



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

**PROYECTOS DE BIOTECNOLOGÍA COMO MODELO PARA
EL DESARROLLO DE MACROCOMPETENCIAS EN
EDUCACIÓN BÁSICA Y MEDIA SUPERIOR**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

B I Ó L O G O

P R E S E N T A:

CARLOS HUGO BASURTO TORRES



**DIRECTOR DE TESIS:
DRA. JULIETA VALENTINA GARCÍA MÉNDEZ
2010**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

A mi madre, Rosalinda, muchas gracias.

Para Esther y Pedro por siempre.

A mí querida Lic. Karlita.

A Mariana por ser y estar aquí.

A Emmanuel por las batallas libradas.

A Dither, Saúl, Juan, Alex, Jaime, Marco H. y Carlos por todos los sueños.

A Paty y Toñito por sus ecosofías.

A Toño por tener siempre una canción.

A Marta por su responsabilidad.

A Julieta por su rebeldía.

A Manuel por ser un dos.

A Karla por su profesión

Al Honorable Comité por su profesionalismo, cuidado y calidad humana:

Julieta, Eréndira, Leobardo, Nubia y Catalina.

A todos mis compañeros del MJVC (Buscadores de utopías)

A la UAM y a UNAM por ser mis casas.

A Toño y el taller de Hidroponía de la Facultad de Ciencias.

A todos los Colegios Peterson.

Al Colegio Internacional Tlalpan, a sus directivos, maestros y personal.

A mis alumnos, que efectivamente resultan ser los verdaderos maestros.

L' essentiel est invisible pour le yeux.

Saint-Exupery¹

Bacaanda

Nuchi' guniéxcaanda'

Zúbanu xañee ti yaga,

Caguiñe ti bi nanda

ne cusaba stale bandaga.

Ne gaxha neza ranuunu

cuxooñe' ti nisa ya...²

¹ “Lo esencial es invisible para los ojos”. Antoine de Saint-Exupéry, *Le petit prince*, Colombia: Edigrama

² “El sueño”/ Anoché soñe que/ estábamos sentados bajo un árbol/ soplaba un viento frío /y tiraba muchas hojas /y cerca del camino donde estábamos/ fluía un arrollo limpio.

Francisco Nácar (1984) *La flor de la palabra* (Guie'sti'diidxazá), México:Premia.

| Índice | Página |
|--|---------------|
| Presentación..... | 1 |
| Introducción..... | 5 |
| I. Biología y experiencia humana..... | 11 |
| Nuestra dependencia de la naturaleza..... | 11 |
| El problema de la contaminación del agua..... | 13 |
| Dependencia de la naturaleza..... | 13 |
| Pensamiento sistémico..... | 16 |
| II. Estrategias didácticas para Biología..... | 19 |
| Tecnología, ciencia y educación..... | 19 |
| Estructura didáctica..... | 24 |
| III. Biotecnologías e Hidroponía..... | 29 |
| Germinación..... | 31 |
| Los sistemas de cultivo hidropónico..... | 33 |
| Sistemas con sustrato..... | 34 |
| Cultivo de hortalizas durante el periodo 2005-2010..... | 36 |
| Sistemas sin sustrato..... | 38 |
| Sistemas pasivos..... | 38 |
| Método del plato..... | 38 |
| Subirrigación..... | 39 |
| Raíz flotante..... | 39 |
| Sistemas dinámicos..... | 39 |
| Sistema NFT (<i>Nutrient Film Technique</i>)..... | 39 |
| Nutrición vegetal..... | 40 |
| Cultivo de lechuga..... | 44 |
| Germinación de lechuga..... | 45 |
| Primera etapa de desarrollo..... | 45 |
| Segunda etapa de desarrollo..... | 45 |
| Elección del sistema de crecimiento..... | 46 |
| Programación del cultivo..... | 46 |
| IV. Experiencias con estrategias de desarrollo de la macrocompetencia Bio-corporal ecológica..... | 49 |
| Registro de experiencias..... | 50 |
| Resultados..... | 85 |
| Perspectivas de desarrollo y conclusiones..... | 87 |
| Bibliografía..... | 91 |

Anexos

| | |
|--|-----|
| Anexo 1 Manual de trabajo para primero de secundaria..... | 92 |
| Anexo 2 Vinculación con el programa de estudio (Ciencias I con énfasis en Biología)..... | 112 |
| Anexo 3 Vinculación con el programa de estudio para bachillerato de la SEP..... | 116 |

PROYECTOS DE BIOTECNOLOGÍA COMO MODELO PARA EL DESARROLLO DE MACROCOMPETENCIAS EN EDUCACIÓN BÁSICA Y MEDIA SUPERIOR

Presentación

Vivimos tiempos de crisis en todos los ámbitos, especialmente en nuestras instituciones sociales, políticas, científicas y tecnológicas. Nuestro sistema económico genera una distribución desigual de la riqueza: mientras en algunos países se gastan millones de dólares en la fabricación de armas, en otros, millones de seres humanos mueren debido a la desnutrición. A pesar de todas las estrategias y políticas se abusa de los pobres, de los grupos indígenas, de las mujeres y de los niños.

Nos enfrentamos a una crisis ecológica sin precedentes a nivel global como lo demuestran las altas tasas de extinción tanto de especies como de expresiones culturales (lenguas, grupos, costumbres) registradas en el s. XX. Los niveles de contaminantes que se registran en las metrópolis amenazan la salud de las personas y en muchos casos las han enfermado. Los efectos no sólo son locales, sino que alcanzan proporciones planetarias como lo demuestran los datos relacionados con el calentamiento global. Este fenómeno está modificando los patrones y distribución de las lluvias y temperaturas; podría además traer la elevación del mar, calculada entre 30 cm y 1 m en sólo diez años (Garduño, 1998, p.22), por si fuera poco se prevé el cambio en la distribución de las precipitaciones con graves consecuencias en la agricultura en cuanto al manejo y disponibilidad de agua y en los asentamientos humanos en términos de siniestros. Huracanes más vigorosos, así como sequías e inundaciones son esperados como consecuencia de este proceso.

El sector industrial deteriora la capa de ozono, formada por organismos fotosintéticos que liberan oxígeno a la atmósfera y que actualmente protege la vida contra la radiación ultravioleta del sol. Las riquezas devengadas de la industrialización se quedan en unos pocos mientras que sus desechos deterioran la calidad de vida de millones.

Los grandes riesgos de la guerra amenazan la vida del planeta. En muchos países el desempleo obliga a los jóvenes a convertirse en inmigrantes. El campo está abandonado por la falta de interés del Estado y el acceso desigual a las tecnologías. Nos enseñan a vivir frustrados y violentos en competencia con los otros.

Los patrones de consumo desgastan la tierra. El impacto ambiental que genera nuestra existencia es muy alto; somos consumidores compulsivos de materia y energía, compramos veneno que comemos y respiramos. Generamos toneladas de materiales que no se reintegran fácilmente a los ciclos biogeoquímicos del planeta.

Los patrones de alimentación actuales tanto en la ciudad como en el campo están creando un problema de salud pública debido a malos hábitos, conservadores en los alimentos, pesticidas en cultivos, falta de información y de tecnologías que permitan a las personas obtener alimentos nutritivos y libres de contaminantes.

El poder no se concibe como aquella capacidad de servir al bien común, sino como la manera de obtener beneficio propio; nos sentimos vacíos, faltos de ideales trascendentales, enajenados, fragmentados en nuestro pensamiento. Parece paradójico que la inteligencia, capacidad producto de la evolución que nos permitió sobrevivir y desarrollar el lenguaje, cultura, filosofía, arte, tecnología y ciencia, sea causa de nuestra destrucción.

La crisis ecológica del planeta no logrará resolverse mediante un simple pase de nuevas tecnologías, audaces acuerdos internacionales, cambios en las pautas culturales, o aun un reajuste en los patrones de producción y consumo. La nueva crisis global penetra y sacude todos y cada uno de los fundamentos sobre los que se asienta la actual civilización y exige una reconfiguración radical del modelo civilizatorio. En esencia, ello significa el cuestionamiento de las mismas bases éticas del comportamiento humano o la estructura y dinámica de la familia, hasta las configuraciones que adquieren las nuevas tecnologías, las formas de participación y de gobierno, y las actitudes hacia el universo natural. (Boada & Toledo, 2003, p.121)

La percepción de estos problemas y la forma en que se han pretendido solucionar corresponde a una interpretación fragmentaria del mundo. Nos han enseñado a pensar en partes: al analizar un problema tratamos de diseccionarlo para analizarlo y luego unirlo, indagando cómo funciona cada fragmento; ésta es la herencia del pensamiento cartesiano. La crisis actual sólo puede ser entendida de manera sistémica, tomando en cuenta las relaciones entre los componentes, buscando los patrones de relación en la naturaleza y transportándolos a nuestros sistemas sociales, educativos e industriales.

El contacto con la naturaleza genera una modificación profunda en nuestra percepción, valores, creencias y expectativas de vida. En ella descubrimos relaciones entre sus componentes, patrones y sistemas dentro de sistemas.

El presente proyecto fomenta y promueve el contacto con otros seres vivos. Puede contribuir de manera sustancial al desarrollo integral de los jóvenes, al desarrollo del pensamiento sistémico, a la conciencia de ser parte del planeta; crear vínculos de cooperación que produzcan una realidad sostenible en términos ecológicos y sociales; es decir, busca la utopía.

El concepto de sostenibilidad se ha convertido en un elemento clave en el movimiento ecológico y es sin duda crucial. Lester Brown, del Worldwatch Institute, ha dado una simple, clara y hermosa definición: «Una sociedad sostenible es aquella capaz de satisfacer sus necesidades sin disminuir las oportunidades de generaciones futuras.» Éste, en pocas palabras, es el gran

desafío de nuestro tiempo: crear comunidades sostenibles, es decir, entornos sociales y culturales en los que podamos satisfacer nuestras necesidades y aspiraciones sin comprometer el futuro de las generaciones que han de seguirnos. (Capra, 2003)

La educación institucionalizada y su papel transformador es el instrumento poderoso con el que contamos para hacer frente a la crisis. Este momento en la historia nos ofrece la oportunidad de crear profundos cambios. Es por esto que desde 2005 comencé un proyecto ecosófico¹ en el invernadero de 100 m² del Colegio Peterson (Colegio Internacional Tlalpan) ubicado en el kilómetro 23.5 de la carretera federal México - Cuernavaca.

Este trabajo es producto de las actividades realizadas durante 5 años por los alumnos, maestros y directivos del plantel, pues al ser un proyecto que busca fomentar la cooperación ha incluido y buscado un trabajo en comunidad. En estos años utilicé la hidroponía como metodología de intervención para la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia en educación primaria, secundaria y preparatoria con el propósito de fomentar el conocimiento sobre las relaciones que guardan los seres vivos consigo mismos y con el ambiente que los rodea, a lo que algunos autores se refieren como pensamiento sistémico. Además esta forma de percibir la naturaleza incluye al ser humano y la red de relaciones que establece con el mundo. Es precisamente la relación de dependencia que el ser humano entabla con el resto del mundo natural la que justifica una reflexión orientada a la búsqueda de nuevas formas de convivencia que sean sostenibles a largo plazo.

En esta línea de pensamiento se encuentra el concepto de macrocompetencia² (García, 2010) particularmente la biocorporal-ecológica, la cual ha sido mi intención plantear, reflexionar y desarrollar entre los alumnos de los Colegios Peterson, particularmente en el plantel Tlalpan.

Esta tesis está integrada por 4 capítulos. En el primero expongo el marco teórico, nuestra dependencia de la naturaleza y sus implicaciones. En el segundo planteo el modelo pedagógico que desarrollé en el colegio. El tercero toca el concepto de hidroponía, los principios básicos de esta biotecnología y en el capítulo final comparto experiencias y resultados a lo largo de estos años. Además incluyo una sección de imágenes que ilustran estas experiencias.

En el ciclo escolar 2005-2006 comencé el proyecto en secundaria; durante el mismo ciclo se extendió a preparatoria y a la primaria del citado plantel. Al presente año incrementamos la superficie de cultivo al doble, logramos una

¹ El concepto de ecosofía se refiere a la búsqueda de nuevas interacciones: del hombre consigo mismo, con su cuerpo, entre los seres humanos y de la especie humana con la naturaleza. (García, 2010)

² La macrocompetencia bio-corporal ecológica da cuenta de la relación del ser humano con el universo, su lugar en la naturaleza y su corporalidad.

certificación, la participación en diversos foros, concursos y la implementación del modelo en otros colegios, mismos que se detallan en las conclusiones.

Introducción

Enfrentar la crisis ambiental y alimentaria son precisamente las razones para el desarrollo de nuevas tecnologías -las llamadas verdes-³ pues vivimos en tiempos donde la deforestación, el calentamiento global, la pérdida de la biodiversidad, la crisis del agua y el problema del hambre en el mundo se presentan como grandes retos que si no logramos resolver, comprometeremos la existencia de nuestra especie en este planeta.

El desarrollo tecnológico ha mostrado sus grandes beneficios y también los daños causados al ambiente; daños que se podrían evitar o al menos atenuar. La tecnología y las actividades humanas derivadas de ésta han puesto en riesgo el futuro sostenible del planeta y contradicen así su propósito: “que la meta de la tecnología es la libertad humana lograda y entendida en términos de dominio material y superación de las limitaciones de la naturaleza.” (Mitcham, 1989, p.36)

Como menciona Morin (1999) desde los años 70 hemos logrado que los desechos, emanaciones, exhalaciones de nuestro desarrollo técnico-industrial degraden la biosfera y amenazan con envenenar irremediablemente el medio viviente del que formamos parte: “La destrucción desenfrenada de la naturaleza por la técnica conduce la humanidad al suicidio.” (p.37)

En palabras de Mitcham (1989): “La creencia fundamental de la teoría de la ley natural de que es antinatural contaminar o trastornar excesivamente el ambiente natural puede ser reforzada, por supuesto, apelando a los argumentos utilitarios del interés personal y del análisis riesgo-coste-beneficio.” (p.110)

Nuestra especie solamente ha estado en el planeta durante los últimos 500,000 años, una pequeñísima fracción de tiempo en el transcurso de la historia biológica del planeta. La vida es tan antigua como muestran los estromatolitos de más de 3500 millones de años. Podemos provocar nuestra extinción, pero a pesar de ello la naturaleza trasciende al ser humano y la vida continuará en el planeta, aunque no la humana.

¿Vale la pena mantener nuestros patrones de producción y consumo a costa del deterioro ambiental? “Hay soluciones para los principales problemas de nuestro tiempo, algunas muy sencillas, pero requieren un cambio radical en nuestra percepción, en nuestro pensamiento, en nuestros valores.” (Capra, 1998, p.26)

Es necesario cambiar el paradigma de dominio sobre la naturaleza, formar una conciencia ecológica, la conciencia de habitar con todos los seres mortales de una misma esfera viviente (biosfera) y buscar una alianza con ella.

³ Término popularizado por la agencia para la Protección del Ambiente Norteamericana (EPA)

Ésta es la búsqueda para las sociedades humanas: “tienen el reto de construir comunidades ecológicamente sostenibles, diseñadas de tal modo que sus tecnologías y sus instituciones sociales es decir, sus estructuras materiales y sociales no interfieran la capacidad inherente a la naturaleza para mantener la vida” (Capra, 2003, p.22)

Un sistema vivo se relaciona con su entorno, éste incluye a organismos de su misma especie, individuos de otras y el resto del universo, también hay una relación con el entorno⁴, el cual incluye relaciones con individuos de la misma especie (periodos de gestación) y con individuos de otras (mutualismos, simbiosis, comensalismos y parasitismos)

Muchos sistemas viven dentro de otros sistemas, un ejemplo de estos son las bacterias simbióticas dentro del estómago de los rumiantes. Ellas le confieren la posibilidad de metabolizar la celulosa. “El intestino humano sencillamente no puede con grandes dosis de celulosa. Así, todos los grupos humanos desprecian las briznas de hierba, las hojas de los árboles y la madera”. (Marvin, 1985, p.9)

Lynn Margulis (Capra, 2003) propuso la teoría endosimbiótica, que plantea que la cooperación entre organismos es tan fuerte que puede perderse la capacidad de existencia de manera separada. Esto explica la presencia de ADN dentro de las mitocondrias y los cloroplastos. Las pruebas sugieren que originalmente fueron células de vida libre. Es pues la cooperación una forma de relación que permite la vida.

La relación entre los sistemas vivos de la misma especie da como resultado el estudio de las poblaciones, a su vez éstas se relacionan con otras especies creando comunidades con sus particulares fenómenos emergentes. Cuando además lo contextualizamos con un medio encontramos redes dentro de redes de sistemas vivos. A.G.Tansley acuñó el término de “ecosistema” para describir a las comunidades de animales y plantas. (Capra, 1998, p.53)

Los ciclos biogeoquímicos regulan la concentración de materiales dentro del planeta. Estos participan de mecanismos geológicos y climáticos, así como los seres que habitan el planeta. Oxígeno, Carbono, Nitrógeno y agua se mueven a través del planeta circulándose y reciclándose. Esto llevó a Lynn Margulis y James Lovelock en los años setentas a desarrollar la “teoría Gaia”, la cual sustenta que el planeta y los sistemas vivos actúan como un sistema único regulando en conjunto los procesos que mantienen la vida.

También la energía se mueve desde el sol hacia los demás seres vivos. Por medio de la clorofila, las plantas captan la energía solar y la usan para todos sus procesos metabólicos; esta energía guardada en forma de carbohidrato es

⁴ Por “entorno” me refiero a la existencia de seres vivos dentro de otros.

transferido a lo largo de redes de relación llamadas tróficas. Materia y energía fluyen a través del planeta y de los seres vivos, creando relaciones energéticas y materiales, formando una red; es decir, un patrón de relación.

Humberto Maturana acuña el término "Autopoiesis" para nombrar a la red procesos, relaciones e intercambios de materia y energía que hace posible a la vida. Las redes autopoieticas son organizativamente cerradas y energéticamente abiertas, son sistemas homeostáticos que tienen a su propia organización como la variable que mantienen constante. (Maturana & Varela, 1994)

"Autopoiesis" significa literalmente "hacerse a sí mismo"; este término implica que en el sistema los componentes generan a otros componentes y estos a su vez generan los que les dieron origen por medio del patrón de organización en red. Esto recuerda una obra de M. C. Escher titulada "Dibujando manos" la cual muestro en la figura 1.

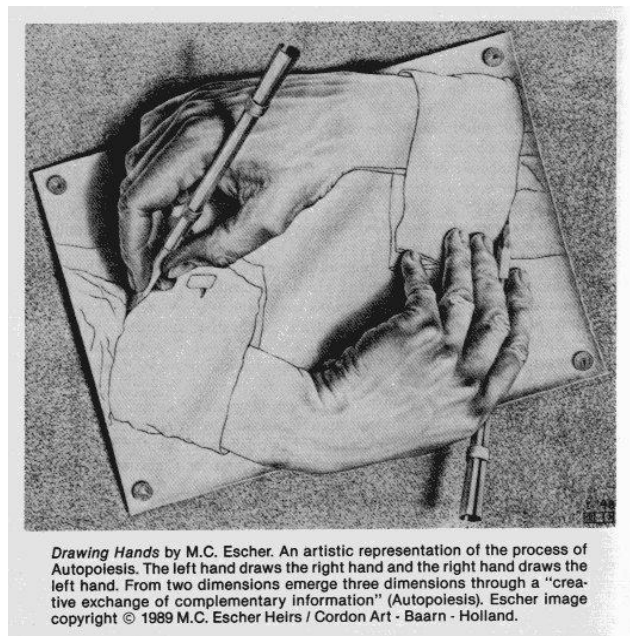


Fig 1. Recuperado el 18 de mayo de 2010 de <http://www.see.org/garcia/escher.jpg>

En realidad deberíamos de hablar de las relaciones organizativas que generan relaciones organizativas que a su vez generan a las primeras. Pues cada objeto definido por un observador se hace de manera abstracta, definimos los límites según su composición molecular o su función, pero eso no lo hace objetivo; incluso si pensamos que los componentes de un sistema autopoietico no están estáticos, sino en un constante recambio del material que los compone.

Una red autopoietica no es un conjunto de relaciones entre componentes estáticos (por ejemplo el patrón de organización de un cristal), sino un conjunto

de relaciones entre procesos de producción de componentes. (Capra, 1996, p.181)

La vida es movimiento, acción; sólo la muerte impide este proceso. Esta acción es producto del incesante flujo de materia, energía e información de los cambios que la red autopoiética realiza para mantener la homeóstasis del sistema.

Esta acción interna de la red produce modificaciones en el medio que la rodea: la célula modifica su entorno, absorbiendo nutrientes y arrojando productos. El caso del Oxígeno es una muestra de lo profundo que puede ser el cambio y la modificación que hace la vida. Hace millones de años las bacterias modificaron la atmósfera aportando el Oxígeno y aceleraron los procesos de oxidación en las rocas.

Lovelock y Margulis proponen que la vida interactúa con el planeta para generar las condiciones que permitan la vida. Los sistemas vivientes intervienen en la circulación del Carbono, Nitrógeno, Oxígeno, Fósforo y agua de la misma forma en que nuestras células participan en la circulación de energía y materia en nuestros cuerpos. Esta interacción permite que los recursos estén disponibles para la continuidad. (Capra, 2003)

Tal parece que la vida no se conforma con el medio en el que está, sino que transforma el entorno haciéndolo más habitable; es una hermosa manera de mostrar que la vida se hace a sí misma como una red autopoiética planetaria.

Toda la acción y movimiento de los seres vivos es transformador del entorno. Cuando la vida surge en la Tierra, ésta se llena de compuestos nuevos, colores, aromas y sonidos. Basta con salir a la calle, a la playa o a un bosque para notar que la vida habla, se mueve y actúa.

La red autopoiética se transforma para conservarse y, al hacerlo, transforma lo otro, lo que no es ella: el medio, la realidad. Esto sugiere el término autonomía. Los sistemas vivos mantienen su homeóstasis con acciones internas (expresión de genes, fisiología, bioquímicamente), pero también lo hacen externamente con conductas o con la transformación del entorno. No hablo de un fenómeno teleonómico, sin embargo, este fenómeno sucede.

La transformación del medio ambiente es más efectiva cuando se hace en compañía: una sola bacteria no cambió la atmósfera, fueron millones de ellas; así un árbol no genera lluvia, lo hace un bosque. Una manada de leonas consigue mejores presas cuando actúan conjuntamente. Estamos rodeados de cooperación, de una interacción que permite la conservación de la autopoiesis, ayuda no sólo entre similares, sino entre especies y simbioses.

Los seres humanos no somos la excepción: nuestros ancestros descubrieron las ventajas de estar juntos, de la repartición del trabajo, de aprender de los

otros, de la comunicación y de la cultura siempre transformando el medio, siempre cambiándolo.

Nuestra especie modifica su hábitat: lo hace más tolerable, más predecible, más constante. Deseamos nuestra comodidad, ser notados por los otros, sabernos importantes, ser amados. Caben las preguntas: ¿cuáles son las repercusiones de este cambio?, ¿qué tanto podemos cambiar al planeta?, ¿hacia donde dirigir el cambio?, ¿en qué planeta queremos vivir?, ¿cómo deberíamos actuar? Éstas son preguntas que refieren voluntad; sin embargo pensemos que el primer criterio de acción se encuentra en el instinto, en lo afectivo, en el deseo y la necesidad. “Tenemos que hacernos cargo de nuestra propia evolución y hacer por nosotros lo que la evolución biológica ha hecho por la vida en su totalidad: adaptarnos a un mundo nuevo y sin precedentes”. (Ornstein, 1991, p.257)

Utilicé las técnicas hidropónicas como modelo de intervención para abordar el objeto de estudio de esta tesis: la didáctica de la Biología, con el propósito de enseñar y aprender de los sistemas y patrones de relación que mantienen la vida.

Capítulo 1 Biología y experiencia humana.

Nuestra dependencia de las plantas

Dependemos de las plantas en diversos sentidos: inician la transferencia de energía a lo largo de las redes tróficas terrestres, regulan el clima, participan en los ciclos biogeoquímicos del Nitrógeno, del Carbono y liberan Oxígeno; de ellas dependen los animales, incluido el ser humano.

Las plantas participan en el ciclo del agua. Gracias a su transpiración se forman ambientes húmedos, sus cuerpos fijan dióxido de Carbono a partir del cual forman sus cuerpos, capturan la energía del sol y fijan Carbono de la atmósfera; es decir, son creaturas cuya materia proviene del aire.

De las plantas consumimos todo: raíces, tallos, hojas, flores, semillas y frutos, las utilizamos para alimentarnos, curar enfermedades, adornar y hacer música incluso las utilizamos para comunicarnos, pues hemos utilizado celulosa para desarrollar nuestro lenguaje escrito y guardar de esta manera el conocimiento de la humanidad a lo largo de siglos.

La agricultura marcó el comienzo de las grandes civilizaciones: el desarrollo de técnicas para cultivar plantas modificó profundamente los hábitos y costumbres de la humanidad. Es sin duda la actividad humana que mayor extensión de terreno ocupa y es fundamental para producir los alimentos que consumimos diariamente. Al respecto Mitcham (1989) comenta:

El dominio técnico del agua y de las plantas han jugado —y lo siguen haciendo— un papel vital en el desarrollo de las economías. Las plantas constituyen la base de la alimentación y ninguna nación puede ser considerada como desarrollada sin ser capaz de cubrir las necesidades alimentarias de su población... La independencia económica de los pueblos, no puede existir cuando la tecnología alimentaria es insuficiente para cubrir las necesidades de una población en constante crecimiento. Ninguna economía puede sustentarse ante el agotamiento y deterioro de los recursos naturales de los cuales depende directamente.

En las últimas décadas y sobre todo a partir de la “Revolución verde” el uso de tecnologías de producción orientadas al monocultivo, el uso indiscriminado de fertilizantes y pesticidas han puesto en riesgo la estabilidad del suelo, la salud de las personas y de los ecosistemas.

Uno de los aspectos más preocupantes de la situación actual se encuentra en los patrones de producción de alimentos, los cuales se generan afectando cada vez más los sistemas naturales y utilizando cantidades cada vez mayores de insumos externos y distantes. (Boada y Toledo, 2003, p.191)

El monocultivo y la serie de fertilizantes, insecticidas y herbicidas necesarios para esta práctica disminuyen considerablemente la materia orgánica del suelo

y su capacidad para retener humedad. Para mantener el área en producción se aumentan las concentraciones de químicos, la absorción de estos por parte del suelo trae la contaminación de mantos acuíferos y alimentos.

Por si estos motivos fueran poco, tenemos razones para buscar tecnologías de bajo impacto ambiental que apelan al uso estético, lúdico y valorativo de la naturaleza.

La destrucción del ambiente natural también afecta, a menudo, a los seres humanos o los somete a riesgos injustificados. Además, la idea de que las especies naturales deben ser preservadas, también puede ser defendida sobre bases deontológicas, postulando ciertos derechos para los animales, plantas y tal vez, incluso, para la naturaleza inorgánica. El movimiento de derechos de los animales contra el uso experimental de estos y ciertas formas de agroindustria son extensiones naturales de un medioambientalismo deontológico. Quienes propugnan el cultivo orgánico y el movimiento de «regeneración» reafirman, aunque implícitamente, la apelación a la ley natural. (Mitcham, 1989, p.111)

La importancia de las plantas está reflejada en todas las culturas, las grandes sociedades se fundaron cerca de fuentes de agua y asociadas al cultivo de plantas. En *La nueva Atlántida de Bacon*⁵, se plantea:

Tenemos grandes y varios huertos y jardines, donde más que la belleza nos preocupamos de la variedad de la tierra y de los abonos apropiados para los diversos árboles y yerbas. En algunos muy espaciosos plantamos; árboles frutales y fresa, de los que hacemos diversas clases de bebidas, a más de vino de las viñas. En ellos ensayamos también todo género de injertos y fertilizaciones, así de árboles salvajes como de árboles frutales, consiguiendo gran variedad de efecto. Y en estos mismos huertos y jardines hacemos, artificialmente, que árboles y flores maduren antes o después de su tiempo, y que broten y se reproduzcan con mayor rapidez que según su curso natural. Y también artificialmente los hacemos más grandes y a sus frutos más sabrosos, dulces y de diferente gusto, olor, color y forma. Y a muchos de ellos los hacemos también adquirir virtudes medicinales...Conocemos los medios para hacer crecer a distintas plantas con mezcla de tierra sin semilla y también para crear diversas plantas nuevas diferentes de lo vulgar, y transformar un árbol o planta en otro.

Hoy más que nunca el tema sobre la producción de alimentos cobra fuerza, pues al igual que la agricultura intensiva, la ingeniería genética se presenta como una solución al problema del hambre en el mundo. Cuando en realidad sólo beneficia a las grandes empresas que monopolizan el mercado y obligan a los campesinos a comprar semillas junto con un paquete tecnológico, el cual deja en desventaja a pequeños productores: “estas tecnologías incrementan la dependencia de los agricultores de productos patentados...convirtiendo en

⁵ Bacon hace referencia a un mundo utópico en donde una sociedad alcanza un alto nivel de desarrollo y en donde la producción de plantas es de capital importancia en el desarrollo social. Citado en Eugenio Imáz, *Utopías del Renacimiento*.

ilegales antiguas practicas agrícolas como guardar, reproducir y compartir semillas”. (Capra, 2003, p.240) La tecnología por sí misma no puede resolver el problema del hambre, pues la causa de ésta son ante todo la pobreza, la desigualdad y las políticas egoístas.

El problema de la contaminación del agua

De la superficie terrestre el 71% está cubierta por agua (Arano, fascículo 4), los océanos regulan el clima y el fitoplancton en él produce Oxígeno para todo el planeta. El agua está presente en todos los niveles, desde la más pequeña célula hasta en el organismo más complicado o el ecosistema más maduro. “Los árboles contienen 60% de agua en peso, la mayor parte de los animales, 65%, y las medusas, 90%.”(Boada & Toledo, 2003, p.72)

Según una de las estimaciones más aceptadas, poco más del 97% del volumen de agua existente en nuestro planeta es agua salada y está contenida en océanos y mares; mientras que apenas algo menos del 3% es agua dulce o de baja salinidad...Del volumen total de agua dulce, estimado en unos 38 millones de kilómetros cúbicos, poco más del 75% está concentrado en casquetes polares, nieves eternas y glaciares; el 21% está almacenado en el subsuelo, y el 4% restante corresponde a los cuerpos y cursos de agua superficial. (Arano, fascículo 4)

La importancia del cuidado del agua, especialmente la de consumo humano, es de vital importancia, pues es un recurso indispensable para la continuidad de la vida y el desarrollo de una nación. Mitcham y Ritter enfatizaban:

Las influencias formativas de la geografía, especialmente los cuerpos de agua, en el orden sociocultural. Los ríos, los mares y los océanos, afectan no sólo a las economías y culturas generales, sino también a las estructuras políticas y a las organizaciones militares. Por otra parte, la adaptación, de la dialéctica hegeliana de Kapp propugnaba la ‘«colonización» y transformación de este ambiente tanto externa como internamente. (Mitcham, 1989, p.26)

El consumo del agua está relacionado a toda actividad humana: salud, industria, agricultura y ganadería. “Para producir un kilogramo de trigo en México, se requieren en promedio 1 000 litros de agua; un kilo de carne de res requiere 13 500 litros.” (CONAGUA)

Según datos de la organización Mundial de la Salud, 1 500 millones de personas no tienen asegurado el acceso al agua potable. (Boada & Toledo, 2003, p.73)

Dependencia de la naturaleza

El planeta cuenta con una superficie total de más de 1/2 billón de Km², sólo 5.8% de ella es tierra laborable. Esto significa que en las condiciones actuales se disponen cerca de 30,000 millones de Km² de tierras cultivables sobre la superficie terrestre. (Arano, fascículo 2)

“Si dividimos la tierra cultivable entre el número de humanos, hoy en día cada persona dispondría para su alimentación de aproximadamente 5.3 Km² de tierras cultivables. En el 2100 sólo tendrá 1.2 Km² mientras que en el 2200 se tendrá que conformar con 0.3 Km²” (Arano, fascículo 2, p.16) esto debido al incremento poblacional a nivel mundial.

La progresiva eliminación de la capa de suelo de la superficie de la Tierra implica una reducción de la fertilidad de los suelos y una reducción de la capacidad de retención de agua y en consecuencia, una disminución de la capacidad de producción de alimentos. Cada año se pierden 24 000 millones de toneladas de suelo de tierras de cultivo; ello equivale a una superficie aproximada igual a la mitad de China (UNESCO). El suelo se puede regenerar de manera continua por procesos naturales, pero las tasas de erosión anuales en terrenos agrícolas son tan altas que hacen que sea imposible su recuperación, con lo que el suelo se convierte en un recurso natural no renovable.

(Boada & Toledo, 2003, p.73)

La mayor parte de la población se encuentra concentrada en las zonas urbanas y periurbanas alrededor del mundo, lo que significa que una minoría rural alimenta a la mayor parte de la población. Las ciudades son espacios energéticamente abiertos que consumen una gran cantidad de recursos (agua, aire, alimentos, combustible, información) y que prácticamente no producen nada en este sentido.

Si pudiéramos convertir las azoteas, baldíos y parques en zonas de cultivo se ahorraría de manera importante combustibles y reduciría la contaminación, pues estos productos no tendrían que ser traídos desde lejanos puntos, además los habitantes de las ciudades tendrían acceso a productos más frescos, podrían autoemplearse y disfrutar de una actividad lúdica. “La ciudad es un sistema escasamente productivo en términos ecológicos.” (Boada & Toledo; 2003, p.76)

El alimento, el agua y la superficie cultivable son limitantes en el crecimiento y la salud de la población. El cuidado de sí, implica el cuidado de la salud y no podemos olvidar nuestras necesidades de comida, agua, aire y descanso; son leyes de vida en tanto seamos biocidas⁶, heterótrofos, aerobios y polívoros.

La accesibilidad a una buena alimentación es un derecho de todas las personas, y comer correctamente reduciría una tercera parte de los costes en sanidad, 25% de las muertes por enfermedades cardiovasculares y 20% de las muertes por cáncer en los países industrializados. (Boada & Toledo, 2003, p.64)

De entre las llamadas “técnicas agroecológicas” la hidroponía permite una mayor producción de plantas por unidad de área y el cultivo en espacios pequeños sin necesidad de suelo agrícola, así como un uso racional del agua. Resulta una tecnología diseñada para producir plantas en donde las variables

⁶ “Biocida” significa que necesitamos matar para comer.

que las afectan se pueden manejar con mayor eficacia y por tanto obtener vegetales de mayor calidad, en menor tiempo y sin el uso de pesticidas.

Hace falta encontrar nuevos espacios periurbanos donde poder desarrollar la actividad agrícola, pero ello entra en conflicto con el valor del suelo. En estos espacios la proximidad a las zonas urbanas produce un incremento del valor del suelo cuando éste se puede destinar a la construcción de viviendas. Hay que rectificar políticas de clasificación de suelos en el nivel municipal: se ahorraría en los costes de transporte y mejoraría la calidad alimentaria de las personas, ya que tendrían acceso a productos más frescos. (Boada & Toledo, 2003, p.65)

Además la hidroponía nos brinda la posibilidad de cultivar en zonas áridas y urbanas, esto es importante pues más de la mitad del territorio nacional es árido y desértico. También se puede cultivar en lugares donde la tierra no es fértil o ha dejado de serlo debido al desgaste y destrucción de los suelos. Es por lo tanto un desarrollo tecnológico para encarar el crecimiento poblacional, el deterioro de los recursos del planeta y dar tiempo a la recuperación de los campos agrícolas.

La agricultura es un recurso al que, en principio, todo el mundo puede acceder en función de la calidad del suelo y la disponibilidad de agua, pero también podemos decir que es un recurso mal administrado, ya que, a menudo, países en los que la población tiene deficiencias alimentarias son países exportadores de alimentos de alta calidad dietética. (Boada & Toledo, 2003, p.64)

La hidroponía también hace frente a la deforestación que se presenta con el fin de abrir campos de cultivo, propone una alternativa para la conservación de la biodiversidad. Como biotecnología propone alternativas para diferentes comunidades de acuerdo a los recursos disponibles.

Modificar nuestras ciudades para convertirlas en zonas sostenibles y productivas implica también el manejo y acopio de los materiales desde los hogares. Es necesario indicar que la basura por definición es lo que no sirve y prácticamente cualquier material puede ser reutilizado si lo canalizamos; para esto es necesario el establecimiento de vías y formas de acopio. La captación, el manejo y consumo de energías, agua y la incorporación de formas de transporte masivo, poco contaminante y basado en energías renovables.

Asimismo, se requiere la creación de formas de autosuficiencia familiar y barrial, nuevos diseños trazados de manejo de energía (solar, eléctrica, eólica), reciclaje efectivo de desechos colectivos y, por supuesto, todo un programa de transformación de los espacios naturales (terrenos baldíos, parques y jardines) para la producción agrícola, pecuaria y pesquera con la implantación de programas comunitarios y barriales, el uso de granjas integrales (que implica el reciclaje de desechos) y de algunas técnicas de producción de alimentos en pequeña escala, como la hidroponía. De enorme interés en esta perspectiva ha sido el mantenimiento y aun el renacimiento de los huertos familiares o comunitarios que actualmente existen y aun proliferan en las ciudades de varios países (Holanda, Francia, Hungría, Polonia, Chile, Brasil (Boada & Toledo, 2003, p.130)

Pensamiento sistémico

Comprender y enfrentar la crisis actual requiere de un enfoque holístico o sistémico el cual considere las relaciones, de conectividad, donde los componentes o las partes del sistema son manifestación de las redes de relación. La tradición mecanicista propone que existen objetos, elementos que al interactuar producen fenómenos. La teoría sistémica propone que lo que hay son procesos que generan y mantienen a los componentes. Incluso el separar el sistema en componentes parece un proceso subjetivo pues cada persona separa según su propia percepción. En palabras de Capra (1998):

Cuando vemos una relación entre hojas, ramitas, ramas y tronco la denominamos “árbol”. Al dibujar un árbol, la mayoría de nosotros olvidará las raíces, si bien éstas son a menudo más extensas que las partes del árbol que vemos. En el bosque además, las raíces de todos los árboles están entremezcladas, formando una red. (Capra, 2003)

El bioquímico Lawrence Henderson usó el término “sistema” para denominar organismos vivos y sistemas sociales. (Capra, 1998) La palabra “sistema” define un todo integrado cuyas propiedades esenciales surgen de las relaciones entre sus partes. “Pensamiento sistémico” es la comprensión de un fenómeno en contexto de un todo superior. “Ésta es, en efecto, la raíz de la palabra “sistema” que deriva del griego *synístánai* (reunir, juntar, colocar juntos.) Comprender las cosas sistemáticamente significa literalmente colocarlas en un contexto, establecer la naturaleza de sus relaciones.”(Capra, 1996, p.47)

El biólogo Joseph Woodger subrayó que una de las características claves de la organización de sistemas vivos era su naturaleza jerárquica, tendencia a construir estructuras multinivel de sistemas dentro de sistemas. Cada uno de ellos forma un todo con respecto a sus partes, siendo al mismo tiempo parte de un todo superior.

Capra propone el cambio del término “jerarquía” por el de “redes”, pues ésta explica mejor la estructura multinivel la cual no implica una linealidad vertical a manera de estructura militar. Así se habla de redes dentro de redes

“El filósofo C. Broad acuñó el término propiedades emergentes para caracterizar a los fenómenos que se presentan en determinada estructura multinivel que no se presenta en estructuras inferiores.” (Capra, 1996, p.48) Así el sabor emerge de las relaciones entre las moléculas del compuesto y las terminaciones nerviosas de la lengua y las poblaciones tienen propiedades que no se aprecian en los individuos.

La mejor manera de introducir a los jóvenes en esta visión ecológica holística implica el contacto con la naturaleza en donde puedan observar los procesos y patrones de relación y al mismo tiempo colaborar y participar de ella en una relación de respeto y reconocimiento de la mutua dependencia.

El cultivo hidropónico es la herramienta idónea para lograr este objetivo. Este proyecto que la comunidad educativa desarrolla supone una zambullida del joven en la naturaleza y sus ciclos. Esa experiencia les proporciona la capacidad de percibir las conexiones ocultas de la naturaleza y la perspectiva necesaria para entender la red de la vida de la que formamos parte y con la que tenemos que colaborar sin queremos continuar nuestra evolución.

A partir del cultivo de plantas los jóvenes experimentan la red de relaciones entre los componentes del cultivo. Plantas, insectos, bacterias, algas, hongos. También es testigo de los flujos de energía y materia, los procesos de cambio, la relación entre el ambiente y la expresión fenotípica de las plantas ,desarrollo y crecimiento.

Construir comunidades sostenibles es el reto si queremos sobrevivir y las comunidades naturales nos muestran el camino. Para entender de ellas debemos entrar a un proceso de “Alfabetización ecológica”, es decir, dotarnos de la capacidad para comprender los principios de organización comunes a todos los seres vivos.” (Capra, 2002, p.294) Una comprensión sistémica de la vida nos permite formular una serie de principios que pueden ser llevados a las formas de organización y de producción humanas como lo muestra la Figura 2.

Figura 2 Principios de Ecología⁷

Redes

En todos los niveles de la naturaleza encontramos sistemas vivos dentro de otros sistemas: redes dentro de redes. Sus límites no son contornos de separación, sino de identidad. Todos los sistemas vivos se comunican y comparten recursos a través de sus perímetros.

Ciclos

Para mantener su vida los sistemas vivos necesitan alimentarse de los flujos continuos de materia y energía procedentes de su medio, y todos ellos producen residuos. Sin embargo ningún ecosistema produce residuos netos, puesto que el residuo de una especie es siempre el alimento de otra. En consecuencia, la materia circula constantemente a través de la trama de la vida.

Energía solar

La energía del sol, transformada en energía química por la fotosíntesis de las plantas verdes constituye la fuerza que impulsa los ciclos ecológicos

Asociación

En todo ecosistema los intercambios de energía y recursos están sustentados por una cooperación omnipresente. La vida no se extendió sobre el planeta por medio de la lucha, sino de la cooperación, la asociación y el funcionamiento en red.

Diversidad

Los ecosistemas alcanzan estabilidad y resistencia gracias a la riqueza y la complejidad de sus redes ecológicas. Cuanto más grande sea su diversidad, mayor será su resistencia.

Equilibrio dinámico

Todo ecosistema es una red flexible en fluctuación perpetua. Su flexibilidad es consecuencia de múltiples bucle de retroalimentación que mantiene el sistema en un estado de equilibrio dinámico.

⁶ De “Las conexiones ocultas”, por F. Capra.

Estos son precisamente los principios a estimular dentro de este proyecto. El cultivo de plantas permite el contacto con estos principios, mismos que están contenidos dentro de la macrocompetencia bio-corporal ecológica. Morin (1999, p.41) escribe que debemos formar en las siguientes generaciones “la capacidad para reconocer nuestro lazo consustancial con la biosfera conduciéndonos a abandonar el sueño prometeico del dominio del universo para alimentar la aspiración a la convivencia sobre la Tierra”.

Capítulo 2 Estrategias didácticas para Biología

Tecnología, ciencia y educación

El término “tecnología” ha cambiado a lo largo del tiempo. La mayoría de las definiciones enfatizan su relación con la ciencia. Se denomina “tecnología” al “conjunto de instrumentos, normas y procedimientos mediante los cuales el conocimiento científico es aplicado a una determinada tarea de forma reproducible.” (Capra, 2003, p.129)

Las tecnologías son técnicas que facilitan la vida; son las formas de hacer rápido y de buena forma una tarea. Sus orígenes se remontan al desarrollo de las primeras herramientas: éstas funcionan como extensiones del cuerpo humano y se desarrollaron junto con nuestro cerebro a lo largo de nuestra evolución como especie.

La historia está marcada por grandes cambios en la tecnología: las formas para la producir de alimentos, armas y comunicaciones han modificado profundamente las relaciones interpersonales, las economías y en general a todas las sociedades.

Sin embargo, la confianza depositada en la tecnología y la tendencia a creer que trae consigo siempre bienestar, justicia y progreso han mostrado ser falsas. Sobre todo cuando sólo benefician a algunos, debido a políticas y sistemas económicos que generan iniquidad social.

Mitcham (1989, p.148) comenta acerca del trabajo de Robert L. Sinsheimer:

Una fe en la elasticidad, incluso en la benevolencia de la naturaleza, como lo hemos demostrado, dividiéndola, reorganizando sus componentes con nuevas configuraciones, torciendo sus formas desviando sus fuerzas hacia propósitos humanos. La fe en que nuestra exploración científica nuestras empresas tecnológicas no van a desplazar algún elemento clave de nuestro ambiente protector y provocar con ello el colapso de nuestro nicho ecológico. Una fe en que la naturaleza no establece trampas tontas para las especies desprevenidas.

Por otro lado la tecnología trae consigo consecuencias a largo plazo poco consideradas. Sistemas de producción lineales que generan desechos, fugas de energía y transgénicos que alteran los sistemas ecológicos son ejemplos de ello. Diminuir el deterioro del planeta requiere la participación y coordinación de todo el sistema: Estado, gobierno, empresas, escuelas y familias.

El mismo desarrollo tecnológico que nos ha llevado al actual nivel de deterioro ambiental ofrece alternativas de solución. Ejemplos de ellas son la generación de energía eléctrica a partir de la solar y eólica, la captación de aguas pluviales, el manejo adecuado de residuos materiales y por supuesto la producción de alimentos con bajo impacto ambiental.

Por mucho tiempo se creyó en la neutralidad de la ciencia y de los científicos; sin embargo, la responsabilidad moral e histórica que deriva del desarrollo científico es hoy innegable.

La ciencia moderna podría amenazar el orden social, pero aún más es el hecho de que un proyecto que fue originalmente un medio para el alivio de la condición humana se convierta a sí mismo en un peligro para la salud biológica. (Mitcham, 1989, p.148)

El hombre se dio cuenta de que su responsabilidad requería la búsqueda de la ciencia, de que no debía rechazar esta búsqueda, pero éste no podía saber de antemano todas las responsabilidades nuevas e imprevistas que tal búsqueda pondría sobre sus hombros; [...] La responsabilidad posterior de la ciencia proviene [...] de la responsabilidad que experimentaron inicialmente los hombres. (Mitcham, 1989, p.145)

La comunidad científica tiene el poder de crear las representaciones sociales bajo las cuales las sociedades se conducen. Comunicar, divulgar y educar ciencia es crucial para entender las conexiones que nos unen al medio ambiente y modificar los valores y percepciones necesarios para salvaguardar nuestra permanencia en la Tierra y la distribución equitativa de recursos.

La educación se ha convertido en una necesidad cada vez más urgente y generalizada, sobre todo como consecuencia de las profundas transformaciones que el cada vez más rápido desarrollo científico y tecnológico ha provocado, tanto en las relaciones del hombre consigo mismo como en las de éste con la naturaleza (medio ambiente).

Si es cierto que el género humano, cuya lógica cerebro-mente no es cerrada, posee los recursos inagotados para crear, entonces podemos avizorar para el tercer milenio la posibilidad de una nueva creación: la de una ciudadanía terrestre, para la cual el siglo XX ha aportado los gérmenes y embriones. Y la educación, que es a la vez transmisión de lo viejo y apertura de la mente para acoger lo nuevo, está en el corazón de esta nueva misión. (Morin, 1999, p.38)

Felix Guatari (1996, p.113) escribió: “Por supuesto, en un determinado plazo de tiempo es concebible que la progresión de las técnicas agroalimentarias permita modificar los supuestos teóricos del drama del hambre en el mundo.”

Mitcham (1989, p.149) cita del libro de Friedrich Nietzsche *La gaya ciencia*:

Durante los últimos siglos, la ciencia ha sido promovida, en parte, porque era por medio de ésta que se esperaba entender mejor las bondades y sabiduría de Dios[...]; en parte, porque se creía en la utilidad absoluta del conocimiento y especialmente, en la más estrecha ligazón de la moralidad, el conocimiento y la felicidad; en parte, porque se pensaba que en la ciencia se poseía y amaba algo altruista, inofensivo, autosuficiente y verdaderamente inocente, en lo cual, los impulsos malignos del hombre no tenían cabida en absoluto [...]; en suma, debido a tres errores.

“Las responsabilidades de los científicos conducen a nuevas acciones, la primera de las cuales es la educación” (Mitcham, 1989, p.148). Educar en la ecoalfabetización significa también un cambio en las actitudes y valores, facilitar el proceso educativo, desarrollando habilidades, percepciones y valores con respecto a la naturaleza es sin duda una forma de hacer Biología.

La necesidad de la educación se deriva del hecho de que la especie humana es la única especie viva que ha evolucionado por dos caminos simultáneos: la vía biológica y la vía cultural. “Así como la transferencia en el tiempo de las adaptaciones biológicas se efectúa mediante el proceso de reproducción, propio de todos los organismos vivos, la transferencia de las adaptaciones culturales se alcanza por el proceso educativo”. (García, 2008)

La importancia de educar se deriva del hecho de que la especie humana ha tenido un despliegue evolutivo biológico y uno cultural. La selección de caracteres opera a nivel biológico, pero también podríamos hablar de una selección de ideas, percepciones y valores, mismos que son engendrados en el proceso educativo.

¿Para qué educar? Para recuperar esa armonía fundamental que no destruye, que no explota, que no abusa, que no pretende dominar el mundo natural, sino que quiere conocerlo en la aceptación y respeto para que el bienestar humano se dé en el bienestar de la naturaleza en que se vive. Para esto hay que aprender a mirar y escuchar sin miedo a dejar ser al otro en armonía, sin sometimiento (Maturana, 2002, p.37)

La educación, si bien es cierto posee la función de dar continuidad a la cultura, también posee en sí misma la facultad de transformar y generar cambios estructurales. Es precisamente este proceso de educación el que debe orientarse hacia la construcción de sociedades sostenibles en los ámbitos social y ecológico.

La educación como "sistema educacional" configura un mundo y los educandos confirman en su vivir el mundo que vivieron en su educación. Los educadores, a su vez, confirman el mundo que vivieron al ser educados en el educar. (Maturana, 2002, p.37)

En este sentido el proceso educativo es una red autopoietica pues está conformada por una serie de relaciones que le dan continuidad, pero al mismo tiempo la transforma; es decir se hace a sí misma.

El recién nacido sólo posee la forma humana; es el papel transformador de la educación el que le confiere su humanidad; es en la convivencia y la relación con los otros lo que lo hace parte de una sociedad. Es a partir de sus relaciones que formará su mundo. La percepción de la realidad dependerá de sus experiencias y del proceso educativo.

El ser humano construye el mundo a partir de las serie de relaciones que lo hacen parte de la vida y todas sus respuestas serán para acoplarse estructuralmente al mundo que alumbra con su existencia. Al final del primer año de vida comienza un periodo de gran actividad. Aprende a andar y a hablar: “dos gigantescas ampliaciones de su mundo. Expansión física y expansión simbólica”. (Marina, 2005, p.67) Comienza a explorar el mundo, a manipularlo en el ejercicio de su autonomía, de su capacidad para modificar el entorno, de transformarlo.

El mundo que un sistema autopoietico descubre es la realidad física que su propia red de procesos (su materialización) le permite detectar; gracias a su peculiaridad autopoietica el sistema se relaciona con el medio, con los objetos que causan una desestabilización en él y por lo tanto tiene que compensar para mantener la autopoiesis, de lo contrario, la red de procesos que la auto producen se detendría y el individuo moriría.

Estas interacciones en las que participa el individuo son relaciones cognoscitivas que permiten al ser vivo relacionarse con el mundo. En palabras de Maturana (2002): El dominio de todos los cambios que puede sufrir al compensar perturbaciones, es su dominio cognoscitivo. La naturaleza de la red autopoietica permite conocer, ser interpelado por lo que está afuera, para satisfacer las necesidades de huir o atacar frente al peligro; en fin, para realizar lo que sea con tal de mantener la autoorganización, autonomía, la autopoiesis.

La compensación se da en términos de cambios en las relaciones de procesos que crean la red autopoietica, los cuales se traducen en cambios en el metabolismo, la expresión génica y el crecimiento entre otros; en lo conductual, el sistema actúa de manera integral. En el caso de los humanos, una perturbación se compensa a través de todo el cuerpo sistema nervioso: inmuno competente, hormonal, muscular, además de nuestra mente, con nuestros sentimientos, metas, valores y percepciones. Podemos decir que la realidad invita a los sistemas vivos a la acción.

El aprendizaje construye a nuestro cerebro; se convierte en un híbrido de biología e información. (Marina, 2005, p. 60) Este aprendizaje estructura una forma de sentir, de pensar de percibir y de actuar; es decir, el temperamento, el carácter y la personalidad son sistemas de evaluación que serán utilizados en la interacción con el medio para la modificación de éste y la conservación de la autopoiesis.

El futuro de un organismo nunca está determinado en su origen. Es desde el comprender cómo vivamos, educaremos y conservaremos en el vivir el mundo que vivamos como educandos y educaremos a otros en nuestro vivir con ellos el mundo que vivamos en el convivir. (Maturana, 2002, p.31)

Todas las experiencias y aprendizajes van construyendo una imagen de la realidad, van formando parte de nuestra historia personal; una memoria activa que dirige nuestros pasos y sostiene nuestros sistemas de evaluación sentimental; esto sin duda con funciones adaptativas. Son estas experiencias

las que construyen una forma de percibir el medio nuestra imagen del mundo particular debida a la naturaleza de nuestro sistema en red se particulariza. Aprendemos a relacionar ciertos sucesos con una cierta evaluación sentimental.

No somos inteligencias puras carentes de cuerpo, ni somos hombrecillos que manejan el cuerpo desde un cuartucho en la azotea de nuestra cabeza; pensamos con nuestro cuerpo con todo nuestro sistema en red. La *rex cogitans* y la *rex extensa* son inseparables.

El papel del educador no consiste, por consiguiente, en transferir determinados contenidos (informativos), sino en “interactuar con los sujetos de manera que éstos generen los cambios que le son factibles realizar para aprender esos contenidos”. (Asencio, 1997)

La escuela es el lugar propicio para mostrar a los sujetos, el cuidado de su bio-materialidad, para forjar su carácter corporal, de un cuerpo que no está hecho con aparatos intercambiables. De un cuerpo que lleva la vida y la muerte. Que el binomio salud-enfermedad es una falsa disyuntiva. La vida no corre al encuentro con la enfermedad. La vida es una asociación a la salud, a la calidad de vida, no sólo a su conservación contemplativa. De hecho la salud y la vida parecieran ser un sistema improbable tanto más dinámico, más improbable... La escuela es el ámbito preciso para combatir prejuicios y problematizar primero la relación de los sujetos con su cuerpo, su cara y el uso de los placeres, luego la relación del hombre con la natura, pero un cuerpo vivo, que consume y excreta, que mata para vivir, no el cuerpo angélico asexuado, estéril y contemplativo sino un cuerpo voluptuoso y agresivo con el medio. Así mismo el medio ambiente real es un medio ambiente atravesado por la vida humana. (García, 2008)

Es precisamente la macrocompetencia bio-corporal ecológica la que plantea un cambio de percepción de las relaciones humano-naturaleza. Relaciones que son necesariamente de dependencia, pues somos parte del sistema, relacionados por un patrón en red. Patrones de relación en redes, ciclos de nutrientes y flujos de energía son precisamente las cosas que podemos observar a lo largo de los ciclos de cultivo. A través de las plantas la energía viaja desde el sol hacia los seres vivos. “Por macrocompetencia entendemos el conjunto de saberes, prácticas y valores que se despliegan en torno a núcleos problemáticos concretos”. (García, 2008, p.99)

La naturaleza humana, a diferencia de la de otras especies, además de hacer una adaptación dinámica a su medio es capaz de adaptar el medio a sus necesidades. Sin embargo esta relación Hombre-Medio-Ambiente, a veces aparece alienada y se concibe al hombre como fuera de este mundo y al mundo sin hombre. Con esta macrocompetencia estaremos en condiciones de significar el continuo hombre, medio, ambiente en donde el dentro-fuera sean reconocidos como necesidad, pero también como posibilidad de transformación responsable. El hombre en tanto bio-materialidad comparte con todos los seres vivos del planeta las necesidades como ley de vida y depende absolutamente de su medio ambiente para la supervivencia. (García, 2010)

A lo largo del trabajo con los cultivos hidropónicos se viven una serie de experiencias que permiten a los alumnos desarrollar actitudes de admiración y respeto por la naturaleza; habilidades psicomotrices al manejar y manipular procesos y herramientas y poner en práctica valores como la responsabilidad y compromiso. A lo largo del proyecto es fomentado el trabajo en equipo, la cooperación y la solidaridad. Los alumnos trabajan en pequeños grupos formando entre todos una comunidad productiva.

Estructura didáctica

En ese sentido la didáctica atiende a las posibilidades del sujeto para transitar hacia lo posible desde su condición actual y por otro lado selecciona racionalmente lo que merece saberse a través de la filosofía, la ciencia, el arte y la tecnología de acuerdo a un planteamiento curricular de una institución escolar. Es por eso que la didáctica es una disciplina sumamente compleja ya que articula y expresa diversos órdenes: el especulativo, el teórico y el práctico. (García, 2008, p.103)

Modificar el patrón de relación del ser humano con sus pares, con el planeta y consigo mismo es uno de los grandes retos de la educación. Esta nueva forma de percibir la naturaleza humana como parte de un todo ayuda a fomentar la cooperación, la solidaridad y el respeto; es una búsqueda de sociedades sostenibles, solidarias, cooperativas y justas.

Es indispensable inculcar una educación que nos lleve a actuar en la conservación de la naturaleza, a entenderla para vivir con ella y en ella sin pretender dominarla; una educación que nos permita vivir en la responsabilidad individual y social que aleje el abuso y trae consigo la colaboración en la creación de un proyecto (Maturana, 2002, p.37)

El tránsito hacia la utopía es mediada por la didáctica. El sistema didáctico propone los elementos implicados en este proceso como podemos ver en la Figura 3.

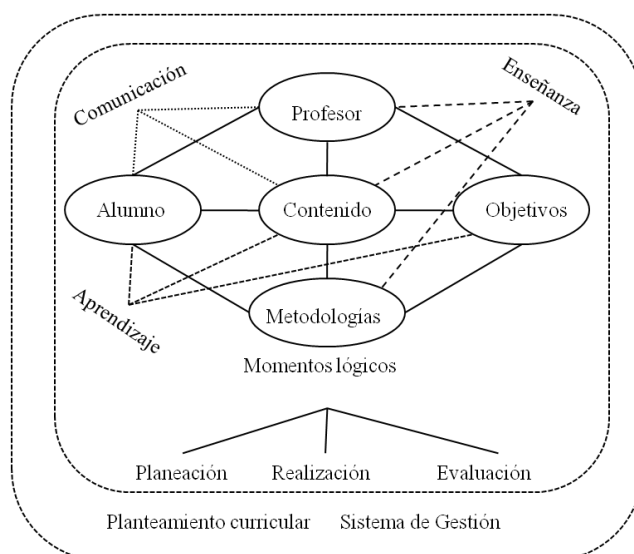


Figura 3. Proyectos de las comunidades ecosóficas de aprendizaje. De J. García Méndez, Hacia un modelo pedagógico contemporáneo.

El contenido es el elemento que articula a la relación educativa escolar, en tanto el profesor y el alumno son roles a desempeñar como sujetos relacionados con el objeto. Los propósitos y objetivos, como elementos estructurales, expresan en todos los niveles, el hombre en construcción. Los propósitos y objetivos entonces expresan la macrocompetencia a la que contribuyen a desarrollar, los macroconceptos que sustentan esa macrocompetencia y las actividades globalizadoras en las que se sustenta. (García, 2008)

Las personas que aprenden Biología tienen saberes, prácticas y herramientas para procurarse mejores condiciones de vida, las cuales promueven la salud, nutrición, un mejor medio ambiente y en general felicidad. Procurar condiciones para la vida implica la utilización racional del agua, la energía, la calidad del aire, de los alimentos y la biodiversidad. Incrementa su autoafirmación sintiéndose parte de un todo natural y cultural solidaridad fraterna y ayuda mutua.

Las macrocompetencias como conjunto de saberes, prácticas y valores que se despliegan en torno a núcleos problemáticos concretos, son acciones de aprendizaje, que permiten la movilización de relaciones complejas de los contenidos con la formación global tanto del alumno como del profesor. Parten de la conciencia real del sujeto y aspiran a una conciencia posible orientada por los propósitos del planteamiento curricular en tanto orientador del quehacer pedagógico de la escuela...Esta relación sujeto-objeto en la institución escolar aparece como una relación con intención pedagógica tácita u ostensiblemente expresada en el planteamiento curricular y la representamos como un sistema, organizado con la lógica de interacción generalizada que expresa los elementos y sus interacciones y sus momentos lógicos de diseño, planeación, realización y evaluación en los que se despliega. (García, 2008)

El proyecto se encuentra fundamentado en el concepto de ecosofía.

El concepto de ecosofía se encuentra implicado en múltiples vertientes teóricas contemporáneas y se refiere a la búsqueda de nuevas interacciones: El hombre consigo y con su cuerpo, de las interacciones de los seres humanos y de la especie humana con la naturaleza. (García; 2008, p.95)

Los proyectos ecosóficos tienen la virtud fundamental de problematizar el entorno cotidiano, tienden a cambiar la percepción y las costumbres de los grupos sociales. (García, 2008, p.95)

Esta nueva cultura ambiental pasaría necesariamente por adquirir una mayor capacidad para comprender el funcionamiento de las leyes naturales y por volvernos más ahorradores con los recursos y más respetuosos con el entorno. Para alcanzar estos objetivos, desde la Conferencia de Estocolmo, pasando por la Cumbre de Río y hasta nuestros días, se coincide en dos aspectos básicos: en el nivel local, la educación ambiental debe ir particularmente dirigida a educadores y alumnos (Boada & Toledo; 2003, p.98)

El proyecto del invernadero es un proyecto pluridisciplinario⁸ pues intenta reunir diferentes disciplinas con el propósito de formar de manera integral a los estudiantes. Son utilizados contenidos de Computación, Arte, Matemáticas, Química, Biología, Ecología, Agronomía, Física y un sin fin de saberes durante las sesiones de trabajo.

Este modelo de intervención permite a los alumnos vincular los contenidos del currículum vigente de educación básica en Biología con diferentes asignaturas de la educación. Integrar ciencias con otras áreas permite desarrollar un pensamiento sistémico.

El invernadero del Colegio Internacional Tlalpan cuenta actualmente con 160 metros cuadrados en donde los alumnos cultivan hortalizas y flores utilizando para esto la técnica conocida como hidroponía. Las actividades de mantenimiento que los jóvenes realizan incluyen la construcción de sistemas de cultivo hidropónico, germinación, preparación de solución nutritiva, poda, polinización y colecta de flores y frutos. Estas actividades se articulan con los proyectos de acopio diferenciado de materiales, reuso, reducción del consumo y elaboración de composta.

Mediante las actividades en el invernadero se desarrollan las habilidades de pensamiento: analizar, sintetizar, abstraer e inferir; destrezas para medir, armar, ajustar, montar y construir; son desarrolladas las habilidades científicas como: la observación, la elaboración de hipótesis, el diseño experimental, la discusión y presentación de los datos obtenidos por medio de proyectos, los cuales plantean preguntas generadoras que los alumnos deben resolver por medio del planteamiento, diseño y ejecución de sus propias ideas.

Cuando un alumno se responsabiliza del cuidado de las plantas, aprende y se modifican sus valores sociales y ecológicos, su actitud hacia las disciplinas científicas y tecnológicas, así como en su relación con la naturaleza y su percepción con respecto a los seres vivos, la cual incluye a sus compañeros y a sí mismo.

Para desalentar el pánico y la molición son fomentadas la creatividad, la voluntad y la perseverancia mediante los quehaceres cotidianos a lo largo de un ciclo de cultivo para obtener finalmente la cosecha.

La invención de actividades de aprendizaje es constante. De manera lúdica el aprendizaje se hace de una manera sencilla y simplificada. Permite a los alumnos plantear diferentes niveles de complejidad y profundidad. Un ejemplo es pedir a los alumnos de grados superiores que hagan un video en donde enseñen a los más jóvenes a realizar las actividades cotidianas de siembra poda y mantenimiento de los invernaderos.

⁸ Pluridisciplinario significa que varias disciplinas son reunidas con un fin pedagógico

En un ambiente lúdico los jóvenes cambian el aprendizaje memorístico por el de comprensión y manejo de los contenidos en situaciones prácticas. El método científico es el eje conductor de los cursos de Ciencias I, Ciencias ambientales, Ecología, Biología, Temas selectos de Biología y se promueve la experimentación en cada unidad de las respectivas asignaturas.

La construcción del conocimiento a través de la hidroponía rompe con estructuras monodisciplinarias y atomizadas para adquirir el conocimiento, cambia la memorización mecánica por lúdica; hay que recordar que no hay aprendizaje sin memoria y que ésta es hija de la repetición.

Propongo sacar a los alumnos de una posición pasiva y contemplativa ante los problemas actuales como son: el deterioro ambiental, la contaminación, la generación de basura, los patrones de consumo, la pobreza, la escasez de agua, la tala de bosques, el cambio de uso del suelo y los patrones de alimentación.

En la medida en que los estudiantes tienen la oportunidad de relacionarse con los fenómenos naturales, siendo protagonistas en la actividad experimental, se les facilita comprender los conceptos abstractos representados en la enseñanza teórica, logrando un aprendizaje significativo. También les ayuda a comprender que la ciencia y la biotecnología tienen la posibilidad de detener la destrucción ambiental que tanto preocupa a nuestra sociedad actual y que tan poco ocupa a los capitales.

La metodología consiste en un aprendizaje de tipo grupal y cooperativo que modifica la enseñanza unidireccional, considera al alumno como sujeto de su propio aprendizaje, cambia los vínculos de dependencia en responsabilidad compartida y los de la competencia en cooperación.

A través del proyecto se abre la posibilidad de un intercambio académico con otras disciplinas como son: la Química, la Física y las Matemáticas, pues muchos de sus contenidos se observan de manera práctica en el manejo del invernadero.

Alumnos de diferentes grados enseñan a sus compañeros durante los talleres de hidroponía. De manera espontánea y lúdica descubren su entorno. Por medio de los sentidos comunican sus hallazgos, descubren fenómenos, aromas, colores, procesos, etc.

Cuando confronto los objetivos de este modelo pedagógico con los que propone la Secretaría de Educación Pública (SEP) para la materia de Ciencias I en secundaria y Las Materias de Biología I Y II en bachillerato encuentro una serie de coincidencias como son:

- El énfasis en el desarrollo de proyectos que vinculen al alumno con los contenidos.

- El fomento al desarrollo de habilidades científicas.
- El fomento a la salud por medio del desarrollo de hábitos alimenticios adecuados.
- La sensibilización con respecto a los problemas ambientales locales, nacionales e internacionales.
- La valoración de la diversidad biológica y cultural.
- Promover un sentido de autoafirmación.
- Fomentar hábitos acorde con el mundo sostenible.

Las actividades en el invernadero abordan temas de todos los bloques (Ver anexo II), además de permitir el desarrollo de proyectos en donde los alumnos desarrollan las competencias que coincidentemente son propuestas por el plan de estudios vigente para la materia de Ciencias I en secundaria y Biología en bachillerato.

Capítulo 3 Biotecnologías e Hidroponía

Comúnmente por biotecnologías se entienden la serie de técnicas en donde organismos son manipulados genéticamente con el propósito de ser usados por los seres humanos. Muy de moda en años recientes las biotecnologías se centran en el estudio de los genomas. Actualmente hay una gran esperanza en que el desarrollo de organismos transgénicos traerá bienestar y resolverá los problemas de alimentación planetaria.

Como todas las tecnologías, las biotecnologías buscan la forma de hacer las cosas de mejor manera, instrumentos a través de los cuales la materia se vence a sí misma. Para Kapp, la historia no era el despliegue necesario de la Idea Absoluta, sino el registro de los intentos humanos por enfrentar los desafíos de diferentes ambientes, por superar la dependencia de la naturaleza. “Esto requiere el cultivo del espacio (por medio de la agricultura, minería, arquitectura, ingeniería civil, etc.) y del tiempo (principalmente, mediante los sistemas de comunicación, desde las lenguas hasta los telégrafos)” (Mitcham; 1989, p.26)

“La Biotecnología es una de las ramas primordiales de la ciencia. Incluye la producción intensiva de alimentos durante todo el año.” (Rodriguez, 2002, p.13) En este trabajo incluyo como biotecnologías a las técnicas diseñadas para el cultivo de plantas con un propósito, el cual puede ser alimentario, estético o educativo.

Los mecanismos para controlar las fuentes de alimentos se iniciaron hace unos 9000 años mediante un largo proceso de domesticación de las plantas y los animales; es decir, con el nacimiento de la agricultura y la ganadería. Estos procesos se fueron desarrollando progresivamente, pero los cambios más importantes en cuanto a las aplicaciones de tecnología cada vez más complicada se produjeron en los últimos 100 años. (Boada & Toledo, 2003, p.64)

La naturaleza selecciona de acuerdo con la capacidad de reproducirse en el medio. Los agricultores han ido seleccionando a lo largo de diez mil años de acuerdo con lo que sirve para alimentar a la gente. Ahora el criterio de selección consiste en qué puede ser patentado y vendido. (Capra, 2003, p. 249)

Las prácticas agrícolas basadas en el uso intensivo de productos sintetizados químicamente (insecticidas, herbicidas y fertilizantes para el suelo) y el monocultivo han dañado la salud del suelo y de los humanos. Los agroquímicos degradan el suelo, reducen la cantidad de humus y microorganismos, estos cambios traen consigo la esterilidad y la erosión.

Este daño tuvo consigo el aumento de plagas y enfermedades, las cuales se tratan de controlar con dosis más fuertes de agroquímicos contaminando más al suelo y a los mantos acuíferos. Existe la probabilidad de que las plantas transgénicas se entrecrucen con variedades silvestres generando trastornos profundos en los ecosistemas.

Las empresas que ofertan semilla transgénica acompañan sus productos con un paquete de herbicidas y sustancias para mantener un alto rendimiento de cosecha. La utilización de tóxicos es particularmente dañina para las personas, pues algunos herbicidas se acumulan en los tejidos de las plantas y son ingeridos por los consumidores.

La llamada “Revolución verde” trajo consigo una confianza ilusoria sobre las tecnologías. El fin del hambre fue una promesa hecha y no cumplida. La tecnología no puede resolver por sí misma el problema del hambre en el mundo. Se necesitan sistemas políticos y económicos que promuevan la equidad y tomen decisiones correctas.

La agroecología o agricultura sostenible consiste en el cultivo de plantas mediante tecnologías de bajo impacto ambiental y que toman en cuenta el conocimiento sobre las interacciones y patrones de relación de la naturaleza.

Las biotecnologías agroecológicas son muy variadas; entre ellas podemos mencionar: rotación de cultivos, cultivos mixtos, utilización de composta, lombricomposta, terrazas, azoteas verdes y cultivos hidropónicos entre otros. “Existe evidencia abundante de que la agroecología constituye una sólida alternativa ecológica a las tecnologías química y genética.” (Capra, 2003)

“La hidroponía es una técnica de producción de plantas en donde se ha eliminado la necesidad del suelo como fuente de minerales, agua y sostén de la planta”. (Arano, fascículo 5) Para dar éste sostén, proporcionar el agua y los minerales se utilizan diferentes sistemas hidropónicos. En todos ellos es necesario el uso de una solución acuosa como fuente de minerales.

Los cultivos hidropónicos o hidroponía pueden ser definidos como la ciencia del crecimiento de las plantas sin utilizar suelo, aunque usando un medio inerte al cual se le añade una solución de nutrientes que contiene todos los elementos esenciales necesarios por la planta para su normal crecimiento y desarrollo. Puesto que muchos métodos hidropónicos emplean algún tipo de medio de cultivo, se le denomina a menudo “cultivo sin suelo”, mientras que el cultivo solamente en agua sería el verdaderamente hidropónico. (Resh, 1992, p.17)

Los sistemas de cultivo hidropónico tienen un impacto en el medio ambiente; sin embargo es menor que en los sistemas convencionales. Esto se logra a través de un mejor aprovechamiento del espacio, el ahorro de agua, el incremento de la productividad por unidad de área y la posibilidad de cultivar en cualquier espacio, incluyendo las ciudades y las zonas desérticas. Ejemplo de ello es el cultivo de una lechuga: en suelo agrícola requiere aproximadamente 40 litros de agua desde su germinación hasta su cosecha, mientras que la misma planta en hidroponía necesita solamente de 4 litros. Esto es debido a que el agua permanece confinada en un contenedor, evitando la evaporación de la misma. La solución nutriente permite controlar la cantidad de sales minerales y el pH en el que crecen las raíces.

Para desarrollar una planta a partir de semilla en un cultivo hidropónico tenemos que tomar dos decisiones importantes: La primera es el lugar en donde germinaremos la semilla y la segunda, implica la elección de un sistema de cultivo hidropónico en donde la plántula germinada se desarrollará hasta su cosecha.

Germinación.

La germinación es el proceso mediante el cual el embrión contenido en la semilla comienza a desarrollarse. Las condiciones generales para que este proceso se lleve a cabo son:

- Humedad.
- Temperatura.
- Luz.
- Sustrato.

Existen especies que pueden germinar directamente en el lugar en donde la planta se desarrollará a lo largo de todo el proceso de cultivo o utilizar un recipiente temporal el cual recibe el nombre de almácigo. Este puede ser individual o colectivo.

Antes de germinar se debe elegir un cultivo apropiado de acuerdo a diversos factores como son: el tipo plantas, la etapa de desarrollo en la que se va a cosechar, el sistema hidropónico, el espacio necesario, el clima, los cambios estacionales a lo largo del año y los costos..

Esas consideraciones permiten una buena germinación, la cual para ser considerada exitosa debe ser mayor al 80%. Este porcentaje se puede calcular con la siguiente fórmula⁹:

$$\% \text{ Germinado} = \frac{\text{Cantidad de Semillas Germinadas}}{\text{Cantidad de Semillas colocadas}} \times 100$$

El sustrato para germinar recomendado es el musgo o turba, sin embargo existe una gran variedad de materiales que podemos utilizar: vermiculita, fibra de coco, ladrillo molido, aserrines y hule espuma entre otros. Cada uno de ellos nos proporcionará una diferente tasa de germinación (ver sección de sustratos).

El sustrato de nuestra elección es colocado en un contenedor o almácigo. Cuando las semillas hayan germinado y se hayan transformado en plántulas serán transplantadas al sistema hidropónico.

⁹ Tomado de Arano *El abc de la Hidroponía.*

En algunas ocasiones se recomienda sembrar sin el uso de almácigos, colocando las semillas directamente en el sistema hidropónico en donde la planta se desarrollará a lo largo de todo el proceso. A esto se le conoce como siembra directa.

La siembra directa se recomienda cuando cultivamos plantas cuyas raíces pueden sufrir un daño o deformación irreparable al ser trasplantadas. Esto implica que la planta permanecerá en el lugar de su germinación durante toda su vida.

Cuando sembramos directamente lo hacemos en un recipiente con sustrato. Este contenedor debe ser suficientemente grande para permitir el desarrollo de las plantas hasta su etapa de cosecha.

Cuando germina en almácigo debemos decidir si éste va a ser individual o utilizaremos una charola de germinación. (En la Figura 4 alumnos de primaria siembran en este tipo de charolas) Para esta decisión se debe tomar en cuenta el sistema hidropónico en donde nuestra planta se desarrollará. Para algunos sistemas es recomendable el uso de almácigos individuales.

Este almacigo individual puede constar de un simple vaso de plástico al cual se le hacen perforaciones en el fondo con el fin de promover el riego por capilaridad.



Figura 4. Alumnos del Colegio Peterson Pedregal y el Colegio Internacional Tlalpan sembrando en charolas de germinación.

Las ventajas de la utilización del almácigo son:

- Control y conocimiento sobre la viabilidad de la semilla.
- Permite seleccionar plántulas de mayor calidad.
- Ahorro de espacio.

Es importante mantener el sustrato húmedo y a una temperatura en un rango de entre 10 y 35 grados centígrados; la temperatura promedio por debajo de este valor puede retardar la germinación y por encima pueden disminuir la tasa de germinación.

Las etapas de la germinación son las siguientes:

- Hidratación.
- Emergencia de la radícula.
- Emergencia de la plúmula.
- Hojas cotiledonales.

La “fotoblastía” es un término que refiere a la cantidad de luz que una semilla necesita para germinar. La fotoblastía negativa indica que la semilla necesita estar en oscuridad para suscitar las reacciones bioquímicas que culminan con la emergencia de las primeras hojas.

Las hojas cotiledonales o falsas hojas son en realidad las cubiertas internas de la semilla. De acuerdo a la posición con respecto al sustrato (aéreo o subterráneo) se clasifican en epigea e hipogea.

Debemos considerar la edad de la semilla, pues semillas viejas reducen su viabilidad; esto también depende de la especie que estamos cultivando. Uno de los factores que deterioran las semillas es el almacenaje en lugares muy cálidos.

Los sistemas de cultivo hidropónicos

Por sistema de cultivo hidropónico se entiende un conjunto de elementos que se relacionan entre sí y con el medio para darle a la planta las condiciones adecuadas para un óptimo desarrollo y crecimiento. Las tres funciones que tiene el suelo son: sostén, alimento y suministro de agua; éstas son aportadas por el sistema hidropónico.

Se utiliza el término de “plántula” para referirse a una planta joven, con apenas unas hojas verdaderas. Una vez que las semillas sembradas en almácigo hayan alcanzado el tamaño de plántulas, será necesario transferirlas a un sistema de cultivo hidropónico

Existen básicamente dos tipos de sistemas hidropónicos.

- Sistemas con sustrato.
- Sistemas sin sustrato.

La elección de uno de estos depende del tipo de planta que estemos cultivando y de nuestros recursos.

Sistemas con sustrato

Un sustrato hidropónico es una sustancia inerte, estructuralmente estable capaz de absorber y contener dentro de sus poros y ahuecamientos entre partículas una gran cantidad de fluidos tanto líquidos como gaseosos. (Arano, fascículo 8)

El sustrato es un material inerte que nos va a servir de sostén y permitirá el desarrollo de las raíces. Debe ser capaz de retener una buena cantidad de agua y permitir el paso de aire para favorecer la respiración de la raíz.

Los sustratos deben mantener la humedad dentro de su estructura una buena cantidad de agua, ser capaces de alojar aire para permitir la respiración celular de la raíz y ser un lugar adecuado para el desarrollo de las raíces.

Cada uno de estos sustratos presenta ventajas y desventajas. Su uso debe obedecer al tipo de cultivo que se va a desarrollar, clima, disponibilidad y costo.

El sustrato debe mantener la humedad; esto se logra utilizando materiales con una buena capilaridad, además se procura evitar el anegamiento, pues esto dificulta la respiración de las raíces. Todos los sustratos tienen tamaños de grano; éste es inversamente proporcional a la capacidad para retener agua y directamente a la capacidad para evitar el anegamiento.

Para obtener las características deseadas podemos mezclarlos en diferentes proporciones. Por ejemplo: si queremos un sustrato con mucha aeración podemos usar un tezontle con un tamaño de grano grueso y fibra de coco.

La proporción y el tipo de los sustratos también pueden seleccionarse dependiendo del clima y las plantas que cultivaremos, pues en climas cálidos debemos favorecer la capacidad de retención de agua. Para las zanahorias, el betabel y el rábano la siembra se lleva a cabo en el contenedor en donde se desarrollarán hasta la cosecha.

Las características importantes de un sustrato son:

- Biológica y químicamente inerte.
- Permite un buen intercambio iónico.
- Capaz de mantener la humedad.
- Capaz de dar sostén a la raíz.
- Que tengan partículas capaces de llenarse de aire para permitir la respiración de la raíz.
- Que sea barato.

Existen en el mercado gran número de sustratos; podemos clasificarlos por su origen en:

- Orgánicos: Fibra de coco, cáscara de arroz, turba de musgo, aserrín entre otros, dependiendo de la región.
- Industriales: Lana de roca, arcilla expandida, agrolita, ladrillo picado, vermiculita, espuma de poliuretano entre otras dependiendo de la actividad económica cercana.
- Minerales: arenas y gravas como el tezontle.

Si pensamos utilizar un sistema con sustrato debemos considerar la forma en la que lo vamos a irrigar. Existen varias formas de riego para sistemas con sustrato; éstos pueden ser abiertos o cerrados.

Los sistemas abiertos son aquellos en los que la solución nutritiva se utiliza una sola vez y luego se desecha. En un sistema cerrado la solución permanece dentro del sistema de cultivo nutriendo a la planta.

Este sistema de clasificación obedece al hecho de que las raíces permanecerán en un medio, el cual favorecerá la absorción del agua y los nutrientes necesarios para la planta cuyo excedente puede ser recuperado o no. Todos los sustratos tienen un máximo de saturación de agua, una vez alcanzada, no podrá retener más de ella.

La Figura 5 explica la clasificación de los sistemas hidropónicos:

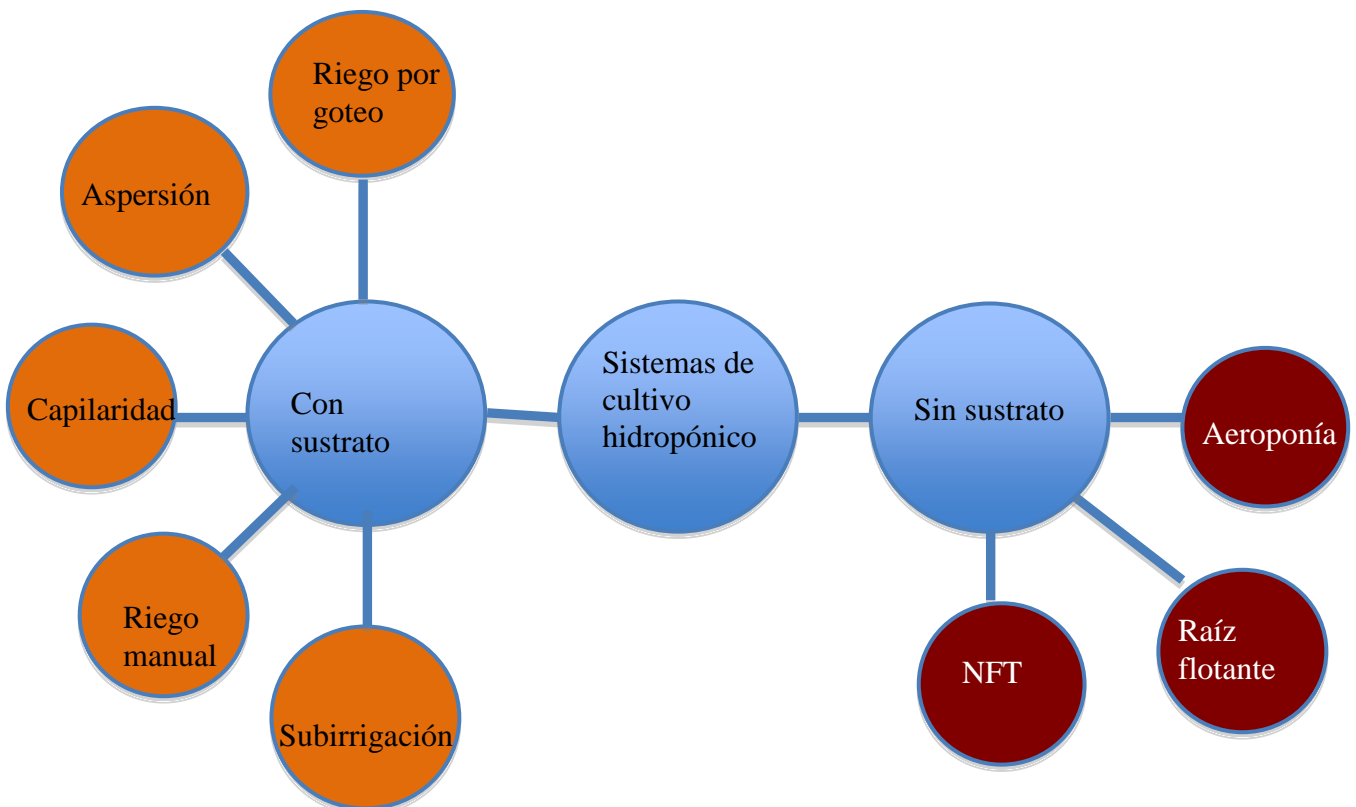


Figura 5 Clasificación de los sistemas hidropónicos según el autor de esta tesis.

El cultivo en sustrato también implicará la elección de un método de irrigación. Carlos Arano (Fascículo 9) los clasifica de la siguiente manera:

- Capilaridad.
- Subirrigación.
- Riego por goteo.
- Riego por aspersión.

Esta clasificación no considera el riego manual el cual es inviable para invernaderos con fines de comercialización, pero funciona muy bien en los escolares y familiares.

Al cultivar con sustrato debemos considerar el contenedor en donde va a desarrollarse la planta. No hay necesidad de derrochar podemos utilizar toda clase de contenedores, siempre procurando reusar y reciclar lo que tenemos disponible: cajas de madera, llantas usadas, mesas viejas, botellas en general. Todo puede convertirse en un buen contenedor si lo forramos con polietileno. Podemos también utilizar bolsas plásticas negras o construir nuestras propias mesas y bancadas de cultivo.

Prácticamente cualquier recipiente puede ser transformado en un contenedor hidropónico. Las únicas condiciones son que tengan el espacio suficiente para el desarrollo de la raíz, que no contaminen la solución nutritiva y que posean un drenaje por donde se libere el exceso de humedad. Esto último es importante pues las raíces de las plantas al tener que llevar a cabo el proceso de la respiración no pueden estar en agua estancada en donde se favorezcan las condiciones anóxicas.

El tamaño del contenedor también depende del tipo de planta que estamos cultivando, pues cada una necesita desarrollar una cantidad particular de raíz.

Cultivo de hortalizas durante el periodo 2005-2010

Las Tablas 1, 2 y 3 muestran diferentes cultivos obtenidos en el Colegio Internacional Tlalpan y el tipo de sustrato utilizado para su producción. Generalmente las proporciones de sustrato utilizadas son 50%-50%

Tabla 1 Plantas de ornato cultivadas en el Colegio Internacional Tlalpan.

| Cultivo | Substrato | Contenedor | Tipo de irrigación |
|----------------|----------------------------|--------------------|---------------------------|
| Petunia | Fibra de coco con tezontle | Bolsas de plástico | Manual |
| Zempoaxochitl | Fibra de coco con agrolita | Bolsas de plástico | Subirrigación |
| Girasol | Fibra de coco con tezontle | Bolsas de plástico | Manual |
| Dalia | Fibra de coco con agrolita | Bolsas de plástico | Manual y subirrigación |
| Zinnia | Fibra de coco con tezontle | Bolsas de plástico | Manual y subirrigación |

Tabla 2 Plantas comestibles cultivadas en el Colegio Internacional Tlalpan.

| Cultivo | Tipo de substrato | Contenedor | Tipo de irrigación |
|----------------|----------------------------|---------------------------------------|---------------------------|
| Zanahoria | Fibra de coco con agrolita | Cajas de madera y canales de plástico | Manual |
| Betabel | Fibra de coco con agrolita | Cajas de madera y canales de plástico | Manual |
| Rábano | Fibra de coco con agrolita | Cajas de madera y canales de plástico | Manual |
| Acelga | Fibra de coco con tezontle | Bolsas de plástico | Manual |
| Jitomate | Fibra de coco con tezontle | Bolsas de plástico | Manual |
| Espinaca | Fibra de coco con tezontle | Bolsas de plástico | Manual |
| Arúgula | Fibra de coco con tezontle | Bolsas de plástico | Manual |
| Brócoli | Fibra de coco con tezontle | Bolsas de plástico | Manual |
| Calabaza | Fibra de coco con tezontle | Bolsas de plástico | Manual |
| Fresa | Fibra de coco con agrolita | Bolsas de plástico | Manual |

Tabla 3 Especies cultivadas en el Colegio Internacional Tlalpan.

| Cultivo | Substrato | Contenedor | Tipo de irrigación |
|------------|----------------------------|------------------|--------------------|
| Menta | Fibra de coco con agrolita | Charola plástica | Subirrigación |
| Orégano | Fibra de coco con agrolita | Charola plástica | Subirrigación |
| Tomillo | Fibra de coco con agrolita | Charola plástica | Subirrigación |
| Albahaca | Fibra de coco con agrolita | Charola plástica | Subirrigación |
| Manzanilla | Fibra de coco con agrolita | Charola plástica | Subirrigación |

Sistemas sin sustrato

Los sistemas sin sustrato son aquellos en los que las raíces están directamente sumergidas en la solución nutritiva. Se clasifican como: dinámicos y estáticos.

En los sistemas sin sustrato podemos mantener la solución en continuo movimiento, recirculándola dentro del mismo. A los modelos que cumplen con esta característica se les conoce como sistemas dinámicos y cuando la solución permanece quieta dentro del sistema, es llamado estático o pasivo.

Sistemas Pasivos

Método del plato.

En este sistema de inundación y drenaje. El sustrato se humedece a través de un orificio en la base del contenedor. (ver figura 6)

Es prácticamente imposible o por lo menos no recomendable llevarlo a cabo si este contenedor no es rígido. Las bolsas de plástico quedan así descartadas.



Figura 6 Método de subirrigación para cultivar flores. Foto: Carlos Basurto

Subirrigación.

En este método necesitamos un contenedor en donde colocamos nuestras macetas. Dicho contenedor se inunda con solución nutriente hasta 3 cm de altura. La solución nutriente pasa del contenedor hasta el sustrato contenido en las macetas a través de los orificios ubicados en las bases de las mismas.

Para inundar el contenedor se puede utilizar una bomba conectada a un tanque de distribución y manejada por un reloj controlador; sin embargo también puede ser de manera manual.

Una vez alcanzada la altura de inundación del contenedor éste retorna al tanque a través de un sifón, como lo muestra la Figura 7.

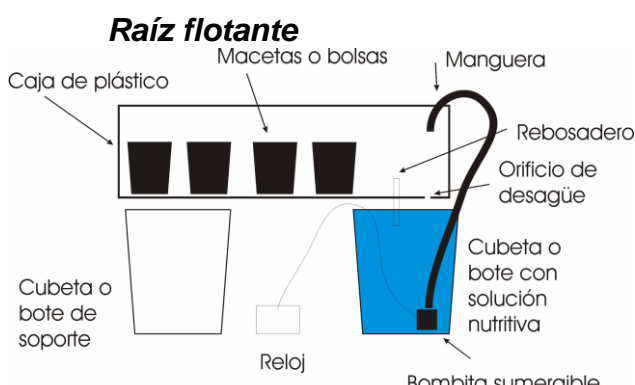


Figura 7 Sistema de subirrigación. Tomado del ABC de la hidroponía



Figura 8 Sistemas de raíz flotante en el Colegio Internacional Tlalpan
Foto Carlos Basurto

La raíz flotante es una técnica cerrada y estática, lo cual quiere decir que la solución nutriente no se desperdicia y permanece sin recirculación. En este sistema las raíces de las plantas permanecen sumergidas en la solución nutriente. Debido al riesgo de agotar el Oxígeno dentro del contenedor es recomendable oxigenar la solución durante unos minutos cada tercer día. Esto se logra a través de una bomba o de manera manual. La Figura 8 muestra charolas de raíz flotante utilizadas en el Colegio Internacional Tlalpan.

Sistemas Dinámicos

Sistema NFT (Nutrient Film Technique).

Esta técnica es atribuida en su invención al Dr. Alan Cooper, quien la hace pública por los primeros años de la década del 70. (Arano, fascículo 10, p.8)

Es el sistema sin sustrato más famoso, el cual consiste en hacer pasar una película de solución nutritiva a través de un sistema de recirculación. De esta forma los nutrientes están disponibles para la planta.

Los elementos que componen este sistema son: Tanque de almacenamiento para la solución nutritiva, bomba para agua, canaleta o tubo de distribución. Es recomendable que el tubo de distribución tenga una pendiente de 5%.

La Figura 9 muestra las formas de tubería utilizada para la construcción de sistemas NFT. Actualmente se utilizan diversos plásticos, el más común es el PVC.

El sistema NFT lo hemos utilizado para el cultivo de lechuga utilizando para su construcción tubería de PVC sanitario y contenedores plásticos. La Figura 10 muestra los elementos esenciales en cualquier sistema NFT.



Figura 9 Tubería utilizada para hidroponía. De C. Arano, ABC de la hidroponía

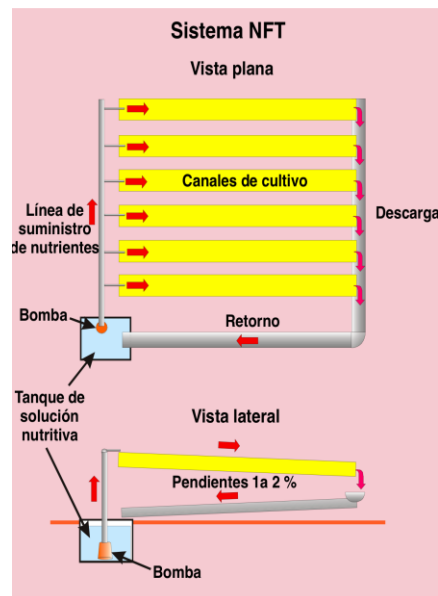


Figura 10 Sistema NFT. De C. Arano, ABC de la hidroponía

Esta ligera pendiente mantiene en forma continua una delgada película de solución nutritiva que ingresa por su extremo superior y desciende, retornando al tanque de alimentación. Esta capa nutritiva está siempre en contacto con las raíces que al mismo tiempo están expuestas al aire lo que les permite respirar.

Nutrición vegetal.

La nutrición de las plantas es un punto crucial durante el cultivo. Todos los elementos químicos necesarios para el funcionamiento celular son obtenidos del ambiente.

El carbono es absorbido por las plantas directamente de la atmósfera en forma de dióxido de Carbono; el Oxígeno de igual forma se encuentra en el aire de donde es tomado, mientras que el agua aporta el Hidrógeno.

Además, en algunas investigaciones recientes, se ha encontrado que el Silicio juega un papel relevante en el mejor desarrollo de las raíces. También se estima que su presencia contribuye en grado importante a la asimilación del Sodio por las plantas. (Arano, fascículo 6, p.66)

El resto de los elementos deben ser suministrados a través de la raíz y disueltos en agua y no se encuentran de manera pura, existen solamente combinados con otros átomos, formando una familia de compuestos químicos conocida como sales.

En el suelo se encuentran todos los minerales de donde las plantas los toman; sin embargo estos se agotan con el transcurso del tiempo dando lugar al agotamiento de los nutrientes. Las formas tradicionales de fertilizar el suelo implican el descanso de los suelos y la descomposición de los restos de las cosechas o la fertilización por medio de compuestos químicos.

Las sales minerales se encuentran en el suelo orgánico, sin embargo su concentración y disponibilidad varía dependiendo del tipo de suelo, relieve y geografía del lugar. El análisis del suelo deja de ser indispensable cuando utilizamos pues alguna técnica hidropónica, pues como hemos mencionado en esta técnica no se utiliza suelo agrícola.

En todos los casos es el agua la que disuelve las sales minerales y así son introducidos a las raíces de las plantas. En hidroponía las sales son administradas a través de la solución nutritiva. La solución nutritiva es fundamental de la técnica hidropónica. Como toda solución acuosa la base es el agua, en ella disolvemos todos los elementos minerales que las plantas requieren para su nutrición. Además, estos elementos deben ser absorbidos en la misma forma en la cual originalmente las plantas los toman del suelo, como iones.

Las plantas requieren diversos elementos químicos: Carbono, Hidrógeno, Oxígeno, Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Magnesio, Calcio y Azufre en cantidades mayores, mientras que Hierro, Manganeso, Zinc, Boro, Cobalto, Níquel, Molibdeno y Cobre son requeridos también, pero en proporciones minúsculas. Esto permite clasificar a estos elementos en macro y microelementos.

Las sales son sustancias químicas productos de la reacción de un ácido y una base. Tienen la característica común de disociarse cuando se disuelven en agua en sus iones constituyentes. En disolución las sales se separan y debido a la diferencia de electronegatividad de entre sus átomos quedan disociadas como iones, es precisamente esta la forma en la que entran a la planta.

Existen en la literatura una amplia variedad de soluciones nutritivas, algunas de ellas conocidas como soluciones generales permiten un buen desarrollo en una amplia gama de hortalizas; sin embargo si requieren mejorar los resultados podemos utilizar soluciones específicas para cada especie de planta que vayamos a cultivar. “No existe una solución nutritiva óptima para todos los cultivos, porque no todos tienen las mismas exigencias nutricionales” (Rodríguez, 2004) Inclusive podemos hacer variaciones a las fórmulas dependiendo de la etapa fenológica de la planta, pues cada una de ellas tiene requerimientos diferentes a medida que se van desarrollando. Esto es particularmente importante si estamos cultivando especies que deben atravesar varias etapas para llegar al momento de cosecharlas.

Asociados al agua y en calidad de iones los elementos pasan a la raíz gracias a una diferencia de concentración. La hidroponía nos permite administrarle a cada planta la concentración ideal de elementos pues estos son administrados por medio del riego.

Existen algunas consideraciones importantes al preparar soluciones hidropónicas la primera implica que los nutrientes deben estar bien balanceados y en la cantidad mínima necesaria para un buen desarrollo vegetal.

La segunda implica que el total de las sales disueltas no debe superar el valor crítico de presión osmótica arriba del cual se invierte la dirección del flujo de la solución. La suma de todos los iones disueltos de la solución regula la presión osmótica de la misma.

Cuando la presión osmótica es adecuada, el agua con iones entra a las raíces de las plantas. Cuando la concentración es muy alta el agua comienza a salir de las raíces deshidratando a la planta. A este tipo de soluciones se les conoce como hipertónicas.

Cuando hay muy pocos iones; es decir por debajo de lo requerido, EN por las plantas se producen síntomas de desnutrición. Estas soluciones comúnmente se denominan hipotónicas.

Por último debemos tener en cuenta que las sales deben tener una buena capacidad de disolución. Pues cada sal inorgánica tiene una particular disociación en el agua. Cada sal se disocia en el agua formando iones (cationes y aniones) Una mala disolución generaría desnutrición en la planta pues los nutrientes no estarían disponibles para la planta.

Algunas sales, en ciertas condiciones de concentración y temperatura, presentan cierto grado de incompatibilidad con otras. Esto puede producir la precipitación de algunos cationes y aniones y, consecuentemente; no tendría disponibilidad en la solución nutritiva, pudiendo provocar deficiencias nutricionales. Todas las sales se pueden encontrar con diferentes grados de

pureza; las llamadas comerciales son adecuadas para el cultivo hidropónico.

Los quelatos son complejos de iones metálicos y moléculas orgánicas conocidas como agentes quelantes. Se suele manejar los micronutrientes en forma de quelatos, pues estos son muy solubles en agua, poniendo a disposición de las plantas estos elementos. Además las formas quelantes difícilmente se oxidan a formas precipitantes. (Arano, fascículo 6)

La solución nutriente debe poseer un pH adecuado para cada tipo de planta. Cuando debe ser ajustado podemos hacerlo mediante el uso de ácido nítrico, sulfúrico o fosfórico. También podemos usar bases como el hidróxido de Potasio, de Sodio y Amonio.

Arano muestra algunas formulas para preparar solución nutriente (Tablas 4, 5, 6 y 7)

Tabla 4 Fórmula de la Universidad de New Jersey

| Sal | mg/l = ppm |
|------------------------------------|------------|
| Sulfato de Magnesio (sal de Epsom) | 598 |
| Sulfato de Amonio | 98 |
| Nitrato de Calcio | 810 |
| Fosfato monopotásico | 322 |

Se utilizan 4 sales. Los microelementos se encuentran en trazas y como impurezas en estas sales y gracias a esto no es necesario añadirlos.

Tabla 5 Fórmula de Penningsfeld

| Sal | mg/l = ppm |
|----------------------|------------|
| Sal de Magnesio | 378 |
| Nitrato de Calcio | 868 |
| Nitrato de Potasio | 416 |
| Fosfato monopotásico | 284 |
| Sulfato de Amonio | 10 |
| Sulfato ferroso | 20 |
| Sulfato de Manganeso | 5 |
| Sulfato de Cobre | 0.04 |
| Sulfato de Zinc | 0.04 |
| Borax | 10 |

Tabla 6 Fórmula Básica de La Molina (a)

| Sal | mg/l = ppm |
|---------------------|--------------|
| Nitrato de Potasio | 550 |
| Nitrato de Amonio | 350 |
| Superfosfato triple | 175 |
| Agua | c.s.p. 5 lts |

Tabla 6 Fórmula Básica de La Molina (b)

| | |
|-----------------------------|--------------|
| Sal | mg/l =ppm |
| Sulfato de Magnesio | 220 |
| Fetrilon-combi | 12 |
| Quelato de Hierro 6% Hierro | 8 |
| Ácido Bórico | 1.2 |
| Agua | c.s.p. 2 lts |

Tabla 7 Fórmula utilizada en el Colegio Internacional Tlalpan

| | |
|---------------------|-------------------------------|
| Sal | gramos en 1000 litros de agua |
| Hakaphos | 760 |
| Sulfato de Magnesio | 300 |
| Brexil Fe | 40 |
| Nitrato de Calcio | 1000 |

Cultivo de lechuga

A manera de ejemplo describo el método y cuidados necesarios para el cultivo de la lechuga, misma que utilicé como modelo biológico para diversas prácticas en los colegios Peterson. Las figuras 11 y 12 muestran el tipo de sistema que utilicé para este cultivo.

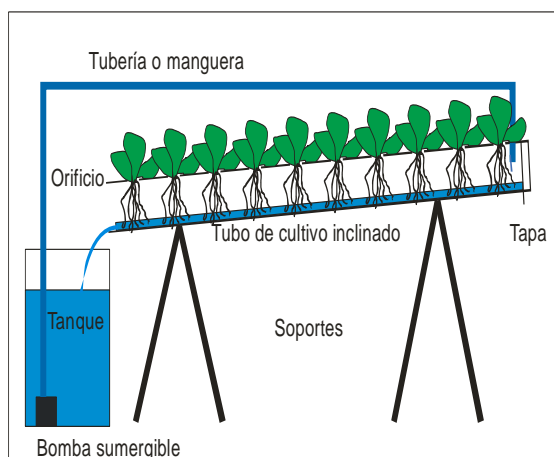


Fig.11 Sistema NFT. Tomada del ABC de la hidroponía de Carlos Arano (año)



Figura 12 Alumnos de secundaria construyendo sistema hidropónico NFT

La lechuga es el cuarto vegetal más importante que se cultiva hidropónicamente. Se desarrolla a temperaturas de entre 15-18 durante el día. (Resh, 2004) Existe una amplia variedad. Las cultivadas en los invernaderos del Colegio Internacional Tlalpan, las cuales pertenecen a las variedades: White Boston, Blackseeded Simpson y Green Galaxie.

El cultivo de lechuga puede dividirse en 3 etapas:

- 1) Germinación.
- 2) Primera etapa de desarrollo.
- 3) Segunda etapa de desarrollo.

Germinación de lechuga

En esta etapa se necesitan los siguientes materiales:

- Almacigos de plástico (vasos de plástico del número cero).
- Mezcla 3.
- Tela absorbente.
- Cautín.
- Semillas.

Primer desarrollo

Esta etapa comienza desde la germinación hasta la aparición de la cuarta hoja verdadera y dura aproximadamente 3 semanas.

Segunda etapa de desarrollo

Esta etapa comienza aproximadamente en la cuarta semana después de la germinación y dura seis semanas. Al final de esta etapa nos encontramos con el máximo desarrollo foliar de la planta. En este punto es necesario el transplante a un sistema de crecimiento hidropónico como el NFT mostrado en las Figuras 13 y 14.



Figura 13 Sistema NFT en el plantel Tlalpan 07-



Figura 14 Sistemas NFT en el plantel Tlalpan, ciclo escolar 07-08

Elección del sistema hidropónico de crecimiento

Para el cultivo de la lechuga puede utilizarse prácticamente cualquier sistema hidropónico. Sin embargo se recomienda la raíz flotante y el NFT. La tabla 8 muestra el esquema de riego y nutrición que recomiendo:

Tabla 8 Esquema de riego y nutrición.

| Tiempo | Riego y nutrición |
|----------------|--------------------------|
| Primera semana | Agua |
| Segunda semana | Solución de inicio |
| Tercera semana | Solución de inicio |
| Cuarta semana | Solución nutriente final |
| Quinta semana | Solución nutriente final |
| Sexta semana | Solución nutriente final |
| Séptima semana | Solución nutriente final |
| Octava semana | Solución nutriente final |
| Novena semana | Solución nutriente final |
| Décima semana | Cosecha |

Programación del cultivo

Si nuestra intención es obtener producto de manera constante a lo largo de los meses es necesario tener en cuenta los requerimientos de infraestructura y espacio.

Las actividades de siembra y trasplante deben planificarse durante el cultivo. Cada semana se debe sembrar y a partir de la cuarta semana transplantar nuestro primer lote. La tabla 9 ilustra un calendario de actividades.

El tiempo promedio del cultivo en variedades precoces es de 9 semanas. La figura 15 muestra un estudiante con una lechuga cosechada.

Tabla 9 Programación del cultivo de lechuga

| | Semana 1 | Semana 2 | Semana 3 | Semana 4 | Semana 5 | Semana 6 | Semana 7 | Semana 8 |
|---------------|----------------|----------------|----------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Almácigo 1 | Siembra Lote 1 | | | Siembra Lote 4 | | | Siembra Lote 7 | |
| Almácigo 2 | | Siembra Lote 2 | | | Siembra Lote 5 | | | Siembra Lote 8 |
| Almácigo 3 | | | Siembra Lote 3 | | | Siembra Lote 6 | | |
| Tubo o tina 1 | | | | Transplante Lote 1 | Crecimiento lote 1 | Crecimiento lote 1 | Crecimiento lote 1 | Cosecha Lote 1 |
| Tubo o tina 2 | | | | | Transplante Lote 2 | Crecimiento Lote 2 | Crecimiento Lote 2 | Crecimiento Lote 2 |
| Tubo o tina 3 | | | | | | Transplante Lote 3 | Crecimiento Lote 3 | Crecimiento Lote 3 |
| Tubo o tina 4 | | | | | | | Transplante Lote 4 | Crecimiento Lote 4 |
| Tubo o tina 5 | | | | | | | | Transplante Lote 5 |



Figura 15 Alumno de primaria portando una lechuga cosechada.

Capítulo 4 Experiencias con estrategias de desarrollo de la macrocompetencia bio-corporal ecológica

Con los cultivos hidropónicos se viven una serie de experiencias que permiten a los alumnos desarrollar actitudes de solidaridad, admiración, respeto por la naturaleza; se desarrollan habilidades psicomotrices al manejar y manipular procesos y herramientas; se ponen en práctica valores como la responsabilidad y el compromiso.

Durante el proyecto se fomenta el trabajo en equipo, la cooperación y la solidaridad. Los alumnos trabajan en pequeños grupos y el producto de su trabajo es parte de un sistema mayor. Cada momento del ciclo de cultivo se utiliza para relacionarlo con diversos contenidos, estos tienen además diversas implicaciones.

A continuación mostramos un desglose de estas implicaciones:

Tabla 10 Conocimientos, habilidades, actitudes y valores desarrollados y fomentados a lo largo de los proyectos.

| Actividades | Competencias |
|--|---|
| Preparación de soluciones hidropónicas | Ajustar y manipular instrumentos de peso, cálculo, proporción. |
| Montaje de sistemas hidropónicos | Manipulación de instrumentos, diseño, resolución de problemas, diseño, planeación. |
| Preparación de sustratos | Solidaridad, cooperación y trabajo en equipo |
| Germinación | Calcular tasas, registrar información, elaboración de hipótesis, biodiversidad. |
| Transplante | Conceptos de desarrollo y crecimiento. |
| Etapa vegetativa | Observación y registro de información de datos en bitácoras, utilización de tablas y gráficas, comprensión de la naturaleza de la luz, efecto de diversas variables sobre los sistemas vivos, adaptación evolución, fotosíntesis. |
| Floración | Conceptos sobre reproducción sexual y asexual, tasas de fertilidad, Biodiversidad. |
| Fructificación | Conceptos de reproducción, desarrollo, ciclos de vida. |
| Cosecha | Sentimiento de logro y autoafirmación, comercialización, habilidades de comunicación. Promoción de la buena alimentación. |
| Control de plagas | Conceptos de población, relaciones interespecíficas, dinámica poblacional |
| Senescencia | Conceptos de energía, reciclaje de materia, ciclos biogeoquímicos |

Los datos recabados incluyen las tasas de germinación, floración y fructificación que son utilizadas para entrenar a los jóvenes en la elaboración de tablas y graficación de las mismas, desarrollando habilidades de pensamiento en el área de Matemáticas.

El invernadero representa un proyecto productivo escolar que permite al joven conocer el valor del trabajo así como el producto tangible de éste: La cosecha, la misma que genera recursos pecuniarios en su venta los días viernes.

El proyecto se encarga de la producción, distribución, consumo y circulación por lo tanto podemos decir que son proyectos que se pueden vincular con la economía, así como una serie de conocimientos colaterales que no evaluamos, pero que eventualmente repercuten en otras áreas.

Durante los ciclos escolares 05-06, 06-07, 07,08 y 09-10 el invernadero fue visitado por diversos grupos conforme a la lista siguiente:

Primero y tercero de secundaria, quinto y sexto de preparatoria, Área II (Químico–Biológicas), primero, quinto y sexto de primaria, además ocasionalmente se realizaron prácticas con los grupos de segundo de secundaria.

Diariamente el invernadero recibe mantenimiento por parte de los alumnos. El cual implica el regado de las plantas, la germinación de nuevas semillas, el trasplante de plántulas, la preparación de almácigos y sustratos, pesado y preparación de solución nutriente.

Registro de experiencias

En los siguientes cuadros se encuentran agrupadas fotos de algunas actividades realizadas en torno a los proyectos. Cada imagen se acompaña de una breve descripción de la actividad, los contenidos, valores, destrezas y habilidades fomentadas a lo largo de cada actividad.

Los cuadros están agrupados en relación al ciclo de cultivo cuyos títulos se en listan a continuación:

1. Preparación de soluciones nutritivas.
2. Montaje de sistemas hidropónicos.
3. Preparación de sustratos.
4. Siembra.
5. Transplante.
6. Etapa Vegetativa.
7. Floración.
8. Cosecha.
9. Proyectos colaterales.

Figura 16 Preparación de soluciones hidropónicas



| Fotos | Descripción | Contenido |
|--|---|---|
|  | Alumna de secundaria explicando la preparación de nutrientes durante una feria de ciencias. | <ul style="list-style-type: none">• Manejo del conceptos de: solución química, ácidos, bases, sales, disociación en el agua, electronegatividad e iones en disolución.• Conceptos de proporción, porcentajes, regla de tres,• Manejo de instrumentos de medición,• Conceptos de error en la medición, precisión y exactitud. |
|  | Alumna de secundaria preparando solución hidropónica. | |

Figura 17 Montaje de sistemas hidropónicos

| Fotos | Descripción | Contenidos |
|---|--|--|
|  | <p>Alumna de preparatoria instalando un sistema de raíz flotante.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Nutrición vegetal. • Planeación, medición y distribución del espacio. • Teoría del no desperdicio de agua. |
|  | <p>Alumnos de secundaria construyendo un sistema piramidal NFT.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Calculo de pendientes y plano inclinado. • Construcción de cuerpos geométricos. • Manejo de herramientas. • Diseñar, planear y proyectar. • Construcción conforme al diseño. |
|  | <p>Alumnos de secundaria cortando PVC para construir sistema hidropónico conforme a un esquema.</p> | |
|  | <p>Alumno de preparatoria instalando un sistema NFT para 20 lechugas, inicialmente sin esquema y finalmente con esquema.</p> | |








| | | |
|---|--|--|
|  | <p>Alumnos de secundaria Armando un sistema hidropónico NFT para 20 lechugas.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Resistencia a la frustración y entereza para corregir la falla. • Topología, manejo del espacio y percepción. • Selección adecuada del sustrato de acuerdo con el tipo de cultivo y las Propiedades físicas de los materiales. |
|  | <p>Alumna de secundaria uniendo y sellando los tubos de PVC con cinta de aislar de sistema hidropónico en NFT.</p> | |
|  | <p>Alumnos de preparatoria instalando una mesa de cultivo para zanahorias de ocho compartimentos.</p> | |




Figura 18 Preparación de sustratos




| Fotos | Descripción | Contenidos |
|---|---|---|
|  | <p>Alumno de secundaria preparando sustratos para trasplante definitivo de plántulas de girasol a bolsas de polietileno.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Conceptos de absorción, capilaridad. • Comunidad de aprendizaje. • Inteligencia colectiva. • Aprendizaje lúdico. |
|  | <p>Alumnos de secundaria delezando fibra de coco triturada y compactada para ser mezclada con tezontle y ser usado como sustrato.</p> | |
|  | <p>Alumnos de secundaria mezclando fibra de coco con tezontle.</p> | |
|  | <p>Alumnos de secundaria preparando fibra de coco para trasplante de jitomates.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Competencia lingüística. Se aprenden términos técnicos y científicos • Convivencia. |

| | | |
|--|---|--|
|  | <p>Alumnos de primaria preparando fibra de coco.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Concepto de mezcla. • Cadenas de producción, solidaridad, largueza y apropiación festiva del espacio. |
|  | <p>Alumnos de secundaria preparando fibra de coco y perlita para ser utilizados como sustrato hidropónico.</p> | |
|  | <p>Alumnos de primaria paleando tezontle de la entrada de la entrada del invernadero hasta el interior. Este material fue transportado por alumnos de preparatoria desde el pie de entrada de la escuela hasta la puerta del invernadero.</p> | |

| | | |
|--|--|--|
|  | <p>Alumna de preparatoria llenando macetas con substratos hidropónicos para transplantar Dalias.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Elección del envase de acuerdo al crecimiento vegetal que queremos determinar. (mayor dimensión de envase propicia mayor crecimiento de la planta). • Expectativa en la construcción del proyecto • Conceptos de palanca, punto de apoyo, trabajo, esfuerzo y carga. |
|  | <p>Alumnos de secundaria transportando tezontle 200 metros para ser usado como sustrato.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Trabajo físico extenuante |

Figura 19 Siembra

| Foto | Descripción | Contenidos |
|---|--|--|
|  | <p>(CIT) Alumnos de primero de secundaria sembrando lechugas. La primera fase es la germinación de la semilla. (la segunda es la inserción del almácigo en el sistema hidropónico.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Conceptos de germinación, ciclo de vida, geotropismo, heliotropismo, fotoblastía y capilaridad. • Registro y manejo de datos. |
|  | <p>Alumnos de secundaria sembrando lechugas y tomando datos.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • seguimiento fenológico. • Cálculo de tasas de germinación • Psicomotricidad fina. |
|  | <p>Girasoles germinando en el Colegio Internacional Tlalpan (CIT) La plántulas tiene 15 días de haber sido sembradas. Se observan los cotiledones.</p> | |

| | | |
|---|---|---|
|  | <p>Alumnas de primaria en el Colegio Peterson Pedregal (CPP) sembrando lechugas en substrato de musgo.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Gamas de texturas y colores. • Identificación de variedades vegetales. • Teoría del no desperdicio (TND) • Conceptos de capilaridad, humedad, aclimatación, adaptación y variabilidad. |
|  | <p>(CIT) Alumnas de primaria organizando semillas para su siembra.</p> | |
|  | <p>Alumnos de primaria Sembrando rábanos en musgo reutilizando charolas plásticas(CPP).</p> | |
|  | <p>Alumnos de secundaria preparando almácigos individuales para sembrar lechugas. Vasos perforados y mecha de tela sintética.</p> | |

| | | |
|---|--|--|
|  | <p>Germinación comparada entre diferentes especies vegetales utilizando musgo como substrato (CIT).</p> | |
|  | <p>Comparación de la germinación en diferentes substratos en almácigos individuales, previa lluvia de ideas. Cada línea del germinador pertenece a un equipo de trabajo (CIT).</p> | |
|  | <p>Alumnos de primaria sembrando calabazas en charolas de germinación (CPP).</p> | |
|  | <p>Alumnos preparatoria sembrando zanahorias en fibra de coco y perlita en mesa previamente preparada por ellos mismos (CIT).</p> | |



Alumnos de preparatoria sembrando acelgas en charolas plásticas de reuso, usando musgo (CIT).



Alumna de secundaria sembrando lechugas en almácigos individuales utilizando musgo.






Alumnos de preparatoria sembrando en charolas plásticas de reuso (CIT).

Figura 20 Transplante




| Fotos | Descripción | Contenido |
|---|--|---|
|  | <p>Alumno de preparatoria transplantando plántulas de dalias en macetas llenas de fibra de coco y tezontle (CIT).</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Organización y planeación. • Relación psicoafectiva de los alumnos con las plantas en crecimiento. |
|  | <p>Betabel sembrado desde semilla en fibra de coco y perlita utilizando huacales (CIT).</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Sentido de logro y del éxito. • TND. |
|  | <p>Alumna de preparatoria preparando huacales con plástico de polietileno de reuso para sembrar (CIT).</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Concepto de respiración radicular. • Educación sentimental. |
|  | <p>Alumnos de primaria del Colegio Peterson Tlalpan (CPT) transplantando albahaca de charola de germinación a macetas individuales con fibra de coco y tezontle.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Reflexión de la relación hombre - mundo. • La relación entre el saber y el cuidado de la naturaleza. |
|  | <p>Alumnos de primaria transplantando plántulas en bolsas de polietileno llenas de fibra de coco y tezontle (CPT).</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Selección de plántulas, conceptos de ciclos de vida y senescencia. |

| | | |
|---|--|---|
|  | <p>Alumna de secundaria transplantando plántulas jitomates seleccionadas desde charola de germinación a bolsas de polietileno (CIT).</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Conceptos de variabilidad y plasticidad genética. • Concepto de crecimiento, desarrollo y madurez. • Educación sexual. |
|  | <p>Alumna seleccionando plántula de acelga conforme al tamaño (CPP).</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Relación entre el recipiente colgante y las características fenotípicas de las plantas (los tallos de las petunias son suaves y lacios). • Concepto de valor nutritivo, educación alimentaria. |
|  | <p>Alumnas con charola de plántulas de jitomates (CIT).</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Características de los seres vivos. |

| | | |
|---|---|--|
|  | <p>Alumna de secundaria transplantando petunias en macetas colgantes llenas de fibra de coco con perlita (CIT).</p> | |
|  | <p>Alumnas de preparatoria transplantando acelgas (CIT).</p> | |
|  | <p>Alumnas transplantando lechugas a sistema NFT (CPT).</p> | |

| | | |
|---|--|--|
|  | <p>Alumno De primaria con charola de dalias (CPT).</p> | |
|  | <p>Lechugas hidropónicas en sistemas de raíz flotante (CIT).</p> | |
|  | <p>Alumno de bachillerato podando betabeles sembrados en fibra de coco con perlita(CIT).</p> | |

Figura 21 Etapa Vegetativa

| Foto | Descripción | Contenido |
|---|--|--|
|  | <p>Germinadero de lechugas. Elaborado de madera de reuso (CIT).</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Naturaleza de la luz y su efecto en el crecimiento • Conceptos de error, precisión, exactitud. • Colecta y manejo de datos. • Utilización de instrumentos de medición • Ahorro del agua. |
|  | <p>Alumna de secundaria midiendo plántulas con un vernier (CIT).</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Diversidad. • Planeación. • Sentido de logro. • Convivencia y trabajo en equipo. • Sentido de logro. • Ahorro de agua, concepto de reuso |
|  | <p>Sistemas hidropónicos NFT para 20 lechugas (CIT).</p> | |

| | | |
|---|---|--|
|  | <p>Zanahorias en fibra de coco con perlita sembradas en mesa preparada por los alumnos (CIT).</p> | |
|  | <p>Lechugas en sistemas de raíz flotante (CIT).</p> | |
|  | <p>Alumna de preparatoria seleccionando plántulas (CIT).</p> | |

| | | |
|---|--|--|
|  | <p>Alumnos de preparatoria revisando sistemas de cultivo hidropónico en NFT (CIT).</p> | |
|  | <p>Alumnos de tercero de secundaria en el día de cosecha (CIT)</p> | |
|  | <p>Alumnos de Preparatoria dentro de la casa de sombra (CIT).</p> | |
|  | <p>Cultivo de acelga y lechuga hidropónicas (CIT).</p> | |
|  | <p>Sistema NFT para 200 lechugas (CIT).</p> | |





| | | |
|---|---|--|
|  | <p>Sistemas NFT para 20 lechugas (CIT).</p> | |
|  | <p>Cultivo de brócoli (CIT).</p> | |
|  | <p>Alumnas transplantando lechugas a sistemas hidropónicos (CIT).</p> | |
|  | <p>Lechugas en sistema de raíz flotante (CIT).</p> | |

Figura 22 Floración

| Foto | Descripción | Contenidos |
|---|--|---|
|  | <p>Alumno midiendo alturas de plántulas de zempoaxochitl en floración (CIT).</p> | <ul style="list-style-type: none"> ● Manejo de tablas y gráficas, características de los seres vivos como el crecimiento y la reproducción. |
|  | <p>Alumno contabilizando botones florales en plantas de calabaza (CIT).</p> | <ul style="list-style-type: none"> ● Manejo y colecta de datos. ● Conceptos de reproducción, sexualidad. ● Concepto de reproducción sexual, floración. |
|  | <p>Alumnas con planta de brócoli (CIT).</p> | <ul style="list-style-type: none"> ● Competencias verbales y de planeación. ● Perseverancia. Girasoles cultivados desde semilla durante 5 meses. ● Constancia. ● Características de los seres vivos como el crecimiento, la reproducción y la |

| | | |
|---|---|--|
|  | <p>Venta girasoles y petunias cultivados por alumnos de preparatoria (CIT)</p> | <p>senescencia.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reproducción sexual, diversidad genética. • Efecto del ambiente sobre los momentos fenológicos. |
|  | <p>Girasoles creciendo en bolsas llenas fibra de coco y tezontle (CIT).</p> | |
|  | <p>Alumnas de preparatoria con petunias cultivadas por alumnos del colegio (CIT).</p> | |

| | | |
|---|--|--|
|  | <p>Alumnas con plantas de Zempoaxochitl cultivadas por ellas mismas. Se utilizaron macetas individuales rellenas con fibra de coco y tezontle (CPP).</p> | |
|  | <p>Alumna de preparatoria podando zinnias cultivadas a lo largo del ciclo escolar. Las plantas crecen en bolsas de polietileno (CIT).</p> | |
|  | <p>Alumna regando girasoles y petunias cultivadas a lo largo del ciclo escolar (CIT).</p> | |



Girasoles cultivados dentro del invernadero escolar (CIT).

Figura 23 Cosecha

| | | |
|---|--|--|
|  | <p>Alumna cosechando jitomate cherry (CIT).</p> | <ul style="list-style-type: none">• Promoción a la salud y la buena nutrición.• Concepto de heterotrofia, autotrofia, reproducción, diversidad, fotosíntesis y ciclos biogeoquímicos. |
|  | <p>Plantas de calabaza floreciendo dentro del invernadero. Crecen en bolsas de polietileno rellenas de fibra de coco con tezontle (CIT).</p> | |
|  | <p>Alumnos de primero de secundaria cosechando zanahorias cultivadas en fibra de coco con perlita (CIT).</p> | |







Planta de jitomate cultivado en bolsa de polietileno con fibra de coco y tezontle (CIT).

| | | |
|---|---|---|
|  | <p>Rábanos cultivados en fibra de coco y perlia (CIT).</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Promoción a la salud. • Fomento a la buena alimentación. |
|  | <p>Alumna cosechando jitomates hidropónicos para la venta semanal (CIT).</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Planeación, manejo del espacio. • Sentido de logro. • Concepto de comercio y distribución. • Valorización del trabajo. |
|  | <p>Puesto semanal de productos hidropónicos a las afueras del colegio y atendido por alumnos del mismo (CIT).</p> | |
|  | <p>Puesto semanal de productos hidropónicos (CIT).</p> | |
|  | <p>Venta de productos hidropónicos (CIT).</p> | |


Figura 24 Proyectos colaterales





| Proyectos | Foto | Contenido |
|---|--|---|
|  | <p>Alumnos estimando la biodiversidad dentro del colegio utilizando transectos y cuadrantes (CIT).</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Conceptos de biodiversidad y comunidad. • Creatividad, manipulación de herramientas, planeación. |
|  | <p>Contenedor de PVC de una pulgada para acopio de PET (CIT).</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Manejo e interpretación de datos. • Manejo e interpretación de datos, Elaboración de hipótesis. • Sentido de logro, liderazgo y toma de decisiones. |
|  | <p>Alumnas de secundaria cuantificando las tasas de germinación de diversas plantas (CIT).</p> | |
|  | <p>Alumno de secundaria tomando datos de germinación (CIT).</p> | |
|  | <p>Alumnos durante la Final del concurso "Ecotecnias" organizado por la SEP.</p> | |





| | | | |
|---|--|---|--|
|  | | <p>Contenedores para pilas y PET.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Concepto de reuso. • Pensamiento sistémico. • Concepto de reuso, manejo de materiales. • Concepto de población y depredación. • Sentido de logro, trabajo en equipo. |
|  | | <p>Centro de acopio de PET (CIT).</p> | |
|  | | <p>Alumna de bachillerato reusando botellas de PET para hacer sistemas hidropónicos (CIT).</p> | |
|  | | <p>Alumnos de secundaria construyendo trampas cromáticas para control de plagas en alternativa de los insecticidas.</p> | |
|  | | <p>Certificación del invernadero (CIT) por la Asociación Mexicana de Hidroponía.</p> | |

| | | |
|---|--|---|
|  | <p>Alumnos controlando plaga de caracoles dentro de lamilla de sombra.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Control Biológico. • Fomento al ahorro. • Promoción a la salud. • Promoción de una buena alimentación. |
|  | <p>Alumno de secundaria elaborando marcos durante la campaña de ahorro de energía (CIT).</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Concepto de proporción. • Combate a la desalineación de lo que comemos. • Valorización del trabajo. |
|  | <p>Alumno elaborando pan a base de granos durante la clase de Ciencias I (CIT).</p> | |
|  | <p>Pan elaborado por alumnas de secundaria (CIT).</p> | |

| | | |
|---|--|---|
|  | <p>Alumnos de secundaria durante el programa de ahorro de papel. Instalación de contenedores (CIT).</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Relación humano-mundo. • Dependencia del humano de la naturaleza. • Conceptos de sostenibilidad y programación a futuro. • Concepto de energía. • Manipulación de herramientas. • Creatividad. |
|  | <p>Alumnos de primaria plantando futuros árboles en el colegio.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Sentido de comunidad, concepto de acopio, reuso y reciclaje. |
|  | <p>Alumno de preparatoria construyendo un cajón para evaluar el efecto de la luz sobre la germinación (CIT).</p> | |
|  | <p>Alumnos acopiando PET procedente de sus casas (CIT).</p> | |

| | | |
|---|---|--|
|  | <p>Alumna colocando estacas para colocar información acerca de la biodiversidad presente en el plantel Tlalpan.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Concepto de Biodiversidad. • relación con la naturaleza. • Concepto de biodiversidad. • Pensamiento sistémico, relación con la naturaleza. • Fomento a la buena alimentación. • Concepto de germinación y desarrollo. |
|  | <p>Proyecto de Biodiversidad (CIT).</p> | |
|  | <p>Alumna elaborando germinados de alfalfa (CIT).</p> | |

| | | |
|---|---|--|
|  | <p>Alumna transplantando petunias hidropónicas en maceta decorada por ella misma (CIT).</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Convergencia de materias entre Arte y Ciencias. • Concepto de asepsia, higienización, sanitización y mantenimiento. • Competencias comunicativas y de expresión. • Estructura de pensamiento. |
|  | <p>Alumnos desarmando y limpiando sistema de NFT (CIT).</p> | |
|  | <p>Alumno durante feria interna de ciencias (CIT).</p> | |
|  | <p>Alumnos lavando charolas de germinación para reusar (CIT).</p> | |

| | | | |
|---|--|---|--|
|  | | <p>Alumnos aplanando piso para colocar mesas de cultivo (CIT).</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Valor del trabajo manual. • Ciclos biogeoquímicos, • Solidaridad. • Conceptos de: Biodiversidad y Etnobotánica. |
|  | | <p>Alumna reutilizando cuadernos durante el programa de ahorro de papel (CIT).</p> | |
|  | | <p>Curso de Hidroponía para padres y maestros en el Colegio Notrish School</p> | |
|  | | <p>Visita al jardín botánico de Chapultepec por parte de alumnos de curso de Ciencias I</p> | |

| | | |
|---|--|---|
|  | <p>Padres de familia adquiriendo los productos del invernadero (CIT).</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Ahorro de combustibles por transporte de alimentos, embalajes y etiquetas. • Conservación de las propiedades nutritivas. • Competencias mercantiles. • Solidaridad y comunicación. • Desarrollo de pensamiento sistémico. |
|  | <p>Venta de productos hidropónicos (CIT).</p> | |
|  | <p>Alumnos de cursos de Hidroponía para adultos en las instalaciones del Colegio Internacional Tlalpan</p> | |



Alumna de tercer grado de primaria transplantando jitomate.

Resultados

Los propósitos de esta tesis se cumplieron al haber fomentado el conocimiento sobre las relaciones que guardan los seres vivos consigo mismos y con el medio ambiente que los rodea. A partir de las experiencias con los cultivos hidropónicos se logró desarrollar en los jóvenes la macrocompetencia bio-corporal ecológica.

También se logró plantear, reflexionar y desarrollar el pensamiento sistémico a través del proyecto ecosófico que permitió a los estudiantes apropiarse del contenido curricular de cada asignatura.

Los jóvenes con estos aprendizajes tienen saberes, prácticas y herramientas para procurarse mejores condiciones de vida, las cuales promueven la salud, nutrición, un mejor medio ambiente y en general felicidad, incrementando su autoafirmación sintiéndose parte de un todo natural y cultural en solidaridad fraterna y ayuda mutua.

Confío en que estos jóvenes procurarán las condiciones indispensables para la vida, estas implican: la utilización racional del agua, la energía, la calidad del aire, de los alimentos y la biodiversidad.

Diversos proyectos se desarrollaron a lo largo de 5 años, por mencionar sólo algunos tenemos los siguientes:

Primaria

- Biodiversidad de plantel.
- Las plantas como alimento.

Primero de secundaria

- Efecto de la luz sobre el crecimiento de plántulas.
- Efecto del color en el crecimiento de lechuga.
- Efecto del sustrato en la germinación.
- Diversidad de semillas y hojas.
- Seguimiento fenológico de plantas de Zempoaxochitl.
- Acuaponía.
- Efecto de la luz en el crecimiento de la lechuga.
- Comparación entre sistemas hidropónicos y agricultura tradicional.

Segundo de secundaria

- Fotosíntesis.
- Elaboración de germinados.
- Propiedades físicas del sustrato.

Tercero de secundaria

- Efecto de la luz sobre el crecimiento de plántulas.

- Manejo del pH.

Preparatoria

- Efecto del sustrato sobre la germinación.
- Efectos de la temperatura sobre la germinación.
- Efecto del pH sobre la germinación.

Proyectos del Bachillerato Internacional IB

El Bachillerato Internacional es una organización que ofrece programas educativos a alumnos de primaria, secundaria y preparatoria. El Colegio Internacional Tlalpan es una de las escuelas autorizadas para ofrecer el Programa del Diploma. Una de las asignaturas que se imparten es Biología y, uno de los requisitos para certificar esta asignatura es elaborar un proyecto de investigación. Los proyectos que se realizaron en esta área fueron:

- Efecto de micro Y macronutrientes en el crecimiento de lechuga.
- Seguimiento fenológico de girasol.
- Efecto de la temperatura en la germinación del jitomate.

Las prácticas se intercalaron con clases teóricas y sesiones de discusión de hipótesis, metodología y resultados.

A continuación presento los logros más importantes del modelo pedagógico agrupados en: vinculación con otras instituciones educativas, difusión y certificación.

Difusión, extensión y socialización

Se obtuvo el primer lugar en la zona escolar durante el concurso “Ecotecnias” de la Secretaría de Educación Pública (2005-2006).

Invitación como expositor en la muestra organizada de ciencias organizada por la SEP en el Centro Nacional de las Artes (2009).

Primer lugar a nivel zona en el concurso “Ecotecnias” de la Secretaría de Educación Pública (2008-2009).

Invitación como expositor a la semana de “Cambio climático “ organizada por el museo del Papalote (2010).

Hasta el momento he impartido ocho cursos para padres de familia en las instalaciones del Colegio Internacional Tlalpan.

Se recaban en promedio \$6000. 00 pesos anuales, mismos que se mantienen como fondo de ahorro para continuar con los proyectos del área de Biología.

Certificación

El invernadero fue certificado en 2006 por la Asociación Mexicana de Hidroponía, convirtiéndose en la primera escuela en recibir este reconocimiento.

Vinculación con otras instituciones educativas

Diversas escuelas han tomado el modelo de enseñanza basado en el uso de la hidroponía. En dichas instituciones compartí mi experiencia, capacité y asesoré a los maestros y responsables de los proyectos.

Colegio Peterson Pedregal.
Colegio Peterson Cuajimalpa.
Colegio Peterson Tlalpan primaria.
Colegio DIUNI (en la ciudad de Cancún)
Colegio Monteverde.
Notrish School.

A lo largo del proyecto se han logrado un sin número de experiencias y aprendizajes. Muchos de ellos no cuantificables e inmedibles, sin embargo podríamos enlistar los siguientes:

- Jóvenes de preparatoria plantearon y propusieron proyectos hidropónicos para graduarse en el Bachillerato Internacional utilizando los espacios de invernadero.
- De manera lúdica y fuera de su horario escolar alumnos de preparatoria sembraron y cuidaron sus propios jitomates, lechugas e incluso maíz dentro de la escuela y fuera de ella en el ámbito familiar.
- Alumnos visitan el invernadero para comer productos hidropónicos y manifiestan haber desarrollado gusto por el consumo de los vegetales.
- Existe una apropiación del espacio por parte de los jóvenes.
- Los padre de familia se involucraron en el proyecto tanto en el reciclaje en sus casas como en los cursos impartidos en el Colegio Internacional Tlalpan.

Perspectivas de desarrollo y conclusiones

El proyecto generó interés por parte de los alumnos en todos los niveles, los cambios de actitud y de percepción respecto a la naturaleza han sido evidentes a lo largo del proyecto. Evidencias de esto son muchas sin embargo podemos enlistar las siguientes:

- a) Se desarrollaron diversos proyectos en primaria, secundaria y bachillerato que lograron vincular a los alumnos con los contenidos de cada asignatura. Al mismo tiempo se ha logrado el desarrollo de la macrocompetencia bio-corporal ecológica, evidencia de ello lo encontramos en las participaciones y actividades propuestas de manera espontánea por los alumnos. La celebración del día de la Tierra, la difusión de la hidroponía entre las familias, el acopio de materiales en casa, la elaboración de campañas y noticias para la protección al ambiente son algunas de las experiencias realizadas y experimentadas por los alumnos de diferentes grados por iniciativa propia.
- b) Actividades relacionadas al proyecto surgieron gracias a la inquietud de estudiantes, algunos de ellos incluso propusieron talleres de hidroponía, los cuales se impartieron a lo largo de cuatro años.
- c) Alumnos comenzaron proyectos caseros para producir por medio de la hidroponía.
- d) El desarrollo de habilidades científicas como la observación, la formulación de hipótesis, diseño experimental, colecta e interpretación de datos fue estimulada en todos los niveles a través de los proyectos.
- e) Los ciclos de cultivo y la experiencias cotidianas en el invernadero contribuyeron al desarrollo del pensamiento sistémico, relacionando ciclos de materia y energía con los fenológicos de cada planta. Además de adquirir habilidades para la manipulación de herramientas, instrumentos, la creatividad y la voluntad.
- f) El éxito del modelo de intervención basado en hidroponía se constata en la exportación del mismo a otros planteles y otras instituciones como son El Colegio Peterson planteles Cuajimalpa y Pedregal, Colegio DIUNI de Cancún, Notrish School y Colegio Monteverde.
- g) Certificación por parte de la Asociación Mexicana de Hidroponía, concursos de Ecotecnias, interés por otras instancias e instituciones educativas, la capacitación a maestros y padres de familia son también evidencias del éxito del modelo.

Entre las muchas líneas de desarrollo posible tenemos que:

- En cuanto a los proyectos ecosóficos de aprendizaje se pretende continuar los ya existentes, diversificarlos y ampliar su radio de intervención.
- Una importante línea de desarrollo es la utilización de paneles solares para la obtención de energía para los sistemas NFT.

- Utilización de técnicas para la preparación de compostas más eficientes para el manejo de residuos.
- Buscar caminos para que puedan ser compartidas con las escuelas públicas.

Hacer comunidades sostenibles es apuntar a una sociedad utópica, en donde la cooperación sea en la creación de un mundo de convivencia en el que ni pobreza ni abuso, ni tiranía, surjan como modos legítimos de vida. “en la tarea común de crear un mundo de convivencia en el cual la pobreza y el abuso son errores que se quiere corregir. Esto es una cosa distinta de la lucha por el poder”. (Maturana, 2002, p.82)

Inteligencia es la capacidad para resolver ecuaciones diferenciales, desde luego, pero ante todo es la aptitud para organizar los comportamientos, descubrir valores, inventar proyectos, mantenerlos, ser capaz de liberarse del determinismo de la situación, plantear problemas, resolverlos. El niño inteligente no es el que saca buenos resultados en una situación anormal, impuesta, estimulante o estresante, como es un test, sino el que los saca en situaciones que él mismo hace interesantes. Es la inteligencia la que permite, mediante una poderosa conjunción de tenacidad, retórica interior, memoria, razonamiento, invención de fines, imaginación, en una palabra, gracias al juego liberado de las facultades, que veamos una salida cuando todos los indicios muestran que no la hay. Inteligencia es saber pensar, pero, también, tener ganas y valor de ponerse a ello. (Marina, 1997, p.244)

La inteligencia es la capacidad para salir adelante como individuos, para “llevar nuestra barca a buen puerto” (Marina, 2001) también debería incluir a toda la humanidad. Elegir lo que nos conviene en conjunto. Sólo una sociedad sostenible permitirá nuestra permanencia y continuidad. De elegirlo, sobre todo requeriremos voluntad.

Anexo I

Manual primero de secundaria

Tabla de contenido

1. Uso del calibrador.
2. Sistema Internacional de medidas (SI).
3. Clasificación de hojas.
4. Cambio de temperatura.
5. Germinación.
6. Estimación de la Diversidad.
7. Seguimiento fenológico.
8. Transpiración de las hojas.
9. Fotosíntesis.
10. Reproducción asexual.
11. Sistemas de cultivo hidropónico.
12. Cultivo de lechuga hidropónica.
13. Compendio de lecturas.
14. Esquemas ilustrados.
15. Tablas de medición.

Unidades y sistemas de medición

Objetivos:

- ❖ En esta práctica conocerás los sistemas de medición.
- ❖ Analizarás el concepto de error, exactitud y precisión.
- ❖ Comprenderás la importancia de la organización durante el registro de datos.
- ❖ Conocerás las formas de eliminar los errores de medición.

Introducción

La magnitud de una cantidad es dada por un número y una unidad de medida.

El sistema internacional de unidades (SI), es conocido también como sistema métrico. Contiene 7 unidades básicas cuyos símbolos se encuentran en la tabla número 1. (los cuadros se encuentran al final del manual).

Toda medición puede expresarse en términos de longitud, masa, tiempo, corriente, temperatura, intensidad luminosa y cantidad de sustancia. La combinación de estas nos proporcionan las llamadas cantidades derivadas, como son: Volumen, presión, velocidad y fuerza (ver tabla 2 y 3).

Una ventaja del SI de medida es el uso de prefijos para indicar múltiplos de la unidad básica . Estos los encontrarás en las tablas 4 y 5.

Algunas mediciones pueden hacerse directamente a través de instrumentos y otras deben obtenerse por medio de cálculos. Es por esto que estas últimas son llamadas mediciones indirectas.

Todos los instrumentos de medición presentan defectos de fabricación los cuales proporcionan un margen de error.

Procedimiento:

- Registra el peso promedio de las hojas y semillas que se te proporcionarán.
- Utiliza las tablas para registrar la información.
- Coloca las unidades correspondientes.
- Nombra cada una de las tablas.

Tabla 1

| | Peso |
|-----------|-----------|
| Muestra 1 | |
| Muestra 2 | |
| Muestra 3 | |
| Muestra 4 | |
| Muestra 5 | |
| Muestra 6 | |
| | Promedio: |

Tabla 2

| | Peso promedio |
|-----------|---------------|
| Muestra 1 | |
| Muestra 2 | |
| Muestra 3 | |
| Muestra 4 | |
| Muestra 5 | |
| Muestra 6 | |
| | Promedio: |

Investigación

¿Cómo medirías el volumen de una semilla?

¿Cómo medirías el área de una hoja?

Comunicando tus resultados

Realiza un periódico mural en donde expreses tus conocimientos acerca de los sistemas de medida y los resultados de tu investigación.

Para ello necesitas escoger entre los siguientes cargos:

- Historiador.
- Físico.
- Diseñador.
- Reportero.

Cada cargo desarrollará una actividad particular dentro del trabajo en grupo. Las actividades y tareas serán asignadas en clase.

Uso del Calibrador

Objetivo:

- ❖ La medición es una de las actividades elementales de cualquier científico. En esta práctica comprenderás el funcionamiento del calibrador.
- ❖ Comprenderás la importancia de la organización durante el registro de datos.
- ❖ Analizarás las formas de eliminar los errores de medición.

Introducción

El calibrador es un instrumento, el cual nos permite medir longitudes, diámetros y profundidades, por esto es una herramienta muy útil .

Partes del calibrador: Ilustración 1

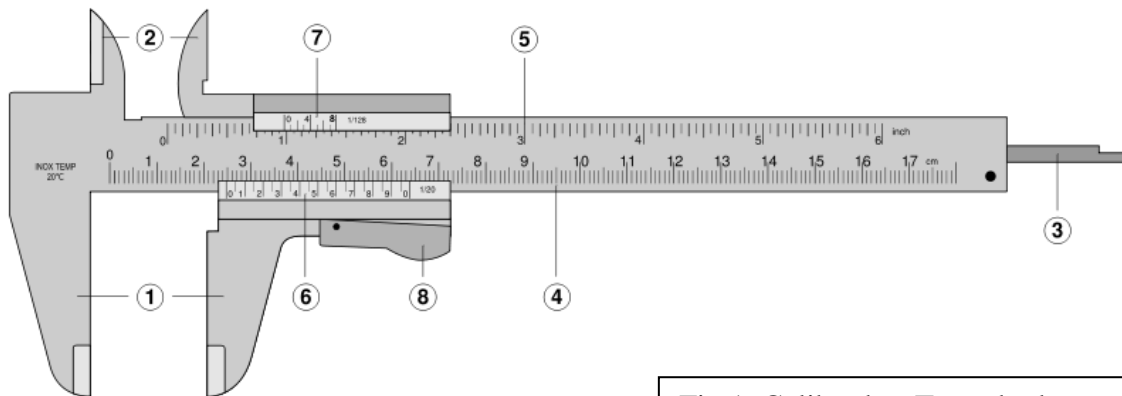
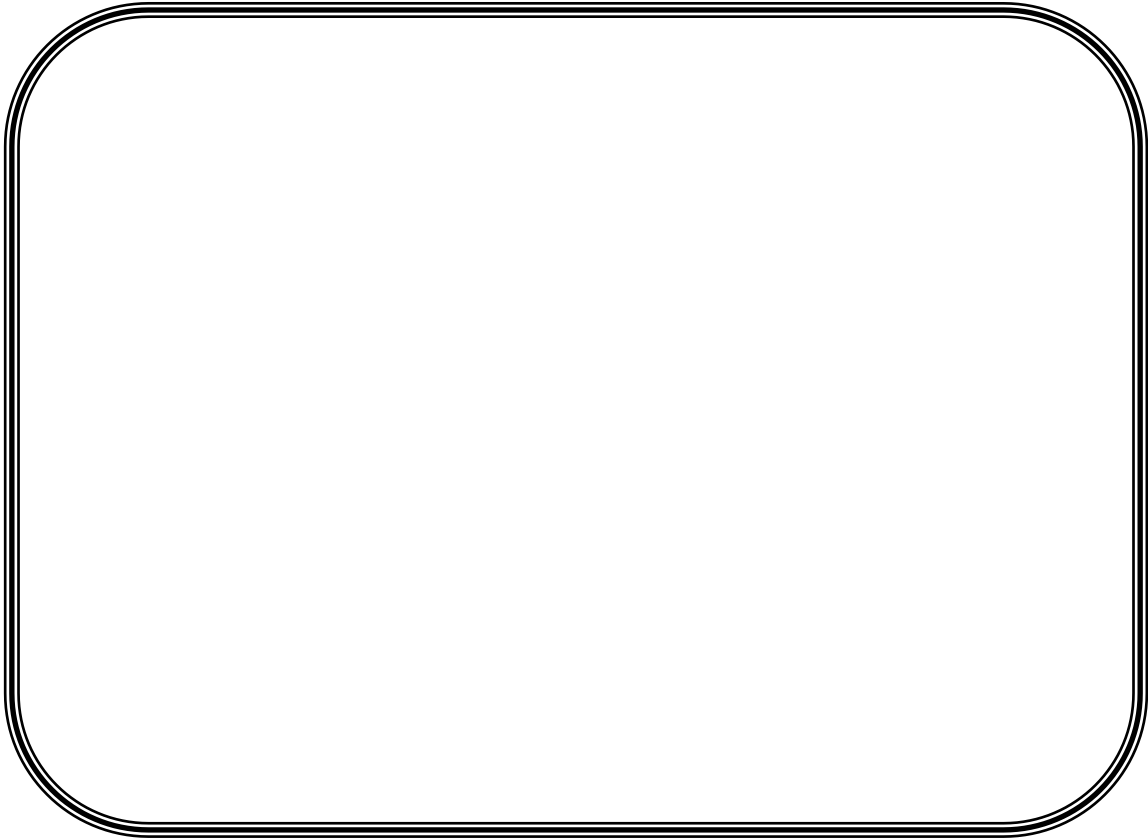


Fig 1. Calibrador. Tomado de:
<http://infotareas.wordpress.com>

1. Mordazas para medidas externas.
2. Orejetas para medidas internas.
3. Aguja para medida de profundidades.
4. Escala principal con divisiones en milímetros y centímetros.
5. Escala secundaria con divisiones en pulgadas y fracciones de pulgada.
6. Nonio para la lectura de las fracciones de milímetros en que esté dividido.
7. Nonio para la lectura de las fracciones de pulgada en que esté dividido.
8. Botón de deslizamiento y freno.

¿Cómo funciona?

En el siguiente cuadro escribe los pasos para su utilización y dibuja la reglilla de medición. Para esto debes escuchar atentamente la explicación del profesor. No olvides preguntarle todas tus dudas.



Procedimiento

- Describir las diferentes semillas que se te proporcionaran en clase, tomando en cuenta las medidas de longitud de las mismas.
- Describir las diferentes hojas y tallos que se te proporcionarán en clase, tomando en cuenta las medidas de longitud de las mismas.
- Utiliza la siguiente tabla para organizar la información.
- Coloca las unidades de medida.
- Coloca el título a cada una de las tablas.

| | Color | Forma | Largo | Ancho |
|-----------|-------|-------|-------|-------|
| Semilla 1 | | | | |
| Semilla 2 | | | | |
| Semilla 3 | | | | |
| Semilla 4 | | | | |
| Semilla 5 | | | | |
| Semilla 6 | | | | |
| Semilla 7 | | | | |

| | Forma | Color | Largo | Ancho |
|--------|-------|-------|-------|-------|
| Hoja 1 | | | | |
| Hoja 2 | | | | |
| Hoja 3 | | | | |
| Hoja 4 | | | | |
| Hoja 5 | | | | |
| Hoja 6 | | | | |
| Hoja 7 | | | | |

Comunicando tus resultados:

Prepara un tríptico en donde expliques las ventajas del uso del calibrador así como el procedimiento para su utilización.

Por grupo deben existir los siguientes cargos:

- Ingeniero.
- Diseñador.
- Historiador.
- Diseñador.

Cada cargo desarrollará una actividad particular dentro del trabajo en grupo. Las actividades y tareas serán asignadas en clase.

Cambio de temperatura.

- ❖ En esta práctica conocerás los conceptos de variables independiente, y dependiente.
- ❖ Comprenderás la utilidad de la graficación de datos.

Procedimiento

- ✓ Coloca agua en una bolsa con hielo.
- ✓ Toma la temperatura utilizando un termómetro.
- ✓ Calienta la bolsa en baño María, para esto necesitarás una parrilla y un vaso de precipitado.
- ✓ Registra el cambio de temperatura cada minuto hasta llegar a los 100 grados centígrados.
- ✓ Apaga la parrilla y continua monitoreando la temperatura durante los siguientes 10 minutos.
- ✓ Registra las temperaturas en una tabla.

| Tiempo (minutos) | Temperatura (grados centígrados) |
|------------------|----------------------------------|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

Analizando los resultados

¿Cuál es la variable independiente?

¿Cuál es la razón?

¿Cuál es la variable dependiente?

¿Cuál es la razón?

Grafica los datos para mostrar la relación entre la temperatura y el tiempo. Usa una hoja milimétrica y pégala en el espacio siguiente:



Comunicando tus resultados

Diseña una presentación para compartir tus resultados para ello por equipo se necesitan los siguientes cargos.

- Químico.
- Matemático.
- Diseñador.
- Orador.

Cada cargo desarrollará una actividad particular dentro del trabajo en grupo. Las actividades y tareas serán asignadas en clase.

Clasificación de hojas

Objetivos:

- ❖ En esta práctica comprenderás la importancia de la clasificación en biología.
- ❖ Conocerás las diversas formas y estructuras del reino vegetal
- ❖ Practicarás la observación y el registro de datos
- ❖ Analizarás la relación entre las estructuras vegetales y los procesos de adaptación.

Introducción

Los naturalistas fueron personas que en el pasado se dedicaron a describir organismos que encontraban durante largos viajes alrededor del planeta.

Imagina que es el siglo XVIII y eres el naturalista de una expedición rumbo a una isla lejana. Al llegar ahí encuentras una gran diversidad de plantas, las cuales tienes que observar, comparar y reportar en tu bitácora con el fin de poder comunicar al mundo su existencia.

Procedimiento

- Toma 10 hojas de diferentes plantas.
- Cuidadosamente describe todo lo que puedas de ella (color, textura, aroma).
- Observa cuidadosamente los diagramas que se te proporcionan. En ellos encontrarás las principales características de las hojas, el tipo de pecíolo, margen, venas, arreglo y forma.
- Con esta información complementa tu descripción.
- Dibuja cada tipo de hoja junto a los datos compilados.
- Guarda tus especímenes en una prensa, no olvides numerarlos para mantenerlos en orden.

Analizando resultados

¿Cuál es la diferencia entre las hojas simples y las compuestas?

¿Cuál es la diferencia entre el arreglo opuesto y alternado?

En términos de adaptación ¿por qué crees que hay tantas variaciones en las hojas?

Para investigar

En términos de adaptación ¿Cómo son las hojas de las plantas del desierto y por qué?

En términos de adaptación, ¿cómo son las hojas de las plantas de la selva y por qué?

Comunicando los resultados

En plenaria y utilizando el vocabulario aprendido comparte tus resultados. En una hoja de papel, dibuja la descripción que escuchas de tus compañeros. Desarrolla un periódico mural con información relacionada a tus descubrimientos. Para esto debes formar equipos y nombrar los siguientes cargos.

- Explorador.
- Diseñador.
- Botánico.
- Etnobiólogo.
- Nutriólogo.

Cada cargo desarrollará una actividad particular dentro del trabajo en grupo. Las actividades y tareas serán asignadas en clase.

Germinación

Objetivo:

- ❖ En esta práctica comprenderás el uso de las graficas de barra, así como el proceso de germinación en varas especies vegetales.

Introducción

Cada especie de angiosperma produce semillas, de estas no todas son viables. A la cantidad de semillas que germinan entre el total de ellas se le llama tasa de germinación. Imagina que necesitas 20 plantas de 6 especies diferentes.

Pregunta experimental ¿Cuántas semillas necesitas para obtener 20 plantas de cada especie?

Procedimiento

- ✓ Elige 6 especies diferentes de angiospermas.
- ✓ Realiza observaciones sobre cada una de ellas.
- ✓ Formula una hipótesis de trabajo.
- ✓ Elabora un modelo experimental que te permita poner a prueba tu hipótesis. No olvides identificar las variables.
- ✓ Diseña una tabla para recabar la información.

Analizando los resultados.

Construye una grafica de barras para comunicar tus resultados

Obtén y compara las tasas de germinación.

¿Cual fue la tasa más alta y la más baja?

¿Se comprobó tu hipótesis?

Comunicando los resultados

Diseña una presentación para comunicar tus resultados, para esto se necesitan los siguientes cargos:

- Matemático.
- Diseñador.
- Biólogo.
- Presentador.

Cada cargo desarrollará una actividad particular dentro del trabajo en grupo. Las actividades y tareas serán asignadas en clase.

Seguimiento fenológico

Objetivos:

- ❖ En esta práctica pondrás a prueba todas tus habilidades científicas y de investigación: observación, formulación de preguntas, elaboración de hipótesis, medición, registro e interpretación de datos.

Introducción

Todos los seres vivos tienen momentos importantes en sus vidas. Para poder registrarlos debemos hacer un seguimiento de ellos a lo largo de su existencia, el cual es llamado fenológico.

Procedimiento

- ✓ Elige una especie de planta.
- ✓ Haz las observaciones y recaba la información necesaria.
- ✓ Elabora una pregunta de trabajo.
- ✓ Diseña una hipótesis.
- ✓ Diseña una tabla para registrar tus datos.
- ✓ Planea el tipo de gráficas que necesitaras usar para interpretar tus datos.
- ✓ Prueba tu gráfica.
- ✓ Registra tus datos
- ✓ Discute y concluye el experimento.

Comunicando los resultados

Diseña una presentación para comunicar tus resultados, para esto se necesitan los siguientes cargos:

- Matemático.
- Diseñador.
- Biólogo.
- Presentador.

Cada cargo desarrollará una actividad particular dentro del trabajo en grupo. Las actividades y tareas serán asignadas en clase.

En esta práctica entregarás por escrito cada uno de los pasos del procedimiento.

Diversidad de especies

Objetivo:

- ❖ En esta practica tendrás que estimar el número de especies que existe en un área determinada.
- ❖ Pondrás a prueba todas tus habilidades científicas y de investigación.

Introducción

Existe en el planeta alrededor de 1.8 millones de especies descritas, algunos biólogos estiman que el numero real es de 10 millones. Sin embargo hay quien opina que la cifra podría alcanzar los 100 millones.

Procedimiento

- ✓ Elige un área de muestreo.
- ✓ Con una cuerda, traza un línea a lo largo del área.
- ✓ Cada metro establece un área de un metro cuadrado y observa los organismos que encuentres; no olvides levantar las rocas para buscar seres vivos.
- ✓ Anota en la bitácora todos los tipos de organismos que encuentres, describelos y dibújalos.
- ✓ Utiliza las tablas de registro que se te proporcionan.
- ✓ Establece una clave de especie para no repetirlos.
- ✓ En el caso de animales anota el número de individuos.
- ✓ En el caso de plantas anota el porcentaje que cubren del metro cuadrado.
- ✓ Anota los elementos abióticos de cada metro cuadrado (rocas, grava, arena, humedad, exposición al sol).
- ✓ Con los datos de las tablas realiza una gráfica de pastel en donde registres en porcentajes la abundancia de las diferente especies de plantas que encuentre.
- ✓ Con los datos de las tablas realiza una gráfica de pastel en donde anotes en porcentajes la abundancia de las diferente especies de animales que encuentre.

| | Animales | Plantas | Factores abióticos | Observaciones |
|------------------|-----------------|----------------|-------------------------------|----------------------|
| Cuadro 1 | | | | |
| Cuadro 2 | | | | |
| Cuadro 3 | | | | |
| Cuadro 4 | | | | |
| Cuadro 5 | | | | |
| Cuadro 6 | | | | |
| Cuadro 7 | | | | |
| Cuadro 8 | | | | |
| Cuadro 9 | | | | |
| Cuadro 10 | | | | |

Analizando los resultados

¿Cuántas especies registraste durante el muestreo?

¿Qué especie de animal es la más abundante?

¿Qué especie de planta es la más abundante?

En términos de adaptación ¿qué relación existe entre las especies encontradas y los factores abióticos?

Comunicando resultados

Elabora una presentación en donde expongas a tus compañeros tus resultados. Para esto necesitas formar un equipo de 4 personas con los siguientes cargos.

- Biólogo.
- Matemático.
- Diseñador.
- Orador.

Cada cargo desarrollará una actividad particular dentro del trabajo en grupo. Las actividades y tareas serán asignadas en clase.

En esta práctica entregarás por escrito cada uno de los pasos del procedimiento.

La evapotranspiración

Objetivo

- ❖ Pondrás a prueba todas tus habilidades científicas y de investigación.

Introducción

La evapotranspiración es el fenómeno gracias al cual las plantas mueven al agua y los nutrientes desde la raíz hacia el resto del su cuerpo. Además es parte importante del ciclo del agua ya que gracias a ella la humedad de las áreas cubiertas con vegetación se mantiene. En este proceso los estomas de las hojas se abren para permitir el paso del agua en forma de vapor.

Imagina que estás en el año 2050, el agua está totalmente contaminada y el gobierno lanza una alerta en la que le pide a la población el racionamiento de la misma.

Tu eres un productor de plantas y necesitas ahorrar al máximo el vital líquido. Tienes que averiguar:

¿Cuál es la mínima cantidad de agua que necesitas suministrar a cada una de tus plantas?

Para esto es importante conocer la cantidad de agua que la planta transpira a lo largo del día

Procedimiento

Coloca una planta con una cantidad conocida de solución nutriente. Necesitarás un testigo. (Recuerda que la evaporación también es un fenómeno físico)

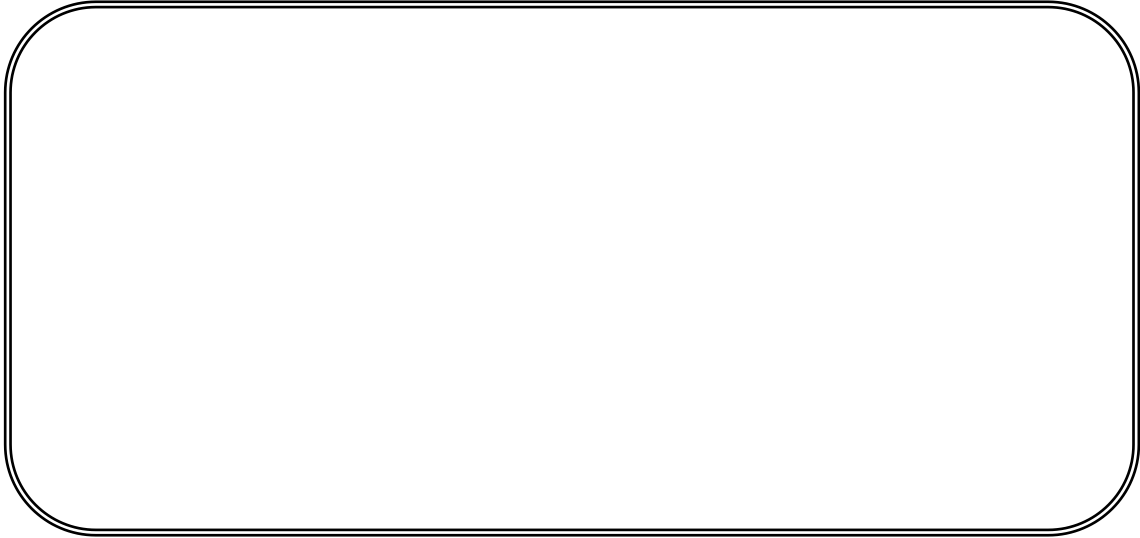
| | Testigo (mililitros) | Planta 1 (mililitros) | Planta 2 (mililitros) |
|----------|----------------------|--------------------------|--------------------------|
| Tiempo 1 | | | |
| Tiempo 2 | | | |
| Tiempo 3 | | | |
| Tiempo 4 | | | |
| Tiempo 5 | | | |

Analizando los resultados

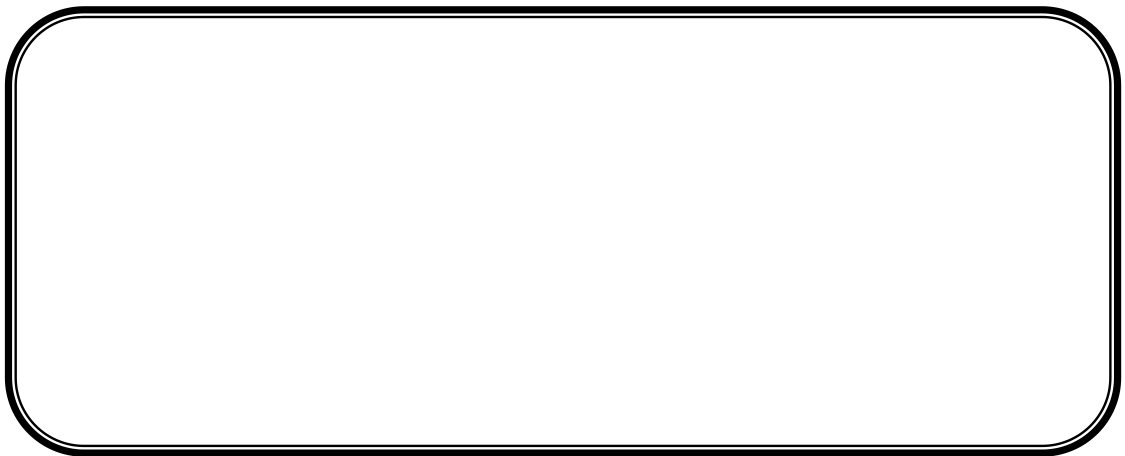
¿ Cuánta agua evapotranspiró la planta?

¿ Cuánta agua se evaporó en el testigo?

Elabora una gráfica en donde expreses la perdida de agua gracias a la evapotranspiración.



Elabora una gráfica en donde expreses la pérdida de agua gracias a la evaporación en el testigo.



Comunicando tus resultados

Elabora una presentación para mostrar tus resultados. Para esto por equipo deben existir los siguientes cargos:

- Diseñador.
- Matemático.
- Fisiólogo vegetal.
- Orador.

La fotosíntesis.

Objetivo:

- ❖ Durante esta práctica comprenderás el proceso de la fotosíntesis.
- ❖ Discutirás acerca de la naturaleza de la luz.
- ❖ Pondrás a prueba todas tus habilidades científicas y de investigación, estas son: observación, formulación de preguntas, elaboración de hipótesis, medición, registro e interpretación de datos.

Introducción

La luz blanca puede ser separada en sus distintas longitudes de onda, estas son conocidas como colores. Las plantas utilizan la luz blanca para producir carbohidratos, a este fenómeno se le conoce como fotosíntesis.

Pregunta experimental: ¿cuál es el efecto de las distintas longitudes de onda sobre el crecimiento vegetal?

Procedimiento:

- ✓ Formula una hipótesis de trabajo.
- ✓ Elabora un modelo experimental que te permita poner a prueba tu hipótesis. No olvides identificar las variables.
- ✓ Diseña una tabla para recabar la información.
- ✓ Elabora las graficas adecuadas para analizar y comunicar tu información.

Comunicando tus resultados

Elabora una presentación para mostrar tus resultados. Para esto por equipo deben existir los siguientes cargos:

- Diseñador.
- Matemático.
- Físico.
- Fisiólogo vegetal.
- Orador.

Reproducción asexual

Objetivos:

- ❖ En esta práctica conocerás diferentes formas de reproducción asexual utilizando como modelo la violeta africana. *Saintpaulia ionantha*
- ❖ Pondrás a prueba todas tus habilidades científicas y de investigación.

Introducción

Es común en el Reino *plantae* observar que distintas especies se reproducen si llevar a cabo el entrecruzamiento de gametos, a esto se le conoce como reproducción asexual. La descendencia generada por este método son clones del padre.

Por otra parte los tejidos vegetales presentan un fenómeno llamado totipotencialidad, esto significa que un grupo de células maduras pueden regenerar las diferentes estructuras de una planta adulta, esto ha sido utilizado ampliamente en la horticultura para producir plantas con una gran rapidez y efectividad.



Foto1 Propagación de violeta cortesía del laboratorio de cultivo de tejidos UNAM

Se realizaran dos tratamientos al mismo tiempo.

Tratamiento A

- Elegir una planta adulta de violeta africana
- Elegir las hojas en buen estado y cortarlas desde la base del pecíolo.
- Se introduce en una bandeja con composta hasta que la hoja quede al nivel de la tierra
- Cubrirlas con plástico transparente para conservar la humedad.

Tratamiento B

- Elegir una planta adulta de violeta africana.
- Elegir las hojas en buen estado y cortarlas desde la base del pecíolo.
- Colocar las hoja en agua tibia.
- Cubrirlas con plástico transparente para conservar la humedad.
- Cuando aparezca la raíz transplantar a composta.



Foto2 Propagación de violeta cortesía del laboratorio de cultivo de tejidos UNAM

Procedimiento

- ❖ Elabora una pregunta experimental.
- ❖ Elabora una hipótesis de trabajo.
- ❖ Elabora una tabla cualitativa en donde puedas registrar los cambios en cada uno de los tratamientos durante 8 semanas.
- ❖ Obtén el porcentaje de sobrevivencia de cada tratamiento.
- ❖ Elige el tipo de gráficas que utilizaras para analizar tus datos.

Analizando los resultados

¿Qué tratamiento resultó ser más efectivo?

¿Cuál es el resultado con respecto a tu hipótesis?

¿Qué errores experimentales cometiste durante la práctica?

Comunicando tus resultados

Realiza un tríptico informativo acerca del cultivo de las violetas africanas.

Reporta los datos que obtuviste durante la práctica.

Sugiere el mejor método de propagación.

Por equipo tendrán los siguientes cargos:

- Diseñador.
- Matemático.
- Biólogo.

Cada cargo desarrollará una actividad particular dentro del trabajo en grupo.

Las actividades y tareas serán asignadas en clase.

En esta práctica entregarás por escrito cada uno de los pasos del procedimiento.

Anexo II

Vinculación con el programa de estudio (Ciencias I con énfasis en Biología)

Tomado de: Reforma de la educación secundaria , fundamentación curricular Ciencias 2006.

El aprendizaje de las ciencias es fundamental para el desarrollo de los pueblos a corto y largo plazo. Pocas experiencias pueden ser tan estimulantes para el desarrollo de las capacidades intelectuales y afectivas de los adolescentes como el contacto con el mundo natural.

Tradicionalmente la ciencia en México se presenta a los estudiantes como un conjunto de conocimientos acumulativos, verticales y al margen de los sistemas de valores. Dejando de lado aspectos sociales. Mostrando a la ciencia como generadora de verdades objetivas, indiscutibles y valorativamente neutras

La propuesta de desarrollar proyectos biotecnológicos y ambientales tiene como propósito ayudar a los estudiante a preguntarse, criticar y establecer conexiones entre los conocimientos teórico y la experiencia derivada del contacto con la naturaleza

Busca una forma de responder a las problemáticas manifestadas en la fundamentación curricular de la actual reforma a la educación secundaria los cuales son:

- Poca comprensión de los conceptos científicos e incluso en muchos casos, fortalecimiento de ideas previas, de origen escolar y cultural, científicamente erróneas, con las que se acercan a dichos contenidos.
- Deformación del carácter de la naturaleza de la ciencia, del proceso de producción de conocimiento de la actividad científica.
- Escaso desarrollo de las habilidades del pensamiento científico.
- Falta de vinculación del aprendizaje con su utilidad y con el contexto social.
- Reforzamiento de los alumnos de estrategias de memorización a corto plazo para acreditar los exámenes.
- Escaso desarrollo de habilidades relacionadas con la búsqueda, selección , interpretación y análisis de la información así como de la comunicación oral y escrita.

- Limitada promoción de actitudes hacia el cuidado y la conservación del medio ambiente, el cuidado de la salud y la prevención de accidentes y adicciones.

El propósito general del currículo de ciencias para la educación secundaria es la consolidación de una forma científica básica que brinde:

- Conocimientos de la ciencia (Hechos, conceptos, teorías).
- Aplicaciones del conocimiento científico en situaciones reales y simuladas.
- Habilidades y estrategias para la construcción de conocimientos en la escuela (procedimientos de la ciencia y el uso de aparatos e instrumentos).
- Resolución de situaciones problemáticas de interés personal y social mediante la aplicación de habilidades y conocimientos científicos.
- Acercamiento inicial al campo de la tecnología, destacando sus interacciones con la ciencia y la sociedad.
- Cuestiones socio-económico-políticas y ético-morales relacionadas con la ciencia.
- Historia y desarrollo de la ciencia.
- Estudio de la naturaleza de la ciencia y la práctica científica (papel y estatus de la teoría científica y de las actividades de la comunidad científica).

El curso de ciencias I Se orienta a que los alumnos fortalezcan habilidades, actitudes valores y conceptos básicos que les permitan:

- Identificar la ciencia como proceso histórico y social en actualización permanente, con los alcances y las limitaciones propios de toda construcción humana.
- Participar de manera activa e informada en la promoción de la salud con base en la autoestima y el estudio del funcionamiento integral del cuerpo humano.
- Valorar la importancia de establecer interacciones con el ambiente que favorezcan su aprovechamiento sustentable.
- Conocer más de los seres vivos , en términos de su unidad , diversidad y evolución.

El programa de estudios para la materia de ciencia I con enfoque en biología está dividido en 5 bloques, estos son:

- Biodiversidad
- Nutrición
- Respiración
- Reproducción
- Salud ambiente y calidad de vida

Bloque I. La biodiversidad: resultado de la evolución

Propósitos

Que los alumnos:

1. Identifiquen las principales características que distinguen a los seres vivos.
2. Valoren la importancia de la biodiversidad en la dinámica de los ecosistemas y en la atención de las necesidades del ser humano desde la perspectiva de desarrollo sustentable.
3. Reconozcan las implicaciones de la ciencia y la tecnología en el conocimiento y la conservación de la biodiversidad.
4. Apliquen e integren habilidades, actitudes y valores durante el desarrollo de proyecto enfatizando el planteamiento de preguntas , la organización y el trabajo en equipo.

Bloque II La nutrición

Propósitos

Que los alumnos:

1. Identifiquen la importancia de la nutrición de los seres vivos y las relaciones con la adaptación.
2. Reconozcan la importancia de la tecnología en la producción de alimentos.
3. Relacionen el aprovechamiento de recursos alimentarios con la aplicación de medidas para el cuidado y la conservación ambiental.
4. Apliquen e integren habilidades, actitudes y valores durante el desarrollo de proyectos enfatizando el planteamiento de hipótesis, así como la obtención y selección de información.

Bloque III La respiración

Propósitos

Que los alumnos:

1. Identifiquen la respiración como proceso que caracteriza a todos los seres vivos.
2. Analicen las causas de las enfermedades respiratorias más frecuentes y cómo prevenirlas.
3. Comparen distintas estructuras respiratorias como evidencias de la diversidad y adaptación de los seres vivos.
4. Reconozcan la importancia histórica del desarrollo tecnológico en el tratamiento de las enfermedades respiratorias.
5. Apliquen e integren habilidades, actitudes y valores en el desarrollo de proyectos, enfatizando la sistematización y síntesis de información y la organización de foros para presentar resultados.

Bloque IV La reproducción

Propósitos

Que los alumnos:

1. Reconozcan la sexualidad humana desde una perspectiva amplia que involucra cuatro potencialidades: Género, Vínculos afectivos, Erotismo y Reproducción
2. Identifique que la reproducción del ser humano, al igual que en los diversos seres vivos, es resultado de un largo proceso evolutivo.
3. Reconozcan la participación de la biotecnología en los procesos de reproducción de plantas y animales.
4. Muestren autonomía en la planeación y el desarrollo del proyecto, así como tolerancia ante las opiniones de otros al exponer sus resultados.

Bloque V Salud, ambiente y calidad de vida

Propósitos

Que los alumnos:

1. Identifiquen situaciones problemáticas o de interés personal, relacionados con la biodiversidad, la nutrición, la respiración y la reproducción en las que pueda participar mediante un proyecto para integrar sus conocimientos, promover la salud y el cuidado del ambiente a favor de la calidad de vida.

2. Identifiquen y pongan en práctica el valor personal, social y cultural del conocimiento científico y tecnológico.
3. Apliquen sus competencias para el aprendizaje permanente, manejo de la información manejo de situaciones y trabajo en equipo.

Anexo III

Programa de Biología I

Tomado de:

http://www.dgb.sep.gob.mx/informacion_academica/programasdeestudio/cfb_3ersem/biologia_I.pdf

El programa de Biología I está conformado por los siguientes cinco bloques:

- Bloque I: Reconoce la biología como ciencia de la vida.
- Bloque II. Identifica las características y componentes de los seres vivos.
- Bloque III. Reconoce a la célula como unidad de la vida.
- Bloque IV. Describe el metabolismo de los seres vivos.
- Bloque V. Conoce la biodiversidad y propone cómo preservarlo.

Bloque I

Se identifica el campo de estudio de la biología, su interrelación con otras ciencias, así como sus aplicaciones en la vida cotidiana, reconociendo el carácter científico de esta disciplina.

Bloque II

Se describen las características distintivas de los seres vivos y se explica su conformación química, al analizar la estructura y función de los bioelementos, carbohidratos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos; valorando el papel de estos componentes en la nutrición humana.

Bloque III

Se pretende que el estudiante reconozca el papel de la célula como unidad fundamental de los seres vivos, sus características básicas, su origen, evolución y clasificación.

Bloque IV

Se profundiza en el estudio de ésta al describir los procesos celulares fundamentales ubicándolos en los organelos involucrados y resaltando su relación con las funciones orgánicas. Asimismo en este bloque se explican las funciones del metabolismo celular.

Bloque V

Se describe la biodiversidad a partir de su clasificación y características distintivas de los organismos, considerando aspectos de la importancia social, económica y biológica de cada grupo, de manera que a partir de la reflexión

acerca del valor de la biodiversidad a nivel global y local el estudiante pueda plantear acciones que lo lleven a preservar las especies de su entorno.

Uno de los aspectos más importantes de la reforma en la educación media superior se refiere al desarrollo de competencias genéricas como parte del perfil del bachiller que egresa de cualquier sistema educativo de este nivel. Es por ello fundamental tener en cuenta el desarrollo de estas competencias de manera transversal en todas las asignaturas. En el caso de Biología se pretende que el estudiante se autodetermine y cuide de sí, al ser capaz de enfrentar los retos que le impone el desarrollo de esta asignatura con decisión y confianza en sí mismo, por otra parte al comprender la forma en que funciona su organismo desde el nivel celular, podrá adquirir hábitos que lo lleven a practicar estilos de vida saludable, por ejemplo en cuanto a su nutrición; asimismo será necesario que en el desarrollo de la asignatura se exprese y comunique de manera efectiva, mediante representaciones verbales o gráficas y que aprenda a manejar de manera adecuada las tecnologías de la información.

La biología, siendo una asignatura del campo de las ciencias experimentales, requiere también de que el estudiante aprenda a desarrollar innovaciones y proponer soluciones a problemas mediante métodos establecidos, principalmente a través del establecimiento de hipótesis, experimentación y análisis de evidencias para elaborar conclusiones, también es necesario que desarrolle su propio criterio y así sustente una postura personal sobre temas de relevancia, tales como el de la bioética y las nuevas tecnologías en Biología, argumentando sus ideas de manera clara y concisa y respetando otras opiniones.

Por otra parte la propia dinámica del curso podrá despertar el interés en el alumno, para que profundice en los conocimientos y aprenda de manera autónoma en los temas que él mismo considere pertinentes y que relacione con su vida cotidiana, por ejemplo en el tema de los virus, que han causado estragos en tiempos recientes en la población, por citar alguno.

En cuanto a la dinámica de trabajo dentro y fuera del aula, se sugiere promover trabajo en forma colaborativa, en el desarrollo de proyectos, actividades experimentales e intercambio de puntos de vista, siendo importante asumir siempre una actitud de respeto hacia los demás, independientemente de su ideología, creencias y prácticas sociales.

Finalmente, como parte de los propósitos de esta asignatura está que el estudiante participe con responsabilidad en la sociedad, aportando ideas y soluciones a problemáticas existentes, en especial considerando la importancia de tomar acciones que favorezcan al medio ambiente, y contribuyan al desarrollo sustentable, para mejorar la calidad de vida de todo.

Competencias disciplinares básicas del campo de ciencias experimentales

- 1.- Establece la interrelación entre la ciencia, la tecnología, la sociedad y el ambiente en contextos históricos y sociales específicos.
- 2.- Fundamenta opiniones sobre los impactos de la ciencia y la tecnología en su vida cotidiana, asumiendo consideraciones éticas.
- 3.- Identifica problemas, formula preguntas de carácter científico y plantea las hipótesis necesarias para responderlas.
- 4.- Obtiene, registra y sistematiza la información para responder a preguntas de carácter científico, consultando fuentes relevantes y realizando experimentos pertinentes.
- 5.- Contrasta los resultados obtenidos en una investigación o experimento con hipótesis previas y comunica sus conclusiones.
- 6.- Valora las preconcepciones personales o comunes sobre diversos fenómenos naturales a partir de evidencias científicas.
- 7.- Explicita las nociones científicas que sustentan los procesos para la solución de problemas cotidianos.
- 8.- Explica el funcionamiento de máquinas de uso común a partir de nociones científicas.
- 9.- Diseña modelos o prototipos para resolver problemas, satisfacer necesidades o demostrar principios científicos.
- 10.- Relaciona las expresiones simbólicas de un fenómeno de la naturaleza y los rasgos observables a simple vista o mediante instrumentos o modelos científicos.
- 11.- Analiza las leyes generales que rigen el funcionamiento del medio físico y valora las acciones humanas de riesgo e impacto ambiental.
- 12.- Decide sobre el cuidado de su salud a partir del conocimiento de su cuerpo, sus procesos vitales y el entorno al que pertenece.
- 13.- Relaciona los niveles de organización Química, Biológica, Física y Ecológica de los sistemas vivos.
- 14.- Aplica normas de seguridad en el manejo de sustancias, instrumentos y equipo en la realización de actividades de su vida cotidiana.

Programa de Biología II

Tomado de:

http://www.dgb.sep.gob.mx/informacion_academica/programasdeestudio/cfp_6osem/T_S_Biologia_II.pdf

El programa de Biología II está conformado por los siguientes seis bloques:

Bloque I: Identifica los tipos de reproducción celular y de los organismos.

Bloque II: Reconoce y aplica los principios de la herencia.

Bloque III: Valora las principales aportaciones de la biotecnología.

Bloque IV: Describe los principios de la evolución y los relaciona con la biodiversidad de las especies.

Bloque V: Conoce los principios estructurales y funcionales de los seres humanos.

Bloque VI: Reconoce a las plantas como organismos complejos de gran importancia los seres vivos.

Los bloques se plantean en términos de conocimientos, habilidades, actitudes, indicadores de desempeño y evidencias de evaluación, con el objeto de facilitar el desempeño integral en la formulación y/o resolución de situaciones o problemas, e ir observando el desarrollo gradual de las competencias en el estudiante.

En el primer bloque de este programa el alumno reconoce los mecanismos de reproducción de los organismos, el cual permite la existencia y continuidad de las especies, ya sea que se trate de organismos unicelulares o pluricelulares; en el segundo bloque utiliza las leyes de la herencia para resolver planteamientos acerca de la forma en que se transmiten las características que poseen los seres vivos a sus descendientes; en el tercer bloque revisa los beneficios y posibles consecuencias del uso de la biotecnología desde la antigüedad hasta nuestros días; el cuarto bloque aborda los principios evolutivos planteados por Darwin y los relaciona con los avances en genética, valorando la biodiversidad presente en nuestro planeta; en el quinto bloque se invita al estudiante a conocer su cuerpo, desde el punto de vista estructural y funcional, por último, el sexto bloque permite al alumno obtener la información básica acerca de las plantas y la importancia que éstas representan para todos los seres vivos.

Retomando las competencias genéricas a desarrollar por la RIEMS, el programa de la asignatura de Biología II contribuye de manera amplia en dicho desarrollo; en el caso de la competencia en que se hace referencia a la autodeterminación y autocuidado, esto se pone de manifiesto cuando el

alumno conoce su origen como ser vivo, su estructura y su relación con otros organismos, tanto de su misma especie como de otras especies.

A lo largo del programa se busca su participación tanto individual como colectivamente en la búsqueda de información, el análisis de ésta y su puesta en común ante el grupo, logrando con esto las competencias se expresa y comunica, piensa crítica y reflexivamente y trabaja en forma colaborativa; lo anterior se logra cuando se le pide plantearse hipótesis, y resolver problemas o situaciones presentes en su entorno, que son momentos académicos en los que toma singular importancia el compartir ideas para lograr un fin; al provocar que el alumno se involucre con los temas relacionándolos con su vida cotidiana, se busca que encuentre el camino para aprender de forma autónoma y para que por sí mismo continúe buscando información que le ayude a lo largo de su vida, adquiriendo también la responsabilidad para con sus semejantes pues deberá ser capaz de utilizar sus conocimientos al proponer soluciones a problemas que se vayan presentando en el mundo en que vive, del cual forma parte, no solo del problema sino de la solución.

El estudiante :

Propondrá estrategias para la conservación de los recursos bióticos de su región, a partir del conocimiento de la diversidad de especies de nuestro país y de las características biológicas de hongos, plantas y animales, destacando su importancia ecológica y socioeconómica, mediante la observación y experimentación, apoyándose en la investigación documental así como en técnicas de laboratorio y de campo; asumiendo una actitud de respeto y reflexión hacia el cuidado de su entorno ambiental.

Bibliografía

- Arano, C. (s.f.). *El abc de la Hidroponía* [Versión electrónica]. Recuperado el 17 de mayo de 2010, de <http://www.carlos-arano.com.ar/elabc.html>
- Asencio, J. M. (1997) *Biología y educación. El ser educable*. Barcelona, España: Ariel.
- Boada, M. & Toledo, V.(2003) *El planeta nuestro cuerpo. La ecología, el ambientalismo y la crisis de la modernidad*. México: FCE.
- Capra, F. (1998) *La trama de la vida. Una nueva perspectiva de los seres vivos*. Barcelona, España: Anagrama.
- Capra, F. (2003) *Las conexiones ocultas. Implicaciones sociales, medioambientales, económicas y biológicas de una nueva visión del mundo*. Barcelona, España: Anagrama.
- Comisión Nacional del Agua (s.f.). *Acerca del agua*. Recuperado el 30 de abril de 2009, de <http://www.cna.gob.mx/Espaniol/TmpContenido.aspx?id=e7820bc7-2da0-4646-a13e-ba8d39bd2493>
- García, J. (2008) *Hacia un modelo pedagógico contemporáneo. Proyectos de las comunidades ecosóficas de aprendizaje*. Tesis de Doctorado. México: UNAM, FFyL.
- Garduño, R. (1998) *El veleidoso clima*. México, Distrito Federal: Fondo de Cultura Económica.
- Guattari, F. (1996) *Las tres ecologías*. Valencia, España: Pre-textos.
- Imáz, E. (1975) *Utopías del Renacimiento*, Moro-Campanella-Bacon, México: FCE.
- Marina, A. (1997) *El misterio de la voluntad perdida*. Barcelona, España: Anagrama.
- Marina, A. (2005) *El laberinto sentimental*. Barcelona, España: Anagrama.
- Marvin, H. (1989) *Bueno para comer. Enigmas de alimentación y cultura*. Madrid, España: Alianza.
- Maturana, H. & Varela, F. (2003) *De máquinas y seres vivos. Autopoiesis la organización de lo vivo*. Argentina: Lumen.
- Mitcham, C (1989) *¿Qué es la filosofía de la tecnología?*. Barcelona, España: Anthropos- Universidad del País Vasco.

Morin, E. (1999) *Los siete saberes necesarios para la educación del futuro*. París, Francia: UNESCO.

Ornstein, V. (1991) *La evolución de la conciencia, los límites del pensamiento racional*, Barcelona, España: Emecé.

Resh, H. (1992) *Cultivos Hidropónicos. Nuevas técnicas de producción*. Madrid, España: Mundi-prensa.

Rodríguez, S. (2002) *Hidroponía, agricultura y bienestar*. Chihuahua, México: Universidad autónoma de Chihuahua.

Secretaría de Educación Pública (2006) *Reforma de la educación secundaria, fundamentación curricular Ciencias*. México: SEP

Secretaría de Educación Pública (s.f.). Recuperado el 18 de enero de 2010 de http://www.dgb.sep.gob.mx/informacion_académica/programasdeestudio/cfp/60se m/ts/biologia_2.pdf