

# Aproximaciones a la enseñanza del proyecto en Biomimética Proyectual en UBA



**UBA, FADU.**

Universidad Facultad de Arquitectura  
de Buenos Aires Diseño y Urbanismo

## Presentación de marcos teórico-metodológicos de diseño biomimético

### EXPERIENCIA BioTriz

---

Esta experiencia fue desarrollada en un curso inicial de la Carrera de Diseño Industrial en la Facultad de Diseño, Arquitectura y Urbanismo. El ejercicio tuvo una duración de dos meses, donde la consigna inicial planteada fue la de diseñar un *kit* de herramientas para jardinería.

En la tabla a continuación se detalla toda la información académica de la ejercitación.

Los objetos a desarrollar fueron seleccionados por los alumnos en función de la definición preliminar de un contexto de aplicación o utilización y de un usuario definido.

Los grupos trabajaron a partir de la secuencia para la resolución de problemas planteada en la metodología BioTriz (Figura 2.1.).

**Dra. D.I. Luciana  
Fernández Laffont**

Facultad de  
Arquitectura,  
Diseño y Urbanismo  
Universidad de  
Buenos Aires

En la primera etapa se definió el problema de una manera general estableciendo las propiedades y funciones de los objetos seleccionados.

En la siguiente etapa de análisis se estudia la demanda de diseño como un problema para entender en dicha formulación los conflictos y contradicciones que pueden aparecer en el proceso de diseño (entendido como alcance de una solución al problema).

Año	Ámbito Académico	Experiencia	Duración	Objetivos	Metodología	Casos
2017	Taller de Diseño 1° año Cátedra Simonetti Carrera Diseño Industrial FADU - UBA	<b>F</b> Trabajo Práctico de Iomimetismo Proyectual	10 clases (40 horas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Incorporar las definiciones y los conocimientos generales sobre la biomimética comprendiendo sus desarrollos y posibles aplicaciones.</li> <li>- Comprender su vinculación con el diseño desde las áreas tecnológicas, proyectuales y metodológicas.</li> <li>- Desarrollar un producto aplicando las operaciones genéricas de la biomimética.</li> </ul>	BioTriz (BT)	Herramientas de jardinería Kit de 3 elementos a definir por el grupo de alumnos  <b>F1</b> Pala Cultivador Trasplantador  <b>F2</b> Serrucho Tijera Weeder  <b>F3</b> Cultivador Pala Trasplantador

En la siguiente etapa se pasa a describir el problema como un conflicto entre un par de parámetros (enmarcados en la matriz de contradicción de 39x39 filas y columnas). Los 39 parámetros en la columna vertical son las características del problema que se necesitan mejorar, los 39 parámetros en las filas horizontales son los que se encontrarían afectados degradados como resultado de mejorar los parámetros definidos para la resolución del problema, (Anexo).

Los números que aparecen en la intersección entre estos parámetros son los que van a servir de guía para la búsqueda de la solución al problema. A continuación se plantearon los parámetros para la resolución de los objetos planteados (kit de herramientas de jardinería).

En esa etapa es donde comienzan los alumnos a buscar referentes análogos observados en los campos de la biología. Se analizan esos referentes para luego realizar una comparación entre las soluciones orgánicas escogidas y las necesidades - o problemas a resolverse - de los objetos planteados previamente.

A partir de estas soluciones se comienza la definición de nexos o relaciones entre lo observado en la naturaleza y su transferencia al campo artificial. En la siguiente etapa de creación es donde se incorporan los principios de invención encontrados para comenzar a generar la proyectación de los objetos.

La utilización de la metodología BT es apta para analizar relaciones analógicas entre referencias biológicas, ya catalogadas previamente, así como también para analizar opciones de diseño a partir de establecer correlaciones entre soluciones biológicas utilizadas con anterioridad y necesidades o problemas específicos tecnológicos.

Estas relaciones pueden tomarse, con menor o mayor grado de profundidad, desde la adopción de categorías generales -tomadas como punto de partida-, hasta el análisis de condiciones o propiedades de funcionamientos naturales, de mayor complejidad.

El uso de la metodología BT, a partir del uso de la Matriz *BioTriz*, ayuda a desarrollar habilidades graduales o progresivas de biomimesis proyectual desde la apropiación simple de una condición morfológica, hasta la imitación compleja de mecanismos o funcionamientos propios de organismos naturales.

Para manifestar el espíritu de este ejercicio y su naturaleza didáctica más allá del análisis puntual de tres casos demostrativos de esta experiencia, las figuras 2.66, 2.67 y 2.68 transcriben las láminas de presentación de tres diferentes propuestas y, en cada una de ellas, se sintetizan los principios de la biomimesis proyectual y sus posibles intervenciones. A continuación, se presenta unificadamente el objeto final diseñado, los principios de invención tomados como marcadores referenciales y los elementos orgánicos en los que se basan y fundamentan tales objetos proyectados.

Se pone especial énfasis en la consideración analítica observada en el referente natural, mediante la cual se sintetizan y definen cualidades o principios biológicos que pueden ser entendidos como soluciones de diseño de las que las herramientas mostradas en la misma lámina se adueñan y adaptan.



Figura 2.66, 2.67, 2.68 Primeras construcciones propuestas a partir del análisis de posibles referentes observados en la naturaleza



## CASO F1

En la tabla 2.F.1 se presentan las características relevantes correspondientes al caso F1.

En la primera etapa el grupo de alumnos definió el problema de una manera general estableciendo las propiedades y funciones de los objetos seleccionados.

EXPERIENCIA F	Año	Ámbito Académico	Experiencia	Duración	Alumnos	Proyecto
CASO F1	2017	Taller de Diseño 1º año Cátedra Simonetti Carrera Diseño Industrial FADU - UBA	F Trabajo Práctico de Biomimetismo Projectual	10 clases (40 horas)	- Berecochea - Vidal - Beranger	Herramientas de jardinería. Pala Cultivador Trasplantador

En este caso, el kit de herramientas planteado estaba compuesto por una pala, un cultivador y un trasplantador.

Los objetivos planteados para este kit fueron los de resolver aspectos de comodidad y facilidad en su uso, así como también aspectos de protección y seguridad para el manejo de plantas de difícil manejo.

En la siguiente etapa se pasó a describir el problema como un conflicto entre un par de parámetros (enmarcados en la matriz de contradicción de 39x39 filas y columnas).

A continuación se plantearon los parámetros para la resolución de los objetos (kit de herramientas de jardinería).

El par de parámetros en conflicto seleccionados en este caso fueron los siguientes:

- **Mejora:** Forma (la configuración de la superficie característica de un objeto en el par de conflicto. Una forma definida y distintiva de la zona operacional durante el tiempo de operación).
- **Empeora:** Longitud del objeto estacionario (cualquier dimensión lineal del objeto se considera en conflicto. No es necesariamente la dimensión más larga).

A partir de la definición de estos dos parámetros, la Matriz *BioTriz* sugiere los siguientes principios de invención:

7. Anidamiento | 10. Acción previa | 13. Inversión | 14. Curvatura

	↓ EMPEORAR MEJORAR	SUSTANCIA					ESPACIO					TIEMPO					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
SUSTANCIA	1			5 35	3 26	28 27	5 8	29 17		29 2		10 14	2 8	5 34		10 35	35 3
				3 31	18 31	18 40	2 34	38 34		40 28		35 40	15 38	31 35		20 28	24 37
	2			5 8	19 6	28 2	10 1	35 30		5 35	13 10			2 27	10 20	1 28	
				13 30	18 26	10 27		29 35		13 2	14 2			19 6	35 26	15 35	
	3			35 6	35 6	6 3	35 28	14 29	10 28	35 2	10 18	1 29	3 39	29 35	10 13	28 27	27 16
ESPACIO	4			23 40	22 32	10 24	31 40	10 39	24	10 31	39 31	30 36	18 31	3 5	28 38	3 18	18 38
				35 6	27 26	6 3	14 35	29 14	15 14	2 18	15 20		35 3	35 29	3 35	3 35	35 38
				18 31	18 35	10 24	34 10	35 18	29	40 4	29		22 5	34 28	10 40	31	18 16
	5			1 8	40 26	35 28	29 10	1 15	15 14	3 34	9 40	10 15	9 14	10 30	8 13	27 3	29 3
				40 15	27 1	31 40	27	8 35	28 26	40 29	28	14 7	17 15	35 40	26 14	26	29 3
				29 34		23 10	35		15 17		7 17		1 8	13 4	19	15 2	14 4
	6			35 28	10 28	15 14			17 7		35 8	13 14			1 10	30 29	30 14
				40 29	24 35	28 26			10 40		2 14	15 7			35	14	7 26
	7			2 17	10 35	29 30	3 15	14 15			7 14		5 34	29 30	6		26
				29 4	2 39	6 13	40 14	18 4			17 4		29 4	4 34	3		4
	8			30 2	10 14	2 18	40		26 7						2 10	10 35	10 15
				14 18	18 39	40 4			9 39						19 30	4 18	17 7
	9			2 26	36 39	29 30	9 14	1 7	1 7			1 15	29 4	6 35		2 6	10 6
			29 40	34 10	7	15 7	4 35	4 17			29 4	38 34	4		34 10	2 34	
10			35 10	10 39	35	9 14	19 11	35 8			7 2			35 34	35 16	35 37	
			19 14	35 34	3	17 15	2 14				35			38	32 18	10 2	
11			8 10	15 10	35 29	36	30 14	9 34	13 14	5 34	14 4	7 2		35 15	14 26	14 10	
			29 4	26 3	3 5	22	10 40	5 4	10 7	4 10	15 22	35		34 18	9 25	34 17	
12			1 28	10 13	10 19	8 3	13 14	7 30		7 29		35 15		9 19		17 26	
			13 38	28 38	29 38	26 14	8	34		34		18 34		35 5		34 10	
13																	

Tabla 2.F.1.1  
Sección de la Matriz BioTriz con los parámetros y principios seleccionados

El principio seleccionado para ser tomado como punto de partida para la resolución del problema planteado que se tomó fue el siguiente:

14. **Curvatura:** Reemplazar las partes lineales o superficies planas con curvas. Reemplazar formas cúbicas por esféricas.

En la siguiente etapa, es donde los alumnos comenzaron a buscar referentes análogos observados en los campos de la biología vinculados al principio inventivo seleccionado. Se analizaron varios referentes para luego realizar una comparación entre las soluciones orgánicas escogidas y las necesidades – o problemas a resolverse- de los objetos planteadas previamente.

En este caso, se desarrollan las tres herramientas requeridas mediante las siguientes referencias naturales que se encuentran detalladas en los siguientes paneles (figuras 2.70, 2.71 y 2.72).

En primer lugar, la relación píteo-pie del hongo como referencia del objeto pala; el principio aprehensivo de las pinzas frontales de los coleópteros o escarabajos como referencia de la pinza y la solución del par frontal de pinzas serradas del insecto *dorcus titanus* para el desarrollo de la herramienta tijera. Los referentes naturales seleccionados fueron diferentes a partir de la función necesaria para la operación a realizar en cada uno de los objetos.

El punto que se mantuvo en común en los tres elementos del kit fue el uso del principio inventivo (Curvatura) para el desarrollo de morfologías que permitan cumplir con los objetivos iniciales de protección, comodidad y seguridad.

Figura 2.69 Kit de Jardinería: Pala-Cultivador-Trasplantador



Figura 2.70 Panel 1. Desarrollo del objeto pala a partir de la implementación de referencias naturales aplicando la metodología BioTriz

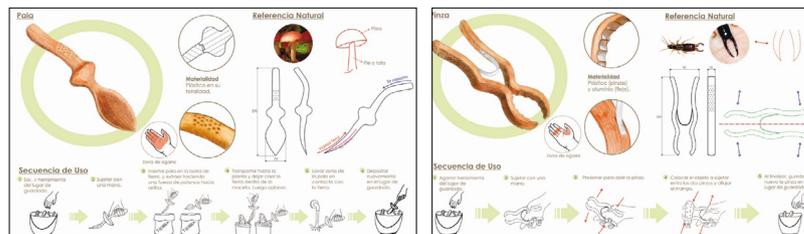


Figura 2.71 Panel 2. Desarrollo del objeto pinza a partir de la implementación de referencias naturales aplicando la metodología BioTriz

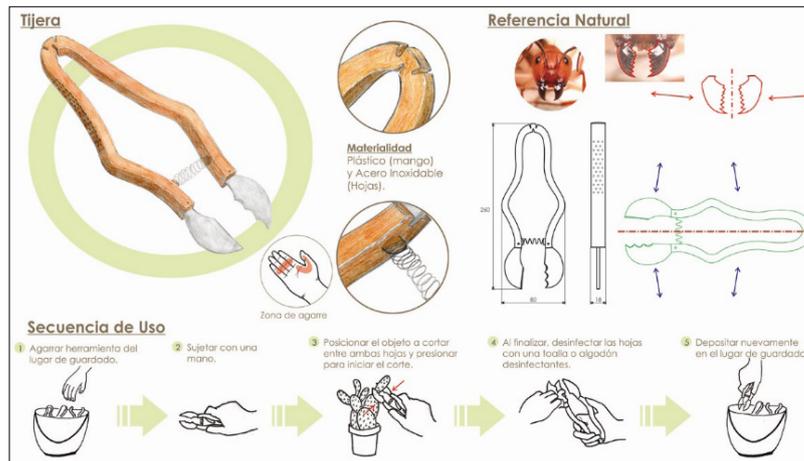


Figura 2.72 Panel 3. Desarrollo del objeto tijera a partir de la implementación de referencias naturales aplicando la metodología BioTriz

En este caso se observa claramente la aplicación de, en primer lugar, referentes naturales seleccionados específicamente para la correcta realización de las operaciones de cada uno de los objetos, y en segundo lugar, se observa como un resultado positivo la intervención del principio inventivo de curvatura como elemento para plantear soluciones a los objetivos.

EXPERIENCIA F	Año	Ámbito Académico	Experiencia	Duración	Alumnos	Proyecto
CASO F2	2017	Taller de Diseño 1° año Cátedra Simonetti Carrera Diseño Industrial FADU - UBA	F Trabajo Práctico de Biomimetismo Proyectual	10 clases (40 horas)	- Mastrosimone - Lavaselli	Herramientas de jardinería. SERRUCHO Tijera Weeder

## CASO F2

En la tabla 2.F.2 se presentan las características relevantes correspondientes al caso F2. En la primera etapa el grupo de alumnos definió el problema de una manera general estableciendo las propiedades y funciones de los objetos seleccionados. En este caso, el kit de herramientas estaba compuesto por un serrucho, una tijera y un weeder. Los objetivos planteados para este kit fueron los de resolver un mejor agarre de las herramientas así como aspectos de liviandad y mejor accesibilidad.

En la siguiente etapa se pasa a describir el problema como un conflicto entre un par de parámetros (enmarcados en la matriz de contradicción de 39x39 filas y columnas). A continuación se plantearon los parámetros para la resolución de los objetos planteados (kit de herramientas de jardinería). El par de parámetros en conflicto seleccionados en este caso fueron los siguientes:

- **Mejora:** Forma (la configuración de la superficie característica de un objeto en el par de conflicto. Una forma definida y distintiva de la zona operacional durante el tiempo de operación).
- **Empeora:** Estabilidad de la composición del objeto (la integridad del sistema; la relación de los elementos del sistema durante el tiempo operacional. El desgaste, la descomposición química y el desmontaje son todas las disminuciones en la estabilidad del objeto).

A partir de la definición de estos dos parámetros, la Matriz *BioTriz* sugiere los siguientes principios de invención:

- 1. **Segmentación**
- 4. **Asimetría**
- 18. **Vibración mecánica**
- 33. **Homogeneidad**





Figura 2.73 Kit de Jardinería: Serrucho-Tijera-Weeder



Figura 2.74 Panel 1. Desarrollo del objeto serrucho a partir de la implementación de referencias naturales aplicando la metodología BioTriz



Figura 2.75 Panel 2. Desarrollo del objeto tijera a partir de la implementación de referencias naturales aplicando la metodología BioTriz

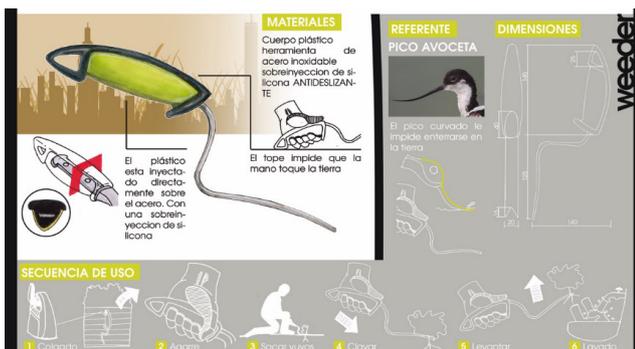


Figura 2.76 Panel 3. Desarrollo del objeto weeder a partir de la implementación de referencias naturales aplicando la metodología BioTriz

## CASO F3

En la tabla 2.F.3 se presentan las características relevantes correspondientes al caso F3.

En la primera etapa el grupo de alumnos definió el problema de una manera general estableciendo las propiedades y funciones de los objetos seleccionados. En este caso, el kit de herramientas a resolver estaba compuesto por un cultivador, una pala y un trasplantador.

En este kit los objetivos a cumplir eran los de lograr un buen agarre, así como también, facilidad en el uso y en la operación para usuarios con motricidad reducida.

En la siguiente etapa se pasa a describir el problema como un conflicto entre un par de parámetros (enmarcados en la matriz de contradicción de 39x39 filas y columnas).

A continuación se plantearon los parámetros para la resolución de los objetos planteados (kit de herramientas de jardinería). El par de parámetros en conflicto seleccionados en este caso fueron los siguientes:

- **Mejora:** Facilidad de operación (Conveniencia de uso. El proceso fácil de operar tiene mejor capacidad de control y alto rendimiento).
- **Empeora:** Peso del objeto estacionario (la masa de un objeto en un campo gravitacional. La fuerza con que el objeto interactúa en su soporte o suspensión, en la superficie sobre la que se colocó).

A partir de la definición de estos dos parámetros, la Matriz *BioTriz* sugiere los siguientes principios de invención:

### 1. Segmentación / 6. Universalidad / 13. Inversión / 25. Autoservicio

El principio inventivo seleccionado para ser tomado como punto de partida para la resolución del problema sería el siguiente:

**6. Universalidad:** Hacer que el objeto realice múltiples funciones, eliminando así la necesidad de otros objetos.

Tabla 2.F.3  
Características  
del caso F3

EXPERIENCIA F	Año	Ámbito Académico	Experiencia	Duración	Alumnos	Proyecto
CASO F3	2017	Taller de Diseño 1° año Cátedra Simonetti Carrera Diseño Industrial FADU - UBA	F Trabajo Práctico de iomimetismo Proyectual	10 clases (40 horas)	- Giebert - Jonte - Longo	Herramientas de jardinería. Cultivador Pala Trasplantador

Tabla 2.F.3.3  
Sección de la  
Matriz BioTriz  
con los parámetros y principios  
seleccionados

	EMPEORAR	SUSTANCIA					ESPACIO				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SUSTANCIA	MEJORAR										
	1			5 35	3 26	28 27	15 8		29 17		29 2
				3 31	18 31	18 40	29 34		38 34		40 28
	2			5 8	19 6	28 2		10 1		35 30	
				13 30	18 26	10 27		29 35		13 2	
ESPACIO	3	35 6	35 3		6 3	35 28	14 29	10 28	35 2	10 18	1 29
		23 40	7 32		10 24	31 40	10 39	24	10 31	39 31	30 36
	4	35 6	27 26	6 3		14 35	29 14		15 14	2 18	15 20
		18 31	18 35	10 24		34 10	35 18		29	40 4	29
	5	1 8	40 26	35 28	29 10		1 15	15 14	3 34	9 40	10 15
TIEMPO		40 15	27 1	31 40	27		8 35	28 26	40 29	28	14 7
	6	8 15		4 29	29	8 35			15 17		7 17
		29 34		23 10	35	29 34			4		4 35
	7		35 28	10 28		15 14				17 7	
			40 29	24 35		28 26				10 40	
ENERGÍA	8	2 17		10 35	29 30	3 15	14 15				7 14
		29 4		2 39	6 13	40 14	18 4				17 4
	9		30 2	10 14	2 18	40		26 7			
			14 18	18 39	40 4			9 39			
	10	2 26		36 39	29 30	9 14	1 7		1 7		
ESTRUCTURA		29 40		34 10	7	15 7	4 35		4 17		
	11		35 10	10 39	35	9 14	19 14	35 8			
			19 14	35 34	3	17 15		2 14			
	12	8 10	15 10	35 29	36	30 14	29 34	13 14	5 34		14 4
		29 40	26 3	3 5	22	10 40	5 4	10 7	4 10		15 22
INFORMACIÓN	13	2 28		10 13	10 19	8 3	13 14		29 30		7 29
		13 38		28 38	29 38	26 14	8		34		34
	14	19 5		28 27	3 35	27 3	2 19		3 17		10 2
		34 31		3 18	10 40	10	9		19		19 30
	15		6 27	27 16	3 35			14 0			
INFORMACIÓN		19 16	18 38	31			35				
	16	10 20	10 20	35 18	35 38	29 3	15 2	30 24	26 4	10 35	2 5
		37 35	26 5	10 39	18 16	28 18	29	14 5	5 16	17 4	34 10
	17	35 26	28 27	28 10	35	29 28	18 4	30 7	10 26	10 35	2 6
		24 37	15 3	35 23	14 29	10 18	28 38	14 26	34 31	17 7	3 10
INFORMACIÓN	18	8 1	18 13	8 35	18 36	35 10	17 19	28	19 10	1 18	15 9
		37 18	1 28	40 5		14 27	9 36	10	15	36 37	12 37
	19	10 36	13 29	10 36	10 14	9 18	35 10	35 1		10 15	6 35
		37 40	10 18	3 37	36	3 40	36	14 16		36 37	10
	20	36 22	22 35	21 36	3 17	10 30	15 19	15 19	3 35	35	34 39
INFORMACIÓN		6 38	32	29 31	30 39	22 40	9	9	39 18	38	40 18
	21	19 1	2 35	13	1	35	19 32		19 32		2 13
		32	32	1	19	19	16		26		10
	22	12 18		35 24	34 23	5 19	12		15 19		35 13
		28 31		18 5	16 18	9 35	28		25		18
INFORMACIÓN	23		19 9	28 27	3 35	35					
			6 27	18 31	31						
	24	8 36	19 26	28 27	4 34	26 10	1 10		19 38	17 32	35 6
		38 31	17 27	18 38	19	28	35 37			13 38	38
	25	15 6	19 6	35 27	7 18	26	7 2	6 38	15 26	17 7	7 18
INFORMACIÓN		19 28	18 9	2 37	25	26	6 13	7	17 30	30 18	2 3
	26	21 35	26 39	2 14	15 32	17 9	13 15	37	2 11	39	28 10
		2 39	1 40	30 40	35	15	1 28		13		19 39
	27	28 32	28 35	35 31	32	3	10 28	2 32	28 33	2 29	32 23
		13 18	2 79	10 24	30	27	29 37	10	29 32	18 36	2
INFORMACIÓN	28	28 29	1 27	15 34	35 23	13	1 29	15 17	13 1	16	13 29
		15 16	36 13	33	1 24	10 32	13 17	27	26 12	40	1 40
	29	26 30	2 26	35 10	13 3	2 13	1 19	26	14 1	6	34 26
		34 36	35 39	28 29	27 10	28	26 24		13 16	36	6
	30	10 24	10 35		24 28		1	26	30	30	
INFORMACIÓN		35	5	35		26		26	16		
	31	3 8	3 10	10 35	21 28	11	15 9	15 29	17 10	32 35	3 10
		10 40	8 28	29 39	40 3	28	14 4	28 11	14 16	40 4	14 24
	32	32 35	28 35	10 16	2 6	28 6	28 26	32 28	26 28	26 28	32 13
		26 28	25 26	31 28	32	32	5 16	3 16	32 3	32 3	6
INFORMACIÓN	33	22 21	2 22	33 22	35 33	18 35	17 1	1	22 1	27 2	22 23
		27 39	13 24	19 40	29 31	37 1	39 4	18	33 28	39 35	37 35
	34	19 22	35 22	10 1	3 24	15 35	17 15		17 2	22 1	17 2
		15 39	39	34	39 1	22 2	16 22		18 39	40	40
	35	25 2	6 13	28 32	12	32 40	1 17		1 17	18 16	1 16
INFORMACIÓN		13 15	1 25	2 24	35	3 28	13 12		13 16	15 39	35 15
	36	2 27	3 27	2 35	2 28	11 1	1 28	3 18	15 13	16	25 2
	25 11	5 11	24 27	10 25	2 9	10 25	3 1	3 2	25	35 11	

En esa etapa es donde comienzan los alumnos a buscar referentes análogos observados en los campos de la biología y a su vez teniendo en cuenta a uno de los principios de invención sugeridos por la Matriz BioTriz (Universalidad) para utilizarlo como referencia para el desarrollo de las propuestas.

Se analizaron esos referentes para luego realizar una comparación entre las soluciones orgánicas escogidas y las necesidades – o problemas a resolverse- de los objetos planteadas previamente.

El caso F3 también parte de fundamentos de diseño del conjunto proyectado (las tres herramientas del *kit* presentado en la figura 2.77) extraídos puntualmente de referencias naturales tal como se presenta en los paneles de las figuras 2.78, 2.79 y 2.80: la garra de la suricata se toma como punto de partida para el desarrollo de la herramienta cultivadora; el caparazón del nautilus refiere al diseño de la pala y el pico prensil del hornero se utilizó para proyectar la herramienta trasplantadora.

Como en los dos casos anteriores, los referentes naturales fueron seleccionados para lograr la mejor funcionalidad de cada uno de los objetos, el principio inventivo seleccionado se tomó como referente para el planteo de la solución general del kit en cuanto al desarrollo de un buen agarre dando la posibilidad de la facilidad para el uso y planteando cierto grado de universalidad en los objetos generando alternativas de uso.

A modo de comentario de conclusión de los casos analizados en la Experiencia F se observa lo siguiente:

Los casos de esta experiencia basados en el desarrollo de herramientas de jardinería es un trabajo que se realiza con bastante frecuencia en los cursos básicos de la carrera, dada su escala áptica y a la posibilidad de diseñar herramientas ergonómicas desde el análisis de la relación del producto con la mano.

Figura 2.77 Kit de Jardinería: Cultivador-Pala-Trasplantador



## CULTIVADOR



Figura 2.78 Panel 1. Desarrollo del objeto cultivador a partir de la implementación de referencias naturales aplicando la metodología BioTriz

## PALA



Figura 2.79 Panel 2. Desarrollo del objeto pala a partir de la implementación de referencias naturales aplicando la metodología BioTriz

## TRASPLANTADOR

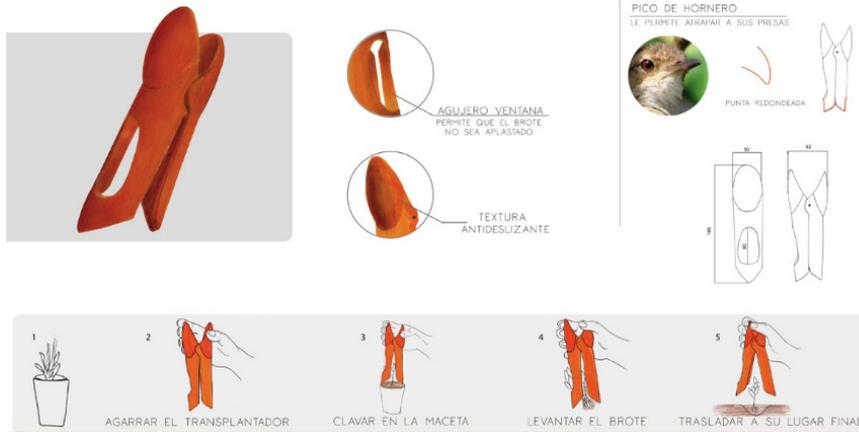


Figura 2.80 Panel 3. Desarrollo del objeto trasplantador a partir de la implementación de referencias naturales aplicando la metodología BioTriz

