired by Nature*. 1ª ed. New York: Harper Collins, 2002.

Bogatyreva, O. [et al.]. Data gathering for putting biology in TRIZ. Altshuller Institute 5th TRIZ Conference. Philadelphia, USA: [s.v.]: [s.n.], 2003.

Bransden, B.H.; Joachain, C.J. *Physics of Atoms and Molecules*. 2ª ed. New Jersey: Prentice-Hall, 2002.

Diccionario DRAE [soporte digital]. Definición de Forma. Microsoft Corporation, 2008.

Diccionario DRAE [soporte digital]. Definición de Regla. Microsoft Corporation, 2008.

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.

Hernández Sampieri, R. [et al.]. *Metodología de la Investigación*. México: Mc Graw Hill, 1991.

Lodish, L. [et al.]. *Biología celular y molecular*. Buenos Aires: Médica Panamericana, 2005.

Paniagua, R. [et al.]. *Citología e histología vegetal y animal*. México: McGraw-Hill, 2002.

Pérez Pérez, M. Conferencia de Biónica [soporte digital]. ISDi: Maestría en Gestión e Innovación de Diseño. La Habana, 2013.

Songel, G. *Naturaleza, diseño e innovación: propuesta metodológica*. En: *Temas de Disseny NATURA, DISSENY I INNOVACIÓ*. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 1994, no. 10, p. 265-76.

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.

Williams, C. *Los orígenes de la forma*. Barcelona: Gustavo Gili, 1984.

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