



# Entornos invisibles

(de la ciencia y la tecnología)



## Chacra orgánica

Capítulo 7

Guía didáctica  
Autores | Ing. Carlos María Marpegán | Prof. María J. Mandón

## Autoridades

---

Presidente de la Nación

**Dra. Cristina Fernández de Kirchner**

Ministro de Educación

**Dr. Alberto E. Sileoni**

Secretaría de Educación

**Prof. María Inés Abrile de Vollmer**

Directora Ejecutiva del Instituto Nacional de Educación Tecnológica

**Lic. María Rosa Almando**

Director Nacional del Centro Nacional de Educación Tecnológica

**Lic. Juan Manuel Kirschenbaum**

Director Nacional de Educación Técnico Profesional y Ocupacional

**Ing. Roberto Díaz**

---

**Ministerio de Educación.**

**Instituto Nacional de Educación Tecnológica.**

Saavedra 789. C1229ACE.

Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

República Argentina.

2011

---

Director de la Colección:

**Lic. Juan Manuel Kirschenbaum**

Coordinadora general de la Colección:

**Claudia Crowe**

Diseño didáctico y corrección de estilo:

**Lic. María Inés Narvaja**

**Ing. Alejandra Santos**

Coordinación y producción gráfica:

**Augusto Bastons**

Diseño gráfico:

**María Victoria Bardini**

**Augusto Bastons**

**Martín Alejandro González**

**Federico Timerman**

Ilustraciones:

**Diego Gonzalo Ferreyro**

**Martín Alejandro González**

**Federico Timerman**

Administración:

**Cristina Caratozzolo**

**Néstor Hergenrether**

Colaboración:

**Jorgelina Lemmi**

**Psic. Soc. Cecilia L. Vázquez**

**Dra. Stella Maris Quiroga**

“Colección Encuentro Inet”.

Director de la Colección: Juan Manuel Kirschenbaum.

Coordinadora general de la Colección: Claudia Crowe.

Queda hecho el depósito que previene la ley Nº 11.723. © Todos los derechos reservados por el Ministerio de Educación - Instituto Nacional de Educación Tecnológica.

Reproducción autorizada haciendo mención de la fuente.

Industria Argentina

.....ADVERTENCIA.....

La habilitación de las direcciones electrónicas y dominios de la web asociados, citados en este libro, debe ser considerada vigente para su acceso, a la fecha de edición de la presente publicación. Los eventuales cambios, en razón de la caducidad, transferencia de dominio, modificaciones y/o alteraciones de contenidos y su uso para otros propósitos, queda fuera de las previsiones de la presente edición. Por lo tanto, las direcciones electrónicas mencionadas en este libro, deben ser descartadas o consideradas, en este contexto.

# Colección Encuentro Inet

Esta colección contiene las siguientes series (coproducidas junto con el Instituto Nacional de Educación Tecnológica - INET):

- La técnica
- Aula-taller
- Máquinas y herramientas
- Entornos invisibles de la ciencia y la tecnología

## DVD 4 | Aula-taller

<b>Capítulo 1</b> Biodigestor	<b>Capítulo 3</b> Planta potabilizadora
<b>Capítulo 2</b> Quemador de biomasa	<b>Capítulo 4</b> Probador de inyecciones

## DVD 5 | Aula-taller

<b>Capítulo 5</b> Planta de tratamiento de aguas residuales	<b>Capítulo 7</b> Banco de trabajo
<b>Capítulo 6</b> Tren de aterrizaje	<b>Capítulo 8</b> Invernadero automatizado

## DVD 6 | Máquinas y herramientas

<b>Capítulo 1</b> Historia de las herramientas y las máquinas herramientas	<b>Capítulo 3</b> Diseño y uso de Herramientas de corte
<b>Capítulo 2</b> Diseño y uso de Máquinas Herramientas	<b>Capítulo 4</b> Nuevos paradigmas en el mundo de las máquinas herramientas y herramientas de corte

## DVD 7 | Entornos invisibles (de la ciencia y la tecnología)

**Capítulo 1**  
Parque de diversiones

**Capítulo 3**  
Red de energía eléctrica

**Capítulo 2**  
Cocina

**Capítulo 4**  
Campo de deportes

## DVD 8 | Entornos invisibles (de la ciencia y la tecnología)

**Capítulo 5**  
Estadio de Rock

**Capítulo 7**  
Chacra orgánica

**Capítulo 6**  
Estructuras

**Capítulo 8**  
Bar

## DVD 9 | Entornos invisibles (de la ciencia y la tecnología)

**Capítulo 9**  
Estación meteorológica

**Capítulo 12**  
Camping musical

**Capítulo 10**  
Restaurante

**Capítulo 13**  
Hospital

**Capítulo 11**  
Seguridad en obras de construcción

# Índice | Chacra orgánica

<b>7.1. Presentación</b>	<b>09</b>
◆ 7.1.1. Propósitos generales	09
◆ 7.1.2. Eje conceptual general	09
<b>7.2. Esquema resumen de contenidos</b>	<b>10</b>
◆ 7.2.1. Áreas temáticas y contenidos básicos	10
<b>7.3. Desarrollo de contenidos</b>	<b>11</b>
◆ 7.3.1. Los recursos naturales y la chacra	12
◆ 7.3.2. Producción primaria y secundaria	12
◆ 7.3.3. La Comarca Andina del Paralelo 42	12
◆ 7.3.4. Diferentes tipos de chacras	13
• 7.3.4.1. La producción orgánica	13
<b>7.4. Los escenarios del video</b>	<b>14</b>
<b>7.5. Aplicación de contenidos básicos de las ciencias naturales para comprender mejor a la chacra como sistema productivo</b>	<b>25</b>
◆ 7.5.1. La energía en los seres vivos. El ciclo del carbono. Fotosíntesis y respiración	26
◆ 7.5.2. La fijación del carbono. Los polisacáridos	28
◆ 7.5.3. Un ejemplo en un vegetal de la chacra (una hortaliza o un cereal)	29
◆ 7.5.4. La vida de las plantas. Absorción de nutrientes	29
◆ 7.5.5. El ciclo del nitrógeno. La degradación de las proteínas	30
◆ 7.5.6. Los abonos	30
◆ 7.5.7. La microfauna del suelo. Descomposición y mineralización	31
<b>7.6. El enfoque sistémico</b>	<b>32</b>
◆ 7.6.1. Los sistemas	32
◆ 7.6.2. Composición, estructura y entorno del sistema	33
◆ 7.6.3. El límite o frontera	34
◆ 7.6.4. La finalidad de los sistemas	34
◆ 7.6.5. Función y funcionamiento (procesos)	35
◆ 7.6.6. Las relaciones entre el todo y las partes	36
◆ 7.6.7. Las relaciones entre el sistema y el entorno	36
◆ 7.6.8. Complejidad	38
◆ 7.6.9. El enfoque sistémico	38

<b>7.7. El proyecto tecnológico</b>	<b>39</b>
◆ 7.7.1. La gestión de proyectos	40
◆ 7.7.2. Elaboración del proyecto tecnológico	40
<b>7.8. Actividades para el aprendizaje</b>	<b>42</b>
<b>7.9. Bibliografía de apoyo</b>	<b>56</b>

## 7. Chacra orgánica



Diversos procedimientos que se llevan a cabo en una chacra orgánica.

## 7.1. Presentación

### 7.1.1. Propósitos generales

Los propósitos generales de esta guía son los siguientes:

- analizar los componentes básicos de una producción agropecuaria sustentable: procesos productivos, técnicas, recursos;
- aplicar contenidos básicos de ciencia y tecnología para comprender mejor a los sistemas productivos agropecuarios en pequeña escala;
- sugerir algunas actividades prácticas para profundizar los conceptos abordados por la parte teórica de la guía y por el video.

Consideramos un eje conceptual general que expresa la idea básica que da sentido a esta propuesta didáctica, desde la cual se ordenan, se articulan y se problematizan los diversos contenidos.

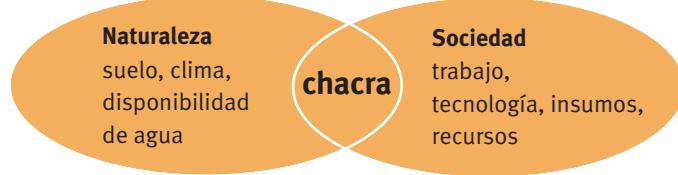
### 7.1.2. Eje conceptual general

#### *La chacra vista como un sistema complejo en interacción dinámica*

En este marco, definimos a la *chacra*<sup>1</sup> como un tipo particular de emprendimiento donde se producen, en pequeña escala, productos primarios que forman parte de la cadena productiva, relacionados con la alimentación de las personas.

Con este fin, las chacras están ubicadas en lugares específicos que presentan un tipo de clima y suelo, que junto con la disponibilidad de agua determinan la posibilidad de crecimiento de plantas y animales. Este es el *escenario*: una alianza entre la naturaleza (el suelo, la disponibilidad de agua, el clima, etc.) y el trabajo humano que –utilizando determinadas técnicas, recursos e insumos (herramientas, máquinas, instalaciones)– origina una actividad específica: la producción agropecuaria.

La chacra se ubica entonces en la intersección de dos mundos interrelacionados:

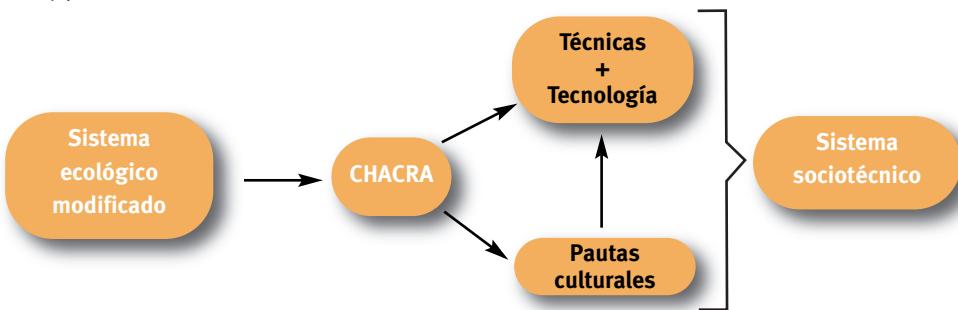


<sup>1</sup>Palabra usual en Sudamérica, tomada del quechua: *chajra*, cuyo sinónimo de origen europeo es: *granja*.

Aún dentro de su enorme diversidad, las chacras tienen una *estructura común* que las caracteriza. En este sentido: la *chacra* es un sistema *complejo*.

Vamos a analizar esa complejidad a través del enfoque sistémico. Llamamos sistema a un conjunto de elementos en interacción dinámica, vinculados funcionalmente y en pos de un objetivo. La estructura del sistema es el conjunto de las relaciones que se establecen entre sus elementos (componentes o subsistemas). Estas relaciones le dan al sistema una forma de organización propia, que le permite funcionar como una totalidad.

Trataremos de ver a la chacra como una pequeña unidad organizada y, desde una visión sistemática integradora, analizaremos algunos aspectos de sus complejas y delicadas interrelaciones y procesos.



## 7.2. Esquema resumen de contenidos

La chacra es un buen ejemplo de armonía entre los cuatro factores de la producción: la naturaleza (a veces se designa como “tierra”), el trabajo, el capital<sup>2</sup> y la tecnología.

La tecnología de la chacra incluye el conjunto de conocimientos, técnicas, formas de organización (por ejemplo, el “manejo”), herramientas, máquinas y demás recursos que utiliza el chacarero. Además, muchos conocimientos propios de las Ciencias Naturales y Ciencias Sociales están asociados a los sistemas de producción de alimentos.

La elección del sitio, la elección de las especies, la época de plantación, los sistemas de manejo, los sistemas de riego, nutrición y tratamiento del suelo (abono), el control de malezas, plagas y enfermedades, etc. son algunos ejemplos de tecnologías productivas.

### 7.2.1. Áreas temáticas y contenidos básicos

El siguiente esquema muestra algunos de los contenidos estructurantes básicos que se desarrollan con el apoyo del video:

<sup>2</sup> El *capital* no es sólo el dinero, incluye todo lo invertido: mejoras, plantas, animales, máquinas, herramientas, prestigio del establecimiento, clientela, etc.

CIENCIAS	TECNOLOGÍA
<p>Transformaciones de la materia y la energía.</p> <p>Ciclos naturales: ciclo del nitrógeno.</p> <p>Fotosíntesis y descomposición.</p> <p>Síntesis proteica. Suelo y nutrientes.</p>	<p>Sistemas de producción agropecuaria sustentable.</p> <p>Técnicas y procesos productivos: hortalizas, frutas finas, lácteos.</p> <p>Recursos e insumos. La tierra. Materiales. Herramientas. Máquinas.</p>

A continuación se enumeran los contenidos que se abordan en esta guía, respetando el mismo esquema (ciencia y tecnología):

#### **1. CIENCIA. Los ciclos de la nutrición: flujos y transformaciones de materia y energía.**

Los tres eslabones de la cadena alimentaria: vegetales, animales y microorganismos.

Los vegetales. Fotosíntesis: la fijación del carbono. Los polisacáridos.

Absorción de nutrientes. El agua como recurso. El riego.

El suelo. Los nutrientes. El intercambio catiónico. El pH. La ley del mínimo.

Los microorganismos. Descomposición y mineralización. La degradación de las proteínas.

Los abonos.

Los grandes ciclos naturales. Ciclo del carbono. Ciclo del nitrógeno. Ciclo del agua.

Síntesis proteica. Nutrición animal.

#### **2. TECNOLOGÍA. Sistemas de producción agropecuaria sustentable.**

Procesos de producción primaria. Producción vegetal y producción animal.

Algunas técnicas y procesos productivos (hortalizas, frutas finas, lácteos).

Recursos. Los recursos naturales: permanentes y renovables.

Insumos. Materiales. Herramientas. Máquinas. Almacenamiento. Sistemas de riego.

Tecnologías de gestión: planificación y manejo.

Procesos de producción secundaria (agroindustria).

### **7.3. Desarrollo de contenidos**

En este punto se efectúa un desarrollo general de los contenidos que subyacen en el video. Estos contenidos son pasibles de ser enseñados de maneras y estrategias diversas como se demuestra en las actividades que se sugieren, al final de esta guía, para tal fin. En cada una de las actividades propuestas se muestran los posibles contenidos específicos que pueden abordarse en cada caso.

### 7.3.1. Los recursos naturales y la chacra

Existen distintos tipos de recursos naturales:

- *Recursos naturales permanentes*: son los que no disminuyen con el consumo, en particular el sol, el aire y ciertos recursos que derivan de la energía solar como el viento.
- Recursos naturales renovables: se recomponen una vez utilizados, porque continúan actuando los factores naturales que los originan: fauna, flora, suelo, agua. Estos recursos forman parte de los ciclos naturales.
- *Recursos no renovables*: existen en cantidad limitada (como los minerales y los combustibles fósiles). El consumo de los recursos no renovables produce inevitablemente su disminución.

Las sociedades humanas, desde su origen, basan su existencia y desarrollo en la utilización de los recursos naturales renovables.

La explotación de los recursos naturales es mediada por distintas tecnologías:

- *Tecnologías apropiadas*: se basan en un tratamiento amigable del recurso natural y pueden ser manejadas por el usuario. Es decir que el usuario tiene directa intervención porque resuelve los problemas sin dependencias innecesarias del mercado. Este tipo de tecnología de ningún modo niega los avances tecnológicos. Un invernadero, el uso de un motocultivador, un riego por goteo son ejemplos de estas tecnologías.
- *Tecnologías agresivas*: procuran un alto grado de productividad, generalmente de un solo producto (monocultivo) y están basadas en un manejo agresivo de los recursos naturales. Las chacras que utilizan tecnologías apropiadas son emprendimientos de tipo *sustentable*, porque no agotan los recursos y los dejan disponibles para las generaciones futuras.

### 7.3.2. Producción primaria y secundaria

Mediante los procesos de *producción primaria* la sociedad procura ciertos insumos directamente de la naturaleza, es decir actúa sobre los recursos naturales. El principal recurso natural en la chacra es el suelo. Desde el suelo se extraen los productos primarios, los vegetales, hortalizas, frutos, pasturas o granos para los animales, que aportarán huevos, leche, carne, lana, etc. En general, se producen o extraen materiales para su consumo directo o para su posterior transformación en otros productos.

En la chacra, los productos primarios pueden continuar su transformación en un proceso secundario (fruta fina para yogur o para dulce, leche para dulce o queso), o incorporarse al mercado consumidor sin mayor valor agregado.

### 7.3.3. La Comarca Andina del Paralelo 42

La Comarca Andina del Paralelo 42, cuyo epicentro es la ciudad de El Bolsón, es una micro-región biprovincial (provincia del Chubut y provincia de Río Negro). Se caracteriza por presentar

valles cordilleranos muy profundos y estrechos (altitud mínima de 250 msnm), de origen glaciológico y cubiertos por bosques de la formación andino-patagónica, lo que determina que la superficie cultivable sea reducida, por estar confinada al fondo de los valles glaciarios. Su escasa altura al nivel del mar, confiere a los valles un clima particular, al abrigo de vientos fuertes y con una temperatura media anual superior al resto de las localidades patagónicas. El clima es templado-frío con un régimen pluviométrico de tipo mediterráneo (precipitaciones de aproximadamente 900 mm al año) y veranos secos y cortos. La baja altitud ocasiona cierta benignidad climática en relación a la latitud (son muy escasas las nevadas y las mínimas absolutas raramente pasan de -7 °C). La temperatura media anual oscila alrededor de los 9 °C con una media en enero próxima a los 17 °C y una media en julio de 3 °C. Otro factor condicionante de la producción agropecuaria reside en que ésta es una zona donde no existe un período libre de heladas, por lo que resulta riesgoso el desarrollo de cultivos sensibles (salvo en invernadero).

Desde el punto de vista económico, cabe destacar la alta subdivisión de la tierra, lo que determina que gran parte de la producción se destine al autoconsumo, y también al desarrollo, en el caso de la producción comercial, de sistemas intensivos, en muchos casos con pequeñas agroindustrias anexas. Dada la gran belleza escénica de la región, las actividades agroturísticas se perfilan como una alternativa interesante para el sector rural, con algunos microemprendimientos ya existentes en esa línea.

### 7.3.4. Diferentes tipos de chacras

En la Comarca Andina coexisten diferentes tipos de chacras. En este escenario queremos mostrar algunas de ellas.

- **Chacras de producción mixta** (hortalizas, frutales, frutas finas, hierbas aromáticas, cerdos, aves de corral, etc.), con una agricultura tradicional que ha perdurado desde la ocupación humana de estos valles (a fines del S. XIX y principios del S. XX). Es una actividad de subsistencia que utiliza técnicas tradicionales.

- **Chacras con una variada incorporación de tecnología**, con diverso nivel de desarrollo y con producciones más específicas: lúpulo, fruta fina, hortalizas, lácteos. Algunas con producción orgánica certificada.

#### 7.3.4.1. La producción orgánica

Según la Ley Nacional 25.127/99 “se entiende por ecológico, biológico u orgánico a todo sistema de producción agropecuario, su correspondiente agroindustria, como así también a los sistemas de recolección, captura y caza, sustentables en el tiempo y que mediante el manejo racional de los recursos naturales y evitando el uso de los productos de síntesis química y otros de efecto tóxico real o potencial para la salud humana,

- brinde productos sanos,
- mantenga o incremente la fertilidad de los suelos y la diversidad biológica,

- conserve los recursos hídricos,
- presente o intensifique los ciclos biológicos del suelo para suministrar los nutrientes destinados a la vida vegetal y animal,
- proporcionando a los sistemas naturales, cultivos vegetales y al ganado condiciones tales que les permitan expresar las características básicas de su comportamiento innato, cubriendo las necesidades fisiológicas y ecológicas”.

La producción orgánica favorece la sustentabilidad de los recursos y otorga un marco inicial de valor. La Argentina totalizaba, en el 2006, 2,6 millones de hectáreas bajo seguimiento de producción orgánica y es uno de los países de Latinoamérica con mayor porcentaje de tierras orgánicas. Además, la producción orgánica promueve el mantenimiento de las condiciones de pureza que distinguen a esta comarca andina.

## 7.4. Los escenarios del video

En el video que acompaña esta guía se muestran 2 chacras que se complementan en sus procesos y en sus producciones. A continuación se describen las técnicas, las herramientas, las instalaciones y los procesos que se desarrollan en el mismo.

- **Escenario 1: CIESA (Centro de Investigación y Enseñanza en Agricultura Sostenible) ([www.proyectociesa.com.ar](http://www.proyectociesa.com.ar))**

Es un proyecto dirigido por el Ing. Fernando Pia, desde el año 1994, en el Valle de Las Golondrinas pcia. de Chubut, Patagonia Argentina. En dicho proyecto se pone en práctica el Método Biointensivo (de John Jeavons, Ecology Action, Willits, California).

Sus objetivos son:

- promover la agricultura orgánica,
- promover el desarrollo de huertas orgánicas y mini granjas familiares, apuntando a brindar una herramienta efectiva para grupos familiares que desean abandonar las grandes ciudades en busca de una vida solidaria y más cercana a la naturaleza.

El sistema de cultivos *biointensivo*, mediante experiencias realizadas, ha demostrado que es posible producir entre 2 y 3 veces más que el promedio de la región. Utiliza hasta 1/5 menos de agua, incrementa la cantidad de materia orgánica del suelo, utiliza sólo herramientas manuales y desarrolla procesos característicos de la horticultura sostenible.



Imagen 8.1. Vista parcial de la huerta del CIESA

# Técnicas utilizadas en el CIESA

## **La gestión de la chacra: tecnologías blandas**

Toda la organización y gestión de la chacra configura un conjunto de tecnologías blandas que es conocida en el sector con en nombre de “manejo”. Las técnicas que veremos a continuación (ubicación, laboreo, etc.) forman parte del manejo de la chacra. También lo son la planificación de las actividades anuales: almácigos, trasplantes, desmalezado, riego, control de plagas, etc. Por otro lado, el control de la productividad, los costos y la comercialización de los productos son también aspectos gestionales o tecnologías blandas.

### **Ubicación de la huerta**

La elección del lugar es fundamental. Se deben tener en cuenta los siguientes factores:

- **pendiente:** inclinación del suelo que debe favorecer el drenaje y la exposición al sol;
- **heladas:** el lugar debe minimizarlas;
- **orientación:** se prefiere Este-Oeste, para ganar insolación en invierno;
- **tipo de suelo:** que favorezca los cultivos a realizar;
- **drenaje:** que evite charcos o inundaciones;
- **sol y sombra:** en la zona en que está ubicada la chacra es conveniente contar con la mayor cantidad de horas de sol posible. Vigilar la presencia de árboles cercanos;
- **vientos predominantes:** a fin de evitar sus efectos dañinos, como secado, castigo, etc.

### **Preparación del suelo**

Se utiliza la técnica del *bancale profundo o doble excavación*. Consiste en trabajar la tierra a 60 cm de profundidad (en la horticultura convencional la profundidad es de 30 cm). Las plantas desarrollan mejor sus raíces en profundidad y se pueden colocar más plantas por unidad de superficie, de este modo se obtienen plantas más sanas y de mayores rendimientos.

### **Herramientas especiales**

Para el trabajo y preparación del suelo se utilizan las siguientes herramientas:

- **bieldo:** herramienta manual de 4 dientes, ideal para aflojar y labrar la tierra;
- **barra en U:** herramienta manual con dientes que permiten una forma muy práctica de airear el suelo de los bancales;
- **pala plana recta:** ideal para la doble excavación del bancale profundo.

El uso de estas herramientas es esencial para la preparación adecuada del suelo. Por ejemplo, se evita dar vuelta el pan de tierra, pues la mejor tierra, la más rica en materia orgánica, está en la superficie. Los microorganismos benéficos son aerobios y si se entierran pierden el aire y mueren.

### **Abono del suelo – el compostaje**

El compost es una manera de imitar a la naturaleza produciendo una “humificación” controlada; es decir, obteniendo humus<sup>3</sup> de forma artificial por descomposición bioquímica en caliente de residuos orgánicos. Estos residuos pueden ser: hojas de árboles, paja de cereales, pasto verde, excrementos animales, residuos de cocina o de industrias alimenticias, etc.

<sup>3</sup> *Humus:* capa superficial del suelo, constituida por la descomposición de materiales animales y vegetales.

El compost es un *abono compuesto*; el humus producido se agrega al suelo como fertilizante que tiene una gran cantidad de propiedades:

- mejora la estructura del suelo (en suelos arenosos mejora la retención del agua y en suelos arcillosos mejora al drenaje);
- aísla el suelo (mayor porosidad);
- evita la erosión;
- alimenta a la microfauna (en especial las lombrices), hongos y microorganismos benéficos;
- aporta nutrientes y facilita la disponibilidad de los minerales;
- induce al desarrollo de microfauna y hongos;
- nivela el pH (efecto buffer).

El lugar más conveniente para el compostaje es cerca del centro de la huerta para facilitar el traslado del humus.

Hay diversos tipos de compostajes. El más utilizado en nuestra región es el de pila con cajones. Suele tener una forma de U, que posee por detrás una pared de madera (de aprox. 1,5 m de altura) y dos paredes de contención a los costados; estas paredes favorecen el mantenimiento de la humedad.

Las proporciones recomendadas para armar la pila son: 1/3 de material seco (pajitas, aserrín, etc.), 1/3 de material verde (pastos, hojas, restos de cocina, etc.) y 1/3 de tierra de buena calidad (para que aporte microorganismos a modo de siembra para acelerar la fermentación). A todo esto conviene agregar estiércol de animales para aportar nitrógeno.

Estos materiales se colocan en capas, en pilas de 1,5 x 1,5 x 1,5 m y es importante regar seguido para mantener la humedad.

**Proceso del compost:** En el compost, el proceso de *fermentación* es producido por los organismos *descomponedores* o *detritívoros*. Un suelo fértil de 1 ha de superficie y 30 cm de profundidad puede contener más de 7,5 ton de seres vivos: bacterias, hongos, protozoos, algas, nematodos, gusanos e insectos. La función de estos organismos es reciclar la materia orgánica presente en el cuerpo muerto de otros organismos o en sus desechos (excrementos, orina, etc.). Estos organismos, al alimentarse de los restos de animales y plantas, son los agentes del cambio de la materia orgánica en compuestos inorgánicos (mineralización). Las raíces de las plantas absorben estos nutrientes simples para el reinicio del ciclo. El hombre utiliza artificialmente estos procesos de descomposición presentes en la Naturaleza para producir *humus* a partir de residuos orgánicos (compostaje).

Si el compost ha sido bien iniciado, al comienzo la temperatura se eleva en tres o cuatro días a los 55-60 °C. Este proceso mata la mayoría de los microorganismos patógenos y las semillas. A los 20-30 días, la temperatura comienza a bajar indicando una merma del proceso de descomposición (fermentación); en este momento se debe de dar vuelta el compost para mezclar los bordes (fríos) con el interior (caliente). Este volteado (mezclado) permite terminar con la fermentación. A los 2 meses la fermentación disminuye y comienza la maduración, donde aparecen gran cantidad de lombrices e insectos benéficos que ingieren el resto de materia orgánica y completan la labor de los hongos y microorganismos.

### **Sostenibilidad del sistema**

Si el total de la materia orgánica del suelo del sistema chacra decrece, el suelo pierde vida y

se empeora el recurso. Por este motivo, en muchas chacras orgánicas se siembran cultivos especiales (tanto de cereales como de leguminosas) para utilizar como materia prima del compost. La producción de los propios cultivos para el compost permite cerrar el ciclo de los nutrientes sin necesidad de importar materia orgánica desde afuera del sistema. Tales flujos cíclicos de nutrientes y de materia orgánica configuran la sostenibilidad del sistema a través del tiempo. Para comprender mejor esta cuestión veamos algunos fundamentos químico-biológicos.

### ***La vida de las plantas. Absorción de nutrientes***

Las necesidades nutritivas de los vegetales son bastante simples. Para vivir las plantas necesitan en primera instancia sustancias inorgánicas. Los nutrientes más importantes de las plantas –en cantidad– son el dióxido de carbono, el oxígeno y el agua. El dióxido de carbono y el oxígeno se hallan siempre disponibles en el aire. El agua, absorbida por la raíz es la que provee el hidrógeno. Por eso, el agua es un *recurso* primordial cuya disponibilidad no está siempre asegurada. Los recursos hídricos son condicionantes del crecimiento vegetal y por eso el riego puede producir grandes beneficios.

Los elementos químicos necesarios para las plantas son 16. Además de carbono, oxígeno e hidrógeno, se requiere nitrógeno, potasio y calcio, en cantidades significativas. Los restantes *nutrientes* se necesitan en menor cantidad: azufre, fósforo, magnesio, hierro, cinc, cobre, manganeso, cloro, boro y molibdeno.

### ***El suelo. Los nutrientes. El intercambio catiónico. El pH. La ley del mínimo***

Salvo los ya mencionados, carbono, hidrógeno y oxígeno, todos los nutrientes se absorben del *suelo*. La nutrición de las plantas depende, por lo tanto, de la capacidad del suelo. La textura y la estructura de un suelo son centrales para la agricultura. La textura se relaciona con el tamaño y distancia de separación de las partículas; su estructura se relaciona con los distintos componentes. Los suelos arenosos tienen poros grandes y el agua tiende a escurrirse a través de los mismos; de este modo, además de perderse el agua para las raíces, los nutrientes solubles se arrastran hacia abajo. Los suelos muy arcillosos tienen poros muy finos y están permanentemente saturados, bloqueando la aireación de las raíces. Los mejores suelos son los que tienen una estructura fina, se hallan bien aireados y poseen una gran capacidad de retención del agua.

La capacidad de intercambio de cationes de un suelo depende de la cantidad de humus y arcilla presentes. Los suelos arenosos son pobres en materia orgánica, pero pueden hacerse productivos por fertilización y riego.

El pH del suelo condiciona el crecimiento de las plantas. Los suelos muy alcalinos (pH superior a 9) y los suelos muy ácidos (pH inferior a 4) no son adecuados. Muchos nutrientes son insolubles (y por lo tanto se asimilan) si el suelo es muy ácido o muy alcalino. El pH también afecta a las bacterias y demás organismos del suelo.

La ley del mínimo de Liebig (siglo XIX) dice que el crecimiento vegetal está limitado por la disponibilidad del nutriente más escaso. Esta ley es sumamente relevante: por ejemplo, es inútil regar una cosecha que está limitada por la carencia de nitrógeno; si la deficiencia de nitrógeno se corrige, cualquier otro nutriente puede pasar a convertirse en factor limitante. La estrategia de la agricultura es proporcionar todos los nutrientes en cantidades y en proporciones adecuadas. Normalmente, el nutriente limitante es el nitrógeno.

### **El ciclo del nitrógeno. La degradación de las proteínas**

La nutrición animal y vegetal depende, en gran medida, de la disponibilidad de compuestos que contengan nitrógeno. El nitrógeno es un constituyente de las proteínas y los vegetales lo necesitan para su vida en cantidades significativas. Si bien la atmósfera contiene grandes cantidades de nitrógeno, no es asimilable para las plantas; para ello, el nitrógeno debe "fijarse" por combinación con otros elementos. En el suelo, la fijación del nitrógeno se realiza por las bacterias. Las más eficaces son simbióticas porque fijan el nitrógeno en asociación con las raíces de las leguminosas.

El nitrógeno del suelo se encuentra también en la materia orgánica en descomposición, pero las plantas no pueden absorberlo si no está en forma iónica: ion amonio ( $\text{NH}_4^+$ ) o iones nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ). En el ciclo del *nitrógeno*, a partir del nitrógeno del aire ( $\text{N}_2$ , nitrógeno en forma elemental), por sucesivos procesos y reacciones químicas, este elemento pasa a formar los aminoácidos y las proteínas, y luego por degradación de éstas vuelve a la forma elemental. La degradación de las proteínas en aminoácidos, y de estos en nitrógeno inorgánico, ocurre en el suelo por acción de las bacterias que utilizan la energía liberada de este proceso.

### **Control orgánico de plagas y enfermedades**

El mejor control de plagas y enfermedades es un buen manejo de la huerta, que conduce a plantas sanas, fuertes y resistentes a enfermedades y plagas.

Entre las medidas preventivas de manejo tenemos:

- *no efectuar monocultivos*: imitando la biodiversidad de la naturaleza.
- *labranza vertical*: no dar vuelta el pan de tierra (como hacen los arados y motocultivadores), respetando los perfiles originales del suelo (con su microfauna) y evitando la compactación.
- *bancale profundo o doble excavación*;
- *fertilización orgánica balanceada*: mediante un abonado que incorpore los nutrientes y la materia orgánica requeridos;
- *riego adecuado*;
- *cubiertas vegetales*: se trata de mantener el suelo protegido, con cubiertas muertas (paja, virutas, hojas secas) o con cubiertas vivas (por ejemplo, cereales de invierno, habas forrajeras, etc.);
- *rotaciones*: puesto que diferentes cultivos requieren (y aportan) diferentes tipos de nutrientes, se produce así una asociación simbiótica;
- *no utilizar agroquímicos sintéticos*: porque matan a la microfauna benéfica, a los predadores naturales y rompen el equilibrio biológico.

Las medidas de control *incluyen*:

- *conocer bien a la plaga y su ciclo*;
- *utilizar trampas*: dispositivos para atrapar a los insectos (diferentes para cada uno)
- *utilizar coberturas artificiales*;
- *utilizar barreras artificiales*: por ejemplo, anillos plásticos;
- *usar plantas repelentes*: por ejemplo, ajenjo o piretro;
- *recurrir a preparados caseros naturales*: repelentes (por ejemplo, ajenjo y ortiga), o

- insecticidas (Quasia, alcohol de ajo, cocción de tabaco, piretro, etc.);
- *utilizar preparados comerciales naturales:* Permaguard 21, Dipel, Phyton, Caldo Bordeles, Oxicloruro de Cobre, etc.

### ● Escenario 2: CHACRA HUMUS DE MONTAÑA

#### Breve reseña

Desde 1982 la familia Adrión está establecida en el Bolsón, localidad que se encuentra al pie de los Andes Patagónicos, en el paralelo 42. Es un valle muy especial ubicado a 250 m del nivel del mar, con suelos fértiles, aguas cristalinas y aire puro. Su establecimiento cuenta con una superficie de 60 has propias, ubicadas en el Camino de los Nogales, El Bolsón, provincia de Río Negro.

Elegir la producción orgánica porque, si bien es una forma de producir más costosa, están convencidos además de producir alimentos sabrosos y saludables, también deben contribuir a preservar el medio ambiente. Cuentan con habilitación como productores de fruta orgánica para exportar a Europa y Estados Unidos. La chacra se encuentra en el Proyecto de aplicación de las Buenas Prácticas Agrícolas del INTA. Este proyecto desarrollado en la región apunta a generar un protocolo de prácticas que certifiquen con los máximos niveles de calidad aquellas que se desarrollan en los distintos establecimientos.

La producción que se desarrolla en la chacra es:

- a) plantación de frutas finas;
- b) producción de manzanas orgánicas;
- c) producción de pasturas (alfalfa y cereales);
- d) tambo;
- e) fábrica de lácteos.

(Este modelo de producción no es el único ni el ideal, sino el elegido por los dueños, por preferencias particulares y por formación técnica).

#### Producción orgánica

Como dijimos, toda la producción de esta chacra es orgánica. Cuenta con certificación de calidad y de producción orgánica de la OIA (Organización Internacional Agropecuaria) desde 1996. Hablar de producción orgánica es referirse al manejo de diversas producciones agropecuarias (cultivo y cría de animales), de una forma por lo general intensiva para el aprovechamiento óptimo de los recursos, sin utilizar pesticidas, fertilizantes químicos (productos de síntesis química). Recordemos que según la Ley Nacional 25.127/99, la producción orgánica se identifica porque:

- brinda productos sanos,
- mantiene o incrementa la fertilidad de los suelos y la diversidad biológica,
- conserva los recursos hídricos,
- intensifica los ciclos biológicos del suelo para suministrar los nutrientes destinados a la vida vegetal y animal,
- proporciona a los sistemas naturales, cultivos vegetales y al ganado condiciones tales que les permitan expresar las características básicas de su comportamiento innato, cubriendo las necesidades fisiológicas y ecológicas.

Todas estas características se cumplen en la Chacra Humus

Los costos en la producción orgánica son, a simple vista, superiores a los de la producción convencional que utiliza fertilizantes de síntesis química y uso de agroquímicos y pesticidas. Sin embargo, hoy se incluyen también los costos ambientales para ambos tipos de cultivos y en esta comparación la producción orgánica sale triunfante porque preserva el medio ambiente, evitando la contaminación del agua (napas, arroyos, ríos y lagos), preserva la biodiversidad evitando el uso de pesticidas, mantiene y mejora la calidad del suelo, base de toda la producción agropecuaria, permitiendo su uso continuado en el tiempo. Este tipo de producción no contamina el agua (ríos, lagos, napas, etc.) el aire o el suelo, al que no solo no perjudica sino que lo favorece por el tipo de manejo (rotación de los cultivos y producción intensiva). Esto permite mejorar los suelos que ya hayan sido aprovechados por otros cultivos más exigentes, incorporando los nutrientes faltantes y así mejorar la estructura y textura del mismo.

### *Sostenibilidad en la Chacra Humus*

El establecimiento Humus es un ejemplo de un sistema de producción agropecuaria sustentable. La producción es cíclica cerrada, ya que los productos de una etapa de la producción son insumos para la siguiente. Por ejemplo, las pasturas se destinan a la producción de leche, y la producción primaria de frutas finas y leche se destina íntegramente a la producción secundaria en la fábrica de lácteos. Si bien esta producción orgánica de autoabastecimiento requiere de mayor cuidado y tiempo, debido a la complejidad de la producción y diversidad de cultivos, también permite mantener una alta calidad y mayor autonomía en la comercialización de los diversos productos.

En este manejo autosustentable se trata de mantener una cierta relación entre los cultivos, haciendo que los mismos cierren un ciclo productivo (producir desde el pasto hasta la leche) lo que permite organizar un establecimiento más independiente, en cuanto al abastecimiento y a los insumos.

Un ejemplo claro de esto es el compost, que en la Chacra Humus recicla íntegramente los estiércoles de los vacunos en grandes camas, donde son mezclados con residuos de las industrias madereras de la localidad (aserrín y viruta). Luego, el producto del compost es utilizado como abono en todo el suelo de la chacra.

### *Producción de frutas finas: (producción primaria)*

Se produce orgánicamente frutillas, frambuesas, grosellas, boysenberry, cassis, etc. La producción está destinada exclusivamente a la elaboración de yogur frutado en la fábrica de lácteos. La idea es mantener la calidad de todos los productos desarrollando en el propio establecimiento la mayoría de sus insumos. Las frutas finas se cosechan manualmente.



**Imagen 8.2.** Compost con diferentes niveles de maduración

### **Producción y exportación de frutas de pepita (manzanas):**

La granja cuenta con una pequeña superficie destinada al cultivo orgánico de variedades de manzanas de marcada acidez, característica que las hacen muy aceptables en el mercado europeo. Tanto es así que exportan toda la producción. Las variaciones climáticas de cada año condicionan fuertemente la producción. Como protección contra heladas se utiliza el riego por aspersión.

La demanda de este tipo de manzanas está en aumento.

El control de plagas de los manzanos se basa en un buen manejo: poda, abono y cuidado de las plantas para criarlas fuertes y resistentes. Además se utilizan:

- *para los gusanos:* un insecticida a base de virus que aparece en forma natural. Permitido por OIA;
- *para los hongos:* Polisulfato de Ca y Azufre micronizado.

Las manzanas se cosechan a fin de marzo y se despachan inmediatamente. Se embalan en cajones especiales para la exportación llamados *bins*, que son de eucalipto. Medidas 1,20 x 1,60 m y capacidad 300 kg.

### **Producción de pasturas**

En la chacra se producen las pasturas destinadas a la alimentación de los bovinos de leche que proveen la materia prima que utiliza la fábrica de lácteos. Con este fin se cultivan diferentes pasturas (alfalfa, trébol, raigrass, etc). Parte de los pastos se cosechan, enfardan y almacenan para su consumo en invierno. El resto se usa como pastura directa con el sistema de rotación de cuadros, que consiste en rotar el pastoreo. Para eso se utilizan los diferentes cuadros alambrados y el uso sistemático del boyero eléctrico.

### **Sistema de riego**

El sistema de riego utilizado es una típica *tecnología apropiada* porque consiste en un tratamiento amigable del recurso natural que es fácilmente manejado en forma autónoma por el usuario en forma adecuada a su escala de producción.

El sistema de riego es por aspersión para un racional uso del agua. La tasa de uso es de 4 mm diaria x m<sup>2</sup>. En el sistema de riego por aspersión se utilizan aspersores que riegan en forma de círculo o secciones/fracciones de círculo, según cómo se regule el sistema. Se necesita suficiente presión en la cañería de provisión de agua y, generalmente, algún reservorio de agua. El riego por aspersión es ventajoso porque permite regar grandes superficies. Además, imita a la naturaleza en tanto moja las hojas, lavando el polvo e incrementando la fotosíntesis y ahorra horas/hombre.



Imagen 8.3. Plantación de manzanos en invierno (recién podados)

Ocasionalmente, se usa el riego por aspersión como protección contra las heladas.

### Tambo

El tambo está conformado por un plantel de 60 vacas de raza Holando Argentina. Esta raza se adapta muy bien a la región. Toda la producción se destina a la fábrica de lácteos.

### Fábrica de lácteos

En la fábrica se elaboran: leche pasteurizada, yogur con frutas finas



Imagen 8.4. Vista de la fábrica de lácteos



Imagen 8.5. Productos lácteos

(envasado en sachets), quesos regionales y dulce de leche. El mercado local consume el total de lo producido. Desde hace poco tiempo, se elaboran helados, que se producen en una pequeña fábrica en el centro de El Bolsón y se venden en la Feria Franca de esa ciudad.

### Elaboración de yogur

El yogur se elabora en un fermentador de acero inoxidable,<sup>4</sup> con agitador, mediante agregado de fermentos. Posteriormente, se

incorporan pulpas de frutas finas para los diferentes sabores: framboesa y frutos del bosque (frutilla, grosella, cereza, boysenberry, etc.) y, por último, se envasa en sachets de 1 litro.



Imagen 8.6. Fermentador del yogur



Imagen 8.7. Envasadora de sachets de yogur

<sup>4</sup> Todas las instalaciones de la fábrica de lácteos son de acero inoxidable.

### **Elaboración del dulce de leche**

El dulce de leche se elabora con el método artesanal en una paila de acero inoxidable con agitador y se envasa en frascos de ½ kg.

### **Elaboración de quesos**

A continuación se describen los pasos necesarios para la fabricación de quesos.



**Imagen 8.8.** Paila de elaboración del dulce de leche



#### **PASO 1: COAGULACIÓN**

El primer paso en el proceso de fabricación del queso consiste en dejar la leche en un recipiente de coagulación, con lo que el azúcar de la leche, la lactosa, se agria, lo que hace que uno de los constituyentes sólidos de la leche, una proteína llamada caseína, se separe del suero por la acción de las bacterias del ácido láctico o lácticas. La precipitación da como resultado un producto espeso, la cuajada o requesón, que se recoge en un trapo fino o gasa para que escurra bien el suero y después suavemente removido se prepara para su consumo.



**Imagen 8.9.** Cuchillas rotatorias de cortado en el recipiente de coagulación de la cuajada

Se trata del método más sencillo, y sin duda el más primitivo, de fabricación del queso, que todavía se emplea para elaborar queso fresco. Cuando la leche ha sido pasteurizada, y las bacterias, incluidas las necesarias para que se inicie el proceso de acidificación, han sido eliminadas por medio del calor, debe añadirse un ‘cebador’ o acidificador (similar al ‘cultivo’ o bacterias que se añaden al yogur).

Para fabricar quesos más compactos y duraderos, y acelerar el proceso de separación, se utiliza una enzima llamada cuajo, que se encuentra en el estómago de los mamíferos

lactantes y les permite digerir la leche de la madre. El cuajo se extrae del revestimiento del estómago de terneras lactantes y se seca hasta obtener un polvo que, cuando se necesita, se disuelve en agua. Se añade a la leche después del cebador o acidificador para acelerar el proceso de coagulación, es decir, la separación del suero y la cuajada. Para facilitar el proceso, la cuajada se corta con cuchillas rotatorias dentro del mismo recipiente.

#### PASO 2: MOLDEADO Y ESCURRIDO

A continuación se elimina el suero, y se deja escurrir la cuajada, para evitar que la cuajada se acidifique demasiado y controlar el ritmo de maduración. En esta fase se introduce la cuajada en moldes para darle forma.



Imagen 8.10. Recipiente de coagulación y tina de escurrido

#### PASO 3: PRENSADO

Si se desea obtener un queso de textura firme se debe prensar durante varias horas, si se quiere que sea especialmente compacto.

El queso de textura suave se extrae de los moldes transcurridas algunas horas, mientras que el más duro se deja más tiempo antes de sacarlo y sumergirlo en agua salada (salmuera) en el paso siguiente.



Imagen 8.11. Prensa

- extrae más suero de la pasta;
- contribuye eficazmente al sabor;
- elimina microorganismos perjudiciales y permite el desarrollo de microorganismos benéficos;
- contribuye a la formación de la costra exterior;
- facilita la conservación del queso.



Imagen 8.12. Salado en salmuera

#### PASO 5: MADURACIÓN

En esta fase, se guarda el queso en recintos especiales, en condiciones controladas de humedad (90-95% de HR) y temperatura (15 °C). En general, cuanto más tiempo dure el proceso de envejecimiento más complejo e intenso será el aroma del producto resultante. Mientras el queso va madurando, la cuajada experimenta una fermentación que transforma el azúcar, aún presente, en dióxido de carbono y ácido láctico, la grasa en ácidos grasos y las proteínas en aminoácidos. En ocasiones, dentro del queso se generan gases que, al no poder escapar, producen los agujeros característicos.

Sea cual sea el método empleado para obtener la cuajada, en ella se encuentran, además de las proteínas, la mayor parte de los ingredientes nutritivos de la leche, incluidos grasa, minerales, azúcar y vitaminas.

Una vez que termina el proceso de maduración, los quesos salen rápidamente a la venta, pues tienen una alta demanda; de modo que el tiempo de almacenaje y conservación es muy breve. Ocasionalmente, y de ser necesario, se almacenan en cámara (aprox. 4 °C).



Imagen 8.13. Escurrido y primera maduración

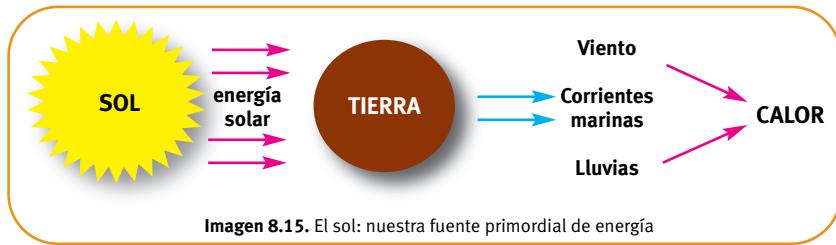


Imagen 8.14. Segunda maduración

## 7.5. Aplicación de contenidos básicos de las ciencias naturales para comprender mejor a la chacra como sistema productivo

*El sistema terrestre global puede considerarse como un continuo flujo de energía<sup>5</sup> que mueve los distintos ciclos naturales del planeta. Cuando se encuentra en estado de equilibrio natural, el ecosistema tiende a autoperpetuarse, es decir, a permanecer en el transcurso del tiempo. La materia y la energía circulan en el ecosistema a través del ambiente abiótico y la comunidad biótica.*

<sup>5</sup> La principal fuente de energía es el sol.



**Imagen 8.15.** El sol: nuestra fuente primordial de energía

Por eso, en cualquier sistema ecológico no manipulado se establece rápidamente un equilibrio entre los recursos del suelo, la vida vegetal y los organismos que se alimentan de las plantas. Este equilibrio se logra mediante un flujo continuo de energía y de nutrientes a través de ciclos interconectados. *El objetivo de la agricultura es modificar este flujo en provecho de la sociedad humana.* Las técnicas agrícolas han reemplazado las variedades naturales por plantas cultivadas, que se fueron seleccionando por su productividad para la alimentación, rápido crecimiento, resistencia a las condiciones desfavorables del medio, granos o frutos más grandes, etc. Los animales de la chacra se fueron seleccionando y criando con la misma finalidad. Como sistema productivo, la chacra se ve condicionada por las características de cada biotopo<sup>6</sup> (suelo y clima son diferentes según las zonas) así como por las peculiaridades de las especies cultivadas (ciclos vegetativos, requerimiento de nutrientes, etc.). Pero, si bien es cierto que los factores bióticos definen, en principio, condiciones limitantes para la actividad agrícola, no es menos cierto que los seres humanos, a través de diversos medios técnicos (uso de abonos; riegos artificiales; drenaje de las tierras; utilización de invernaderos; mejora de especies; obtención de híbridos, etc.) desarrollan múltiples estrategias para superar los límites naturales.

Es necesario construir un *humanismo* cuya forma de vida sea la de un ser humano capaz de interactuar adecuada y armónicamente con los sistemas naturales, que son la base de nuestra subsistencia.

De este modo, a medida que avanza nuestra capacidad técnica y nuestras posibilidades de inversión, vamos adaptando a nuestras necesidades los sistemas productivos que se dan en el medio natural. Esto tiene sus ventajas, pero también sus riesgos si se sobrepasan los umbrales a partir de los cuales las posibilidades de desestabilización del sistema son altas o las consecuencias de la aplicación de técnicas intensivas pueden resultar dañinas para el entorno.

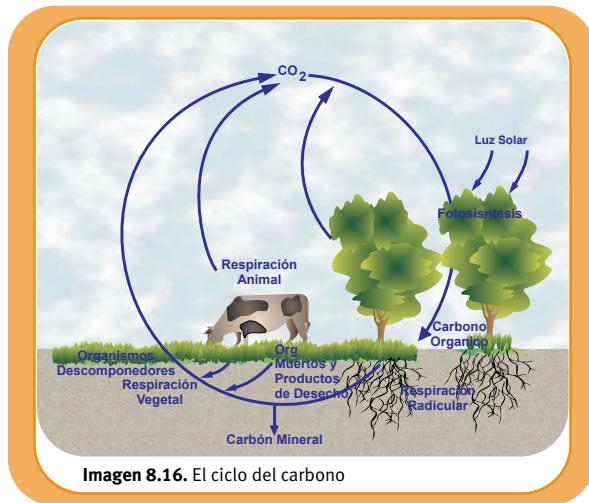
### 7.5.1. La energía en los seres vivos. El ciclo del carbono. Fotosíntesis y respiración

El *ciclo del carbono* involucra dos procesos complementarios: fotosíntesis y respiración. En el proceso conocido como *fotosíntesis* la energía solar es absorbida por la planta para desatar una secuencia de reacciones químicas a partir del agua y del dióxido de carbono, cuyos pro-

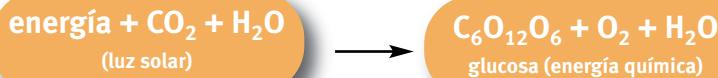
<sup>6</sup> *Biotopo.* (De *bios*, vida y *topos*, lugar). Territorio o espacio vital cuyas condiciones ambientales son las adecuadas para que en él se desarrolle una determinada comunidad de seres vivos.

ductos son oxígeno (que se libera a la atmósfera), y carbohidratos. La energía química encerrada en las moléculas de los carbohidratos (glucosa, especialmente) es mayor que la del dióxido de carbono y el agua. Esta fuente de energía es clave para la inmensa mayoría de los seres vivos ya que puede recuperarse y usarse para los procesos vitales mediante la *respiración* que recombina la glucosa con el oxígeno liberando dicha energía química.

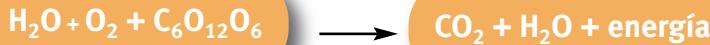
La *respiración* es común a todos los organismos aerobios, los cuales contribuyen al retorno del dióxido de carbono a la atmósfera. Una parte del carbono orgánico de las plantas y animales quedó, en un pasado remoto, retenido en minerales fósiles como el carbón y el petróleo; este carbono vuelve al ciclo cuando se reutiliza como combustible.



La reacción de la *fotosíntesis* en los organismos con clorofila (plantas, algas) es:



La reacción de la *respiración* en los organismos vivos en general es:



Ambos procesos, en apariencia, son equivalentes y de sentido opuesto, porque los productos de la *fotosíntesis* son los mismos insumos de la *respiración* y viceversa; pero se trata de procesos totalmente diferentes. Una diferencia fundamental entre ambos radica en sus velocidades relativas. La fotosíntesis es diez veces más rápida que la respiración. Esto quiere decir que una planta puede sintetizar diez veces más glucosa, y eliminar diez veces más oxígeno

que los consumidos por ella misma o un animal en el proceso de la respiración.

Esta desigual velocidad entre ambos procesos tuvo y tiene profundas consecuencias para el mantenimiento de la vida y de las condiciones del planeta. Primeramente, permite el mantenimiento de toda la vida de los animales, aportando el exceso de materia orgánica y oxígeno. En segundo término, la *fotosíntesis* como proceso biológico, con su desigual velocidad con respecto a la *respiración*, ha modificado profundamente la faz del planeta. La atmósfera que tenemos, compuesta mayoritariamente de nitrógeno y oxígeno, es una creación de los organismos fotosintetizadores. Gracias a ella la vida se protege de una excesiva radiación ultravioleta, la que es filtrada por la capa de ozono de la alta atmósfera.

Finalmente, la energía utilizada por el hombre que proviene de los combustibles fósiles, no es más que materia orgánica sintetizada en exceso por los vegetales y que quedó atrapada y fuera de circulación, en los sedimentos geológicos. Las sociedades industriales con su enorme tasa de consumo de combustibles fósiles por un lado, y la indiscriminada tala de bosques y selvas por el otro, han ocasionado un importante aumento en la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera, con el consiguiente incremento del *efecto invernadero*, lo que puede tener consecuencias imprevisibles en el sutil equilibrio de la biosfera en nuestro planeta.

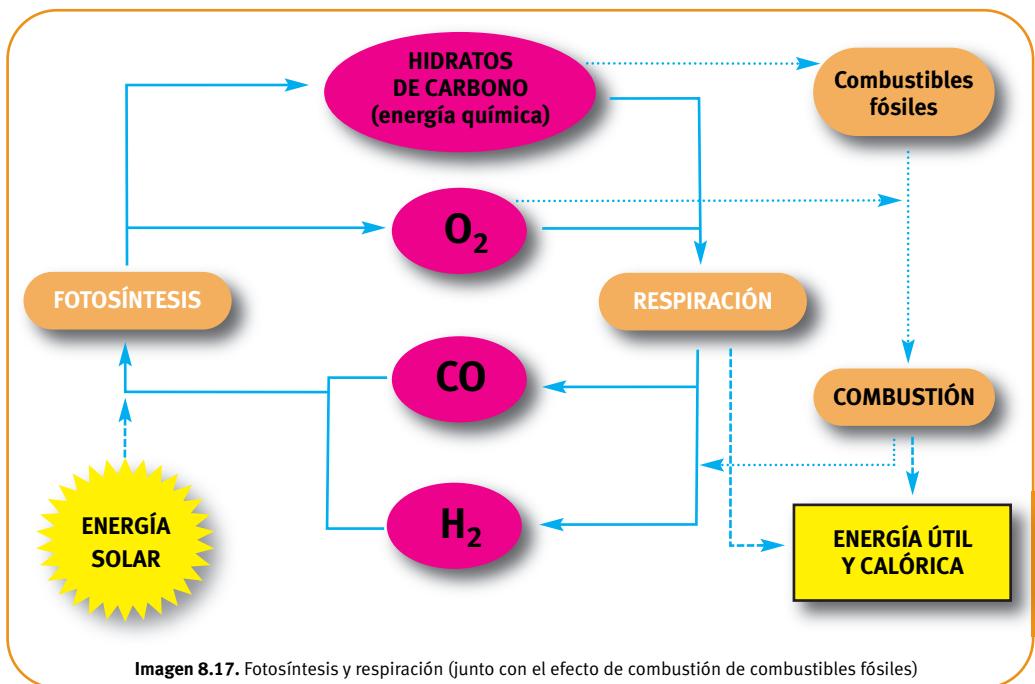


Imagen 8.17. Fotosíntesis y respiración (junto con el efecto de combustión de combustibles fósiles)

### 7.5.2. La fijación del carbono. Los polisacáridos

En las plantas, como vimos, mediante la fotosíntesis, el carbono del dióxido de carbono del aire se “fija” a una forma orgánica (carbohidrato). Parte del mismo se utiliza para cubrir las

necesidades vitales de la planta, entre las cuales se encuentra la síntesis de otras moléculas esenciales, como los aminoácidos para construir sus propias *proteínas*. El resto del carbono fijado se almacena en forma de polisacáridos, que son macromoléculas formadas por unidades de azúcar (monosacáridos, como la *glucosa*). El polisacárido más común en las plantas es la *celulosa*, un material fibroso que confiere rigidez y estructura a las hojas, ramas y tronco. La reserva energética de la planta es otro polisacárido muy conocido: el *almidón*, que es almacenado en semillas y tubérculos.

Gran parte de los animales terrestres, de acuerdo a su diferente capacidad asimilativa, logran la mayor parte de su energía de estos dos polisacáridos: la *celulosa* y el *almidón*.

*Celulosa* y *almidón* son parecidas en cuanto a su composición, ya que son polisacáridos de la glucosa, pero no son iguales en cuanto al aprovechamiento que pueden hacer de ellas los animales. Sólo algunos animales vertebrados –los herbívoros– pueden aprovechar la energía de la celulosa: a partir de una alianza fructífera con microorganismos simbiontes, ubicados en diferentes porciones de su tracto digestivo, logran aprovechar la glucosa liberada por estos microbios al degradar o desarmar la celulosa. El resto de los animales no tiene este privilegio, y la celulosa pasa por sus tractos digestivos sin alterarse y sin aportar la valiosa glucosa que encierra. Diferente es el tratamiento del almidón, que tiene una unión química distinta entre las moléculas de glucosa, y que todos los vertebrados podemos degradar o desarmar mediante las enzimas digestivas.

### 7.5.3. Un ejemplo en un vegetal de la chacra (una hortaliza o un cereal)

Como hemos visto, a partir de la *fotosíntesis* una planta de zanahoria o de cebada forma los *carbohidratos* que le aportarán energía para continuar su desarrollo y almacenar sustancias para completar su ciclo vital. Por medio de esta energía (que en parte libera en su respiración celular) utilizando el nitrógeno del suelo sintetizará sus propias *proteínas*, que son compuestos fundamentales para todo ser vivo. De este modo, a continuación, podrá sintetizar sus *enzimas* (para regular sus procesos vitales), formar nuevos tejidos y órganos (para completar su ciclo biológico), sintetizar importantes cantidades de *celulosa* (para sostener toda su estructura) y elaborar sustancias de reserva (para almacenar en sus raíces o frutos y semillas) constituidas básicamente por *almidón*, que es la fuente primordial de energía que interesa al consumidor.

### 7.5.4. La vida de las plantas. Absorción de nutrientes

Las necesidades nutritivas de los vegetales son bastante simples. Para vivir las plantas necesitan en primera instancia sustancias inorgánicas. Los nutrientes más importantes de las plantas –en cantidad– son el dióxido de carbono, el oxígeno y el agua. El dióxido de carbono y el

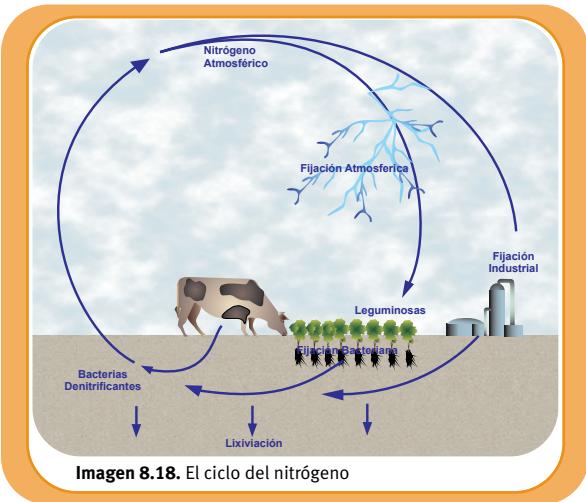
oxígeno se hallan siempre disponibles en el aire. El agua, absorbida por la raíz es la que provee el hidrógeno. Por ello, el agua es un *recurso* primordial cuya disponibilidad no está siempre asegurada. Los recursos hídricos son condicionantes del crecimiento vegetal y por eso el riego puede producir grandes beneficios.

### 7.5.5. El ciclo del nitrógeno. La degradación de las proteínas

La nutrición animal y vegetal depende en gran medida de la disponibilidad de compuestos que contengan nitrógeno. El nitrógeno es un constituyente de las proteínas y los vegetales lo necesitan para su vida en cantidades significativas. Si bien la atmósfera contiene grandes cantidades de nitrógeno, no es asimilable para las plantas; para ello, el nitrógeno debe "fijarse" por combinación con otros elementos. En el suelo, la fijación del nitrógeno se realiza por las bacterias. Las más eficaces son simbióticas porque fijan el nitrógeno en asociación con las raíces de las leguminosas.

El nitrógeno del suelo se encuentra también en la materia orgánica en descomposición, pero las plantas no pueden absorberlo si no está en forma iónica: ion amonio ( $\text{NH}_4^+$ ) o iones nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ).

En el *ciclo del nitrógeno*, a partir del nitrógeno del aire ( $\text{N}_2$ , nitrógeno en forma elemental), por sucesivos procesos y reacciones químicas, este elemento pasa a formar los aminoácidos y las proteínas, y luego por degradación de éstas vuelve a la forma elemental. La degradación de las proteínas en aminoácidos, y de estos en nitrógeno inorgánico, ocurre en el suelo por acción de las bacterias que utilizan la energía liberada de este proceso.



### 7.5.6. Los abonos

Ya hemos señalado que en condiciones naturales, sin actividad agrícola, se llega a un equilibrio entre el crecimiento vegetal y el aporte de nitrógeno en el suelo. En los sistemas agrícolas este equilibrio se modifica porque todo lo que se cosecha se extrae, y tiende a bajar la cantidad de nitrógeno y a disminuir la concentración de materia orgánica en el suelo. Por esta razón, el cultivo intensivo requiere de abonos nitrogenados. Tradicionalmente, los abonos nitrogenados han sido de origen orgánico: el estiércol animal o los abonos verdes. Posteriormente, se difundió el uso intensivo de fertilizantes sintéticos.

## 7.5.7. La microfauna del suelo. Descomposición y mineralización

El otro componente primordial del suelo son los organismos *descomponedores* o *detritívoros*. Un suelo fértil de 1 ha de superficie y 30 cm de profundidad puede contener más de 7,5 ton de seres vivos: bacterias, hongos, protozoos, algas, nematodos, gusanos e insectos. Estos son organismos cuya función es la de *reciclar* la materia orgánica, presente en el cuerpo muerto de otros organismos o en sus desechos (excrementos, orina, etc.). Estos organismos, al alimentarse de los restos de animales y plantas, son los agentes del cambio de la materia orgánica en compuestos inorgánicos (mineralización). Estos nutrientes simples son absorbidos por las raíces de las plantas para el reinicio del ciclo. La fauna y los microorganismos del suelo también ayudan a mantener la estructura y la aireación del mismo. Estos procesos de descomposición presentes en la Naturaleza son utilizados por el hombre para producir *humus* a partir de residuos orgánicos (compostaje).

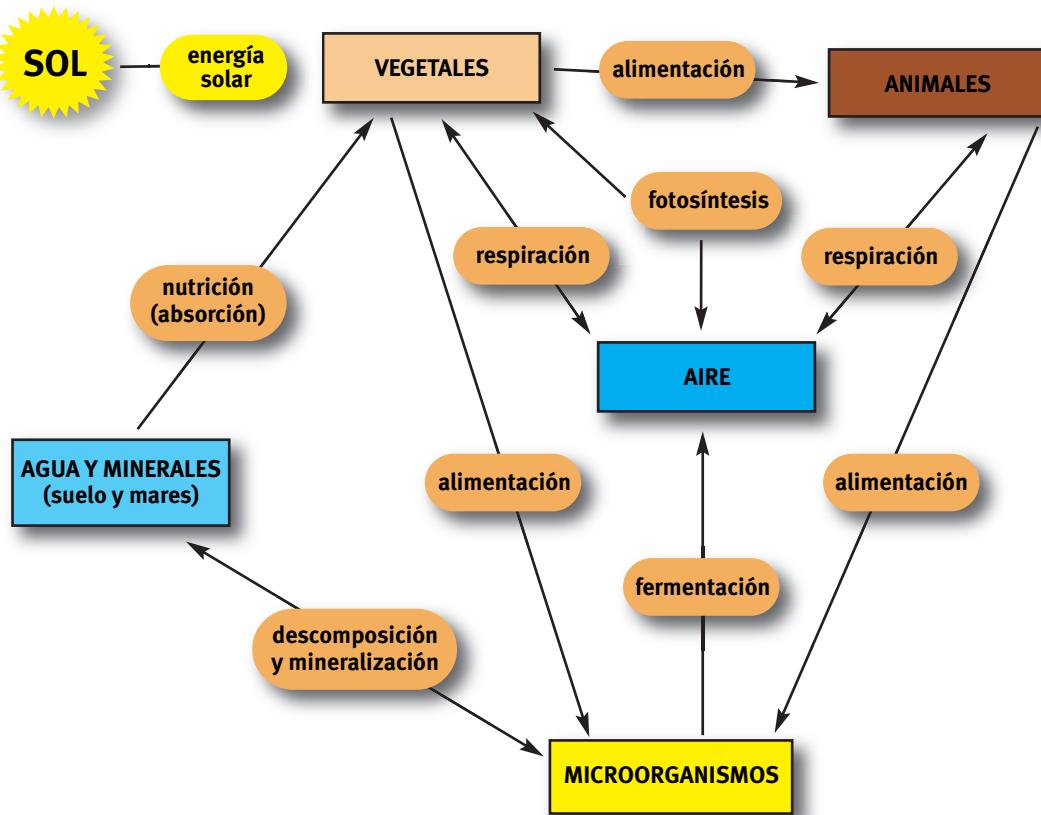


Imagen 8.18. Los procesos de la biosfera: ciclos de la materia y de la energía en los seres vivos

## 7.6. El enfoque sistémico

### 7.6.1. Los sistemas

Imaginemos una laguna, un electrodoméstico, una ciudad, una empresa o un árbol. Todos tenemos alguna idea acerca de estas palabras, pero ¿podemos decir que éste es un listado de sistemas? Una laguna es una laguna, y Córdoba es Córdoba. Recién se hace necesario entenderlos como “*sistemas*” cuando deseamos conocer algo más sobre ellos. Si nuestra intención es saber qué efectos tendrá en la laguna una siembra artificial de peces, o cómo se relaciona el árbol con los otros seres vivos y los factores ambientales del bosque, entonces resulta útil poder conocer algo más que el conocimiento particular acerca de cómo son, cuáles son sus partes, como funcionan, etc.; es decir, algo más que una simple descripción. Análogamente, en el caso de un artefacto electrodoméstico, por ejemplo un lavarropas automático, quizás sepamos usarlo, conozcamos algo de sus principios de funcionamiento y de sus partes, pero si queremos relacionar el lavarropas con el mundo social, o con el mundo de la producción, o con la evolución de la industria textil, vemos que un enfoque descriptivo del lavarropas aislado del contexto resulta claramente insuficiente.

Sin embargo, conviene aclarar que los sistemas, al igual que muchas otras entidades, no existen como tales en el así llamado “mundo real” sino que son *construcciones de la mente y del lenguaje*. Desde este punto de vista, podemos enunciar la siguiente definición:

**Un sistema es una porción organizada de la realidad que elegimos y delimitamos en forma deliberada para su estudio.**

Esta definición es básica, aplicable desde a un átomo hasta el sistema solar, pasando por los seres humanos y sus sociedades. La palabra *sistema*, como tantas otras que son puntales de la lengua, elude las definiciones precisas. El especialista C. Francois (1992) consigna en su diccionario dieciséis definiciones diferentes; por ello, las definiciones más usuales no deben considerarse excluyentes, sino más bien complementarias.

El primer teórico de los sistemas, Ludwig von Bertalanffy (1976), dio una definición, ya clásica, que es sumamente general:

**Sistema** es un conjunto de elementos en interacción dinámica, organizados en función de un objetivo.

Para nuestros fines podemos definir sistema de la siguiente manera:

**Sistema** es un conjunto de elementos en interacción que, siendo susceptible de ser dividido en partes, adquiere entidad precisamente en la medida en que tales partes se integran en la totalidad.

## 7.6.2. Composición, estructura y entorno del sistema

### 1. LAS PARTES

En todo sistema podemos distinguir distintas partes que llamamos *elementos* o *componentes* del sistema. Veamos algunos ejemplos. Consideremos una *molécula de agua* como sistema, desde el punto de vista de la materia, está formada por 3 elementos: dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno, unidos entre sí según las leyes de las uniones químicas. Para el caso de un objeto artificial (artefacto) como el *automóvil*, en un primer análisis de sus partes podemos distinguir los diferentes subsistemas que lo componen: sistema de combustible, motor, transmisión, sistema de frenos, sistema eléctrico, carrocería, etc. Considerando una *ciudad*, como un recorte de la realidad más complejo, vemos que tiene múltiples componentes o elementos en interacción: sus habitantes (o las familias), su circuito económico, las instituciones públicas, las empresas, el sistema vial, etc. Estos elementos pueden ser inanimados o vivientes, según sea la porción de realidad que consideremos. La mayoría de los sistemas complejos que estudiamos están compuestos por ambos. Los elementos de un sistema pueden ser, a su vez, sistemas en sí mismos, es decir *subsistemas*. En el caso del agua, cada elemento, el oxígeno, por ejemplo, admite ser analizado como interacción de neutrones, protones y electrones. En el seno de la ciudad, encontramos un subsistema físico, otro social, otro político, etc. que se interrelacionan conformando la estructura del sistema, como veremos a continuación.

### 2. LA ESTRUCTURA

“Ahora hemos aprendido que para comprender no se requieren sólo los elementos sino las relaciones entre ellos” (Von Bertalanffy, 1976)

La estructura del sistema es la red de relaciones que posibilita las interconexiones entre las partes que confieren al sistema su unidad. El concepto de estructura alude entonces a las interacciones entre los componentes. Estas interacciones otorgan al sistema su forma de organización. La organización es lo que permite funcionar al sistema como una totalidad. Por ejemplo, en el automóvil, las relaciones entre los diferentes subsistemas permiten el funcionamiento del todo. Sin embargo, no es cierto que “todo está vinculado a todo” de la misma manera. En general, en un sistema los elementos están –cuantitativamente– conectados de maneras diversas.

### 3. EL ENTORNO

De una manera general, podemos decir que lo que no es sistema, es entorno. El entorno no es algo pasivo o fijo, sino que está en relación directa con las porciones del mundo con las que el sistema mantiene relación. El entorno es ajeno al sistema, pero lo condiciona, ya que tanto los elementos que configuran el sistema como su dinámica interna son influidos por los intercambios de materia, energía e información con el exterior. Se pueden utilizar diferentes términos más o menos equivalentes para expresar esta idea de externalidad. Según sea el ámbito

o campo desde donde se aborde el sistema en estudio, el entorno se designa como medio, medio ambiente, ambiente, contexto, mundo circundante.<sup>7</sup>

### 7.6.3. El límite o frontera

Algunos autores introducen, para referenciar el sistema, no sólo el concepto de entorno (lo que rodea y condiciona al sistema y que no es el sistema) sino también el de frontera, refiriéndose a la superficie (real o imaginaria) que, siendo parte de él, separa al sistema del entorno. Por ejemplo, la membrana celular, o los límites de una urbanización, etc. El transporte de sustancias hacia y desde la célula involucra cambios temporarios en la membrana celular. La incidencia del desempleo en la urbanización que citábamos producirá modificaciones en su frontera, desplazamiento de habitantes desocupados hacia las zonas más marginales, con el incremento de la demanda de servicios en zonas que no los tenían, modificación de la pirámide poblacional de dichas zonas, etc.

En algunos casos la frontera puede ser difícil de distinguir. A menudo se trazan los límites del sistema en forma deliberada según los fines perseguidos por el observador, o según el grado de detalle con que se desea estudiar al sistema, lo que determina el nivel de resolución deseado. La función de la frontera también consiste en definir las interacciones del sistema con su entorno, como ingresos y salidas (*inputs* y *outputs*) del sistema. El límite separa, pero también conecta al sistema con su entorno. El concepto de frontera expresa tanto lo que separa como lo que une; aquello que cohesiona a dos realidades en la misma medida en que las distingue; aquello que llamamos fronteras no son tanto demarcaciones cuanto precisamente las líneas imaginarias que unen y aproximan al objeto sistémico y su entorno. En este sentido, entendemos por frontera una zona de borde de la realidad (por ejemplo, la zona de transición entre un bosque y unos cultivos, que, por un lado, los separa, pero por otro los une; o los límites de una fábrica: físicos pero también de interacción con el resto de la empresa o del sistema productivo).

### 7.6.4. La finalidad de los sistemas

Retomando la definición clásica de Von Bertalanffy (1976): Sistema es un conjunto de elementos en interacción dinámica, organizados en función de un **objetivo**. El concepto de objetivo del sistema incorpora la noción de finalidad, o sea de una meta general que el sistema parece perseguir, pese a las modificaciones propias o a las de su entorno. Por ejemplo, los sistemas tecnológicos tienen una finalidad evidente, asociada a la intencionalidad de su diseño. Las autopistas tienen la finalidad de facilitar el desplazamiento de las personas o mejor, de los vehículos que transportan a las personas. Hubo intención al diseñarlas. En cambio, un arte-

<sup>7</sup>Entorno: del griego *en*, entre y *tornos*, que gira; significa "alrededor de", "lo que rodea, permanece, se vincula", lo que "es" para "algo o para alguien". Este término, desde su base etimológica, resulta más completo por expresar vinculación. *Medio*: significa la mitad de un todo, partir por el medio, dividir en dos partes, y lo que está en medio. *Ambiente*: del latín *amb*: alrededor y *eo, ente*: ir, lo que va; refiere a lo que circunda; refiere a las circunstancias físicas y/o morales en que algo o alguien está inmerso.

*Contexto*: del latín *contextum*, en este caso significa el conjunto de circunstancias en que se sitúa un hecho.

facto que no posea una finalidad práctica asociada a su construcción es un objeto de arte. En el caso de los sistemas sociotécnicos, la función se explicita cuando el sistema entra en relación con otros sistemas de su entorno. Por ejemplo, en una casa la finalidad del subsistema de provisión de agua aparece rápidamente cuando estudiamos sus relaciones con otros subsistemas del hogar (por ejemplo: con la cocina). Las interacciones entre subsistemas en un sistema global que los contiene son fundamentales en el estudio de sistemas (Van Gigch, 1990). Por otra parte, en los sistemas vivos la finalidad es mucho más sutil y surgen interrogantes de corte teleológico.<sup>8</sup> ¿Cuál es la finalidad de una célula? Pareciera que su finalidad es la permanencia, mantener su estructura y multiplicarse. En estos casos, la finalidad del sistema no necesariamente implica intencionalidad sino más bien una pauta de comportamiento de tipo recurrente. ¿Cuál es la finalidad de un ecosistema? Análogamente, sería mantener sus equilibrios y permitir el desarrollo de la vida (De Rosnay, 1977). La única prueba que tienen que afrontar los sistemas naturales es la capacidad de persistir. La finalidad es en este caso equiparable a la persistencia. También en el planeta Tierra es posible distinguir este tipo de comportamiento, porque para la biosfera en su totalidad podemos formular un “objetivo” similar. Nadie ha fijado el contenido de oxígeno en el aire, ni la temperatura media del planeta, ni la composición química de los océanos. Sin embargo, éstas y otras variables se mantienen constantes dentro de límites muy estrictos, con el fin último del mantenimiento de la vida sobre la Tierra. En la Hipótesis Gaia formulada por J. Lovelock (1985) el planeta es considerado como un gran ecosistema vivo, tal como percibían a la Tierra las grandes tradiciones de la antigüedad.

## 7.6.5. Función y funcionamiento (procesos)

Hemos visto ya que el concepto de estructura está ligado a una mirada sincrónica<sup>9</sup> de las interacciones presentes en un sistema. En cambio, el concepto de “proceso” alude a una mirada diacrónica que está asociada a la dinámica de cambios o transformaciones que operan en el sistema. O sea que, podemos llamar proceso a la secuencia temporal de las estructuras de un sistema. Existen ciertos procesos que permiten el cumplimiento de la función propia o característica del sistema. El funcionamiento de un sistema es la forma en que el sistema cumple con la función para la cual fue diseñado: el reloj marca el tiempo, la radio transmite noticias, el automóvil nos transporta. Un sistema funciona si cumple con su función. Pero es importante considerar que también hay procesos que no se vinculan directamente con la función del sistema. Con el paso del tiempo, el reloj y la radio, se desgastan, se oxidan, se arruinan –sufren “procesos”. Mientras el automóvil está en el garaje, la corrosión continúa, la batería pierde su carga, etc. Estructura y funcionamiento se relacionan del modo siguiente: la primera (la estructura) hace referencia a la organización entre las partes, y la segunda (funcionamiento) alude al orden de los procesos. Esta sutil relación entre función, funcionamiento y procesos se puede enunciar

<sup>8</sup> La *teleología* es el cuerpo de ideas, doctrinas y especulaciones relacionadas con las *finalidades* (de los sistemas vivientes, sociales, tecnológicos, etc.).

<sup>9</sup> Una mirada *sincrónica* es la que se manifiesta en un momento determinado (una “fotografía”). En cambio, una mirada *diacrónica* se refiere a una visión a lo largo del tiempo.

así: forman parte del funcionamiento de un sistema aquellos procesos permanentes o recurrentes que hacen a que el sistema cumpla una función determinada. Por ejemplo, en el caso del sistema de producción, la función del mismo (producir bienes o servicios) se va cumpliendo mediante los procesos productivos (transformaciones) que acontecen en el conjunto del mismo.

### 7.6.6. Las relaciones entre el todo y las partes

El hecho de que el sistema esté constituido por partes significa que éste puede ser disecado, para su análisis, en unidades más pequeñas. Pero conviene recordar que estas partes sólo adquieran verdadero sentido en la medida en que son constituyentes integrados de una realidad superior, que es el propio sistema. Lo que explica la identidad del sistema son, consecuentemente, las interrelaciones entre las partes, de modo que el análisis individual de cada uno de sus componentes debe ser siempre complementada con un enfoque integrador que reconstituya la complejidad del propio conjunto como tal.

En este sentido, un sistema es más que la suma de las partes que lo constituyen; porque presenta emergencias (cualidades/propiedades nuevas) propias de la organización, que no están contenidas en las partes y que tienen la capacidad de retroactuar –mediante procesos de retroalimentación– sobre la organización misma. Por esto, el comportamiento del sistema no se reduce al de sus partes, ni tampoco a la simple “suma” de éstas. La forma en que las partes se articulan entre sí, es decir, la estructura, juega un papel esencial en la explicación de este comportamiento.

### 7.6.7. Las relaciones entre el sistema y el entorno

Los sistemas se pueden clasificar en abiertos o cerrados, según sean sus procesos de intercambio con el entorno.

En los sistemas cerrados los intercambios con el medio exterior son prácticamente nulos. Podemos reconocer como sistemas cerrados a ciertas estructuras estáticas, o a sistemas no vivientes como por ejemplo, los cristales.

Los sistemas abiertos se relacionan con el entorno, intercambian y se comunican. El sistema mismo (su estructura) está determinado temporalmente por los intercambios con el exterior. Los sistemas vivientes son sistemas abiertos (por ejemplo, los sistemas sociotécnicos, los ecosistemas, etc.).

En los sistemas abiertos podemos distinguir flujos o corrientes de entrada (ingresos) y de salida (egresos), que provocan la interacción con el entorno. Uno de los medios más eficaces de representar a los sistemas complejos son los diagramas de bloque, donde el bloque representa al sistema y a su frontera, y las flechas las entradas y salidas.



Se suele aplicar, por extensión, el concepto de proceso (que ya vimos) a la secuencia de cambios que se producen en el sistema desde una entrada a una salida. El proceso puede ser estudiado analizando los detalles del funcionamiento del sistema (por ejemplo en una máquina, una fábrica, una chacra, un aeropuerto, una ciudad, etc.).

A veces se puede saber cómo se efectúa esa transformación de entradas en salidas, es decir se conocen los detalles del proceso. Por ejemplo, cuando el sistema o su “procesador” son diseñados por el administrador u operador del propio sistema. En tal caso, este proceso se denomina “caja blanca” porque se lo conoce. Sin embargo, en la mayor parte de las situaciones no se conocen todos los detalles del proceso mediante el cual las entradas se transforman en salidas; muchas veces porque esta transformación es demasiado compleja, o a veces porque simplemente no interesa conocerla. En tal caso, el proceso se denomina “caja negra”.<sup>10</sup>

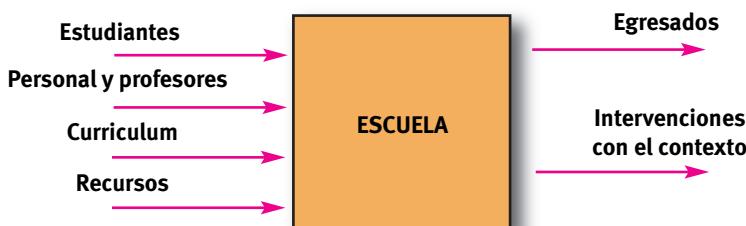
En general, la dinámica del sistema puede ser visualizada a través de procesos que involucran transporte, transformación y almacenamiento de materia, energía e información, y a través de intercambios de materia, energía e información con el entorno.



Veamos el ejemplo de una empresa mediante un diagrama muy simplificado.



Y el de una institución educativa.



<sup>10</sup> La caja negra es un modelo o método que se utiliza para representar a los sistemas cuando no sabemos (o no queremos saber) qué elementos componen al sistema o proceso en estudio, pero sí sabemos que a determinadas entradas corresponden determinadas salidas. Generalizando, podemos llamar “caja negra” a cualquier subsistema –de un sistema mayor– susceptible de ser estudiado en mayor detalle. Cuando decidimos estudiarlo, dicho estudio se suele denominar “abrir la caja negra”.

Y el de un sistema técnico: por ejemplo, un termotanque o calentador de agua eléctrico.



### 7.6.8. Complejidad

*La complejidad de los sistemas está relacionada con la cantidad y variedad tanto de los elementos como de las interacciones entre ellos.*

La realidad puede ser vista como un conjunto de sistemas dentro de sistemas desde el universo hasta las partículas elementales subatómicas. Una premisa de la Teoría General de Sistemas es la existencia de niveles crecientes de complejidad en la organización de los sistemas vivientes. Los sistemas complejos se caracterizan por (De Rosnay, 1977):

- gran variedad de componentes o elementos dotados de funciones especializadas;
- elementos organizados en niveles jerárquicos (Por ejemplo, la heladera, su sistema de refrigeración, su compresor, las partes del compresor, etc.);
- elementos vinculados por gran variedad y densidad de enlaces o interacciones;
- interacciones “no lineales” entre los elementos.

Complejo no es lo mismo que complicado. Es importante notar que la complejidad de un sistema no está solamente determinada por la heterogeneidad de los elementos o subsistemas que lo componen. Además de la heterogeneidad, la característica determinante de un sistema complejo es la interdependencia, es decir, las múltiples interrelaciones de las funciones que cumplen los elementos dentro del sistema total. Los ecosistemas, las organizaciones humanas o los sistemas tecnológicos pueden ser considerados sistemas complejos, porque no pueden ser divididos en las partes que los conforman sin ser destruidos.

### 7.6.9. El enfoque sistémico

*La comprensión de la realidad, y en particular del mundo tecnológico en el que estamos inmersos, necesita de herramientas conceptuales y metodológicas para entenderla, sin ser necesariamente especialistas en la estructura interna que cada sistema presenta. El enfoque sistémico es una forma de ver la realidad a través de un conjunto de principios, isomorfismos, modelos y leyes formales relativo al conocimiento de los sistemas complejos.*

El enfoque sistémico es particularmente apto para estudiar a los sistemas técnicos o socio-técnicos a partir de las interrelaciones recíprocas de sus componentes, de sus niveles jerár-

quicos, de la función, del funcionamiento, de su control, de su evolución, de su contexto, etc. Una de las características distintivas de este enfoque es la consideración de los sistemas sin prescindir de sus relaciones e intercambios con el entorno. El estudio de los sistemas se hace entonces manteniendo los vínculos internos y externos de sus componentes, que no pueden ser separados a riesgo de perder la comprensión del conjunto.

El enfoque sistémico no reemplaza al enfoque analítico sino que lo complementa. El enfoque analítico es de tipo reduccionista porque segmenta los sistemas en partes o procesos más reducidos para estudiarlos uno por uno; es decir que examina los dispositivos desde sus elementos o componentes. El enfoque analítico es muy útil para muchos casos –con tal que tengamos en cuenta el recorte realizado– pero resulta inadecuado para estudiar sistemas complejos (constituidos por elementos vinculados por fuertes interacciones), puesto que la simple suma o aditividad de los elementos o de los procesos no puede definir completamente al sistema y su funcionamiento (ya que "el todo es mayor que la suma de las partes"). Para estos casos, recurrimos al enfoque sistémico que considera a los sistemas desde el punto de vista de su totalidad, su complejidad y su dinámica, sin recortar las relaciones o procesos que vinculan las partes.

En particular, el enfoque sistémico es útil a la hora de diseñar productos, analizar objetos técnicos, o sistemas sociotécnicos, circuitos y procesos productivos (Fourez, 1997).

## 7.7. El proyecto tecnológico

*El proyecto es eje de las operaciones lógicas propias del pensamiento tecnológico. El proyecto es un contenido clave de la educación, puesto que se propone como método y herramienta de conocimiento de la realidad, y como contenido tanto procedural como conceptual. En sentido amplio, podemos definir: proyecto es un conjunto de actividades destinadas a concebir, llevar a cabo y gestionar, en el tiempo, una transformación de la realidad.*

Es decir que todo proyecto involucra a un método probado que posibilita la modificación de una *realidad inicial* existente en otra *realidad deseada* que se habrá de generar como resultado de la intervención del proyecto.

En un sentido más restringido, proyecto es un intento por lograr un objetivo específico mediante un conjunto de tareas interrelacionadas y la utilización efectiva de los recursos.

Para Gay y Ferreras,<sup>11</sup> Proyecto Tecnológico es el proceso y el producto resultante (escritos, cálculos y dibujos), que tienen como objetivo la creación, modificación y/o concreción de un producto, o la organización y/o planificación de un proceso y/o un servicio.

Para estos autores, el Proyecto Tecnológico surge como la búsqueda de una solución, metódica y racional, a un problema del mundo material (problema tecnológico). Su objetivo es satisfacer una necesidad, deseo o demanda concreta.

<sup>11</sup> En el párrafo siguiente lo hemos adaptado de Gay y Ferreras (1996) (con permiso de los autores).

En el Proyecto Tecnológico se deben compatibilizar aspectos como forma, función, materiales, estructuras, costos, etc.; operando con conocimientos propios de diversos ámbitos incluyendo a las Ciencias Naturales y las Ciencias Sociales. En las distintas etapas del Proyecto Tecnológico se tienen en cuenta todos los factores que puedan intervenir en su desarrollo o que puedan condicionar el funcionamiento del producto; estos factores pueden ser:

- *técnico-tecnológicos*: energía, materiales, información, estructuras, procesos productivos, conocimientos (científicos, técnicos, etc.), técnicas (mecánicas, eléctricas, etc.), metrología, sistemas de representación, funcionalidad, factibilidad, interfase hombre-máquina, ergonomía, viabilidad, riesgos, etc.;
- *socioculturales*: demandas, rol social del producto, expectativas del usuario, impacto sociocultural, comunicabilidad, estética, etc.;
- *económicos*: valor, costo, mercado, distribución, relación costo-beneficio, financiación, rentabilidad, etc.

### 7.7.1. La gestión de proyectos

La gestión y ejecución de un proyecto eficaz posibilita la resolución de problemas sociotécnicos de una manera integral, con un enfoque de tipo sistémico; es decir, no sólo en su faz técnica, sino en sus aspectos económicos, sociales, ambientales, etc. Esto supone, por un lado, situarse frente a la realidad para caracterizar el problema, y por otro, buscar diferentes alternativas de solución sobre la base de conocimientos y experiencias anteriores o generando nuevos conocimientos.

A partir de una observación de la realidad, una idea, una inspiración creativa, una oportunidad, un deseo, una discapacidad, o una necesidad de cambio o de mejora es posible plantearse la posibilidad de implementar un proyecto. La idea inicial es ese elemento psicológico intangible manifiesto en sensaciones, imágenes o palabras que, como tal, será la chispa que habrá de encender el proceso creativo que llevará a la materialización de la idea a través del proyecto.

Por otro lado, para la prosecución de un proyecto y para el logro de sus objetivos se requiere de un determinado sistema o tecnología de gestión. Dicho de otra manera, el método de gestión por proyectos posibilita el manejo de los procesos relevantes para el logro de los objetivos pautados.

### 7.7.2. Elaboración del proyecto tecnológico

Existen muchas y diversas guías para el diseño de proyectos tecnológicos. Es conveniente utilizarlas y aplicarlas con flexibilidad y creatividad, adaptando las pautas a las exigencias de cada caso concreto. Lo que aquí proporcionamos es una serie de pautas básicas que pueden guiar la elaboración y diseño de los proyectos, habida cuenta de los requisitos que deben cumplir para que estén bien formulados.

Los CBC para la EGB<sup>12</sup> plantean cinco etapas para el Proyecto Tecnológico:

<sup>12</sup> C.B.C. para la E.G.B., Ministerio de Cultura y Educación de la Nación, Bs. As., 1995, p. 231

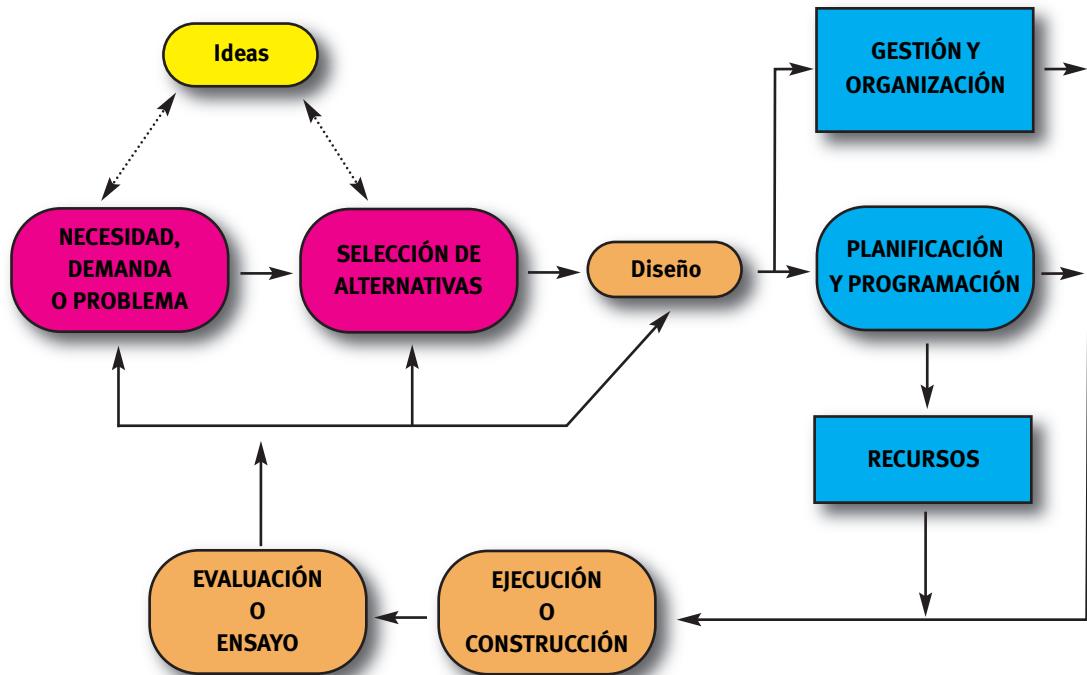
- 1. Identificación de oportunidades:** identificar y formular el problema, cuya solución será el producto tecnológico.
- 2. Diseño:** plantear creativamente la solución del problema propuesto, teniendo en cuenta no sólo los aspectos técnicos y económicos, sino también los socioculturales, estéticos y psicológicos vinculados al tema. En esta etapa se manejan croquis, planos, dibujos, cálculos de costos, planes de ejecución, selección de materiales, etc.
- 3. Organización y gestión:** tiene como propósito la organización del grupo humano que se ocupará de la planificación y ejecución del proyecto.
- 4. Planificación y ejecución:** se construye un modelo del producto diseñado, o se lleva a cabo la operación programada.
- 5. Evaluación y perfeccionamiento:** en esta etapa se examinan críticamente los resultados obtenidos y se comparan con los objetivos buscados. Se hace la evaluación económica, se analiza su impacto ambiental y se estudian las posibilidades de mejorar el producto.

Siguiendo otro enfoque,<sup>13</sup> podemos distinguir secuencialmente tres fases del Proyecto Tecnológico: el problema (fase de estudio), la búsqueda de su solución (fase de creación o diseño), y la puesta en práctica (fase de ejecución o construcción):



<sup>13</sup> Gay y Ferreras, op. cit.

# El Proyecto Tecnológico Escolar: Diagrama Simplificado



## 7.8. Actividades para el aprendizaje

Las secuencias de actividades que se proponen son “prototípicas” o “genéricas”, es decir que, **en todos los casos**, deberán adaptarse de acuerdo a la intencionalidad didáctica del docente, a los contenidos a poner en juego, y a las características de cada escuela y curso en particular.

En cada una de las actividades propuestas se muestran los posibles contenidos que pueden abordarse en cada caso. Sin embargo, alentamos a el/la docente a incorporar en su planificación otros contenidos de Tecnología, y contenidos (o incluso actividades) de otras áreas. Si bien en materia de contenidos, la educación tecnológica posee una lógica y una dinámica de pensamiento y de acción que le son propias, siempre es recomendable trabajar de la manera más integrada posible con los demás espacios curriculares.

### Recursos

En todas las actividades se da por supuesto que los alumnos tienen recursos y materiales mí-

nimos adecuados: lápiz, goma, regla graduada, escuadra, para dibujo, calculadora, tijeras, etc. En muchos casos los grupos deben exponer sus producciones en plenario (puesta en común) para lo cual es conveniente disponer de papel sulfito o afiche o cartulinas y marcadores de fibra gruesa; en general es recomendable que los diseños y las producciones se expongan en las paredes de la sala durante las actividades.

Por otra parte, se recomienda que en aquellas situaciones en las que exista disponibilidad de software, equipamiento y/o conexión a Internet se realicen las actividades con esos soportes.

## Actividades

Las actividades sugeridas son las siguientes:

1. *la chacra como sistema productivo,*
2. *la producción orgánica,*
3. *la producción agropecuaria de mi región,*
4. *un emprendimiento productivo de mi región,*
5. *proyectando mi chacra .*

### ■ Actividad 1: La chacra como sistema productivo

**Espacio:** aula. Eventualmente se pueden visitar chacras similares en tamaño a las desarrolladas en el video.

**Materiales y recursos básicos:** Equipo reproductor de DVD, de video; pliegos grandes de papel afiche, sulfito o similar; marcadores fibrones (agua o solvente) para papel; cinta adhesiva de papel (de enmascarar). Si se dispone de cañón proyector de imágenes, pc, laptop, netbook o clasemate, se recomienda realizar las presentaciones con esta tecnología.

**Tiempo:** la duración aproximada de la actividad se estima en 8 h presenciales en total, pudiendo cambiar de acuerdo a las variantes que introduzca el docente y a las actividades no presenciales que asigne.

**Video:** al comenzar la actividad se efectúa una introducción al enfoque sistémico y a continuación se visualiza el video, en su totalidad o sólo la parte correspondiente a la chacra (Humus o CIESA) elegida para esta actividad.

### Contenidos

Algunos de los contenidos básicos de esta actividad<sup>14</sup> son:

*Enfoque sistémico. Sistemas productivos. Función, composición, estructura, entorno, límite, funcionamiento (procesos). Intercambios de materia, energía e información con el entorno.*

*Sistemas de representación: diagramas de bloques.*

Al final se muestra una red de contenidos propios del enfoque sistémico.

### Descripción de la actividad

En esta secuencia aplicaremos los conceptos y métodos del enfoque sistémico para analizar un sistema productivo complejo.

<sup>14</sup> Para una reseña de los contenidos específicos de las dos chacras del video ver el título escenarios del video.

En la **parte I**, se comienza por una introducción al enfoque sistémico. Luego, con las **consignas 1 y 2**, se analizan los aspectos o atributos de un sistema productivo, ejemplificado por las dos chacras del video.

En la **parte II**, con las **consignas 3 y 4**, se formulan los intercambios con el entorno de materia, energía e información de las dos chacras del video consideradas como sistemas complejos. La modelización de sistemas mediante diagramas de bloques es una herramienta pedagógica importante, porque pone en juego esfuerzos crecientes de abstracción por parte de los estudiantes.

### Asignación de alumnos (roles)

Se explicita en el desarrollo de la secuencia donde se alternan trabajos individuales, grupales, plenarios de puestas en común y momentos informativos del docente.

### Desarrollo de la secuencia

#### **Parte I - Los aspectos o atributos de un sistema complejo**

- 1) introducción al enfoque sistémico. Se recomienda utilizar ejemplos sencillos;
- 2) se divide el grupo de clase en 2 subgrupos y a cada uno se le asigna una de las 2 chacras del video (Humus o CIESA). Luego se presenta la consigna 1 para que los estudiantes respondan en forma individual (puede ser en clase o como tarea no presencial).

##### **Consigna 1 (individual)**

*Para el sistema productivo asignado (la chacra Humus o CIESA) describa con claridad los siguientes atributos del mismo:*

- la función
- la composición y la estructura
- el entorno
- el límite
- el funcionamiento (los procesos) del sistema.

*Use dibujos y diagramas para ilustrar sus descripciones.*

- 3) se forman grupos pequeños (3 ó 4 alumnos cada uno) que hayan analizado la misma chacra y a continuación se plantea la consigna 2;

##### **Consigna 2 (grupal)**

*Compartan vuestras producciones y preparen una presentación grupal en afiche, o en una presentación electrónica. Utilicen dibujos y diagramas. Formulen las dudas y preguntas que tengan.*

- 4) puesta en común: se pegan los afiches (o se proyectan las presentaciones) y cada grupo expone (aprox. 5 minutos por grupo) en ronda uno de los atributos de la chacra que les tocó. Agotada ésta se pasa a la otra chacra;

**5)** momento informativo-explicativo del docente sobre sistemas complejos, en especial sistemas productivos. Se refuerzan los conceptos teóricos y los procedimientos utilizados. Se aclaran dudas.

### **Parte II - Las relaciones entre el sistema y el entorno**

**1)** introducción a las relaciones entre el sistema y el entorno. Intercambios de materia, energía e información. Ejemplos sencillos;

**2)** se reasigna a los mismos subgrupos (ver Parte I, punto 2) la otra chacra en forma cruzada. Y se da la consigna 3 para que los estudiantes respondan en forma individual (puede ser en clase o como tarea no presencial);

#### **Consigna 3 (individual)**

*Para el sistema productivo asignado (la chacra Humus o CIESA) dibujar en un diagrama de bloque (tipo caja negra) los flujos o corrientes de entrada (ingresos) y de salida (egresos), de materia, energía e información, que representan la interacción del sistema chacra con su entorno.*

**3)** se forman grupos pequeños (3 ó 4 alumnos cada uno) que hayan analizado la misma chacra y a continuación se plantea la Consigna 4;

#### **Consigna 4 (grupal)**

*Compartan vuestras producciones y preparen una presentación grupal en afiche o en una presentación electrónica.*

**4)** puesta en común: se exponen las presentaciones (sean a fiches o diapositivas) y cada grupo (aprox. 5 minutos por grupo) en ronda explica alguna de las entradas y salidas (*materia, energía o información*) de la chacra que les tocó. Agotada ésta se pasa a la otra chacra;

**5)** momento informativo-explicativo del docente sobre flujos o corrientes de entrada (ingresos) y de salida (egresos), de materia, energía e información en los sistemas complejos, en especial sistemas productivos. Se refuerzan los conceptos teóricos y los procedimientos utilizados. Se aclaran dudas.

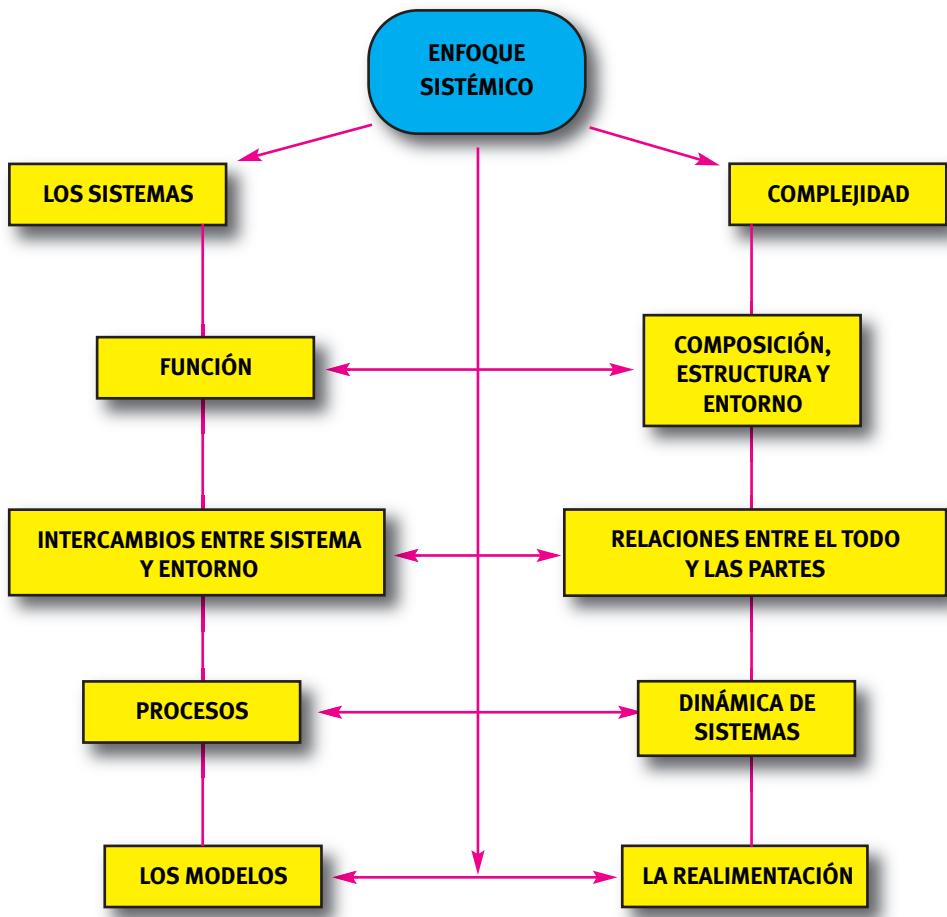
### **Evaluación de la actividad**

Se realiza durante toda la secuencia, en especial durante las puestas en común.

Si el docente lo juzga oportuno se pueden realizar una evaluación de los aprendizajes mediante ejercicios similares de aplicación cambiando los sistemas productivos; por ejemplo, granja avícola, panadería, fábrica de dulces, etc.

### **Red de contenidos**

A continuación se muestra una red con los contenidos básicos del enfoque sistémico y sus aplicaciones en la educación científica y tecnológica, que puede ser enriquecida de acuerdo a la intencionalidad didáctica que persiga el docente.



#### ■ Actividad 2: La producción orgánica

**Espacio:** aula. Además se recomienda hacer salidas de campo de reconocimiento y relevamiento.

**Materiales y recursos básicos:** Equipo de video. Proyector. Elementos para exponer trabajos de indagación del contexto productivo: pliegos grandes de papel afiche, sulfito o similar; marcadores fibrones (agua o solvente) para papel; cinta adhesiva de papel (de enmascarar). Para las salidas de campo: videocámara, cámara de fotos.

**Tiempo:** la duración aproximada la actividad se estima en 4 h presenciales en total, pudiendo cambiar de acuerdo a las variantes que introduzca el docente y a las actividades no presenciales que asigne.

**Video:** al comenzar se efectúa una introducción a la actividad y a continuación se visualiza el video en su totalidad.

## **Descripción de la actividad**

La actividad consistirá de una indagación o investigación en torno al concepto y a las prácticas de la agricultura orgánica. El producto será un informe o trabajo monográfico, eventualmente acompañado de soporte audiovisual.

Como base orientativa se utilizará:

- el video que desarrolla dos sistemas productivos de la región andino-patagónica (La Comarca Andina del Paralelo 42);
- la bibliografía;
- información de Internet.

Si en la región dónde está la escuela hay producción agropecuaria orgánica se recomienda visitar los emprendimientos para recabar información específica.

## **Contenidos**

La producción. Sistemas de producción orgánica: ventajas y desventajas. Producción orgánica vegetal y animal. Algunas técnicas y procesos productivos orgánicos. Recursos. Los recursos naturales: permanentes y renovables. Producción orgánica secundaria (agroindustria).

La producción orgánica.<sup>15</sup>

La producción orgánica favorece la sustentabilidad de los recursos y otorga un marco inicial de valor. La Argentina totalizaba, en el 2006, 2,6 millones de hectáreas bajo seguimiento de producción orgánica y es uno de los países de Latinoamérica con mayor porcentaje de tierras orgánicas. Además, la producción orgánica promueve el mantenimiento de las condiciones de pureza que distinguen a esta comarca andina.

## **Asignación de alumnos (roles)**

Se explica en el desarrollo de la secuencia donde se propone el trabajo en grupo (con roles distintos dentro de los grupos), plenarios de puestas en común y momentos informativos del docente. Se realizará en grupos de 2 a 4 estudiantes.

## **Desarrollo de la secuencia**

- 1)** armado de grupos de 2 a 4 alumnos cada uno;
- 2)** explicación de la consigna/instrucciones. Explicación de las responsabilidades de cada equipo de trabajo;

### **Consigna 1**

- Describir las características más importantes de la producción orgánica vegetal y animal. Realizar cuadros comparativos con la producción convencional no orgánica teniendo en cuenta los factores que las distinguen (por ejemplo: normativas, técnicas y tecnologías, manejo del suelo, fertilizantes, plaguicidas, costos, comercialización, comercio exterior, etc.)
- Ventajas y desventajas de la producción orgánica. Realizar un cuadro comparativo con la producción convencional no orgánica
- Elaborar un informe escrito.

<sup>15</sup> Ver texto Ley 25.127/99 en el título “Desarrollo de Contenidos”.

- 3) puesta en común: cada grupo expone su trabajo;
- 4) momento informativo-explicativo del docente sobre los contenidos de enseñanza. Se reforzán los conceptos teóricos y los procedimientos utilizados. Se aclaran dudas.

### Bibliografía de consulta de la actividad

- PAIS, Marcelo (comp.) (2002); *La producción orgánica en la Argentina*; MAPO (Movimiento Argentino para la Producción Orgánica), Bs. As.
- PIA, Fernando (2005); *Huerta orgánica biointensiva*; CIESA, 2008.
- La huerta orgánica (2005). *Prohuerta. INTA*, Min. Desarrollo Social, Buenos Aires.  
Web: [www.mapo.org.ar](http://www.mapo.org.ar) / [www.proyectociesa.com.ar](http://www.proyectociesa.com.ar)

#### ■ Actividad 3: La producción agropecuaria de mi región

**Espacio:** aula. Salidas de campo de reconocimiento y relevamiento.

**Materiales y recursos básicos:** videocámara, cámara de fotos. Equipo de video. Proyector. Elementos para exponer trabajos de indagación del contexto productivo: pliegos grandes de papel afiche, sulfito o similar; marcadores fibrones (agua o solvente) para papel; cinta adhesiva de papel (de enmascarar).

**Tiempo:** la duración aproximada la actividad se estima en 4 a 8 h presenciales en total, pudiendo cambiar de acuerdo a las variantes que introduzca el docente y a las actividades no presenciales que asigne.

**Video:** al comenzar se efectúa una introducción a la actividad y a continuación se visualiza el video en su totalidad.

### Descripción de la actividad

La actividad consistirá de una indagación o investigación en torno a los emprendimientos productivos agropecuarios regionales. El producto será un informe (o monografía) y un audiovisual. Como base orientativa se utilizará el video que desarrolla dos sistemas productivos de la región andino-patagónica (La Comarca Andina del Paralelo 42).

Si en la región dónde está la escuela no abunda la producción agropecuaria ni la agroindustria se puede adaptar la consigna para estudiar otros tipos de sistemas productivos característicos del lugar.

Una variante adicional, incorporando contenidos de las Ciencias Sociales, es ampliar el estudio agregando la indagación y descripción de los circuitos productivos más importantes de la región.

### Contenidos

Algunos de los contenidos básicos que pueden ser abordados desde esta actividad son:

- *sistemas de producción, procesos técnicos de la demanda al producto, circuitos productivos, procesos de producción primaria, producción vegetal y producción animal;*
- *algunas técnicas y procesos productivos (hortalizas, frutas finas, lácteos). Recursos. Los recursos naturales: permanentes y renovables;*
- *insumos. Materiales. Herramientas. Máquinas. Almacenamiento. Sistemas de riego;*

- tecnologías de gestión: planificación y manejo;
- procesos de producción secundaria (agroindustria).

### Asignación de alumnos (roles)

Se explicita en el desarrollo de la secuencia donde se propone el trabajo en grupo (con roles distintos dentro de los grupos), plenarios de puestas en común y momentos informativos del docente. Se realizará en grupos de 2 a 4 estudiantes.

### Desarrollo de la secuencia

- 1) armado de grupos de 2 a 4 alumnos cada uno;
- 2) explicación de la consigna/instrucciones. Explicación de las responsabilidades de cada equipo de trabajo;

#### **Consigna**

- Describir nuestra región en base a sus características más importantes: geográficas, políticas, sociales, económicas, clima, etc.
- Analizar los diferentes tipos de producción agropecuaria primaria de nuestra región. Poner énfasis en describir las diferentes tecnologías que se utilizan: recursos, máquinas y herramientas, riego, etc.
- Analizar los diferentes tipos de producción agropecuaria secundaria y agroindustrias de nuestra región.
- Elaborar un informe escrito y un dispositivo audiovisual.

- 3) puesta en común: cada grupo expone su trabajo;
- 4) momento informativo-explicativo del docente sobre los contenidos de enseñanza. Se reforzán los conceptos teóricos y los procedimientos utilizados. Se aclaran dudas.

#### ■ Actividad 4: Un emprendimiento productivo de mi región

**Espacio:** aula. Se recomienda hacer salidas de campo de reconocimiento y relevamiento.

**Materiales y recursos básicos:** videocámara, cámara de fotos. Equipo de video. Proyector. Elementos para exponer trabajos de indagación del contexto productivo: pliegos grandes de papel afiche, sulfito o similar; marcadores fibrones (agua o solvente) para papel; cinta adhesiva de papel (de enmascarar).

**Tiempo:** la duración aproximada la actividad se estima en 4 a 8 h presenciales en total, pudiendo cambiar de acuerdo a las variantes que introduzca el docente y a las actividades no presenciales que asigne.

**Video:** al comenzar se efectúa una introducción a la actividad y a continuación se visualiza el video en su totalidad.

## Descripción de la actividad

La actividad consistirá de una indagación y análisis de alguno de los procesos productivos agropecuarios presentes en la región de la escuela. El producto será un informe o monografía y un audiovisual.

Como base orientativa se utilizará el video que desarrolla dos sistemas productivos de la región andino-patagónica (La Comarca Andina del Paralelo 42). Esta actividad conviene que se realice después de la Actividad 3: La producción agropecuaria de mi región.

Si en la región donde está la escuela no abunda la producción agropecuaria ni la agroindustria, el docente puede adaptar la consigna para estudiar otros tipos de sistemas productivos característicos del lugar.

Se pretende que los estudiantes elijan de un emprendimiento relativamente pequeño de tipo sustentable (que utilice tecnologías apropiadas) y que analicen y desarrollen sus principales características y procesos.

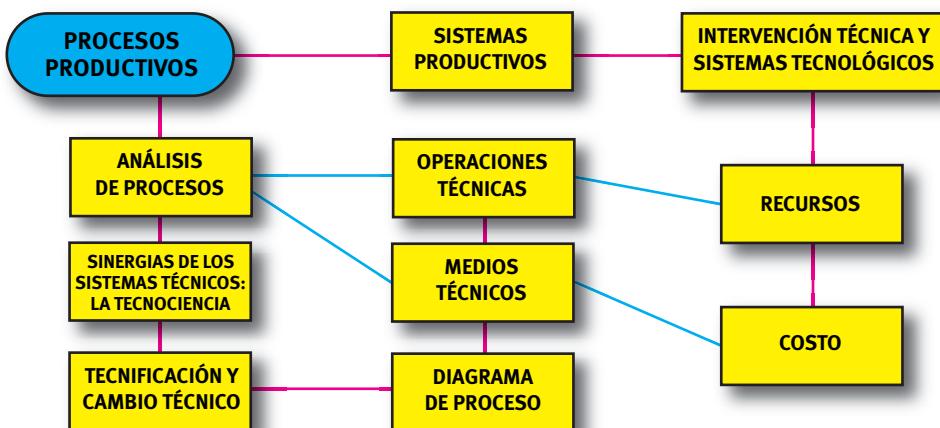
## Contenidos

Algunos de los contenidos básicos que pueden ser abordados desde esta actividad son:

- *Sistemas de producción. Procesos técnicos de la demanda al producto. Sistemas de representación: diagramas, bocetos, croquis, maquetas. Informe técnico. Circuitos productivos. Contenidos de Ciencias Naturales relacionados con el tipo de proceso productivo.*
- *Técnicas y procesos productivos. Procesos de producción primaria. Producción vegetal. Producción animal.*
- *Recursos. Los recursos naturales: permanentes y renovables.*
- *Insumos. Materiales. Herramientas. Máquinas.*
- *Sistemas auxiliares, por ejemplo, sistemas de riego.*
- *Una producción sostenible con flujos cíclicos (Ejemplo: el compost).*
- *Tecnologías de gestión: planificación y organización de la producción.*
- *Procesos de producción secundaria (agroindustria).*

## Red de contenidos

A continuación se muestra una red muy simple que puede ser enriquecida de acuerdo a la intencionalidad didáctica que persiga el docente al utilizar esta actividad.



## **Asignación de alumnos (roles)**

En el desarrollo de la secuencia se propone el trabajo en grupo (con roles distintos dentro de los grupos), plenarios de puestas en común y momentos informativos del docente. Se realizará en grupos de 2 a 4 estudiantes.

## **Desarrollo de la Secuencia**

- 1)** armado de grupos de 2 a 4 alumnos cada uno;
- 2)** explicación de la consigna/instrucciones. Explicación de las responsabilidades de cada equipo de trabajo;

### ***Consigna***

*El Trabajo consistirá en una indagación de algún sistema o proceso productivo regional. Como resultado, deberán hacer:*

- *Un video o un audiovisual que de cuenta de las principales características del emprendimiento elegido*
- *Un informe o monografía, el formato y el índice sugeridos son:*

#### CARÁTULA

Título – Resumen (5-10 renglones) – Fecha – Autor – Institución, etc.

#### INTRODUCCIÓN o FUNDAMENTACIÓN

Por qué se eligió. Importancia socioeconómica del emprendimiento.

#### ANTECEDENTES

Origen y evolución del sistema productivo elegido (con referencias al contexto).

#### RESUMEN DEL EMPRENDIMIENTO

Breve descripción. Tipo de empresa.

#### PRODUCTO o PRODUCTOS

Características, demanda, mercado, distribución. Costos, precios.

#### DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN

Recursos: mano de obra, materiales, energía, máquinas, herramientas, etc.

Proceso productivo. Ilustrar con diagramas y dibujos (croquis y boletos), fotos, etc.

Producción artesanal o industrial, información técnica y científica, conocimientos científicos.

#### EFFECTOS SOCIALES Y AMBIENTALES

Empleo. Comunicaciones. Impacto socioeconómico. Riesgos y control ambiental.

#### CONCLUSIONES

Resumir los resultados más importantes del trabajo.

BIBLIOGRAFÍA Y OTRAS FUENTES DE INFORMACIÓN (asesores, productores, etc.).

- 3) puesta en común: cada grupo expone su trabajo;
- 4) momento informativo-explicativo del docente sobre los contenidos de enseñanza. Se reforzán los conceptos teóricos y los procedimientos utilizados. Se aclaran dudas.

### Bibliografía de consulta de la actividad

- BUCH, T. (1999). *Sistemas Tecnológicos*. Buenos Aires. Aique.
- CWI, Mario y SERAFINI, Gabriel; *Tecnología. Procesos Productivos*; PROCIENCIA, 2000.
- LINIETSKY, César y SERAFINI, Gabriel; *Tecnología para Todos; 3º ciclo, 1º parte*; Plus Ultra; 1996.
- MARPEGÁN, Carlos, MANDÓN, María y PINTOS, Juan C.; *El Placer de Enseñar Tecnología: actividades de aula para docentes inquietos*; Novedades Educativas, 2000.
- PÉREZ, L., BERLATZKY, M., CWI, M.; *Tecnología y Educación Tecnológica*; Kapelusz, 1998.

#### ■ Actividad 5: Proyectando mi chacra

**Espacio:** aula. Eventualmente se pueden visitar chacras similares en tamaño a las desarrolladas en el video.

**Materiales y recursos básicos:** equipo de video; pliegos grandes de papel afiche, sulfito o similar; marcadores fibrones (agua o solvente) para papel; cinta adhesiva de papel (de enmascarar). Los materiales y herramientas necesarios son muy diversos de acuerdo a los diseños de los estudiantes y al grado de detalle con que se acuerde elaborar la maqueta. La presentación final de los proyectos puede requerir recursos para exponer los trabajos.

**Tiempo:** la duración aproximada la actividad se estima en 8 a 10 h presenciales en total, pudiendo cambiar de acuerdo a las variantes que introduzca el docente y a las actividades no presenciales que asigne.

**Video:** al comenzar se efectúa una introducción a la actividad y a continuación se visualiza el video en su totalidad.

### Contenidos

Algunos de los contenidos básicos que pueden ser abordados desde esta actividad son:

- *Sistemas de producción. Procesos técnicos de la demanda al producto. Proyecto tecnológico. Planificación, organización y gestión.*
- *Diseño. Sistemas de representación: diagramas, bocetos, croquis, maquetas. Escalas.*
- *Plan de negocios. Informe técnico.*
- *Circuitos productivos.*
- *Contenidos de Ciencias Naturales relacionados con el tipo de proceso productivo.*

### Descripción de la actividad

La enseñanza mediante el planteo de proyectos de cierta complejidad ha sido destacada por numerosos autores para lograr aprendizajes significativos y para desarrollar capacidades complejas. Por ejemplo, Fourez (1997) presenta un modelo de enseñanza por proyectos (Cap. 5).

Dice Fourez: “*Toda aproximación interdisciplinaria adquiere sentido en relación con un proyecto: apunta a producir una representación teórica apropiada en una situación precisa y en*

*función de un proyecto determinado*" (pág. 107).

Esta actividad propone el desarrollo de un proyecto complejo de esta naturaleza. Se recomienda seguir las etapas clásicas de un proyecto tecnológico, pero adaptadas a esta actividad.<sup>16</sup> La modelización de sistemas productivos mediante diversos medios de representación (diagramas, bocetos, croquis, maquetas) es una herramienta pedagógica importante, porque pone en juego procesos crecientes de abstracción por parte de los estudiantes.

## Propósitos

Además del aprendizaje de los contenidos consignados, algunos de los propósitos posibles para esta secuencia (que el docente deberá adaptar a sus fines) son:

- reconocer necesidades, identificar problemas, diseñar y planificar sistemas productivos que satisfagan demandas, permitiendo la apropiación del proceso tecnológico y del circuito productivo;
- desarrollar capacidades para representar ideas en forma gráfica, verbal y escrita, para poder comunicarlas a otros, tanto de diseño, como de funcionalidad de los productos;
- desarrollar proyectos productivos mejorando habilidades manuales e intelectuales y construyendo modelos (maquetas) sencillos con materiales usuales;
- valorizar la creatividad, el trabajo manual y el trabajo grupal organizado, la búsqueda y procesamiento de información, como formas de realización de proyectos y actividades cotidianas.

## Asignación de alumnos (roles)

Se explicita en el desarrollo de la secuencia donde se propone el trabajo en grupo (con roles distintos dentro de los grupos), plenarios de puestas en común y momentos informativos del docente.

## Desarrollo de la secuencia

Se arman grupos de 2 a 4 alumnos cada uno. Se les asigna a cada grupo el proyecto de un tipo diferente de chacra o de granja como sistema productivo. La asignación queda a cargo del docente. Se sugiere asignar proyectos de baja complejidad similares a lo que muestra el video: pequeños establecimientos de producción orgánica de hortalizas, frutales, lácteos, etc. Explicación de la consigna/instrucciones. Explicación de las responsabilidades de cada equipo de trabajo.

### **Consigna**

*Vuestro equipo debe proyectar un establecimiento productivo pequeño productor de.....*

*Para ello, teniendo en cuenta el (o los) producto(s) final(es) deben diseñar el proceso productivo y el establecimiento con todas sus instalaciones, teniendo en cuenta los aspectos humanos, técnicos y económicos. Se deben emplear tecnologías apropiadas y producción orgánica. Consulten bibliografía, Internet y demás fuentes de información que crean necesarias. Es muy importante que, a lo largo de todo el proyecto se den su propia organización, división de tareas y responsabilidades.*

<sup>16</sup> Ver título "Proyecto tecnológico".

Los pasos a seguir son los siguientes:

- 1) Especifiquen las características del (o los) producto(s) final(es).
- 2) Estimen el volumen de producción.
- 3) Diseñen el proceso productivo. Utilicen bocetos y diagramas.
- 4) Hagan el listado de las instalaciones más importantes de la chacra.
- 5) Hagan un croquis en planta de la chacra mostrando de manera global sus dependencias más importantes. Se sugiere utilizar una escala tal que el croquis total ocupe aproximadamente un pupitre.
- 6) Hagan dibujos de las dependencias más importantes (en escalas apropiadas).
- 7) Hagan una maqueta de la chacra (o del conjunto de sus instalaciones más importantes). Para ello, planifiquen todo lo que necesitarán para su construcción. Hagan una lista de materiales y del equipamiento que serán necesarios. Distribuyan las tareas dentro del equipo. (El docente puede solicitar un informe preliminar antes de la construcción de la maqueta).
- 8) Elaboren un informe técnico del proyecto: con los principales aspectos del funcionamiento general de la chacra, por ejemplo: organización y gestión; acceso, almacenaje y movimiento de insumos materiales; proceso productivo; almacenaje y distribución del producto final; flujos de información y comunicaciones; Plan de negocios; etc.
- 9) Preparen una presentación del proyecto (todos tienen que exponer una parte). Utilicen los dibujos y la maqueta realizada y los medios audiovisuales que crean oportunos.

**Puesta en común:** cada grupo expone el proyecto de la Chacra.

Momento informativo-explicativo del docente sobre los contenidos de enseñanza. Se refuerzan los conceptos teóricos y los procedimientos utilizados. Se aclaran dudas.

### **Pautas para el docente**

El docente debe estar atento, en las fases creativas para promover la aparición de ideas, la imaginación, la inventiva, la intuición y el pensamiento lateral de los alumnos. Los grupos deberían idear por sí mismos, sin ayuda de la docente, las maneras de resolver el desafío planteado. La docente se limita a favorecer la generación de propuestas y el intercambio entre los miembros del grupo, asegurándose que el grupo no ha seguido adelante sin antes tomarse todo el tiempo necesario para la discusión y los acuerdos. En esta instancia conviene estimular la elaboración de bocetos y dibujos por parte de los alumnos para facilitar la comunicación de ideas entre ellos.

Esta actividad brinda la oportunidad de a planificar y a trabajar de manera organizada con las ideas. Este es un aprendizaje gradual y a medida que los alumnos avancen en su escolaridad y adquieran experiencia en este tipo de actividades, se deberá pedir, pautando la consigna, que comuniquen sus ideas, se organicen y planifiquen de manera explícita y objetiva, y en un lenguaje técnico y científico cada vez más riguroso y apropiado.

Con relación a la maqueta, de acuerdo con los contenidos que deseé trabajar, el docente deberá acordar con los alumnos el grado de detalle de la maqueta y los componentes de la misma. Los equipos pueden efectuarla en el aula taller o en sus casas. Los pro y los contras son evidentes en cada caso. Se puede optar por algo mixto, por ejemplo, que los estudiantes traigan de sus casas ya construidas los principales subsistemas del sistema completo y que los ensamblen y terminen en el aula taller.

Durante la puesta en común de los trabajos, la prueba, la validación, el perfeccionamiento de los sistemas elaborados, los equipos deben exponer sus trabajos y someterlos a la crítica de sus pares. La puesta en común puede ser previa a la presentación final. Es muy importante la reflexión y procesamiento de lo realizado (que puede hacerse en forma gradual y en diferentes instancias). El docente modera las exposiciones, los debates y las justificaciones; resume las conclusiones, resalta las razones del éxito y fracaso, las estrategias utilizadas y los aprendizajes logrados. Devuelve a los grupos las dudas y las contradicciones que aparezcan; señala procedimientos diferentes, lenguajes inapropiados, y busca el consenso que valide los saberes utilizados. En este momento crece el valor de las intervenciones del docente, que debe recurrir a las explicaciones teóricas y metodológicas necesarias de acuerdo con las dificultades surgidas (por ejemplo, organización empresarial, información científica, etc.). La presentación final se puede hacer cerrada al curso o abierta a la comunidad educativa.

### **Evaluación de la actividad**

Se realiza durante toda la secuencia, en especial durante la puesta en común.

Si el docente lo juzga oportuno se pueden realizar una evaluación de los aprendizajes mediante ejercicios de aplicación cambiando los sistemas productivos.

### **Bibliografía de consulta de la actividad**

- BUCH, T. (1999). *Sistemas Tecnológicos*. Buenos Aires. Aique.
- FOUREZ, Gerard; (1997). *Alfabetización Científica y Tecnológica*; Colihue. Bs As.
- GAY, A. y FERRERAS, M.A. (1996); *La Educación Tecnológica*; PROCIENCIA, CONICET, MCE.
- CWI, Mario y SERAFINI, Gabriel; *Tecnología. Procesos Productivos*; PROCIENCIA, 2000.
- LINIETSKY, César y SERAFINI, Gabriel; *Tecnología para Todos; 3º ciclo, 1º parte*; Plus Ultra; 1996.
- MARPEGÁN, Carlos, MANDÓN, María y PINTOS, Juan C.; *El Placer de Enseñar Tecnología: actividades de aula para docentes inquietos*; Novedades Educativas, 2000.
- PÉREZ, L., BERLATZKY, M., CWI, M.; *Tecnología y Educación Tecnológica*; Kapelusz, 1998.

## **7.9. Bibliografía de apoyo**

### **Contenidos de Ciencias Naturales**

- Revista *Investigación y Ciencia*. N° 2. nov'1976. Barcelona.
- CURTIS, H.; *Biología*; Panamericana, 1985.
- MANDÓN, J.; MARPEGÁN, C.; *Los ecosistemas. Un enfoque sistémico para su enseñanza*; F.E.A.P, Plus Ultra, Bs As. 1996.
- ODUM, E. P.; *Ecología*; Interamericana, 3º edición, 1987.

### **Proyectos, sistemas y procesos productivos**

- BUCH, T. (1999). *Sistemas Tecnológicos*. Aique. Buenos Aires.
- CWI, Mario y SERAFINI, Gabriel (2000).; *Tecnología. Procesos Productivos*; PROCIENCIA, Buenos Aires.
- FOUREZ, Gerard; (1997). *Alfabetización Científica y Tecnológica*; Colihue. Buenos Aires.
- GAY, A. y FERRERAS, M.A. (1996). *La Educación Tecnológica*; PROCIENCIA, CONICET, MCE. Buenos Aires.
- LINIETSKY, César y SERAFINI, Gabriel (1996). *Tecnología para Todos*; 3º ciclo, 1º parte; Plus Ultra; Buenos Aires.
- MARPEGÁN, Carlos, MANDÓN, María y PINTOS, Juan C (2000). *El Placer de Enseñar Tecnología: actividades de aula para docentes inquietos*; Novedades Educativas, Buenos Aires.
- PÉREZ, L., BERLATZKY, M., CWI, M. (1998). *Tecnología y Educación Tecnológica*; Kapelusz, Buenos Aires.

### **Enfoque sistémico**

- BARÓN, Marcelo; (2004). *Enseñar y aprender tecnología*; Novedades Educativas, BsAs.,
- BERTALANFFY, L. von (1976). *Teoría general de los sistemas: fundamentos, desarrollo, aplicaciones*. México. Fondo de Cultura Económica.
- BUCH, T. (1999). *Sistemas Tecnológicos*. Buenos Aires. Aique.
- FRANCOIS, Ch. (1992). *Diccionario de Teoría General de Sistemas y Cibernética*. Bs As. GESI.
- LOVELOCK, J. E. (1987). *Gaia. Una nueva visión de la vida sobre la Tierra*. Barcelona. Orbis.
- MARPEGÁN Carlos. (1994). *¿Qué es la teoría de sistemas?*. El Bolsón. Fundación Valle Nuevo.
- NOVO, María, MARPEGÁN, Carlos y MANDÓN, María; (2002). *El enfoque sistémico: su dimensión educativa*; UNED; Madrid.
- PRIGOGINE, I y STENGERS, I. (1994). *La nueva alianza*. Madrid. Alianza.
- ROSNAY, J. (1977). *El macroscopio*. Madrid. AC.
- VAN GIGCH, J. (1990). *Teoría General de Sistemas*. México. Trillas.

### **Producción orgánica**

- PAIS Marcelo (comp.) (2002); *La producción orgánica en la Argentina*; MAPO (Movimiento Argentino para la producción orgánica), Buenos Aires.
  - PIA, Fernando (2005); *Huerta orgánica biointensiva*; CIESA, 2008.
- La huerta orgánica* (2005). Prohuerta. INTA. Ministerio de Desarrollo Social. Buenos Aires.

**Webs recomendadas:** [www.mapo.org.ar](http://www.mapo.org.ar)    [www.proyectociesa.com.ar](http://www.proyectociesa.com.ar)