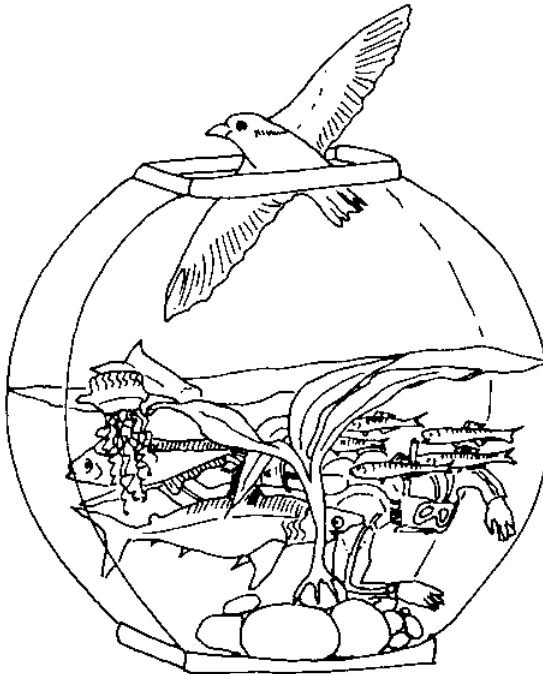


WET AND WILD

A Multidisciplinary Marine Education Teacher Guide

Grades K-6

Unit VI
MARINE ECOLOGY
You Scratch My Back—I'll Scratch Yours



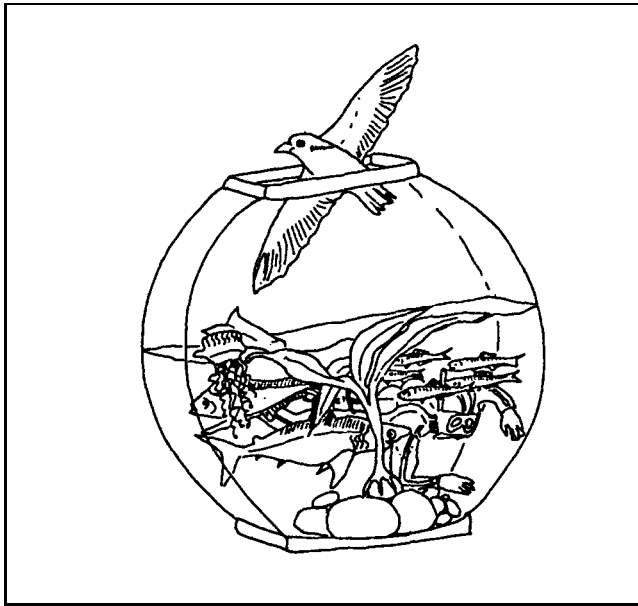
Developed by
USC Sea Grant Program
Institute for Marine and Coastal Studies
University of Southern California
Los Angeles, California

Published by
Evaluation, Dissemination and Assessment Center
California State University, Los Angeles
Los Angeles, California

NATIONAL SEA GRANT DEPOSITORY
PELLE LIBRARY BUILDING
URI, NARRAGANSETT BAY CAMPUS
NARRAGANSETT, RI 02882

LOAN COPY ONLY

Unit VI
MARINE ECOLOGY
You Scratch My Back-I'll Scratch Yours



ISBN: O-89755-014-5 (Six unit set)

ISBN: B-89755-023-4 (Unit VI)

Portions of this project were funded by the NOAA Office of Sea Grant, Department of Commerce, under Grant #~~047-158-44113~~ and #~~04-8-MO1-186~~, to the University of Southern California.

Developed by
USC Sea Grant Program
Institute for Marine and Coastal Studies
University of Southern California
Los Angeles, California

Published and Disseminated by
Evaluation, Dissemination and Assessment Center
California State University, Los Angeles
Los Angeles, California

© 1983 USC Sea Grant Program

Unit VI USCSG-ME-06-83

Distributed 1986

Wet and Wild was prepared under the auspices of the Sea Grant Program, which is part of the Institute for Marine and Coastal Studies at the University of Southern California.

Developed by:

Dorothy M. Bjur, Director, Marine Education
Richard C. Murphy, Principal Author

Assisted by:

Jacqueline Bailey Rojas
Nancy Guenther
Karyn R. Massoni
Joyce **Swick**

Designed and illustrated by:

Gail **Ellison**, who consulted with
Berthold Haas and Julian Levy

Acknowledgments to:

Lawrence Weschler, for editing the introduction
Jacqueline Bailey Rojas, for final revisions on the lesson plans

UNIT VI: MARINE ECOLOGY

You Scratch My Back-I'll Scratch Yours

Table of contents

	<i>Introduction</i>	1
Section A	<i>Ecosystems</i>	
	1 Forests in the sea— the kelp bed ecosystem	16
	2 An oasis in a desert— the coral reef	18
	3 Nature's nursery ground— the salt marsh community	20
	4 If I lived between the tides	23
	5 The open sea	32
Section B	<i>Energetics</i>	
	1 Food chains in the sea	43
	2 Food relations of the herring— a food web	53
	3 The pyramid of life	55
	4 Peanut ecology	57
	5 Fish energy budget-pollution	60
Section C	<i>Nutrient Cycles</i>	
	1 Carbon and oxygen cycles— a terrarium experiment	64
	2 Nature's clean-up crew	66
	3 Recycling in the sea	67
Section D	<i>Living Together</i>	
	1 Interdependence	68
	2 Web of life	70
	3 Animals and plants living together	71
	4 A mini ecosystem	73
	5 Cleaning symbiosis	75

UNIT VI: MARINE ECOLOGY

Table of Contents (continued)

<i>Section E</i>	<i>Humans in the System</i>	
	1 Getting tuned in	77
	2 The earth is a terrarium	80
	3 The eternal god—Eco	81
	4 Reflections	82
<i>Section F</i>	<i>Resources</i>	
	1 Bibliography	84
	2 Films	86

Marine ecology

Ecology has been defined as “the science of the relationship between organisms or groups of organisms and their environment.” It is an **all-encompassing** science because all things are connected, from plants to air to animals to water to rocks to living communities to humans. In this unit we will look at the science of ecology, focusing on marine ecosystems and processes that maintain them. We will conclude with some challenging thoughts evoked by recent ecological inquiry.

The Sun's Energy

Let's consider the most fundamental aspect of life on earth-energy. It is the sun's energy that warms our water planet, making it hospitable. The sun creates our weather, drives our water cycle, and provides the energy for plants to make food. Energy that was long trapped by plants and converted into their tissues over the eons has been transformed into oil and coal, which we now use as a subsidy to the sun.

Most of the sunlight falling on the earth is either reflected or simply converted into heat. Only a small portion is captured by plants and converted into food. Each community and each plant or animal is bound by the energy available to it. Like currency, energy must be properly budgeted; and the activities of all are limited by the amount of energy available. Energy is the driving force, allowing populations of plants and animals to survive. These assemblages of organisms, along with their physical environment, are called “ecosystems.” Let's consider a few ecosystems and see how they are alike and different.

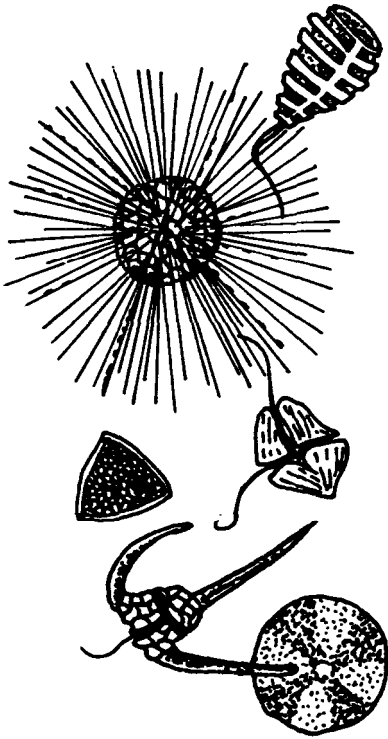
Introduction (continued)

*Marine Ecosystems:
The Open and
Deep Sea*

By far the largest ecosystem on earth is the open sea. Although it receives a great amount of solar energy, very little of that energy is captured by plants. Ocean plants need both sunlight and nutrients (fertilizer); and if either one is lacking, there will be no growth. The surface of the open sea is usually very low in nutrients and even though there is abundant sunlight, plants do not flourish (this is why the water of the open sea is so clear and why there are so few schools of fish). Deeper in the open sea, below the depth where sunlight penetrates, the waters are rich with nutrients, but the lack of sunlight limits food production.

Thus, each zone is limited by the factor that the other has in abundance. If one were to farm the open sea, the nutrient-rich water from below would have to be carried up to a sunlight zone at the surface. In a few regions this occurs naturally, as currents carry deep water to the surface; this is called *upwelling*. These areas support a profusion of life, as plants thrive and in turn provide food for fish. The richest region for fish production in the world occurs off Peru as a result of such an upwelling.

The appearance of life in the open sea is very different from that along the coastline. There are two reasons for this. The first relates to plants and is a consequence of their having no bottom available for attachment. Plants of the open sea are microscopic, one-celled, and are called *plant plankton* or phytoplankton. "Planktos" means wandering in Greek. These plants must drift around because there is nothing with which to attach themselves. So to prevent sinking into the deeper, sunless waters below, these plants are small and many have tiny extensions that enable them to float about like tiny feathers or particles of dust.

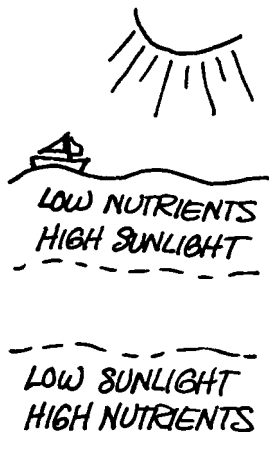


UNIT VI: MARINE ECOLOGY

Introduction (continued)

The second difference is seen in the life-styles of open sea fish. These fish cannot hide near kelp, coral, or rock. As a result, they must be colored to blend with the colors of the water (see Unit IV, “The Biological Ocean” lesson entitled, “What is a fish?” on page 25; Spanish version, page 29), and they must be fast swimmers to avoid being eaten.

In the deep sea, on the other hand, below the upper sunlit waters, where night is eternal, fish have different problems. Swimming fast is not important, and the problem of hiding is rendered moot by the darkness. Instead, finding a meal and a mate become prime considerations. Many of these deeper fish use lights, like those of fireflies, to lure in the curious or to serve as identification for mating.



Of course, there are no plants in this sunless zone, but many animals swim up towards the surface under the cover of darkness in search of food. These daily migrations of animals attracted the attention of the United States Navy during the World War II when their sonar detected a false bottom which tended to rise to the surface at night and then descend again at dawn. This was called the *deep scattering layer* (DSL) because it caused a scattering and reflection of the sonar sound waves.

Farther down still, the bottom communities of the deep sea contrast dramatically with their shallow counterparts. In the deep sea, conditions are very stable and even though there is a very limited amount of food filtering down from above, there is a relatively high diversity of animal life. This results from the epochal stability of the environment. The deep sea has probably remained unchanged for millions of years, during which time life has slowly diversified and adapted to the seemingly forbidding conditions.

The bottom of the sea is important because it is here that a majority of plant and animal remains are converted from flesh back into the nutrients useful for plants. When these nutrients reach sunlit en-

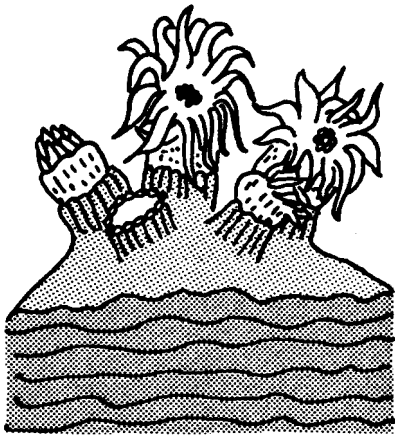
Introduction (continued)

vironments, via upwelling, they can then be converted into living tissue once again and thereby complete the cycle.

*A Few Shallow
Ecosystems*

Fringing the oceans, where they girdle the continents, are other ecosystems more familiar to us. These include the coral reefs, kelp beds, rocky shores, sandy beaches, estuaries, marshes, and mangrove swamps. **All** of these communities capture and use more of the sun's energy than the open sea. Some are even more productive than upwelling regions. Let us consider a few in particular.

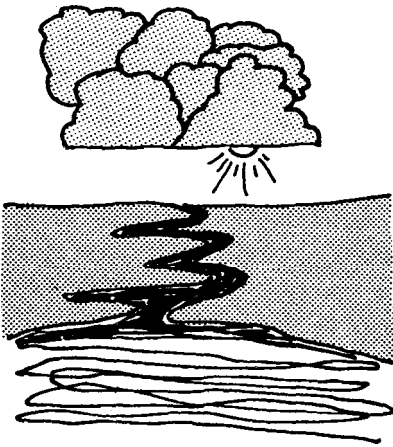
*Coral Reef
Ecosystems*



Coral reefs thrive spectacularly in the tropical open ocean. But how can there be such a rich and productive ecosystem in what we have previously described as a biological desert? Stability and efficient recycling are the keys to this community's success. With a firm base, the environment becomes more stable and thus more habitable. In such an environment, some plants can grow larger by investing some of their food in themselves.

A prime example of recycling is the coral animal which creates the reef. Coral animals are up to one-half plant material; inside each coral animal live many individual plant cells. This plant-animal association is beneficial to both partners. The plant receives nutrients (waste) from the animal as well as a protective place to live, while the animal obtains a supplemental source of food. As a result, what little nutrients come to the reef from the open ocean are trapped and held in this close-knit ecosystem. They are cycled and recycled, enabling the plants to thrive and convert the sun's energy into food for the community. Productivity may be 20 times greater than in the waters beyond the reef.

*Estuary and Marsh
Ecosystems*



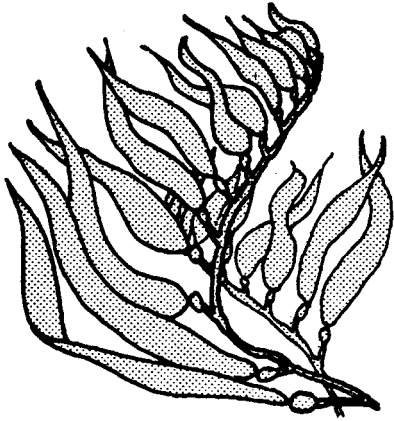
In estuary and marsh ecosystems, we find equally high utilization of sunlight and food production, but under very different circumstances. In these ecosystems there is no lack of nutrients; fertilizer and sunlight are both found in abundance. But environmental hardships result from the fresh water streaming in through rains and rivers, the winter cold, and the extended periods of low tide when the plants are exposed to air and sunlight. As a result, there are relatively few kinds of organisms in this system.

There are no great populations of animals grazing on the plants. Instead, animals wait for the plants to die and become broken down by bacteria and fungi. In this process, the bacteria actually enrich the plant material by converting carbohydrates into protein. This organic debris, called detritus, becomes a source of food for worms, snails, clams, shrimp, and fish such as mullet.

These wetlands perform another important function in that they frequently serve as a nursery ground for ocean fish. More than half of the commercially important fish along our eastern seaboard are thus spawned. In addition, they are able to tolerate high levels of sediment and organic inputs and can even purify domestic sewage.

Introduction (continued)

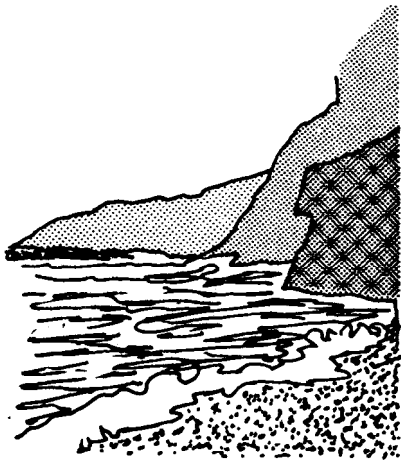
*Kelp Bed
Ecosystems*



Kelp beds are also productive communities. Like trees in a forest, these plants provide a habitat for many other organisms but do not serve directly as a source of food for most animals. Like the marsh grasses, they are broken down after death and only then serve as food to animals.

The kelp environment is less harsh than the estuary and thus diversity is greater. As with the coral reef, a substantial investment of energy is made in creating a structure for the community that enhances stability and diversity. Kelp plants are the fastest growing plants on earth, increasing their length by up to two feet per day under optimum conditions.

*Rocky Shore
Ecosystems*



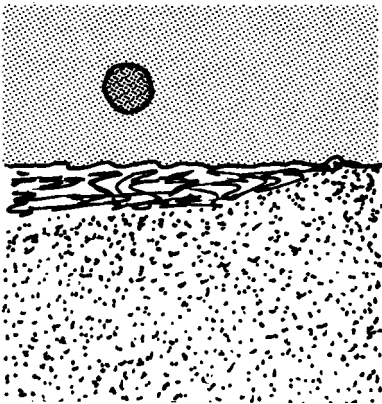
Many rocky shores are not dominated by kelp beds. These ecosystems contain a variety of plants, animals without backbones, and fish. Space is usually limited, and the animals must compete for a place to live. In some cases, this competition forces each species to live in a somewhat different habitat or different manner, resulting in a more diverse community. It is to the advantage of each species to avoid the waste of energy by doing battle. It is better to change a bit and avoid conflict.

Likewise, predators such as starfish can increase the number of different kinds of organisms along the shoreline. Some mussels grow in such dense communities that they exclude other animals. As the starfish prey on them, space is opened up for colonization by other species.

Along a rocky shore between the tides, one may notice obvious zones where different plants and animals survive.

Introduction (continued)

*Sandy
Shallow Bottom
Ecosystems*



*Ecosystem
Synopsis*

On the sandy shallow bottom, life is very different. There is no stable place for attachment. Beach sand is constantly stirred up by the waves and shifted along the coast. As a result, there are no large plant communities and populations are not diverse. Energy is **usually** captured by plant plankton in the surface waters. The energy reaches the bottom via these plants or the small animals that feed on them.

As with the marshlands, those organisms that can survive often dominate the community, since there are few competitors able to withstand the hardships. We see dense beds of sand crabs on beaches or sand dollars (marine invertebrates that look like flat, circular sea urchins) a bit farther out. Most of these animals must cope with waves and shifting sand, many avoid turbulent conditions by burying themselves below the surface.

From this brief glimpse at a few marine ecosystems, we can make some generalizations about the ecological principles that direct them. Communities that have many different kinds of life result from a stable environment (coral reef); a stable environment that has existed for a long time (deep sea); competition and the effects of predators (rocky shore line); and, of course, the more different kinds of places for organisms to live, the more different kinds of life will be found, whether it be a rocky shore, a kelp bed, or a coral reef. Environments that are not stable, such as the shallow sandy bottom or the marshes and estuaries, have fewer species; but this does not mean that such a system is unproductive. Estuaries capture as much of the sun's energy as any community on earth. The lack of nutrients and a place of attachment limit the amount and the size of plants in the open sea; but with a stable place to live, the coral reef can overcome the limits of nutrients by very efficiently recycling them within the system.

Introduction (continued)

***Energetics:
Food Webs and
Food Pyramids***

In all of these ecosystems, the food created by plants is used by animals which, in turn, are eaten by other animals and so on. Marine animals employ a fantastic variety of feeding methods (some were discussed in Unit IV, “The Biological Ocean”), but these can be grouped into three major classes. Some animals filter plankton or other food particles from the water; others are predators or grazers, catching and feeding on other organisms. Still others feed on detritus, the partially decomposed material of both plants and animals.

Plants are either filtered from the water, grazed upon directly, or consumed as detritus. Herbivores, animals that feed on plants are, in turn, consumed by carnivores, animals that feed on other animals. We can visualize these feeding relationships and the resultant transfers of energy in two ways: through *food webs* or the *pyramid of life*.

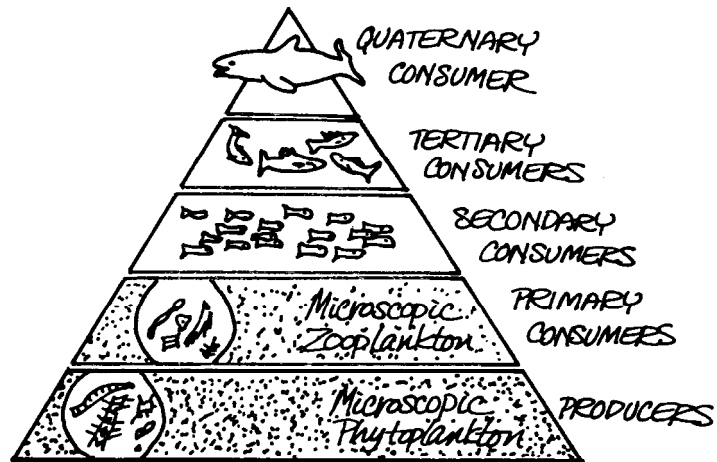
Food webs diagrammatically show the organisms of the community **connected** by lines that represent feeding relationships. Plant plankton may be eaten by small animals that are preyed upon by another species of animal that links all of them to other species. These are then preyed upon, for example, by herring, which, in turn, may be eaten by whales or sharks. In some communities, there are many links in these interwoven food chains or food webs. In some the connections are relatively simple.

But each time there is a transfer of energy (when one animal eats another), there is a loss. If we isolate one animal near the culmination

UNIT VI: MARINE ECOLOGY

Introduction (continued)

of a food chain, working back to all the creatures that it must eat to survive and, in turn, all the creatures they must eat to survive, we quickly generate a pyramid with an ever-widening base. All the food we eat, for example, does not go into growth. Most of what we eat simply allows us to maintain ourselves. We use energy in moving about, working, keeping healthy, maintaining our body temperature, reproducing, etc. Consequently, it takes an enormous amount of food (or prey) to support a population of predators. We can visualize this phenomenon as a pyramid divided horizontally into layers.



The sun's energy is captured over a period of time by the plant level at the base of the pyramid. This is the foundation upon which all life is based. Most of the energy taken in is used by the plant itself, with only a small portion available for use at the next level up. These herbivores again use most of their energy for their own survival, but a small percentage of the energy they get from plants is transferred to their predators and so on.

Introduction (continued)

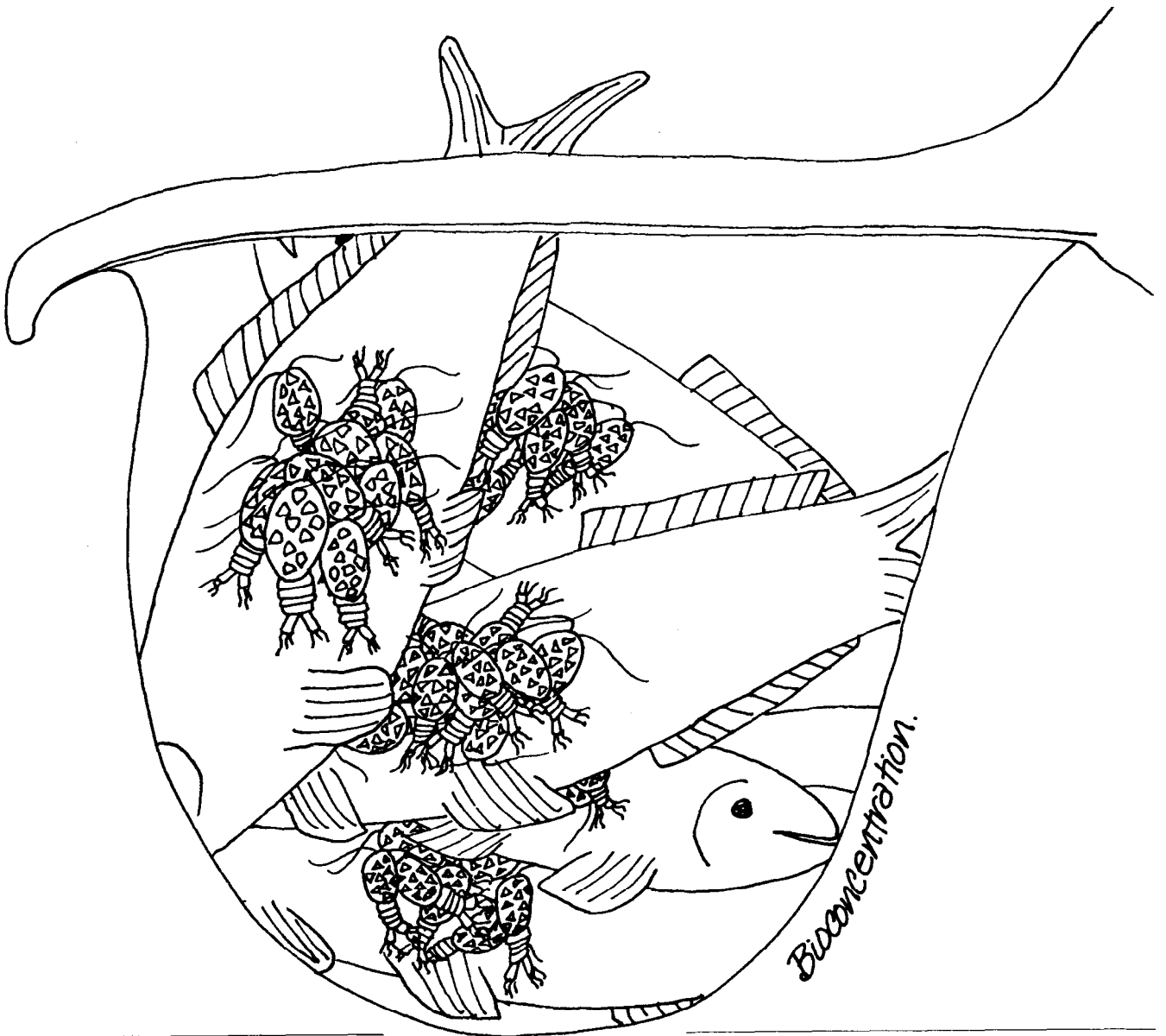
The relatively low amount of energy available near the top levels is an important factor to consider in obtaining food from the sea. Fish at higher levels, like tuna, can never be very abundant because the food available to them is limited. Likewise, we can see why whales were once so numerous and can still grow so big: They avoid the losses of conversion by feeding on small crustaceans at a lower and more plentiful level of the food pyramid.

***Bioconcentration
and Pollution***

The fact that an animal consumes much more food than it uses for growth brings us to an interesting phenomenon called “**bioconcentration**,” which has far-reaching implications in the current pollution debate. Let us assume that each small plant absorbs one unit of pollution from the surrounding water. That pollutant is of no nutritional value and is not utilized as a source of energy, nor is it expelled; it is retained in the body of the organism. Now let’s suppose a small animal eats ten such plants: It now has ten times the concentration of pollutant in its body. The next larger animal then eats ten small ones and thus multiplies the amount of pollutant by ten, resulting in 100 units of pollutant in the larger animal. When these fish are now eaten by a larger one, there is a thousandfold increase. And, finally, if, for example, a pelican eats ten of these latter fish, the concentration of pollutant is multiplied 10,000 times above that of the surrounding water. This sequence is precisely what happened a few years ago to a population of pelicans off the California coast. As a result of the high concentrations of DDT in these pelicans, they laid eggs with shells so thin that during the worst year, none of the chicks survived. This example highlights a major concern of many pollution debates: In some cases we may not see the effects of pollution immediately; the harm may only befall young or future generations.

UNIT VI: MARINE ECOLOGY

Introduction (continued)



***A Concluding
Overview***

This brief survey of marine ecology suggests some of the ways in which a general ecological consciousness can be of use to people.

Before we go on, however, we need to make certain crucial distinctions among a tirade of concepts that have tended to become confused in current “ecology debates.” To begin with, we can say that the surface of our globe comprises a single huge ecosystem, which, in turn, can be thought of as an interweaving of smaller ecosystems. As such, the earth’s ecosystem simply exists, and ecology is that human science that attempts to discover and articulate its laws and processes. In the heat of battle, opponents often condemn a proposed enterprise (the damming of a river, the construction of a nuclear reactor, the use of aerosol sprays) as being “anti-ecological.” But nothing could possibly happen on this planet that would not be ecological. Humans are just part of that huge ecosystem and anything we do within it transpires according to its ecological laws. We can bring about the extinction of any species on earth, including our own, without defying the ecosystem. On the contrary, whatever we do merely confirms its integrity.

Ecology as a science, to the extent that it is accurate, merely analyzes and perhaps predicts the way things transpire within that system (for example, if you build this dam, you will render that species extinct). Paradoxically, however, even though the science of ecology is value-free (that is, merely descriptive), a thoughtful consideration of the world it describes implies a world of values. For the sake of clarity and **distinction**, we may dub that consciousness that arises out of a consideration of the ecology of our ecosystem as ***environmental***. Environmentalism observes the subtle balance in the ecosystem and insists that our behavior within that system be likewise balanced. Although anything we do will be “ecologically sound,” certain modes of behavior may be more appropriate, given a set of desirable goals (for example, the

Introduction (continued)

continuing prosperity of our own species), and are therefore deemed to be more “environmentally sound.” In this environmentalist sense, the study of ecology may be said to have both negative and positive prescriptive implications.

On the one hand, a thorough familiarity with ecology can aid us in determining which courses of action must *not* be pursued. Through ecological research, for example, we have documented the severely detrimental side-effects of DDT. Knowing that DDT not only controls insect populations but at the same time renders pelicans incapable of producing future generations, we can evaluate whether its use is such a good idea after all. The example of the pelican may serve as a warning for humans: might not DDT have similar long-range effects on us? The science of ecology gives us a technique and a language for studying and articulating the long-range implications of our activities, thereby providing the basis for rejection of those that are inappropriate.

But perhaps even more valuable are the positive models ecology affords. We can explore different models of smaller ecosystems, studying them for analogs to our own situation. What kinds of ecosystems are the most successful? (How do we define “success”?) Where is life the most rich and diverse, and what factors tend to undermine that prosperity?

Modern human history affords many examples of poor environmental management. Until recently we have had an excessive amount of energy available to us through the subsidy of fossil fuels. We have also been able to exploit vast amounts of resources, such as minerals, space, and food by outcompeting plants and animals for them. But things are changing. Our cheap energy sources will soon be gone, and we will be forced, as are all the other communities on earth, to make do with various forms of solar energy, whether through sunlight directly or

Introduction (continued)

via the winds and ocean currents driven by solar energy. No matter what we use, we will have to be thrifty and not waste energy. Likewise, we will have to be efficient **recyclers**; raw materials are dwindling and require ever greater investments of energy to obtain and make **useable**. The environmentalist consciousness looks at how the ecosystem works and considers analogs for our own situation. The waste of corals, for example, is not thrown away; instead it is used as fertilizer and passed on to plants. Like the opportunist species, which colonize a new reef or shoreline in the sea, humans have used as much of the resources as they could. They have reproduced quickly and adapted to different situations. Now, like the animals of the coral reef community, we must live frugally and in cooperation with our surroundings. Our cities are already considered by some people to be cancers on the globe, demanding excessive quantities of energy and resources. If the problem is not corrected, uncontrolled growth will cause imbalances in the system, just as in a body, and the disorder could eventually prove fatal. In the future we will need more gentle energies, and our resources will be limited. We cannot afford the luxury of waste. Everything will be a resource to be used again.

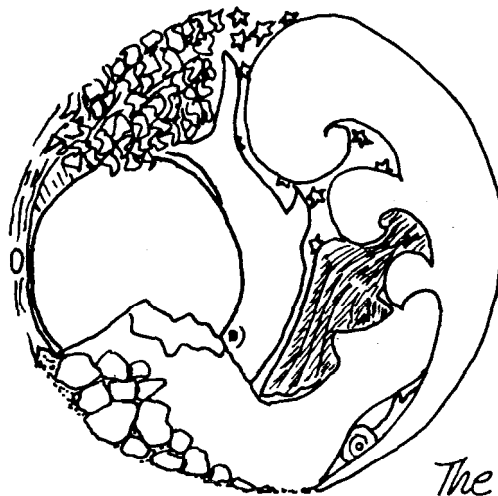
But the prescriptive implications of ecology often run up against the practical realities of economics. The problems are obvious; the solutions are difficult. Let's take a step back and look at the problem more philosophically. The words "ecology" and "economics" have the same greek root, **oikos**, which means "the house." Thus, both disciplines deal with the house. "Ecology" is environmental housekeeping and "economics" is financial housekeeping. In concept and theory, they are inseparable. But today economics tend to be the domain of the immediate, ecology the long term. Ecology concerns the general distribution and circulation of materials and energy throughout the planet's life network. Economics, on the other hand, concerns the specific dis-



UNIT VI: MARINE ECOLOGY

Introduction (continued)

tribution of a share of that provenance in one's own community. Thus, if it is an ecological fact that humankind as a whole may extract X amount of a certain resource (food, ore, etc.) before accruing certain unacceptable side-deficits; it remains an economic question how people will divide that X amount among themselves. Economic considerations often impinge on more dispassionate ecological investigations. Often in such confrontations, economics tends to embody the domain of the immediate, long-term ecology. A worker fired today can take little comfort in the knowledge that the termination of his/her project will safeguard the persistence of a particular marshland into the next century. Nevertheless, the laws of ecology are inexorable; and though they may be slow in playing themselves out, they will determine the outcome. The policy decision we reach today will have long-term effects, perhaps even condemning us to eventual socio-economic chaos. We must, therefore, learn to balance the immediate imperatives of the economic realm with the more general considerations of the ecological.



The ecosphere

Forests in the sea— the kelp bed ecosystem

Grades K-6

Objective

The student will be able to identify and depict the ecology of the kelp bed community.

Materials

Wheeler J. North. Giant Kelp: Sequoias of the Sea. *National Geographic*, August 1972, **142(2)**, 251-269.

Paints or crayons and paper.

Activity

Show the students the photos and discuss with them the text of the article. Draw or paint a mini-ecosystem of the kelp bed, using animal and plant life.

Questions

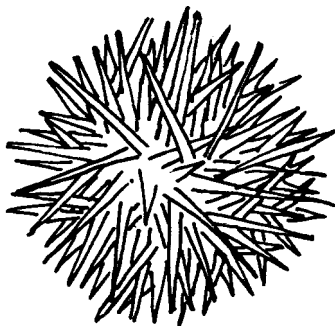
Why are kelp plants so important to the community? (Like trees in a forest, they give many other forms of life a place to live and also sources of food.)

Who eats kelp? (In a healthy community, snails, sea urchins, and some fish eat kelp, but they do not overgraze the resource, since this would only harm them in the long run.)

Who eats sea urchins? (Some fish, sea otters, and people. We eat their gonads as a delicacy.)

Why have some beds disappeared? [The loss of the urchin's predator, the sea otter, may have upset the balance of nature. This is an example of a simple food chain where sea otters (carnivores) feed on urchins (herbivores) which feed on kelp (plants or primary producers). The kelp bed story is more complex, though, because pollution has been an additional stress in bringing about the loss of the kelp beds. We know this is true because some areas without sea otters and without pollution still support healthy communities of kelp.]

Why might the quicklime used to kill urchins be harmful? (It might kill other animals and harm the diversity and stability of the ecosystem.)



Sea urchin.

UNIT VI: MARINE ECOLOGY

Section A: Ecosystems

Grades K-6

*Questions
(continued)*

What does the chemical extracted from kelp do? (It allows us to mix oil and water in desserts, salad dressings, ice cream, and over 300 other products .)

Why don't kelp plants have a big trunk? (The buoyancy of water reduces their need for support; instead, gas-filled floats lift the plants to the surface as they reach for sunlight.)

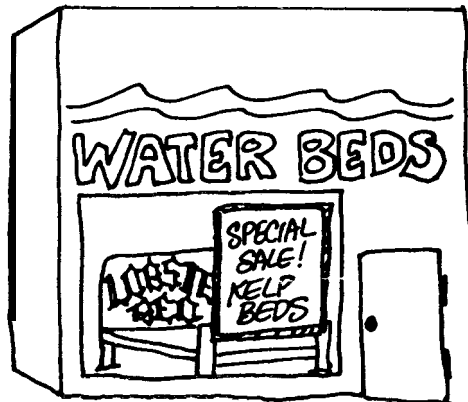
Why do fishermen like kelp? (Because where there are kelp forests, there are usually a lot of fish. Larger predators will sometimes come close to the edges of kelp forests to prey on smaller rock fish, perch, wrasses, etc., that inhabit the kelp forests.)

What is the fastest growing plant in the world? (Kelp; it grows up to two feet per day.)

Name a few animals that live in kelp. [Garibaldi (an orange fish), snails, sea lions, kelp fish, star fish, and anemones.]

Why doesn't the eel eat the shrimp in its hole? (Shrimp clean the eel in a mutualistic relationship where both benefit.)

If you lived in a kelp bed, which animal would you like to be? Why? Who do you think would try to eat you? How would you avoid being eaten? (Bad taste, hide, camouflage, poisonous spines, size, toughness, come out only at night, travel in a school, etc.)



UNIT VI: MARINE ECOLOGY

Section A: Ecosystems

***An oasis in a desert-
the coral reef***

Grades K-6

Objective

The student will be able to identify and depict the ecology of the coral reef community.

Materials

Eugenie Clark. Strangest Sea: Red Sea. *National Geographic*, September 1975, **148(3)**, 338-343.

David Doubilet. Rainbow World Beneath the Red Sea, *National Geographic*, September 1975, **148(3)**, 344-365.

Paints, large sheet of white butcher paper for mural, sponges, colored construction paper, and glue.

Activity

Show the students the photos and discuss with them the text of the article. Have the students divide into two groups to paint one mural depicting the coral reef. One group can represent the plant life, the other will depict the animal life. Sponge paint the ocean water and coral reef as background on the white butcher paper.

Each group will then tear their plants or animals out of colored construction paper (adding other colors of construction paper to the surface to get the desired appearance of the plant or animal). By tearing the paper instead of using scissors, you will get an interesting “underwater” effect. Glue these onto the mural.

Questions

Why do we call this ecosystem an oasis in a desert? (You will notice that the water is very clear. Nutrients and thus plankton are not in great abundance. Food, therefore, is not abundant. This ecosystem has to be very efficient in its use and recycling of foods and nutrients. The diversity and beauty of coral reefs are a remarkable feat of nature’s design.)

What is a coral? [A coral polyp (individual animal) is a small anemone that secretes a limestone house around itself. Many coral polyps live

UNIT VI: MARINE ECOLOGY

Section A: Ecosystems

Grades K-6

*Questions
(continued)*



Brain coral.

together to make a colony, creating what we call a coral. The National *Geographic* article by Clark only shows soft corals, but you can see the individual polyps living together in colonies on pages 343 and 361 of the issue.]

Who eats coral? (Surprisingly few animals eat coral. Like the kelp forest, or even a land forest, the organisms that create the community structure are not heavily grazed upon. This is, of course, what one would expect since a creature's eating up its home would be a pretty dumb thing for it to do.)

Why do the anemone fish live with the anemone? (They are protected by living amongst the stinging tentacles and pay for their rent by bringing food to the anemone.)

How does the angler fish catch a meal? (It is camouflaged and uses a fishing lure to trick its victim.)

What does the shrimp do for the goby in their mutualistic relationship? (The shrimp excavates the hole while the fish stands guard as a seeing-eye dog.)

Describe the diversity of life on the reef by naming as many animals as you can that live there. (Sponges, corals, anemones, soft corals, clams, oysters, crabs, shrimp, sea cucumbers, starfish, feather stars, and a host of different kinds of fish.)

Do sharks live on coral reefs? (Yes.)

Why are scorpionfish, lionfish, and stonefish not afraid of divers? (They have poisonous spines.)

How does the triggerfish get its name? (It has a triggerlike spine which it can erect and use to anchor itself in a hole so that it can't be pulled out.)

If you lived on a coral reef, which animal would you be? Why? Who do you think would try to eat you? How would you avoid being eaten? (See the first lesson in this unit, "Forests in the Sea-The Kelp Bed Ecosystem.")

UNIT VI: MARINE ECOLOGY

Section A: Ecosystems

***Nature's nursery ground—
the salt marsh community***

Grades 4-6

Objective

The student will be able to understand the ecology of the salt marsh community.

Materials

S. W. Hitchcock. Can We Save Our Salt Marshes? *National Geographic*, June 1972, 141(6), 728-765. Film: *The Salt Marsh: A Question of Values*. Encyclopedia Britannica, 1975. (22 min. Color.)

Water colors and paper.

Activity

Show the students the photos and discuss the text with them. Show the film.

Have the students paint a picture of a salt marsh community including plants and animals.

Questions

What is the most important organism in the salt marsh? (Cord grass *Spartina*. This plant dominates the community, capturing sunlight and with abundant nutrients converting the solar energy into chemical energy useable by other organisms.)

Why is there only one type of plant found in abundance here? (The environment is harsh with its intrusions of fresh and salt water and exposure to heat and cold.)

What is the function of *Spartina* in the community, besides making food? (It provides a habitat for many organisms, a nursery ground for most east coast fish and shellfish, and protects communities inland from the devastating effects of hurricanes. On our west coast it also serves as a nursery ground.)

Are the plants heavily grazed upon by animals? (No. Like kelp, these plants provide a structure for the community and, if eaten, would result in collapse of the ecosystem.)

UNIT VI: MARINE ECOLOGY

Section A: Ecosystems

Grades 4-6

*Questions
(con timed)*

*How does the sun's energy captured by **the** plants then become available to animals? (Spartina only lives one year and, upon dying is digested by fungi and bacteria which break it down. This plant material, with the fungi and bacteria, are then eaten by crabs, snails, and worms. By the time these animals get it, it is partially digested and is called "detritus." These animals then are food for others and so on up the food web.)*

What animals from the estuary are important to humans? (Crabs, menhaden, oysters, clams, shrimp, worms.)

Do tides play an important part in the system? (Yes, they bring in fresh seawater and carry away water rich with organic material. They also cleanse and wash the marsh.)

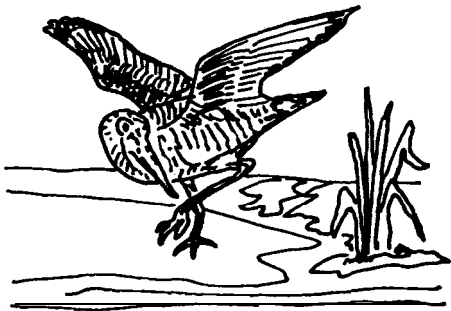
Do marshes remain forever? (No, they are constantly changing as a result of water movement and storms.)

How do birds depend on the estuary? (They feed and nest in the estuary.)

How do mussels help in the recycling of nutrients? (The organic material in the water is filtered out and digested by the mussel; the mussel then defecates, releasing nutrients to the mud which are then available for the plants, thus completing the cycle.)

How are marshes threatened by humans? (Housing, industry, and recreation, including the dredging and filling for marinas, are reducing these very valuable ecosystems.)

You must emphasize that the estuaries and marshes have a very high economic value to us (as they are undeveloped): as nursery grounds for economically important fish; as another community along the coast which houses particular types of organisms and very efficiently creates food for the benefit of all marine life, even those which don't live there;



UNIT VI: MARINE ECOLOGY

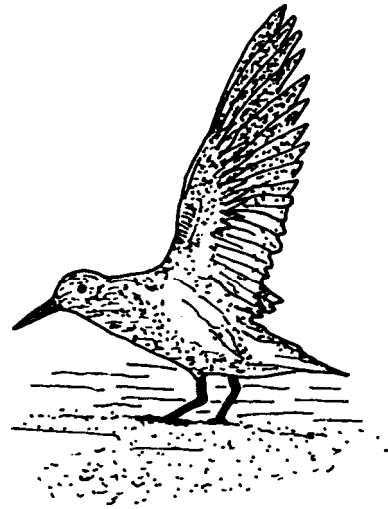
Section A: Ecosystems

Grades 4-6

*Questions
(continued)*

and as a site of limited recreation that will bring in tourists instead of driving them away, as would a marsh developed for industrial purposes. They are even useful as a limited sewage treatment center, because this community is used to high concentrations of organic material.

If you lived in a salt marsh, which organisms would you be? Why? Who would try to eat you? How would you avoid being eaten? (See the first lesson in this unit, "Forests in the Sea-The Kelp Bed Ecosystem.")



UNIT VI: MARINE ECOLOGY

Section A: Ecosystems

*If I lived between
the tides*

Grades K-6

Objective

The student will observe the major zones of animals that live between the tides along rocky coastlines and why those animals are distributed in the manner that we see them.

Material

Ecology of the Intertidal Zone by Christopher M. Dewees and Jon K. Hooper, Sea Grant Marine Advisory publication 2246, Cooperative Extension, University of California, January 1979.

Activity

The above cited material plus the following questions can be used by the teacher in a dialogue situation with the students on a field trip to the rocky shoreline. We will proceed from the upper zone to the lower zone of animals.

Spray Zone

As we look at the spray zone, we see that there is only one type of animal that is common. These are little snails called periwinkles.

Questions

How do these animals remain protected in this environment out of the sea? (Periwinkles have a strong shell, and when we turn over the shell, we see that the opening is protected with a tight trap door.)

What do periwinkles eat? (You notice there are few other animals living in this zone. But you will also notice that the rocks are of darker color than those higher up, away from the water. This dark color is due to microscopic plants living there, and it is these plants that the snails graze upon.)

Why are the periwinkles living so high out of the water in what seems to be an inhospitable area? (There are no competitors in this area because it is inhospitable and there are very few predators. These animals survive by being strong enough to withstand the environmental stress; and by being in this area, they do not have to worry about the biological factors such as predation and competition for space.)

Barnacle Zone

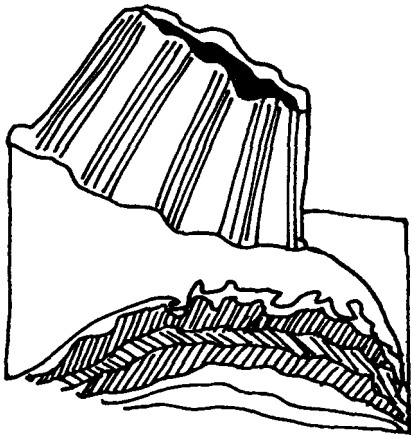
The barnacle zone is the zone along the coastline where the highest tides reach. This zone is dominated by relatively small barnacles that can withstand the sunlight and the drying effects of exposure to air.

Questions

How are barnacles protected? (Barnacles have a hard shell and an effective trap door. They are also firmly attached to the rocks.)

What do barnacles eat? (Because barnacles cannot move, they must depend on the water to carry food to them. To feed, barnacles open their trap doors, and extend delicate extensions to entrap plankton that is in the water. Barnacles are thus filter feeders.)

Why do barnacles live where they do? (Barnacles are limited in their upper regions by their need for water. They must have moving water to be able to both feed and to breathe. Thus the physical environment is the limitation. These barnacles do not live lower in the intertidal region because of competition with other animals. Some larger **barnacles** below can push them out and kill them, and a bed of mussels would, of course, overgrow them and smother them. Predatory starfish and snails are also a factor. Any barnacle that settles lower down in the intertidal zone will be eaten. Thus, they are limited in their lower distribution by biological factors.)



UNIT VI: MARINE ECOLOGY

Section A: Ecosystems

Grades K-6

Mussel Zone

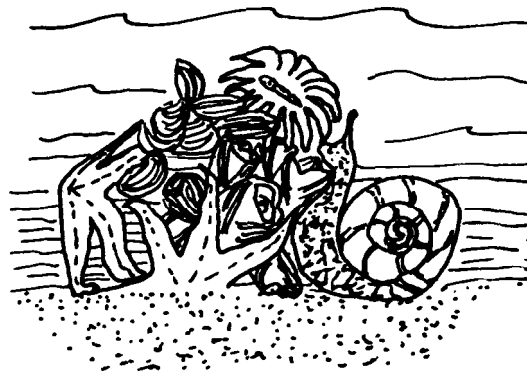
The mussel zone is the region that is exposed at low tides only. The zone is dominated by dense beds of mussels, which tenaciously grip the rocks and resist the force of battering waves.

Questions

How do mussels protect themselves? (Mussels have two shells. They are protected by the shells and live inside them. They are able to attach to the rocks through the use of very fine but strong threads, which hold the mussels to the rocks and prevent the waves from washing them away.)

What do mussels eat? (Mussels are like barnacles. They must have water passing over them to bring food. But instead of extending part of their body out to entrap the plankton, mussels allow the water to enter their bodies and then filter plankton from the water on their gills. This is an advantage because mussels are not exposing any delicate parts of their bodies to the environment outside.)

Why are they there? (In their upper limit of distribution, mussels are limited by their inability to tolerate the heat and drying effects of the sun. In the illustration below, the mussels are limited by predatory starfish. Again, we see that the physical environment limits the upper distribution of mussels and that biological factors limit the lower distribution.)



"Next time the tide goes out, one of us should try to find a new home."

UNIT VI: MARINE ECOLOGY

Section A: Ecosystems

Grades K-6

Algae Zone

The algae zone is a region of dense plant growth that is usually devoid of mussels and seldom exposed, except at the lowest tides.

Questions

How do algae survive there? (Algae are strongly attached to the rocks with a root-like structure called a holdfast. These plants attach to the bottom much like vines, that is, by strongly gripping the surface. They are usually not very tall; this is because of the strong wave action that would rip any large plant off the rocks.)

What do the plants need that enables them to survive here? (Plants need sunlight and nutrients, and both are in abundance in the wave-swept zone of most coastlines. This is a good environment for them because of the surf, which constantly brings new nutrients to the plants.)

Why are the algae in this zone? (The plants survive here because they are limited above by the environmental factors of exposure to air and below by the predators or the herbivores that graze on them. Below, along many parts of our coastline, dense beds of sea urchins denude the area in deeper water; but along the wave-swept rocks, algae thrive, because the urchins cannot hold onto the rocks.)

UNIT VI: MARINE ECOLOGY

Section A: Ecosystems

Grades K-6

*Ecology of the Intertidal Zone **

Where the sea and the land meet lies the intertidal zone, the area between the normal limits of high and low tide. Because it is a zone which is neither sea nor land and is subject to constant change, the intertidal is an ecologically unique environment.

The struggle for existence in the harsh environment of the intertidal zone is very keen, and nearly every square inch of space is occupied. To successfully compete for survival in what may be the earth's most densely populated area, organisms must be highly specialized and adapted to withstand exposure to both sea and air.

Adaptations to Life in the Intertidal Zone

Intertidal organisms must withstand the effects of tides, waves, and changes in salinity.

Tide

When the tide is out, intertidal organisms are exposed to the air. They must not dry out, and they must withstand air temperatures which vary from hot in summer to bitter cold in winter. Some organisms have adapted to prevent drying out in the following ways.

- Snails withdraw into their shells; some snails then secrete a mucus seal.
- Anemones gather in large masses to reduce the body surface area exposed to the air.
- Limpets fit themselves into small depressions they have ground in rocks.
- Seaweeds are protected by their vast numbers: the upper layers of

*This section was issued in furtherance of Cooperative Extension work, Acts of May 8 and June 30, 1914, in cooperation with the United States Department of Agriculture, James B. Kendrick, Jr., Director, Cooperative Extension, University of California.

The authors are Christopher M. Dewees, Extension Marine Resources Specialist, and Jon K. Hooper, Staff Research Associate, University of California, Davis. illustrations were adapted from materials of the Sea Grant Marine Advisory Program, Cooperative Extension, Oregon State University.

This is a Sea Grant Marine Advisory Publication, Leaflet 2246, revised January 1979.

UNIT VI: MARINE ECOLOGY

Section A: Ecosystems

Grades K-6

*Tide
(continued)*

seaweed shelter the lower layers so that only a few plants are sacrificed to protect the entire colony.

- Mussels close their shells tightly to retain water.

Waves

Whether on rocky shores or sandy beaches, intertidal plants and animals must survive the action of the waves. Intertidal organisms protect themselves from being smashed against rocks or cast up and stranded on beaches in the following ways.

- They fasten themselves securely to rocks. Abalones have strong, muscular feet; kelp have strong holdfasts.
- Animals hide from the waves by crawling under or between rocks or plants. Crabs crawl into crevices in rocks, and small animals hide in the holdfasts of kelp. Encrusting algae grow under rock ledges.
- They burrow into the sand.
- They have protective body structures. Mollusks have shells; kelps have strong, smooth blades (leaves); chitons have flat bodies.

Salinity

Intertidal organisms also must tolerate abrupt changes in salinity (saltiness). When the tide is out, they may be soaked in fresh water from rains-when the tide returns, they quickly return to a salt-water environment. Water in tidepools may evaporate, concentrating the salts and increasing the salinity. Organisms adapt to changes in salinity in two ways. They retain sea water inside their shell (mussels) or quickly adjust their internal salt balance (tide pool fishes).

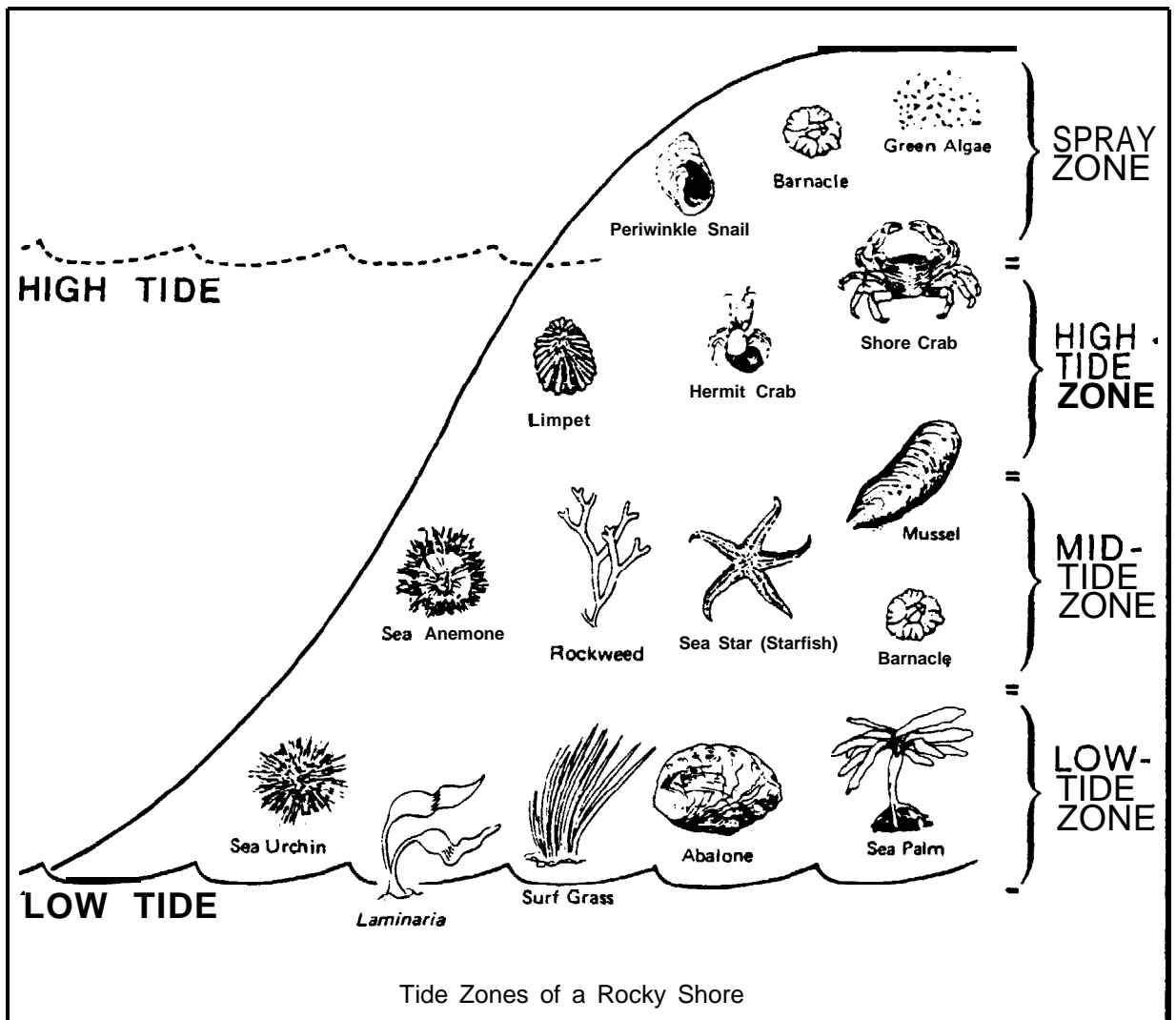
Zonation

The intertidal area can be divided into zones, based on the length of time of exposure to air. Zones often are identified by the plants and animals that live within them (see illustration).

UNIT VI: MARINE ECOLOGY

Section A: Ecosystems

Grades K-6



Zonation
(continued)

The spray zone is exposed to ocean spray but is covered completely only during the highest of high tides. The plants and animals (green algae, snails, rock lice) that live here need salt-water spray, but cannot live submerged in salt water.

The high-tide zone is out of the water most of the time; it is completely covered only during high tides. Plants and animals (barnacles, mussels, crabs, snails, and some seaweeds) that can withstand much exposure to air live here.

UNIT VI: MARINE ECOLOGY

Section A: Ecosystems

Grades K-6

Zonation
(continued)

The *mid-tide zone* is exposed to the air at least once a day and it supports a great variety of plants and animals (green-colored seaweeds, sea anemones, starfish).

The *low-tide zone* is exposed to the air only during the lowest tides. The plant and animal life (abalones, sea urchins, and red-colored seaweeds) found here are abundant and varied.

Suggested Activities

1. Find at least ten different intertidal organisms and identify how these organisms withstand the rigors **of** their environment as discussed in this section.
2. Observe the distribution of organisms in the different tide zones. Are some organisms found in several or all of the tide zones?

Glossary

- Chiton** A small mollusk enclosed in a shell of eight overlapping plates.
- Ecology Relationships between plants and animals and their environment.
- Environment All the things (conditions, circumstances, and influences) that surround and affect organisms.
- Holdfast** A tough, root-like structure used by large algae to attach themselves to rocks.
- Kelp Large, brown algae common in the lower intertidal zones.
- Organism Any living thing.

References

Abbott, I. A., and Dawson, E. Y. *How to Know the Seaweeds*. (2nd ed.). Dubuque, Iowa: William C. Brown, 1978.

———, and Hollenberg, G. J. *Marine Algae of California*. Stanford, California: Stanford University Press, 1976.

UNIT VI: MARINE ECOLOGY

Section A: Ecosystems

Grades K-6

**References
(continued)**

- Abbott, R. T. *Seashells of North America*. New York: Golden Press, 1968.
- Braun, E., and Brown, V. *Exploring Pacific Coast Tide Pools*. Healdsburg, California: Naturegraph, 1966.
- Dawson, E. Y. *Seashore Plants of Northern California*. Berkeley: University of California Press, 1966.
- . *Seashore Plants of Southern California*. Berkeley: University of California Press, 1966.
- Deweese, C. M., and Hooper, J. K. *Identifying Intertidal Plants and Animals. No. 2549*. Berkeley: Publications, Division of Agricultural Sciences, University of California, 1974.
- Gabil, M. P., and Rose, L. *Seashore Syllabus: A Guide to Intertidal Animals and Plants of Southern Santa Barbara County*. Santa Barbara, California: Santa Barbara Underseas Foundation and Santa Barbara Museum of Natural History, 1975.
- Hedgpeth, J. W. *Introduction to Seashore Life of the San Francisco Bay Region and the Coast of Northern California*. Berkeley: University of California Press, 1962.
- and Hinton, S. *Common Seashore Life of Southern California*. Healdsburg, California: Naturegraph, 1961.
- Hinton, S. *Seashore Life of Southern California*. Berkeley: University of California Press, 1966.
- Johnson, R. *Elementary Statistics*. Scituate, Massachusetts: Duxbury Press, 1973.
- Light, S. F. *Light's Manual: Intertidal Invertebrates of the Central California Coast*. Berkeley: University of California Press, 1975.
- Ricketts, E., and Calvin, J. *Between Pacific Tides*. (3rd ed., Rev. by J. Hedgpeth.) Stanford, California: Stanford University Press, 1962.
- Smith, G. M. *Marine Algae of the Monterey Peninsula*. Stanford, California: Stanford University Press, 1944.
- Tierney, R. J. *Exploring Tidal Life along the Pacific Coast*. Berkeley, California: Tidepool Associates, 1966.
- Zuwaylif, F. H. *General Applied Statistics*. Menlo Park, California: Addison Wesley Publishing Company, 1970.

The open sea

Grades K-6

Objective

The student will be able to discuss and depict the ecology of life in the open sea.

Material.9

Biological Oceanography, by Christopher M. Dewees and Jon K. Hooper, Sea Grant Marine Advisory Publication, LE 2255, Division of Agricultural Sciences, University of California, January 1979.

Willis Eugene Pequegnat. Whales, Plankton and Man. *Scientific American*, January 1958, **198(19)**, 84-86.

Diagram of "Dominant Marine Food Web" from J. D. Isaacs. Nature of Oceanic Life, *Scientific American*, September 1969, 221, 146-160.

Note: The above cited articles and accompanying illustrations are references for this lesson and also for the first three lessons from Section B, "Energetics."

Film: *Plankton*, Washington, D.C.: National Geographic Society, 1976. (12 min. Color.)

Crayons and paper.

Activity

Show the diagrams from the above three references and discuss the text relating to open sea life from *Biological Oceanography* and "Whales, Plankton and Man." Show film; draw a food chain, using arrows, to show who eats whom (or what), starting with the largest organism until you get to the smallest.

Questions

What is unique about this ecosystem? (There is no bottom. Life in the open sea must remain in a three-dimensional world with nothing to hide behind or rest on.)

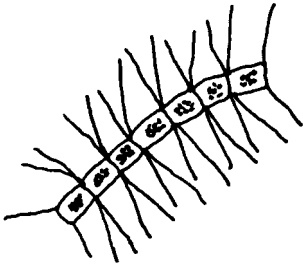
How do plants in this ecosystem differ from those of the kelp bed or salt marsh? (The plants are microscopic; they are the grass of the open sea. They are small so they will not sink down out of the surface zone where sunlight penetrates. Like dust, small particles don't sink as easily as large things.)

UNIT VI: MARINE ECOLOGY

Section A: Ecosystems

Grades K-6

*Questions
(continued)*



What eats these plants? (Tiny animals convert this plant food into animal tissue. One-celled animals, some of the ones whose skeletons form chalk, and others more complex like copepods, are herbivores.)

Then, who eats the small animals? (Larger animals eat them and in turn are eaten by others and so on. Some food chains are very long with many links, while others are short.)

What is a “short” food chain? (The giant filter feeding whales are at the end of one short food chain. The whales feed on shrimp-like creatures called “krill,” which are herbivores and prey on plant cells. This is a three-step food chain.)

What does “plankton” mean? (Plankton are the drifting animals and plants of the open sea; phytoplankton are the plants, and zooplankton are the drifting animals. Not all of these animals are small. Jellyfish are large but are still planktonic because they are primarily carried about by the currents.)

Is life in the open sea like a bowl of living soup? (No, as compared to coastal waters, the open sea is a desert. Life is not abundant. The cobalt blue water which is very clear attests to this fact. Even though there may be relatively great numbers of organisms, their biomass, or amount of living tissue, is not great.)

What do the plants need to live? (In the sea, sunlight and nutrients are most important. By nutrients, we mean nitrates and phosphates—the same chemicals plants on land need. The problem is that the waters quickly become depleted of these chemicals and then plants cannot grow.)

What happens to the nutrients when the plants die? (Some of them are released in the surface waters when bacteria digest the plants; these chemicals are immediately reused by other plants. But many of the organisms sink down to deeper waters and are then converted into nutrients.)

UNIT VI: MARINE ECOLOGY

Section A: Ecosystems

Grades K-6

*Questions
(continued)*

Why can't the plants use them there? (Sunlight does not penetrate into the deep sea and thus there are no plants to use the nutrients.)

Then how do the nutrients ever get back up to the surface? (In certain places in the sea, currents rise up from the deep bringing the nutrients up to sunlit waters. Here occurs an explosion of life as plants grow and become food for many animals.)

If you were small and lived in the open sea, would you have a heavy protective shell or beautiful coloration? (Neither; a heavy shell would require one to swim all the time to keep from sinking, and vivid colors would make you stand out. Instead, reduced shells and transparent bodies help many animals survive.)

*Based on the diagrams you have seen, think of a food chain involving big fish and little **fish**. (Phytoplankton, small zooplankton, large zooplankton, small fish, large fish, sea, and an orca-killer whale.)*

What would happen if bacteria and fungi did not exist? (All the waste material and dead animals and plants of the sea would eventually build up at the bottom of the sea and there would be no more nutrients available to plants. This link of regeneration in the cycle of matter in the sea is extremely important, even though it is not dramatic and cannot be seen.)

UNIT VI: MARINE ECOLOGY

Section A: Ecosystems

Grades K-6

***Biological
Oceanography****

Biological oceanography is the study of plant and animal life in the ocean. The ocean covers 70 percent of the earth's surface and is far different than the land environment we see every day. Although there is little variation in temperature, salinity, or chemical content of the ocean, marine plants and animals are very diverse.

Unlike most land plants, the majority of marine plants are microscopic in size. Instead of roots to anchor them to a particular location, these plants drift in the water, carried from place to place by ocean currents. Many marine animals, unlike land animals, are sessile (not able to move) during most of their lifespan.

The Food Web

All forms of life in the ocean are tied together in ***food chains*** (eating-eaten relationships). ***The food web*** is the total of all the food chains in the plant and animal communities.

The food chain starts at the "top" of the ocean where there is sufficient sunlight for photosynthesis. The plants, including the phytoplankton (microscopic plants), tap energy from the sun and nutrients (mainly carbon dioxide) from the sea to produce growth and oxygen. These plants are the basis for all animal life in the marine environment.

*This section was issued in furtherance of Cooperative Extension work, Acts of May 8 and June 30, 1914, in cooperation with the United States Department of Agriculture, James B. **Kendrick, Jr.**, Director, Cooperative Extension, University of California.

The authors are Christopher M. **Deweese**, **Extension** Marine Resources Specialist, and Jon K. Hooper, Staff Research Associate, University of California, Davis. Illustrations were adapted from materials of the Sea Grant Marine Advisory Program, Cooperative Extension, Oregon State University. The plankton illustrations were adapted from Newell and Newell (1963).

This is a Sea Grant Marine Advisory Publication, Leaflet 2255, revised January 1979.

UNIT VI: MARINE ECOLOGY

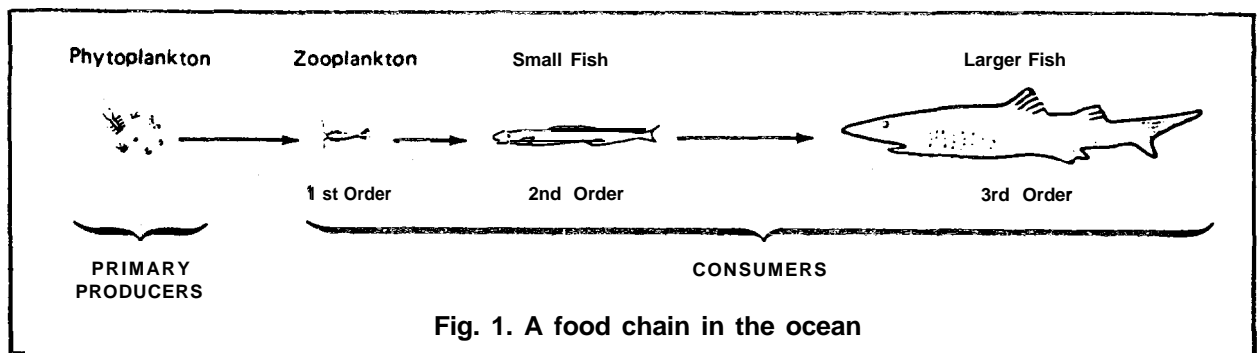
Section A: Ecosystems

Grades K-6

*The Food Web
(continued)*

Microscopic animals, called zooplankton, feed directly on the plant life. Small fish eat the zooplankton, then larger fish eat the small fish, and so on.

Plants are known as *primary producers* because they are the primary source of food in the food chain. Animals are *consumers* and are classified by orders. The more an animal depends on plants for its food supply, the lower the order to which that animal belongs (see Figure 1).



Since zooplankton feed directly on phytoplankton, they *are first-order consumers*. Other first-order consumers might include fish, mollusks, crustaceans, and even whales that sometimes feed directly on phytoplankton.

Second-order consumers, such as small fish, feed on first-order consumers. This order includes many fish and birds.

Large sharks are representative of *third-order consumers*. *These animals* feed on lower order and are in little danger of being eaten themselves.

Several animals fit into two or more categories of consumers. Birds, for example, may be first-, second-, or third-order consumers, depending on what they are eating.

Scavengers and *decomposers* (microscopic bacteria and fungi) play a special role in the food chain. They eat dead plant and animal material and release the nutrients from this dead material back into the water or onto the ocean floor. Other marine organisms use this nourishment for growth.

UNIT VI: MARINE ECOLOGY

Section A: Ecosystems

Grades K-6

*The Food Web
(continued)*

All organisms are linked in the food chain. The survival of the organisms at each step depends on the survival of the organisms in each of the previous steps. When one link of the chain weakens, the rest of the chain is affected. For example, the zooplankton depend on the phytoplankton to survive. If phytoplankton are scarce, few zooplankton can survive. If zooplankton are scarce, the small fish starve, and so on throughout the food chain.

Food Pyramid

A *food pyramid* shows the amount of plants and animals, or the total weight of living materials, at each step of the food chain. The primary producers-phytoplankton-are at the base. With each step up the pyramid, the order of consumers increases and the number of organisms and the total weight of living matter decreases. The decrease occurs because energy is lost when one organism eats another. The energy of the organism eaten is converted to the eater, but some energy is lost as heat in each conversion. Going up the pyramid, less and less energy is available to support living matter. An example of a food pyramid is shown in Figure 2.

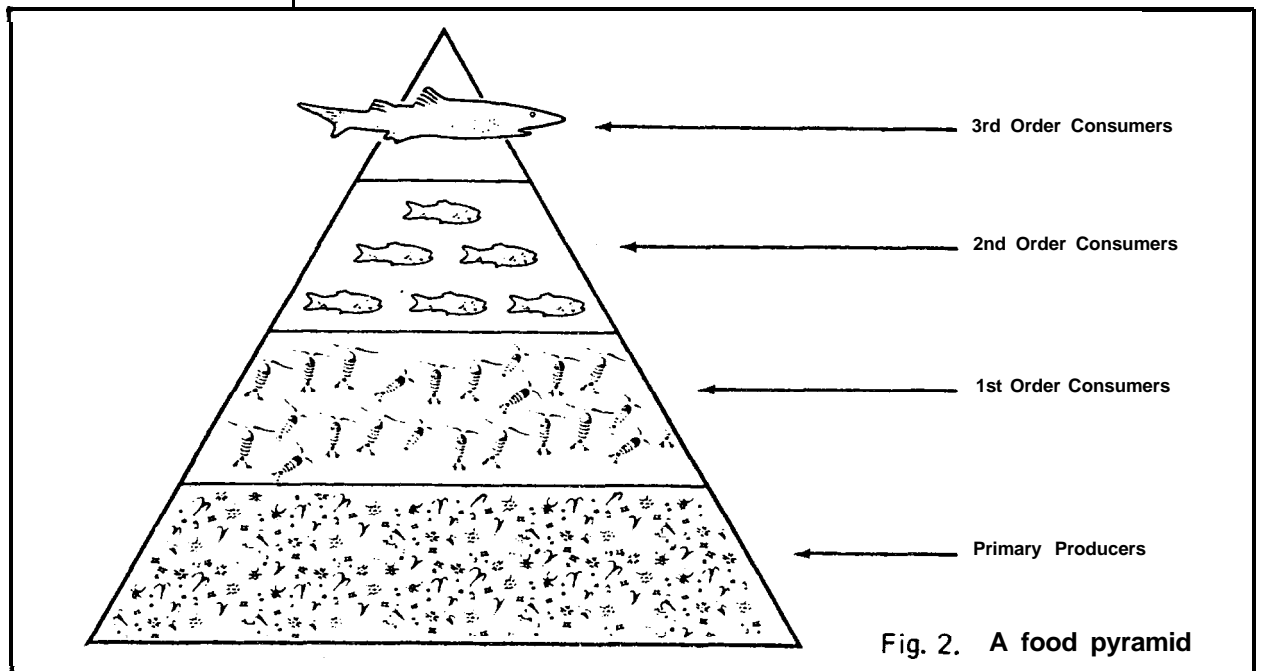


Fig. 2. A food pyramid

Ocean Ecology

What factors affect populations of ocean life along the California coast? The most important factors seem to be temperature, light, availability of nutrients, stratification, predation, and availability of food.

Warm temperatures speed the growth of marine organisms. Increased light increases photosynthesis, producing more plant material at the base of the food pyramid. An increased supply of nutrients leads to a tremendous increase in plant growth. In contrast, stratification (layering of the water) prevents extensive mixing of nutrients and slows plant growth. Layering occurs when the sun heats the surface water, preventing it from mixing with the colder, denser water below.

Phytoplankton growth is one example of how temperature, light, nutrients, and other factors affect ocean populations. Along the California coast, large phytoplankton populations (blooms) usually occur. The largest bloom occurs in the spring when strong northwest winds cause the upwelling of nutrient-rich bottom waters (see Figures 2 and 3). When these rich waters come in contact with the warmer temperature and increased light near the surface, plankton thrive.

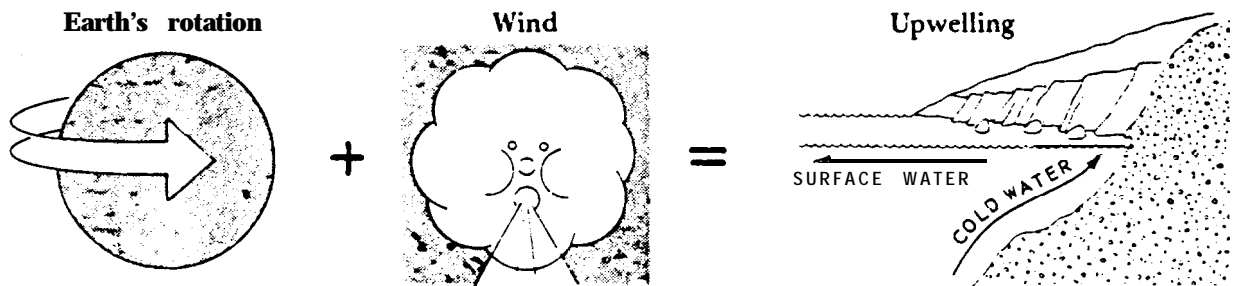


Fig. 3. Earth's rotation and northeast winds cause upwelling

We are all affected by plankton blooms. They can change the color of the ocean, often creating what are known as "red tides." During these blooms, mussels can be unsafe to eat because they consume large amounts of a plankton that is toxic to humans. Although blooms hamper skin and scuba divers (who want clear water), they may indicate good fishing. Our fishing industry would not exist without large amounts of phytoplankton to provide the base of the food pyramid.

UNIT VI: MARINE ECOLOGY

Section A: Ecosystems

Grades K-6



*Fig. 4
Upwelling along
the Pacific Coast*

*Ocean Ecology
(continued)*

Figure 4 is a National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) satellite infrared photograph of temperature changes and illustrates upwelling along the coasts of California, Oregon, and Washington. Light areas near the coast are areas of upwelling and cold water. Water may flow offshore to appear as fingers of cold water many miles to seaward.

Marine Life

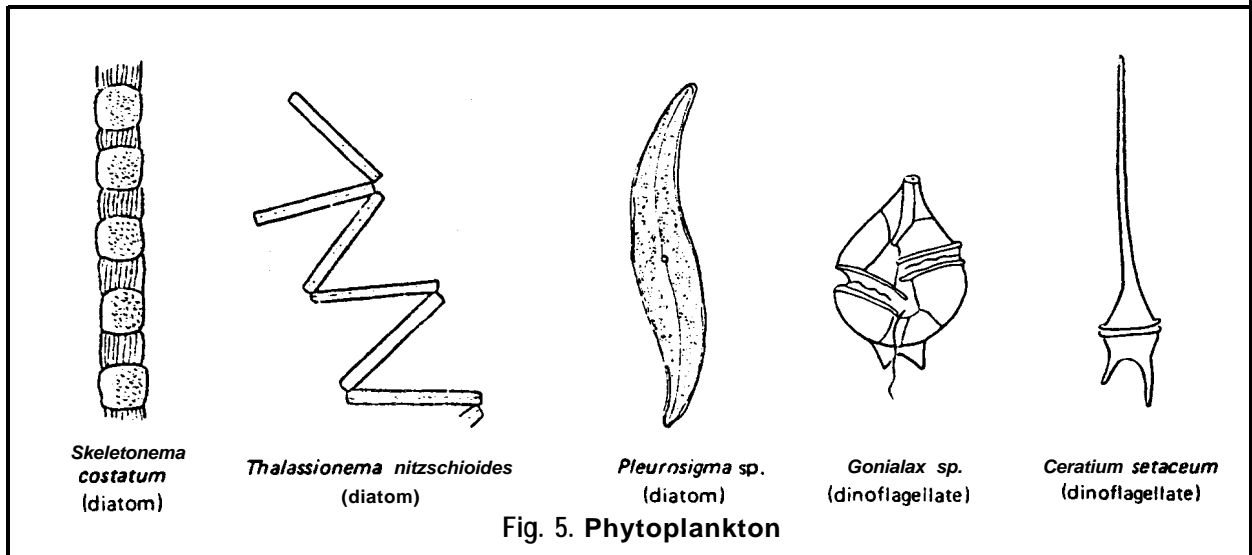
There are few flowering plants and no mosses or ferns in the **ocean**—most marine plants are algae. Some algae, such as kelp, have root-like structures called “holdfasts” that they use to attach themselves to rocks. Algae do not have real roots, so they obtain their nourishment directly from the water. They range in size from microscopic to the world’s tallest plant, the giant kelp.

Small marine algae are an important source of food for marine animals, such as zooplankton and fish. Some of the larger plants are eaten by abalone, limpets, and other seashore animals. The large, brown kelps

UNIT VI: MARINE ECOLOGY

Section A: Ecosystems

Grades K-6



Marine Life (con timed)

along the California coast are commercially important in the manufacture of such products as paint, beer, and ice cream. The kelps serve as a habitat for many species of fish (see Figure 5).

Marine animals also range in size from the microscopic zooplankton to the blue whale, the largest known animal. The animals, unlike marine plants, are incapable of photosynthesis and are mobile for some part of their life cycle.

In biological oceanography, marine animals are commonly divided into zooplankton, nekton, and benthos. In general, zooplankton are tiny animals that drift with the currents and have little control over their movements. Examples of this group are copepods, fish eggs, and larvae. The nekton are free-swimming animals, such as fish, squid, and mammals. The benthos include animals that are associated with the ocean floor, such as clams, worms, and crabs.

Marine animals feed in a variety of ways. Many filter the water, straining out plankton for food. These feeders include zooplankton (see Figure 6) and shellfish (such as oysters, clams, and mussels) as well as the largest sharks and some whales. Some marine animals, like the sea anemone, use poison to capture their prey. Others, such as starfish, walrus, stingrays, and octopi, use brute force to obtain food. There are fish that depend on their ability to swim fast to catch a meal. For example, tuna have a shape that enables them to swim easily and rapidly over large areas in search of food.

UNIT VI: MARINE ECOLOGY

Section A: Ecosystems

Grades K-6

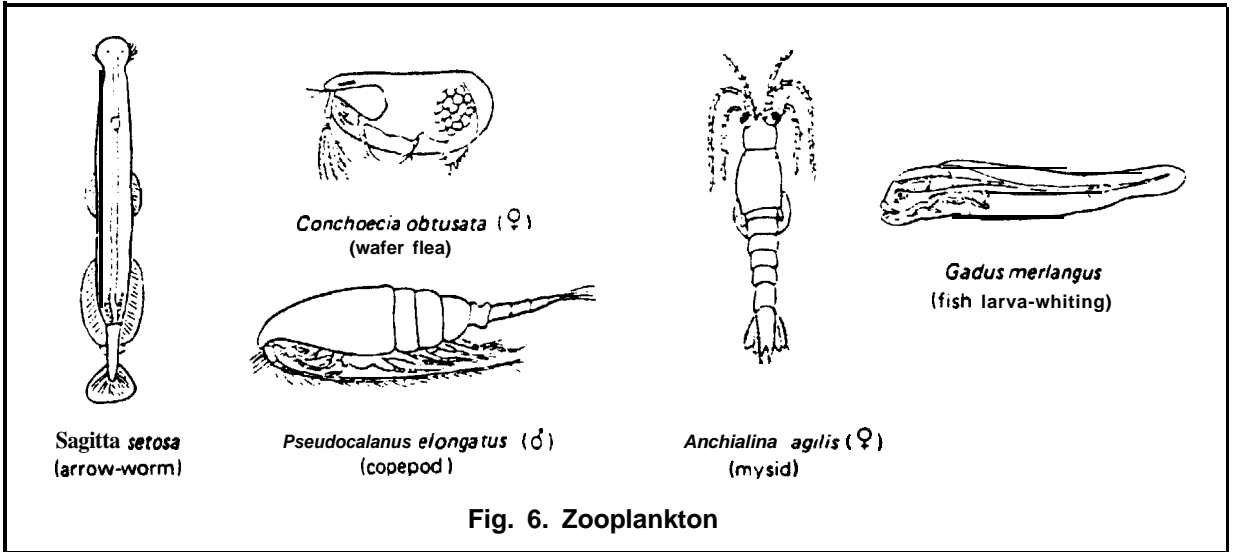


Fig. 6. Zooplankton

Glossary

Crustacean	A shellfish (such as crab, lobster, and shrimp) that has a hard external shell, jointed appendages, and internal gills.
Decomposer	An organism that recycles dead organisms and waste materials by breaking them down to a form that can be used by living plants and animals.
Ecology	Relationships between plants and animals and their environment.
Environment	All the things (conditions, circumstances, and influences) that surround and affect organisms.
Habitat	The region or type of environment in which an organism is found.
Mollusk	A soft-bodied invertebrate animal with a protective external or internal shell. Mollusks include clams, oysters, snails, and abalone.
Organism	Any living thing.
Photosynthesis	A process in which plants use carbon dioxide, water, inorganic salts, and energy from the sun to produce organic materials such as carbohydrates. A small amount of oxygen is a by-product of this process.

UNIT VI: MARINE ECOLOGY

Section A: Ecosystems

Grades K-6

Glossary
(continued)

Predation	Animals that capture and feed on other animals.
Prey	An animal that is hunted by another animal for food.
Scavenger	An animal that eats decaying matter or refuse.
Species	A population or group of distinct organisms that have some common characteristics and are reproductively isolated from other populations.

References

Curl, H. *Phytoplankton, Grass of the Sea*. Corvallis, Oregon: Oregon State University, Sea Grant Program, 1971.

Goldman, C. R. (Ed.). *Primary Productivity in Aquatic Environments*. Berkeley: University of California Press, 1966.

Hedgpeth, J. *Treatise on Marine Ecology and Paleoecology*. New York: Geological Society of America, 1963.

Newell, G. E., and Newell, R. C. *Marine Plankton-A Practical Guide*. London, England: Hutchison Educational, 1963.

Sverdrup, H. U., Johnson, M. W., and Fleming, R. H. *The Oceans*. New York: Prentice-Hall, Inc., 1942.

Smith, D. L. *A Guide to Coastal Marine Plankton with Emphasis on Monterey, Tomales and Bodega Bays of California*. Campbell, California: West Coast Plankton Studies, 1971.

Fitch, J. E., and Lavenberg, R. J. *Deep-water Fishes of California*. Berkeley: University of California Press, 1968.

Wyatt, B., and Dewees, C. M. *Upwelling in California Coastal Waters. No. 2939*. Berkeley: Publications, Division of Agricultural Sciences, University of California Press, 1976.

Food chains in the sea

Grades K-6

Objective

The student will recognize examples of the concept that energy is passed from plants to large animals through a series of steps or links in what is called a food chain.

Materials

Same as lesson, "The Open Sea," plus the chart, "General Plant and Animal Relationships in the Oceans," Technical Training Center, United States Naval Oceanographic Office, Suitland, Maryland 20390. (Note: This chart will be used in following lessons.)

Clay and clay tools.

Activities

Discuss the text and show the illustrations from the references indicated under Materials above. Have the students choose a particular plant or animal and model it in clay. Arrange a display when finished, placing the plants and animals in positions representing a typical food chain.

Compare coastline food webs to those of the open sea as shown in the "General Plant and Animal Relationships in the Oceans" chart. For the coastline (#1, 2, 3), notice that large algal plants are emphasized and that there is a great variety of shallow water animals. Remember that phytoplankton (#4) and zooplankton (#5) are still important. In contrast to the coastline, the open-sea producers are limited to phytoplankton (#4). In addition to plankton, there are other open-sea populations such as nekton (#6, 9, 10, and 11). It is important to point out that the really weird fish of the deep sea are seldom greater than one foot in length.

UNIT VI: MARINE ECOLOGY

Section B: Energetics

Grades K-6

Questions

What is the role of plants in the ecology of the sea? (Plants capture energy from the sun and convert it into food-that is, chemical energy-which is then available for animals.)

Are all plants in the sea small? [No, remember the kelp, *Macrocystes* and the cordgrass, *Spartina*, from the lessons on kelp forests and marshes in Section A of this unit, pages 16 and 20 respectively.]

What is the most important herbivore in the sea? (Copepods are tiny crustaceans that feed on phytoplankton.)

What might be a typical food chain in the open sea? [Diatoms and dinoflagellates (#4) may be consumed by foraminifera, radiolaria, and copepods (#5); the copepods may be eaten by arrow worms, euphausiids, and mysids (also #5). These, in turn, may be eaten by herring-like fishes (#6), which are then consumed by barracuda and tuna-like fishes (#6). These may be eaten by sharks and porpoises (#6). Young fish and some of the larger zooplankton may be eaten by lantern fish and silver hatchet fish (#9) which, in turn, may be eaten by deep sea anglers and stomiatoids (#9). Likewise, small zooplankton and small fish may be eaten by small deep water fish which, in turn, are eaten by larger deep water fish (#10). Here, in eternal night, finding a meal is not an opportunity to pass up; thus, some fish, like the pelican eel, can swallow fish even larger than itself. At the bottom lie scavengers and another series of links in a food chain that ultimately ends with an organic ooze rich in bacteria (#12).]

UNIT VI: MARINE ECOLOGY

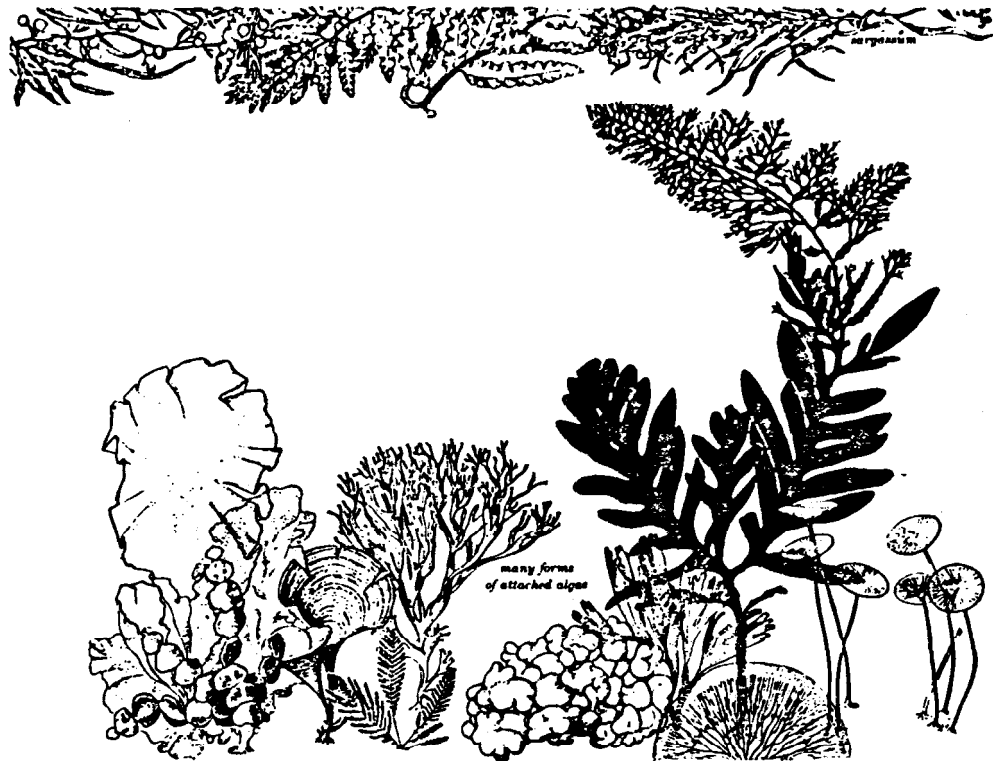
Section B: Energetics

Grades K-6

*General Plant and
Animal Relationships
in the Oceans**

1. Attached Algae and Phytoplankton

Coastal waters are populated by many forms of attached algae (ranging from microscopic cells to large kelp which may reach 80 meters in length). Great quantities of phytoplankton are also present. All are basic producers of food through photosynthesis.



*This chart was prepared by John H. Recknagel, Technical Training Center, United States Naval Oceanographic Office, Suitland, Maryland 20390.

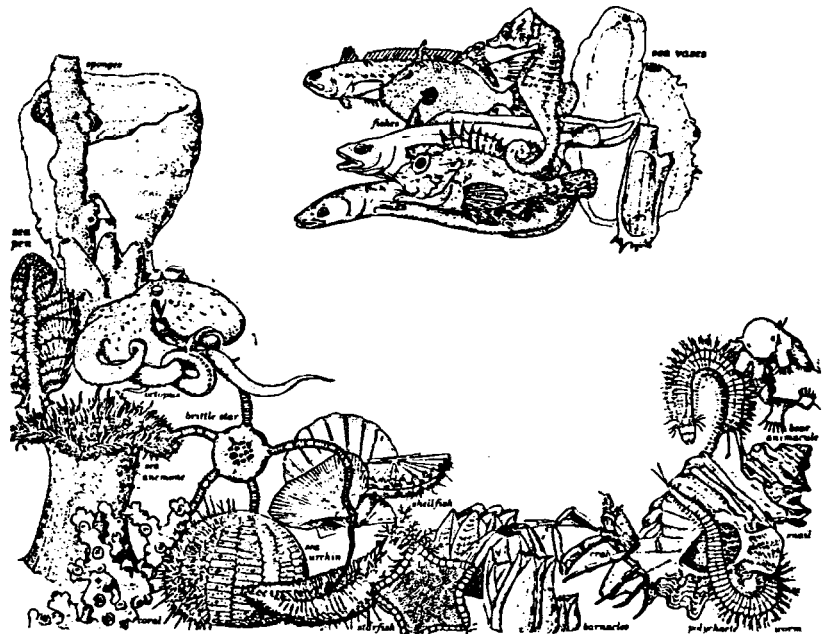
UNIT VI: MARINE ECOLOGY

Section B: Energetics

Grades K-6

2. Shallow Water Animals

A very large variety of animals adapted to a dynamic and changing environment and abundant food. They either eat plants, prey, or parasitize, the plant-eater or scavenge for dead remains. Great quantities of zooplankton are also present and used as food by plankton-eating animals.



3. Bacterial Action

Heterotrophic bacteria use waste products and dead material, assimilating them or breaking them down into progressively simpler organic compounds, and finally into carbon dioxide, water, and component elements in mineral form (some of these are classed as nutrients; they are fertilizing substances required for plant growth which, in turn, may be limited by the lack of any one of them).



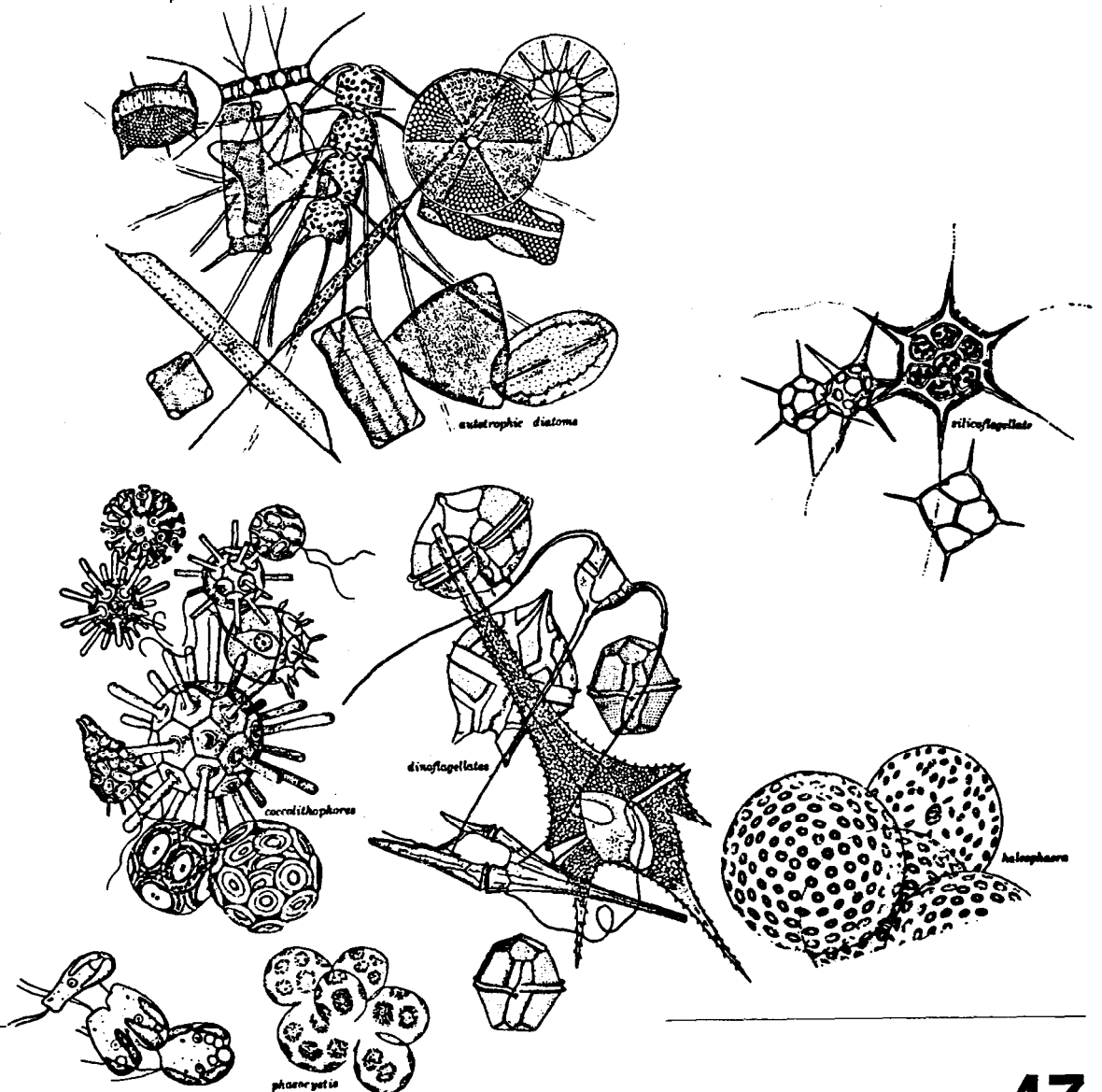
UNIT VI: MARINE ECOLOGY

Section B: Energetics

Grades K-6

4. Autotrophic Phytoplankton

Drifting plants of microscopic size are, through photosynthesis, the basic producers of food used by animals of the open sea and therefore are of utmost importance. They are mostly single-cell plants belonging to the yellow-green algae. Photosynthesis is the complex process by which only plants with chlorophyll synthesize carbohydrates from inorganic nutrients, carbon dioxide, and water with energy from sunlight.



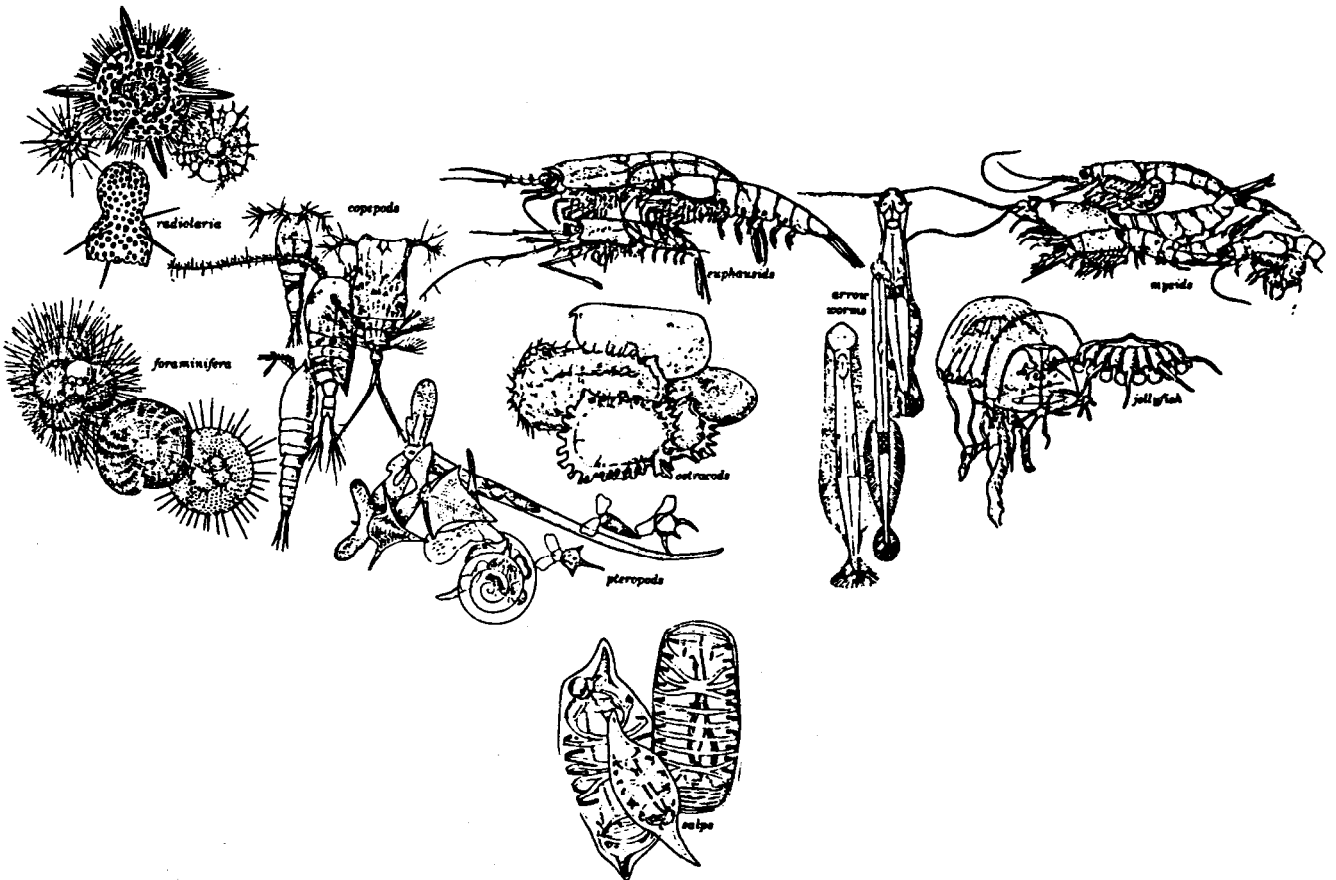
UNIT VI: MARINE ECOLOGY

Section B: Energetics

Grades K-6

5. Zooplankton

A drifting community of feebly swimming animals feeding on phytoplankton and being eaten, in turn, by the nekton. They thereby become vital "middle men" in the ocean food chain, by making the microscopic phytoplankton available to larger animals.



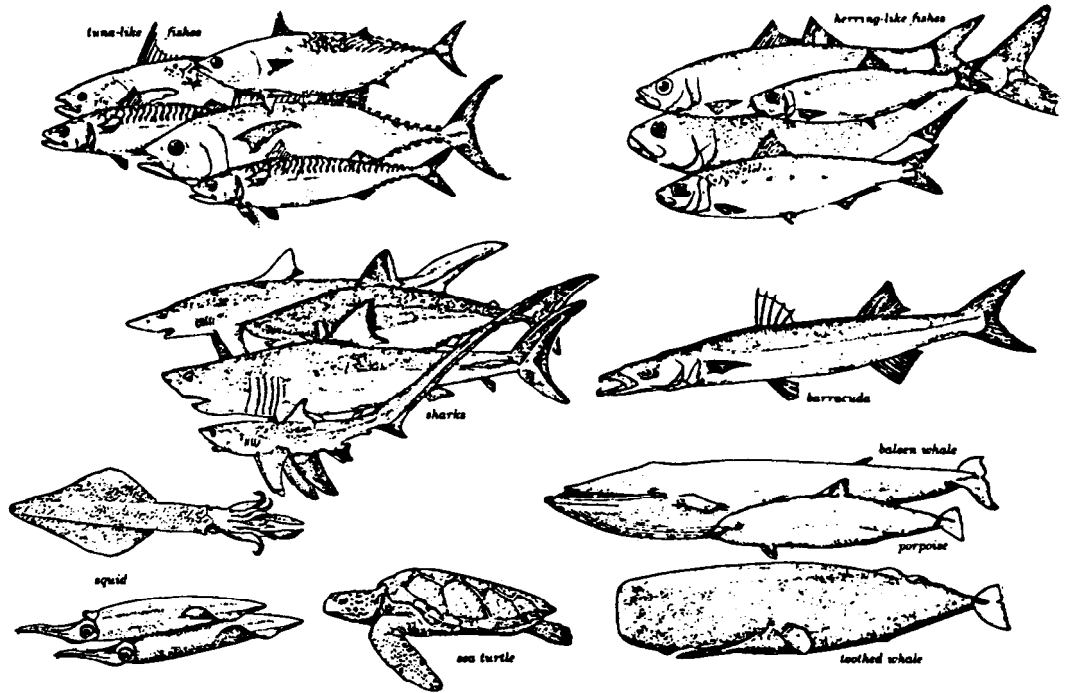
UNIT VI: MARINE ECOLOGY

Section B: Energetics

Grades K-6

6. Surface Nekton

Animals in the illuminated zone are relatively abundant. The nekton are the strong swimmers, as opposed to the passive, drifting plankton. Herring, sardines, and baleen whales eat zooplankton directly, while sharks, barracuda, dolphin fish, sperm whales, and squid prey on the plankton feeders. Others act as scavengers or parasites.



7. Heterotrophic Phytoplankton

These algae feed on the partly decomposed organic materials produced by bacterial action instead of depending on photosynthesis-thereby providing food for deep-living zooplankton. Several groups may be involved (biflagellated algal cells, coccolithophores, diatoms, etc.).



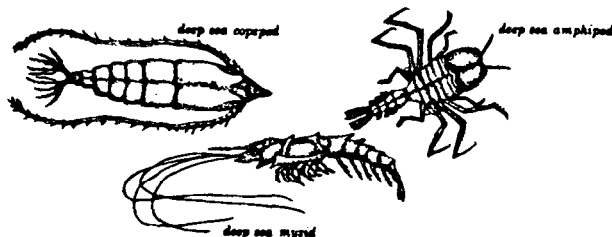
UNIT VI: MARINE' ECOLOGY

Section B: Energetics

Grades K-6

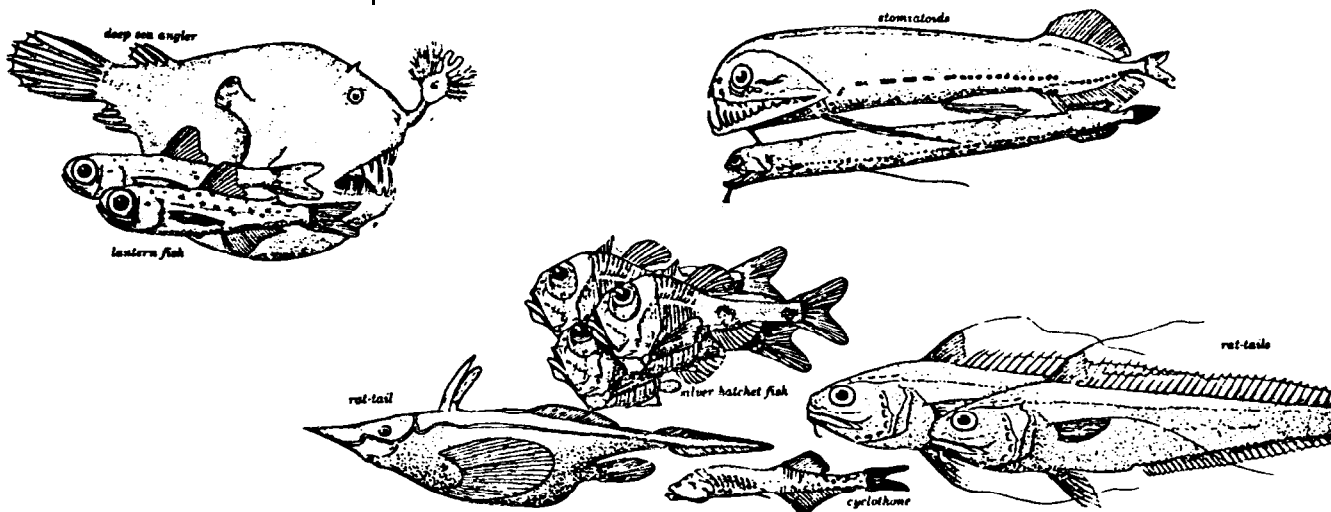
8. Deep Water Zooplankton

The populations of deep zooplankton feed on sinking organic particles, heterotrophic algae, and bacteria, thus providing food for mid-depth and bottom fauna.



9. Mid-Depth Nekton

This zone is roughly bounded by the illuminated zone above and by 4°C (-2000 M) below. Some of its inhabitants migrate upward at night where more food can be found.



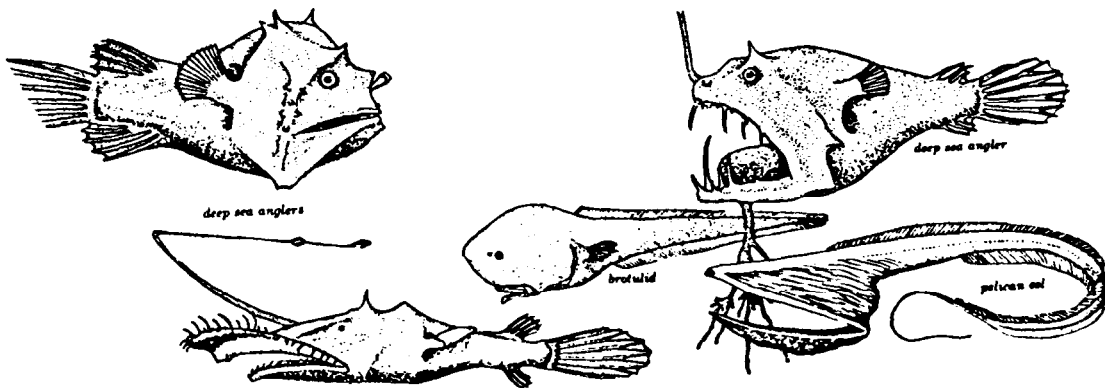
UNIT VI: MARINE ECOLOGY

Section B: Energetics

Grades K-6

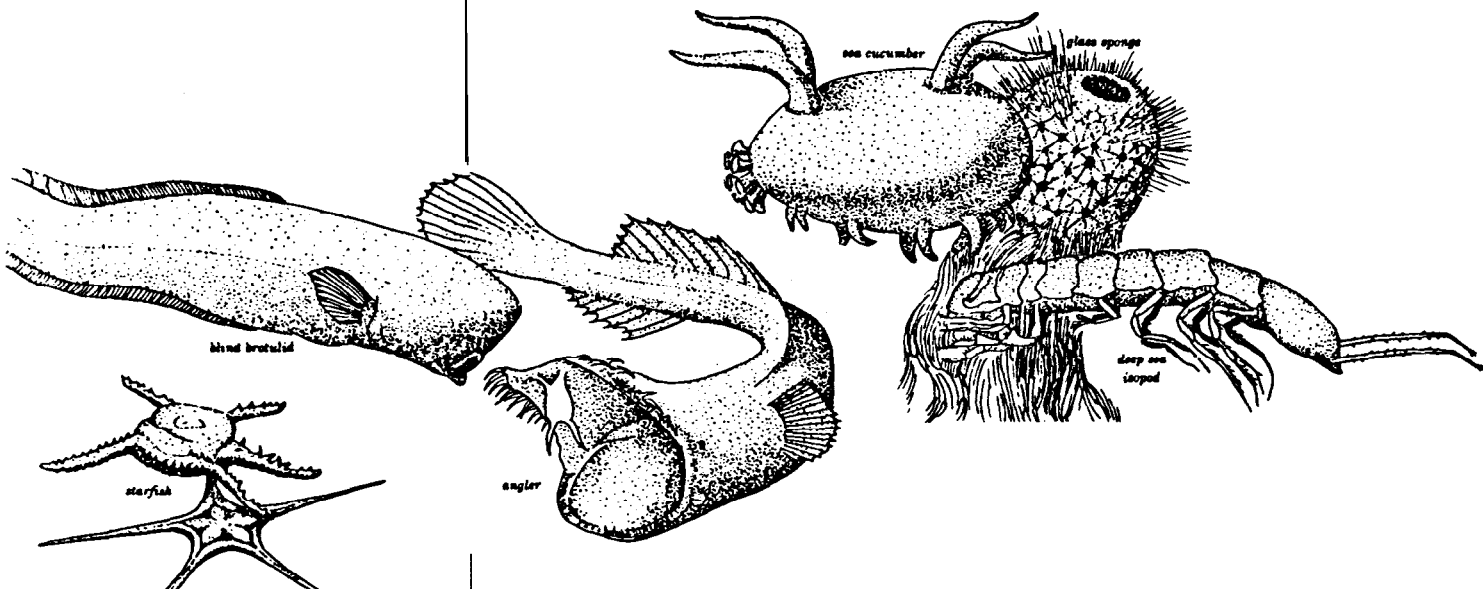
10. Deep Water Nekton

The inhabitants of the sparsely populated **abyssal depths** (>2000 M) are restricted to waters of about 4°C. These strange creatures are mostly scavengers and predators.



11. Abyssal Benthic Fauna

Inhabitants of the deep sea floor depend on sinking remains from life in the upper layers, searching the seafloor or filtering the water for food, or preying on those that do.



UNIT VI: MARINE ECOLOGY

Section B: Energetics

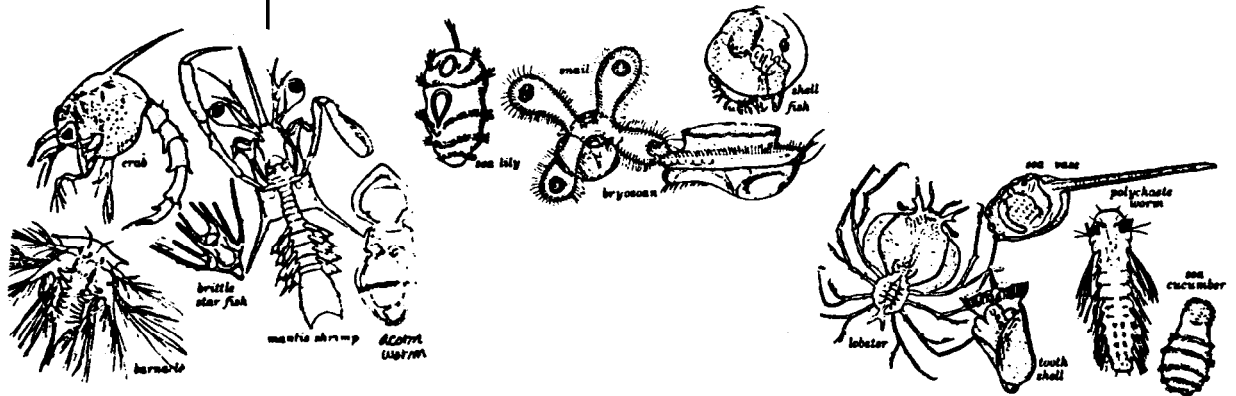
Grades K-6

12. Bacterial Action

Bacteria decompose organic remains in bottom muds. These bacteria, in turn, become food for mud-feeding sea floor inhabitants.

13. Meroplankton

Larval bottom fauna are temporarily zooplankton and return to the sea floor for their adult life.



14. Limiting Mineral Nutrients

Phosphate, nitrate, and silicate are compounds liberated as final products of complete bacterial decomposition and oxidation.

15. Vertical Water Movements

Bring deep sea nutrients released by bacteria back to the surface through convection, upwelling, or turbulence.

16. Water, Sulphate, Carbon Dioxide, Trace Elements

These substances are also required for plant growth but are usually present in **sufficient** amounts.

17. Heterotrophic Bacteria

These bacteria concentrate in zones of maximum available dead organic matter, upon which they feed and they, in turn, may **become** food for filter-feeding zooplankton.

18. Particulate Organic Matter

Metabolic by-products of plankton may coagulate into particulate matter which can be used as food by filter-feeders as it falls slowly through the ocean.

Food relations of the herring-a food web

Grades K-6

Objective

The student will be able to recognize that in most cases the term “food chain” is a gross simplification of feeding relationships in the sea. “Food web” is a more appropriate term.

Materials

Diagram on next page.
Paper, crayons, or paint.

Activity

Review the diagram identifying organisms and noting that each arrow comes from the prey and goes to the predator. Have the student draw a reasonable “copy” of the diagram and discuss the relationships, using the questions below as a guideline.

Questions

What is the initial source of food for this food web? (One-celled plants at the bottom of the diagram.)

If herring were part of a straight food chain, what would be the links? (Phytoplankton to copepod to herring. Note that this does happen, but it is not at all the whole story.)

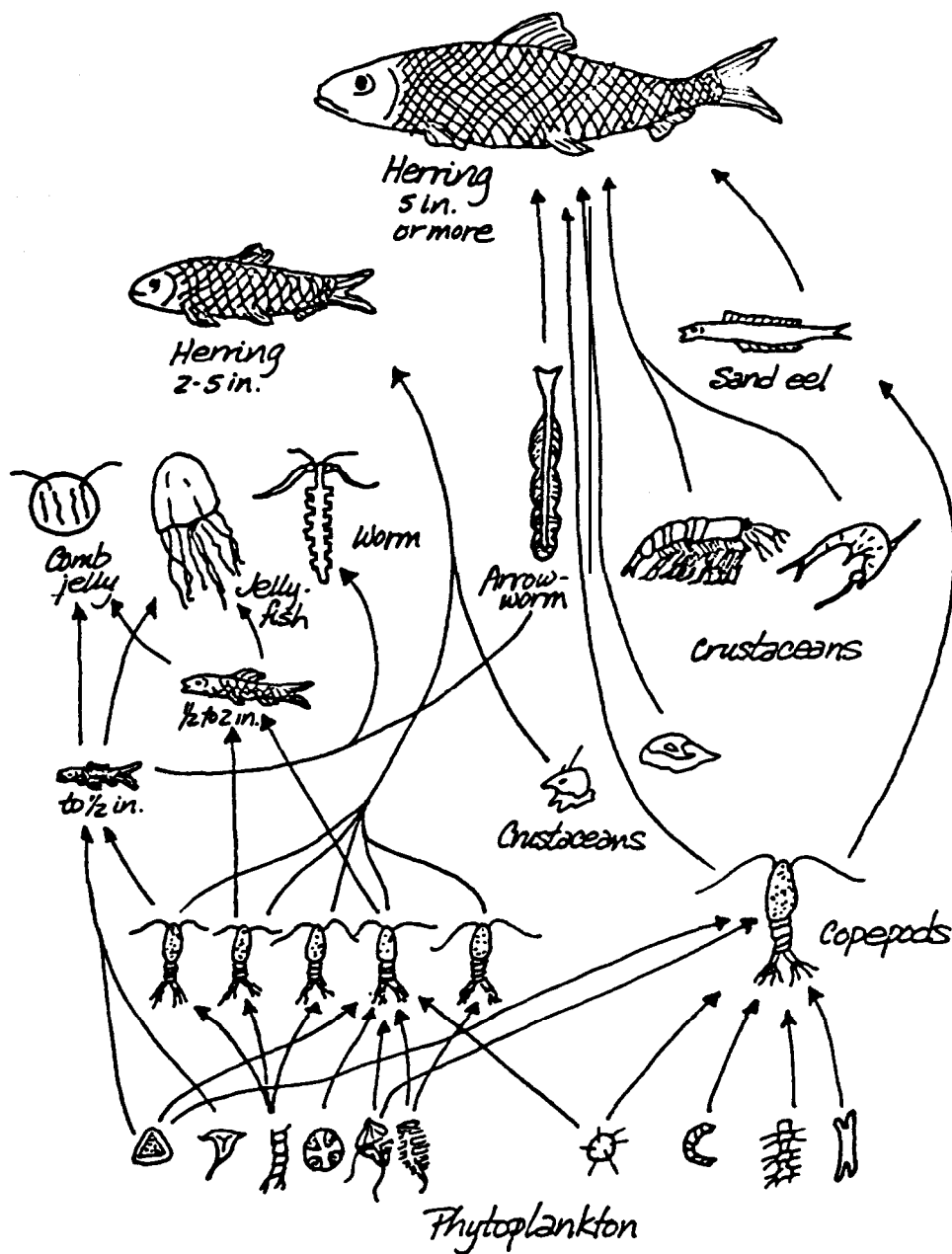
Why does a web describe the feeding relationships of herring best? (There are many linkages in the network of animals that provide food for herring. Notice that many different types of phytoplankton are grazed upon by many different types of copepods.) ***Could the herring be called an indirect cannibal?*** (In a sense, yes. Notice that the smallest herring is eaten by an arrow worm, which then serves as food for the adult herring.)

Is a cow that grazes on grass and is eaten by us part of a food web or food chain? (Even in this simple relationship, a web is appropriate since fish meal made of ground-up anchovies is an important supplement in the diet of cows.)

Think of other food webs in which we participate.

UNIT VI: MARINE ECOLOGY

Section B: Energetics



FOOD RELATIONS OF THE EUROPEAN HERRING

The pyramid of life

Grades 4-6

Objective

The student will be able to discuss the principle that food webs are not efficient in converting plant or animal tissue to that of a higher level. In other words, much food energy is lost as plants or animals are eaten and then become used for growth in animals which consume them.

Materials

Biological Oceanography, Sea Grant Marine Advisory Publication 2255, Division of Agricultural Sciences, University of California, January 1979.

Pequegnat, Willis Eugene. Whales, Plankton and Man. *Scientific American*, January 1958, 198 (19), 84-86.

Activity

Show the diagrams of the pyramid of life on the next page and discuss the text. Show the illustrations from the references indicated under Materials above.

Questions

What serves as the basis upon which all animals must depend for food? (Phytoplankton or large plants found along coastlines.) **Why is there less zooplankton than there was phytoplankton?** (Only a small fraction of what an animal consumes goes into growing new tissue. The rest is used in swimming, catching food, avoiding being eaten, and in reproduction. Body maintenance, reproduction, and other functions also contribute to this loss. As a result, only 10 to 20 percent of the food taken in is used to make new tissue.)

Why is this loss important to the ecology of the sea? (The losses that occur at each level in the pyramid limit the amount of animals in the level above. These limitations account for the relatively small populations of large fish in the sea.)

What does this mean to us? (If we expect to obtain food from the sea, such as delicacy fish like tuna, we will be severely limited by the

UNIT VI: MARINE ECOLOGY

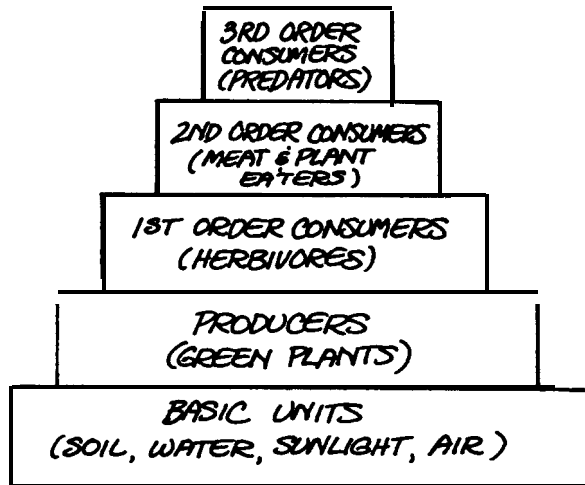
Section B: Energetics

Grades 4-6

*Questions
(continued)*

pyramid effect. Instead of seeking large fish, we would find more **protein** available if we looked further down on the food web.)

Are *there any animals that do this?* (The filter feeding baleen whales attain such sizes because they exploit food near the base of the pyramid. By eating krill, which are herbivores, and thus very abundant, whales avoid the losses of conversion by going near the source.)



Peanut ecology

Grades K-6

Objective

The student will recognize that energy passes from the sun to plants, to small animals, larger animals, and finally to predators. The student will see that by the time the predator (third-order consumer) gets the sun's original energy, it is much reduced. In other words, as one goes up the pyramid, more and more sun energy is lost.

Materials

Twenty plastic bags with 20 peanuts in each, seven empty plastic bags, pyramid diagram on the previous page, 20 signs saying "PRODUCERS: GREEN PLANTS," four signs saying "1st ORDER CONSUMERS: HERBIVORES," two signs saying "2nd ORDER CONSUMERS: MEAT & PLANT EATERS," and one sign saying "3rd ORDER CONSUMERS: PREDATORS." (These signs should be pinned one to each child or hung around their necks.)

Activity

Have 20 students act as "producers" or green plants. Pin the signs on them. Each of them is given a plastic bag with 20 peanuts in it, representing 20 units of energy. This energy comes from the soil, air, water, or sunlight.

Note: Total energy units available equals 400 units.

Each "plant" may eat five peanuts which represent the amount of energy the plant consumes for respiration and normal growth activity. The remaining 15 units of energy are stored in the roots, leaves, and stems.

Note: There are now 300 units of unused energy remaining.

Next, four students acting as first-order consumers (herbivores) feed on green plants to get their energy. Each one takes an empty plastic bag and collects 60 energy units (peanuts) from the green plants. Each one may collect from any or all the plants until he/she has 60. However, each green plant must retain three energy units for himself/herself. The three energy units each plant retains are used in the uneaten roots and

This activity was adapted from Humboldt County Schools, *The Green Box: Humanistic Environmental Education*. Eureka, California: Humboldt County Schools, Office of Environmental Education, 1975.

UNIT VI: MARINE ECOLOGY

Section B: **Energetics**

Grades K-6

***Activity
(continued)***

stems to produce new growth and eventually new energy for the herbivores.

Since herbivores require a lot of energy to get their food, each one may eat 30 units of energy. The 30 remaining units of energy are stored in the internal organs, bones, fat, and flesh.

Note: There are now 120 units of energy available.

Two students acting as second-order consumers (meat and plant eaters or omnivores) each collect 60 units of energy from any of the herbivores. In nature this could even mean a fight over a catch or the sharing of one. The hunt would use up 30 units of energy. Therefore each omnivore may now eat 30 peanuts storing the remaining units of energy as body tissue.

Note: There are 60 units of unused energy available.

One student acting as the predator (wolf, eagle, lion, etc.) collects all the remaining 60 energy units. If the hunt had been very strenuous, the predator may have required all 60 units of energy just for activity which would have left none for growth. This could result in a stunted animal or one who could not reproduce or would become ill from lack of resistance to disease. Perhaps the animal would hunt in a wider area that would include more water, air, sunlight, and soil to produce more energy units. Our predator is pretty healthy so only 30 units of energy is consumed (let student eat 30 peanuts) and the remaining are stored in the predator's body.

Note: There are only 30 units of energy remaining from the original 400.

UNIT VI: MARINE ECOLOGY

Section B: Energetics

Grades K-6

Questions

What would happen if one level of the pyramid were removed? (The balance would be destroyed.)

What does “interdependence” mean? (Each one depends on the other -they need each other and help each other.)

How are humans interdependent with different levels of this energy pyramid? (We feed on all of the levels. We plant, farm, and hunt to replenish and control overproduction of each.)

How does the use of insecticides affect the pyramid? (The phenomenon of bioconcentration of the insecticides is often observed. Please refer to the explanation on bioconcentration and pollution on page 10 of the introduction to this unit.)

In what way do ‘hunting seasons’ and similar laws that control our actions as a natural predator affect the pyramid? (They control the number of animals that are killed, thereby preserving enough for reproduction.)

Make up your own “energy” pyramid (web, graph, flow chart, etc.) showing people, trucks, trains, supermarkets, farms, cattle, pigs, orchards, etc. *How are they interdependent?*

Fish energy budget-pollution

Grades 4-6

Objective

The student will be able to discuss the uses to which food energy is put and what effects pollution can have on the growth, health, and reproduction of fish.

Materials

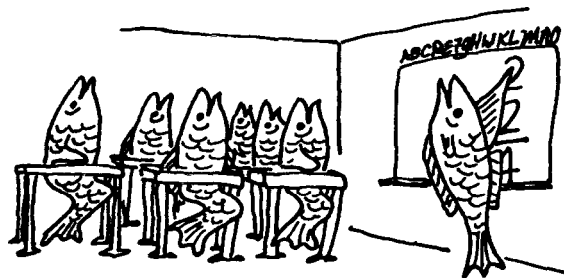
Cardboard and/or pencil and paper. The attached charts entitled, "An Example of a Fish Energy Budget" and "The Effects of Pollution."

Activity

The teacher will present the following situation to the class, either on the board or by papers distributed to the class.

The amount of energy taken in by a fish cannot all be directed towards growth. Most of the energy fish (or we humans) consume as food goes into maintaining oneself. Because of this, pollution can be very harmful to a population of animals, even though it does not kill the animals directly.

When considering the ecology of fish, we must take into consideration the economics of energy. Energy can be correlated with money in that the outflow of energy, or money, cannot exceed the income. Bad financial management results in loss of saving or capital and ultimate bankruptcy. For all living beings, a loss of stored reserves of energy (fat) is followed by death. Let's consider the inputs and outputs of energy in a fish and then the impact of pollution.



UNIT VI: MARINE ECOLOGY

Section B: Energetics

Grades 4-6

**Activity
(continued)**

Without very expensive, difficult, and time-consuming studies to prove that specific pollutants harm the health and survival of our fish, the only thing that one can say is that there is a correlation between the development of residences and industries, the release of pollutants, and the loss of our marine life. This situation is exactly what has happened in the waters of many of our cities. Environmental insults have taken place slowly and without particular notice, but along with this there is a quiet loss of life in these polluted waters. We must not allow chemicals that are known or suspected to be harmful to enter the environment.

Questions

In what activity did the fish use the greatest amount of energy? (Swimming.) ***What percentage of the total energy was it?*** (Seventy-two percent.) ***What would happen if the fish had to use more than the input?*** (It would have less energy to use in other actions, such as body maintenance, health, defense and repair, and reproduction.) ***How did pollution affect the fish?*** (Please refer to the chart on “The Effects of Pollution,” items 2 to 5.) ***Could human beings be affected in similar ways?*** (Yes. Please refer to item 3 of chart on “The Effects of Pollution.” Students should be encouraged to give other ideas and/or to do research on this question.) ***How would this affect our lives?*** (Both the quantity and quality of our fish would deteriorate with general pollution, and there would be less variety of species available as some species are lost. We could be harmed by the bioconcentration of specific pollutants in the fish as well, such as mercury, lead, the insecticide DDT, the microscopic dinoflagellates of the red tide phenomenon that cause Paralytic Shellfish Poisoning, etc.)

UNIT VI: MARINE ECOLOGY

Section B: **Energetics**

Grades 4-6

An Example of a Fish Energy Budget

At the beginning of one year, our fish weighed ten pounds.

Energy Input	100 lbs. shrimp. (Food for our 10 lb. fish)	<u>100 lbs.</u>
--------------	---	-----------------

Energy Losses	72 percent <i>swimming</i> . (Swimming energy is used for catching food, avoiding predators, and daily migration from home to feeding grounds and back.)	72 lbs.
---------------	---	---------

	10 percent <i>body maintenance</i> . (Body maintenance includes energy for digesting food, maintaining a functioning nervous system, and basic requirements to keep a resting animal alive.)	10 lbs.
--	---	---------

	5 percent <i>health defense and repair</i> . (This use of energy includes the losses to parasites, combating disease, and healing from abrasion and infections.)	5 lbs.
--	---	--------

	10 percent <i>reproduction</i> . (Energy for reproduction may go towards building a nest, production of sperm and eggs, fighting for a mate, and production of young.)	<u>10 lbs.</u>
--	--	----------------

	Total Energy Loss	97 lbs.
--	-------------------	---------

	Energy Input	100 lbs.
--	--------------	----------

	Energy Output	97 lbs.
--	---------------	---------

	Energy Left Over for Growth	3 lbs.
--	-----------------------------	--------

Thus, the fish grew from 10 to 13 pounds during the year of our study.

UNIT VI: MARINE ECOLOGY

Section B: Energetics

Grades 4-6

The Effects of Pollution

	With Pollution	Without Pollution
1. Pollution is not harmful enough to kill the fish.		
2. Pollution makes the environment less healthy, requiring the fish to spend an additional two percent of its energy for <i>body maintenance</i> .	12%	10%
3. Because of the unhealthy environment, the fish must spend an additional two percent of its energy for <i>health defense and repair</i> to fight the diseases to which it is now more susceptible. (This is also happening to human beings in cities today.)	7 %	5%
4. Pollution is also affecting prey species. The prey are not as healthy and not reproducing effectively, resulting in less food for our fish. This requires a greater expenditure of energy to get enough food for survival. The fish must now expend an additional five percent of its energy for <i>swimming</i> .	77%	72%
5. Because of the above losses, <i>reproduction</i> cannot continue at its past rate without an energy deficit. Consequently, the fish must reduce its reproductive energy requirement to three percent.	3%	10%
6. The economics show that fish will stay alive in the polluted environment, but that it can grow only one pound during that year. But more importantly, it had to reduce its reproductive capacity from 10 to 3 percent. This means that slowly there will be fewer and fewer fish. As we see the decline in numbers, we will probably see that fish have more diseases and appear less healthy. To the casual observer, there will be no dramatic fish kills, only a gradual and silent loss of the species.		
Net Result:		1 lb. for growth

UNIT VI: MARINE ECOLOGY

Section C: Nutrient Cycles

***Carbon and oxygen cycles:
A terrarium experiment***

Grades K-6

Objective

The student will observe that a closed system can maintain itself indefinitely through recycling.

Materials

An aquarium or large jar, some indoor plants, soil, water, and a lid.

Activity

Create a little garden, water it, cover it, and watch it over the period of a semester. The class can keep a chart upon which they record significant observations and their dates of occurrence, such as the appearance of new leaves, the insects observed, the death of leaves, etc. Note: this terrarium can be used in the lesson entitled, “The Earth is a Terrarium” in Section E of this unit.

Questions

What do plants need to grow? [water, carbon dioxide (CO₂), nutrients, and sunlight.]

Which of the above cannot be recycled? (Sunlight-energy.)

If the plants continue to grow, what must be happening? (The ingredients above must be recycled.)

Does water appear to be recycling? (Yes, notice the condensation on the sides of the glass. This is like the evaporation and condensation of water vapor in our atmosphere. In fact, this container is like a miniature earth. It is isolated, it receives energy from outside-and inside, what it has is all it will get.)

UNIT VI: MARINE ECOLOGY

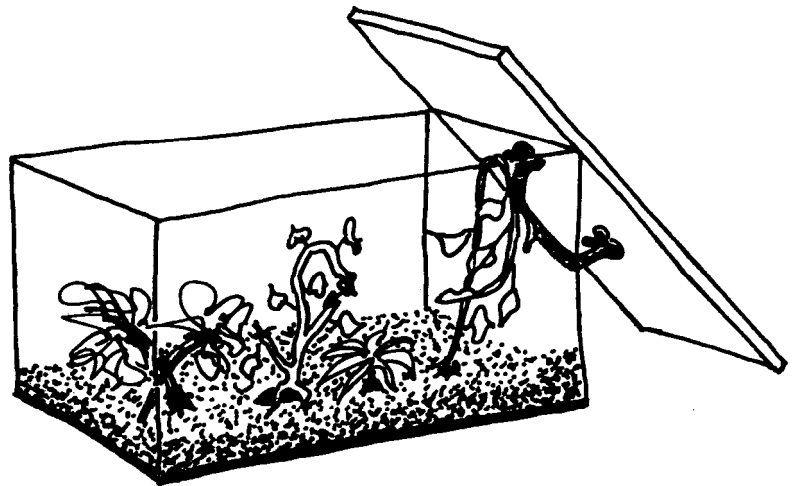
Section C: Nutrient Cycles

Grades K-6

*Questions
(continued)*

Are *gasses* recycling? (Yes. Although we cannot see it, the plant is taking in carbon dioxide and releasing oxygen during the day. At night the plants are acting like we do: breathing in oxygen, breaking down the food made during the day, and exhaling carbon dioxide.)

What about *nutrients*? (If the terrarium is kept long enough, some plants will die, be broken down by bacteria, and provide new raw materials-nutrients-for other plants.)



Nature's clean-up crew

Grades K-6

Objective

The student will observe that in nature there is no waste.

Materials

Collect the waste from people's lunches and find a safe and isolated place where the sun does not shine directly. Put all this garbage down, leave it open to the air (flies) and watch it decay over a period of weeks.

Activity

Observe and record the growth of mold, fungi, maggots, and other kinds of critters.

Questions

Is this garbage waste? (It depends on how you look at it. If you were one of those critters, you would say it was a fantastic meal; one critter's waste is another's food.)

What will happen to all that garbage eventually? (The bugs will eat it and what is left will ultimately turn into dirt.)

Will the dirt be good for anything? (The dirt will be enriched by this fertilizer and be a better place for plants to grow.)

What does "from dust to dust" mean? (The cycle of life from the point of view of nutrients.)

How does all this relate to the sea? (The same basic processes operating on land apply to the sea. Plants and animals and bacteria and fungi are involved in the same cycling of materials. Remember energy is a one-way trip; it is not recycled as are chemicals and nutrients.)

Do we ever eat mold? (Yes, cheese is manufactured by mold, and if you closely look at blue cheese or roquefort, the color is due to the mold.)



Recycling *in the sea*

Grades K-6

Objective

The student will recognize that nutrients are not lost to the system as they are carried through food webs, as is the case with energy. Instead, nutrients are cycled again and again.

Materials

“General Plant and Animal Relationships in the Oceans,” Technical Training Center, United States Navy Oceanographic Office, Suitland, Maryland 20390.

Activity

Show the chart emphasizing the following steps: plants (#1 and #4), bacterial action (#3 and #12), and recycling (#14, #15 and #16). Discuss how these nutrients are carried through the system to produce energy.

Questions

Why do we use fertilizer in our gardens? (Fertilizer is the waste from animals such as cows. Fertilizer is good for plants because it contains the nutrients originally used by the plants the cows ate. The cow has digested the plants and converted the nutrient into a form that can eventually be used by the plants. This type of fertilization is really recycling.) **How does this apply to the sea?** (Like animals on land, fish and other marine animals are dependent on plants for food. Their dead bodies and waste products contain those same nutrients originally used by plants. After bacterial breakdown, the nutrients can then be used by plants to begin a new cycle.) **How does this apply to sewage?** (When we dump sewage into the sea, we are fertilizing it. The problem is too much fertilizer in one place is not good and may even kill many forms of life. We should use sewage carefully as fertilizer instead of allowing it to be pollution.)

Interdependence

Grades K-6

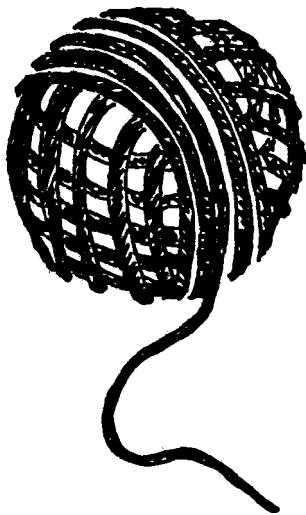
Objective

The student will learn that everything on earth lives in a mutualistic relationship with other living things-this even applies to us.

Materials

Ball of yarn or string, piece of 6” by 12” paper, a pen for each student, and a marking pen.

Activity 1



Have class sit in a large circle on the floor. Each student will represent his/her parent’s occupation. (Don’t have any duplicates-let them choose an occupation no one else has, such as farmer, grocery store owner, truck driver, doctor, etc.) Go around the circle and have each child announce his/her “occupation.” Each one may wear a sign with the occupation written on it to help them remember each job.

One student begins by announcing his/her job and tossing the ball of yarn to another student who represents a job upon which the first student’s occupation depends, or vice-versa. The **first** student must explain the interdependence of the two occupations.

As each student receives the ball of yarn, he/she wraps it around his/her wrist, chooses another student, states the relationship between the two occupations, and tosses the yarn to the other student.

Anyone can challenge the validity of the relationship, and everyone must discuss it until they reach an agreement.

There is no limit to the number of times the ball can be tossed to any one person. (There is a good chance here to show the variety of interdependent relationships that exist .)

Questions

What does interdependence mean to you? (Let the student give personal reactions .)

UNIT VI: MARINE ECOLOGY

Section D: Living Together

Grades K-6

**Questions
(continued)**



*When spider webs
unite, they can halt
a lion.*

ETHIOPIAN PROVERB

Activity 2

Let's suppose one of the major occupations (or businesses) ceases to operate due to a catastrophe (storm, fire, increasing prices, strike, etc.). Have one student representing such a job, remove the yarn from his/her wrist, and lay it on the floor. Everyone else who is affected by this must also remove the yarn.

Questions

What is happening to the community? What can be done to cure this problem? Can this occupation or business be repaired? How long will it take? What can be done in the meantime? Can another dependency be built into the system to replace the lost one? (Welfare, insurance, etc.) How long will this one last? Is it as good as the original? Why or why not?

How are we in a 'School community' interdependent? (Let students name occupations within the school system including themselves and discuss the interdependence.)

What about the animal world? The marine world? (This discussion can grow according to the class's ability and interests.)

Web of life

Grades K-6

Objective

The student will be able to describe the interrelationships of the various organisms with their environment.

Materials

Long piece of butcher paper for mural, paste, pictures (old magazines), pencil, and paper.

Activity

Ask the students to select their own favorite marine organisms. (If duplicates occur, distinguish by labeling male, female, old, and young.) The students **will** next independently collect as much information about their choices as possible. Photographs or drawings can be helpful, especially those showing the animals in their natural environments.

Have the students create a mural of the marine environment. Add beaches, coral reefs, islands, continental boundaries, etc. When the mural is finished, the students can add (glue) their animals in the appropriate areas (habitats). Each student may share information about his/her organism orally with the class. When all animals are in place, discuss the interdependence among them.

Questions

Where does your animal live? Why does it live there? Who are its predators? Who does it prey upon? Where does it sleep? Eat? Does it migrate?

What happens if we remove a link in the ecosystem? (Other links are also affected.) ***How long can these losses continue?*** (This depends on the health of the environment and/or the animals, their distribution and abundance, adaptability, etc.) ***Does lack of diversity reduce the ecosystem's stability? (Yes.) What can we do to reduce this risk?*** (Try to control known or suspected pollutants in the environment. Try to protect species endangered by human activity. In general, conduct scientific research and policy studies on these issues.)

Animals and plants living together

Grades K-3

Grades 4-6

Objective

The student will be able to observe the interrelationships of plants and animals.

The student will be able to discuss the interrelationship of plants and animals.

Materials

Outdoor area to observe plants and animals.

Paper and pencil and outdoor area in which to observe plants and animals.

Activity

Take the students on a tour of the school grounds to get a closer look at what they see. Notice that where vegetation is sparse, there are few insects, animals, and seeds present. Then take them to a place where vegetation is more lush. Ask the students to name or describe all of the plants and animals they observe. Look closely for the tiny insects and seeds.

Have each student go to the schoolyard and mark off two one-foot square areas. (One area should be on the asphalt itself or an area of sparse vegetation. The second area should be where there is an abundance of plants.) Have the students record all the plants, insects, animals, seeds, trees, etc., they find in each area. Return to the class and compare observations.

Questions

What differences did you notice between the first area and the second? (More vegetation and more life.)

Why were there less animals where there was less vegetation? (Because there was less food for them to eat, fewer places to hide from predators and to look for mates.)

Which area had the greatest number of animals? (Where there is an abundance of plants.)

What might have caused these differences? (Differences in soil, water, people treading on plants.) How could you use this information to improve an area? (By food, protection, and homes.)

UNIT VI: MARINE ECOLOGY

Section D: Living Together

Grades K-3

Grades 4-6

*Questions
(continued)*

How do the plants help the animals survive? (They provide food and a habitat.)

How do the animals help the plants? (Some burrow through the soil and aerate it; in the process of eating, they break down the dead organic matter and return it to the soil for use by the plant. When they die, they decay and become fertilizer. They sometimes transport pollen and seed to new areas to grow.)

What other factors in nature help the plants and animals? (Water, soil, and sun.)

How does this also occur in the ocean? (Let students give examples.)

How do the animals help the plants? (Some burrow through the soil and aerate it; in the process of eating, they break down the dead organic matter and return it to the soil for use by the plant. When they die themselves, they decay and become fertilizer. They sometimes transport pollen and seed to new areas to grow.)

What other factors in nature help the plants and animals? (Water, soil, and sun.)

How does this also occur in the ocean? (Let students give examples.)

A mini ecosystem

Grades K-6

Objective

The student will be able to set up and observe a mini-ecosystem in which a balance exists between the producers and the consumers.

Materials

Large clean glass container (aquarium or large jar), clean sand, mud from a pond, water plants, cover for container, clear pond water, and a variety of pond animals (tadpoles, aquatic frogs, snails, insects, and insect larvae).

Activity

Cover the bottom of the container with mud from a pond bottom (if possible). Add a layer of clean sand over this. Put a few aquatic plants into the sand and add clean pond water until about $\frac{3}{4}$ full. Allow to sit for a few days. Do not place container in direct sunlight.

Place a few pond animals in the container to begin with. More can be added after a week or two, when these have had a chance to adapt. Keep the container covered with a loosely fitted lid or piece of glass.

Observe the plants and animals and record their activities. Don't be afraid to remove or add plants and animals until you reach a balance where the interdependence is stable. When it is achieved, the producers will provide the necessary food for the consumers and the **decomposers** will break down the debris.

The plants and animals will recycle the needed oxygen and carbon dioxide between them. The snails will serve as scavengers or herbivores and are healthy eaters. They will eat any algae that forms and will lay eggs on the glass sides or in the soil. Insect larvae and tadpoles will be easy to keep also. If the snails develop white spots on their shells, it is a sign that there is too much acid in the water. (To solve this problem, add

JNIT VI: MARINE ECOLOGY

Section D: Living Together

Grades K-6

Activity
(continued)

a small piece of plaster of paris or a cuttle bone to the container.)
If the water level drops (mark the level of the water on the outside of the tank with a felt marker), add more water to bring it up to the original mark .

Questions

What changes have you observed? (New leaves, drying leaves, etc.)
What are some of the activities you see the various animals engaging in? (Eating, flying, and moving.)
How do the plants help the animals? (Provide shelter, food, and protection.) How do the animals help the plants? (Provide carbon dioxide; their wastes provide minerals.)
Why do we have to cover the container almost completely? (To keep animals in, to provide humidity, and to allow for air circulation.) What causes the water level to drop? (Evaporation.)
Is there a delicate balance here? (Yes.) How would pollution affect this mini-ecosystem? (It may destroy the interaction of organisms.)
Do the plant and animal populations remain constant? (No.)
Do certain plants and animals prefer one another? (Yes.)
Are the plants being harmed by the animals? (The algae are eaten by the snails.) Do some plants appear to be helped by the animals? (If balance has been reached, this will probably be observed.) In what ways? (They may thrive on animal wastes.)
What value do the dead plants have? (Nutrients for the soil.)
Can you describe any other ecosystem? (Human, marine, desert, etc.)

Cleaning symbiosis

Grades K-6

Objective

The student will be able to recognize the mutualistic relationship between cleaner shrimp, fish and their hosts.

Materials

Limbaugh, Conrad. Cleaning Symbiosis. *Scientific American*, August 1961, 42, 135.
 Faulkner, Douglas. Firmed Doctors of the Deep. *National Geographic*, December 1965, **128**, 8664373.

Activity

Read and discuss the above articles, emphasizing the following:

- Cleaners provide the service of ridding their hosts of diseased tissue and parasites.
- Because of their services, cleaners are not considered prey.
- Many cleaners advertise their presence with flashy colors and attractive behavior.
- The important role of cleaners in the reef ecosystem is indicated by the cleaner-removal experiments in which the loss of cleaners resulted in the loss of many larger fish, while those that were left appeared unhealthy, with sores and **fungal** diseases.

Questions

How does a cleaner earn a living? (Cleaners feed on the parasites of their hosts.)
Are cleaners helpful? (Yes.)
Why aren't cleaners eaten? (They may derive immunity from predation because of their service or they may not "behave." as a normal prey species might and, thus, are not considered as food.)

Section D: Living Together

Grades K-6

*Questions
(continued)*

What types of animals are cleaners? (Worms, shrimps, fishes, and even **some** birds are cleaners.)

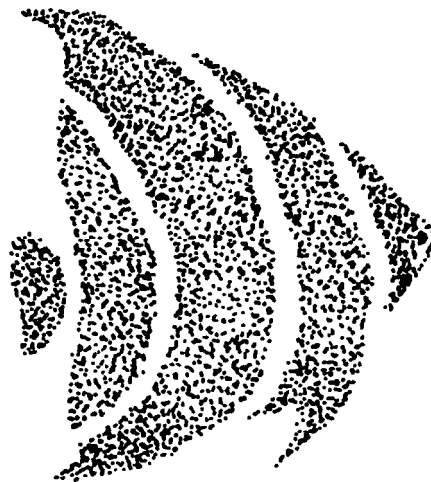
What is a cleaning station? (**It** is a location where a cleaner may be found and where others come to be cleaned.)

What kinds of fish get cleaned? (A variety of fish.)

What do “mutualism” and “symbiosis” mean? (Mutualism means that two organisms *both* benefit from their relationship. Symbiosis means that two or more organisms have a relationship; for one partner it must be beneficial and for the other it may also be beneficial (**mutualism**), neutral (commensalism), or even detrimental (parasitism) to that partner.)

What are some examples of mutualism between people and other organisms? (Animals: dogs, cows, chickens, etc. Plants: all domestic and cultivated plants.)

Is mutualism common on earth? (Yes, in a sense, all living things are dependent upon each other; our water planet is one giant community in which interdependence permeates every aspect of existence.)



*Juvenile French
angelfish,
a cleaner.*

UNIT VI: MARINE ECOLOGY

Section E: Humans in the System

Getting tuned in

Grades K-6

Objective

The student will develop an increased environmental awareness by perceiving the things around him/her.

Materials

Access to beach, bathing suits or shorts, and change of clothes. ***Acclimatizing*** by Steven Van Matre (1974) (optional).

Activity

This walk will provide a unique approach to observing the plant and animal life around us.

First we will “hatch” out of our “old shell” by pretending we’re in a clam shell. Feel the shell closing in on you. It’s your barrier to awareness. Now begin to hatch, straining against the sides of the shell to break free. Struggle to get out, emerge alive, free, and reborn.

Second, spread out carefully without trampling anything. Lie down on your back with eyes closed. Feel along the ground with your fingers like an ant walking across the desert floor. Explore and probe around your habitat with your new eyes. Now open your eyes and notice that things take on a new appearance with different perspectives.

Third, have everyone lie down in a circle with feet towards the center like spokes of a wheel. Close your eyes and just listen to the sounds of nature. Ears are funnels that gather and amplify sounds from the air, but your entire body soaks up the same sounds, tune in to those sounds. Try not to attach names to the sounds that you hear, just experience the sounds, letting them flow into your mind like the instruments in an orchestra.

Fourth, we will use our eyes. One of the senses that we take most advantage of is the sense of sight. The human eye is much like the lens of a camera. It has the ability to focus at infinity or focus on objects very close. Even with this great ability, many of us do not use our eyes to

**Activity
(continued)**

the fullest. When looking for wildlife in the desert, it is important that we know how to use our vision properly. While walking across an open area, we must use our “wide angle” lens, scanning the area without focusing on any particular object. When we spot something of interest, we then must zoom in on the object by using our “telephoto” lens. With this lens we must be able to shut out other distractions so that we can concentrate on following the object. A good way to practice this is by using cardboard tubes to look at a particular object. For close-up objects you can look through a magnifying glass, which allows you to concentrate on the details. For an unusual effect, try putting your eyes out of focus by squinting. This allows you to see shapes and textures without confusion of details. Okay, now everyone turn off your cameras, but remember to use your eyes the same way as we continue our walk.

Fifth, we will get to know a rock. Now we divide the group in **half**. One-half will be blindfolded and the other half will act as guides. These guides will take their partners to a boulder where they will remain until their “blind” partner has gotten to know his/her rock. Those who are blindfolded must use all of their other senses to their fullest so that they will be able to recognize their rock from all other rocks when the blindfolds are removed. Roles will be changed so that everyone will have a chance to get to know a rock.

After another short walk, each person will be placed around a particular object at different locations for discovering.

Angles: Everyone will describe what they see from their vantage point. (Each person is placed around a specific object with at least one person seeing something no one else can see. This stresses the idea that one must view things from different angles to be able to really “see” a specific object .)

UNIT VI: MARINE ECOLOGY

Section E: Humans in the System

Grades K-6

***Activity
(continued)***

Then on the way back to the cars, we will again break up into two groups-one blindfolded and the other the guide. It will be the guides' job to share various sensations with their partners without verbal communication, presenting different things such as plants, rocks, insects, or other similar objects. Guides should be creative in their presentations so that their partners can enjoy their experiences. We will reverse roles half-way back.

***Supplementary
Activity***

After the field trip, ask each student to print on a piece of paper a list of 10 words that describes an object seen on the beach, and then print his/her name on the back. Put the papers into a box and have each student choose a paper and guess what the object is. If the student cannot guess, share it with the class and see if others can guess.

The earth is a terrarium

Grades K-6

Objective

The student will recognize that our earth is a closed system and that what we now have in terms of resources is all we are going to have.

Materials

The terrarium set up in the “Carbon and Oxygen Cycles: A Terrarium Experiment” lesson in Section C of this unit.

Activity

Watch the terrarium and answer the following questions.

Questions

How is the terrarium like the earth? (It is a closed system and receives energy from outside.)

How do the plants keep surviving? (*The* plants recycle the materials they need for survival-water, carbon dioxide, and nutrients.)

If we add animals to this miniature earth system, the following might happen:

1. The animals might eat some of the plants, release the material as waste, and thus fertilize the growth of new plants. In other words, the animals may speed up the recycling process.
2. The animals might eat all the plants and reproduce so quickly that there would be no food for the young and the animals would starve to death before enough plants could grow back to feed them.

How does the last case apply to humans? (We may demand more food than the system can provide. We could eat ourselves out of house and home. But even before we began actually starving, people in panic would destroy our social systems and make life difficult for all.)

The eternal god—Eco

Grades K-6

Objective

Knowledge gained in this unit will be used as a point of departure from which the student will create a story based on ecological principles.

Materials

Paper,, pencil, and “found objects” that the students bring in (see below).

Activity

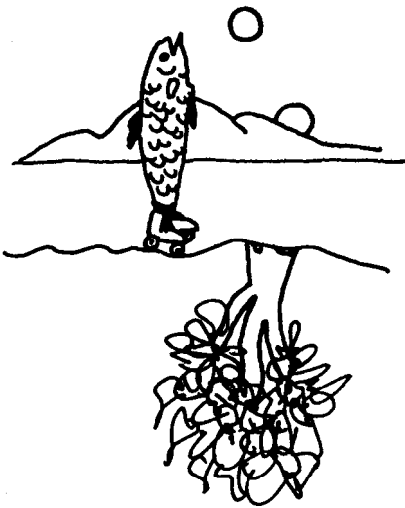
This lesson is a good culmination activity after the student has a background and understanding of the ecological systems and terms.

Have the student tell a story or have the class create a sequential story beginning with the following:

On an unknown planet in a distant part of the universe there lived a wise and benevolent god named ECO. This being of infinite knowledge became lonesome and decided to create other life forms for companionship. Since the planet was covered with water, **ECO** decided to create many different kinds of places for different kinds of plants and animals. There were two suns, one orange and one pink, which provided energy for the life.

Pretend that each of you is a different kind of plant or animal and tell the group how you would survive. Consider ecosystems; **energetics**; adaptations; relationships; cycles of nutrients; and how the God, ECO, with a newly created family, would live as part of the system.

Encourage the students to think up bizarre creatures unlike those on earth and tell how they are unique and why. Then let each student build a model of the bizarre creature, using “found materials” such as light bulbs, shoe boxes, yarn, buttons, springs, etc. Arrange a display of the models along with the students’ written explanations of their creatures.



UNIT VI: MARINE ECOLOGY

Section E: Humans in the System

Reflections

Grades K-6

Objective

The following questions are used to stimulate thinking and solidify some of the concepts relating to our place in the natural order of things.

Materials

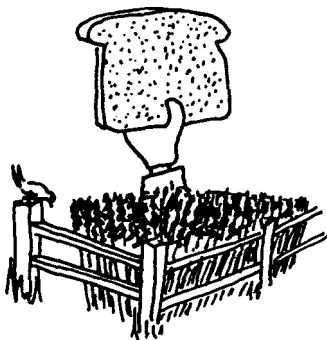
The visuals presented in this unit.

Activity

This lesson is another good culmination activity for use after the students have a background and understanding of the ecology lessons presented previously in this unit.

Ask thought-provoking questions, such as the following. (Allow students to express their personal views and interact with one another.)

Questions



What did you discover that you did not know before?

Did you get a new idea about something you already knew?

Did you learn anything which changed ideas you had before?

Does any living thing, either plant or animal, exist alone? (No.)

Why are bacteria and fungi so important? (They digest and break down organic material, making raw materials available again.)

How does interdependence relate to people and nature? (Whether it is a city or ecosystem, each individual depends on others for survival.)

Name some of the foods we depend on. (Cows, peanut butter, wheat, fish, and hot dogs.)

What might happen if those systems or organisms on which we depend were lost? (Think of examples.)

UNIT VI: MARINE ECOLOGY

Section E: Humans in the System

Grades K-6

*Questions
(con timed)*

What kinds of things might disturb those systems? (Pollution, over-fishing, etc.)

What kinds of things do we use from the environment? (Answers are numerous-including plants and animals for food, shelter, and companionship; water and minerals, oil and gas, etc.)

Is there another way of looking at waste? (Yes. It is a resource to be reused.)

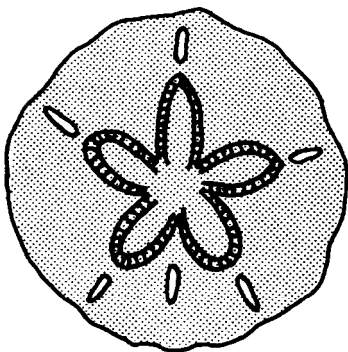
If we use up a resource on earth, can we get more? (No.)

Should we use things over and over or just throw them away? (We should recycle as much as possible.)

Is there a best way to live? (No, there are many. In fact, diversity is good.)

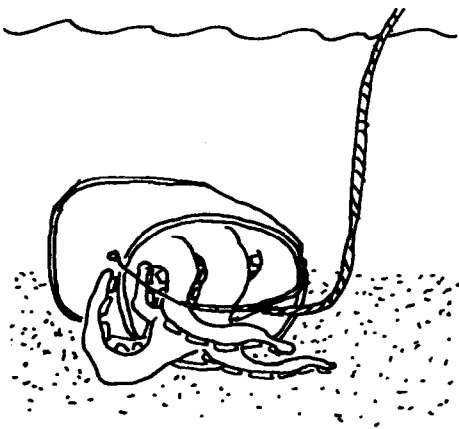
Can we do anything without affecting something else? (No. Think of examples of cause and effect.)

Does anything get thrown away? (No. Everything goes somewhere.)



Bibliography

- Amos, William H. *The Life of the Seashore*. New York, New York: McGraw-Hill Book Co., 1966.
- Bonham, Frank. *The Mystery of the Red Tide*. New York, New York: E.P. Dutton and Co., 1966.
- Buck, Margaret Waring. *Along the Seashore*. Nashville, Tennessee: Abingdon Press, 1964.
- Clark, Eugenie. Strangest Sea: Red Sea. *National Geographic*, September, 1975, *148(3)*, 338-343.
- Dobrin, Arnold. *Marshes and Marsh Life*. New York, New York: Coward-McCann, 1969.
- Doubilet, David. Rainbow World Beneath the Red Sea. *National Geographic*, September 1975, *148(3)*, 344-365.
- Errington, Paul L. *Of Men and Marshes*. Iowa City, Iowa: The Iowa State University Press, 1957.
- Faulkner, Douglas. Finned Doctors of the Deep. *National Geographic*, December 1965, 128, 866-873.
- Hegwood, Mamie. *My Friend Fish*. New York, New York: Holt Rinehart and Winston, 1975.
- Hitchcock, S. W. Can We Save Our Salt Marshes? *National Geographic*, June, 1972, *141(6)*, 728-765.
- Holling, Holling Clancy. *Pagoo*. Boston, Massachusetts: Houghton Mifflin Co., 1957.
- Holman, Felice. *Elisabeth and the Marsh Mystery*. New York, New York: The Macmillan Co., 1966.
- Huntington, Harriet E. *Let's Go to the Seashore*. New York, New York: Doubleday and Co., 1941.
- Isaacs, J. D. Nature of Oceanic Life. *Scientific American*, September 1969, 221, 146-160.
- Jones, Claire, Steve J. Clader, and Paul H. Engstrom. *Pollution: The Waters of the Earth*. Minneapolis, Minnesota: Lerner Publications co., 1971.
- Lane, Ferdinand C. *All About the Sea*. New York, New York: Random House, 1953.
- Limbaugh, Conrad. Cleaning Symbiosis. *Scientific American*, August 1961, 42, 135.
- Limburg, Peter R., and James B. Sweeney. *102 Questions and Answers About the Sea*. New York, New York: Julian Messner, 1977.

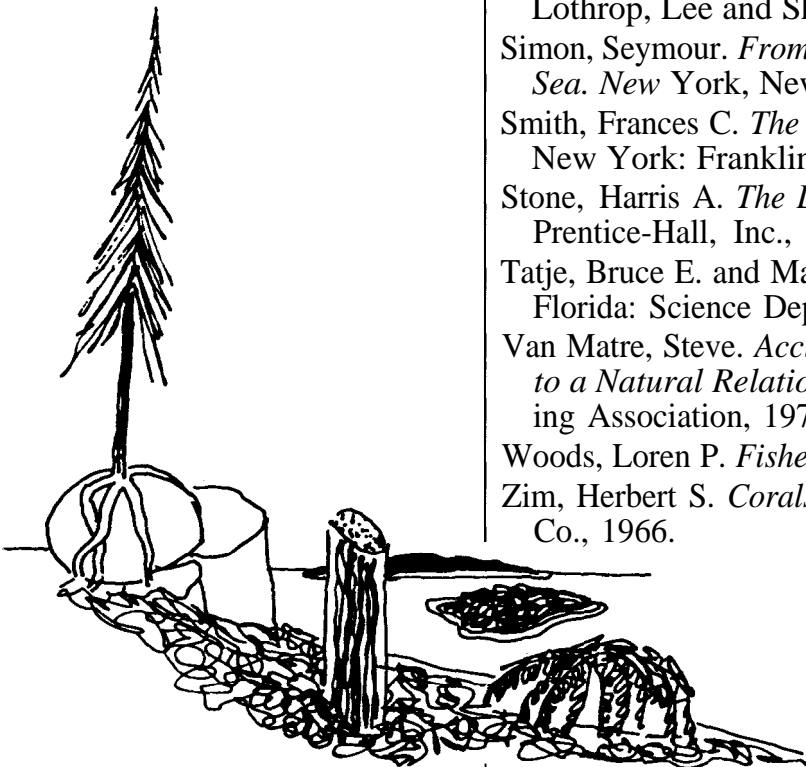


UNIT VI: MARINE ECOLOGY

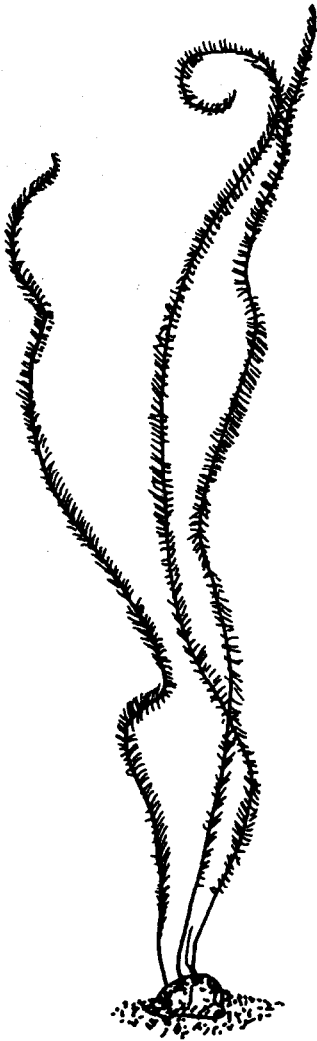
Section F: Resources

Bibliography
(continued)

- Lionni, Leo. *Swimmy*. New York, New York: Pantheon Books, 1968.
- List, Ilka Katharine. *Questions and Answers About Seashore Life*. New York, New York: Four Winds Press, 1970.
- Lubell, Winifred and Cecil. *By the Seashore*. New York, New York: Parents Magazine Press, 1973.
- MacDonald, Golden. *The Little Island*. New York, New York: Doubleday and Co., 1946.
- Milne, Lorus and Margery. *When the Tide Goes Far Out*. New York, New York: Atheneum Publishers, 1970.
- Myrick, Mildred. *The Secret Three*. New York, New York: Harper and Row Publishers, 1963.
- Niering, William A. *The Life of the Marsh*. New York, New York: McGraw-Hill Book Co., 1966.
- North, Wheeler J. Giant Kelp: Sequoias of the Sea. *National Geographic*, August, 1972, **142(2)**, 251-269.
- Pequegnat, Willis Eugene. Whales, Plankton and Man. *Scientific American*, January 1958, **198(19)**, 84-86.
- Ricciuti, Edward R. *To the Brink of Extinction*. New York, New York: Harper and Row Publishers, 1974.
- Selsam, Millicent. See *Along the Shore*. New York, New York: Harper and Row Publishers, 1961.
- Shepherd, Elizabeth. *Tracks Between the Tides*. New York, New York: Lothrop, Lee and Shepard, 1972.
- Simon, Seymour. *From Shore to Ocean Floor: How Life Survives in the Sea*. New York, New York: Franklin Watts, Inc. 1973.
- Smith, Frances C. *The First Book of Swamps and Marshes*. New York, New York: Franklin Watts, Inc., 1969.
- Stone, Harris A. *The Last Free Bird*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall, Inc., 1967.
- Tatje, Bruce E. and Mark A. Weise. *Let's Explore a Tide Pool*. Stuart, Florida: Science Department, Marine County School, 1971.
- Van Matre, Steve. *Acclimatizing: A Personal and Reflective Approach to a Natural Relationship*. Martinsville, Indiana: American Camping Association, 1974.
- Woods, Loren P. *Fishes*. Chicago, Illinois: Follett Publishing Co., 1969.
- Zim, Herbert S. *Corals*. New York, New York: William Morrow and Co., 1966.



Films



- Adaptation to a Marine Environment.* Del Mar, California: McGraw-Hill Films, 1967. (18 min. Color.)
- Adaptation to the Ocean Environment.* New York, New York: Phoenix Films, Inc., 1970. (16 min. Color.)
- Adaptive Radiation—The Mollusks.* Chicago, Illinois: Encyclopedia Britannica Educational Corporation, 1961. (18 min. Color.)
- Billion Dollar Marsh.* New York, New York: Time-Life Films, Inc., 1973. (44 min. Color.)
- The Biologist and the Boy.* Rockville, Maryland: U.S. Department of Commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration, 1971. (14 min. Color.)
- Birds of the Marsh.* Chicago, Illinois: Coronet Instructional Films, 1965. (11 min. Color.)
- Birds of the Sandy Beach.* New York, New York: Phoenix Films, Inc., 1965. (10 min. Color.)
- Coral Jungle.* Los Angeles, California: Churchill Films, 1969. (24 min. Color.)
- Crisis in the Estuary.* Baltimore, Maryland: Milner-Fenwick, Inc., 1969. (13 min. Color.)
- Deep Blue World.* Santa Monica, California: Pyramid Films, 1973. (7 min. Color.)
- Desert Whales.* Los Angeles, California: Churchill Films, 1972. (22 min. Color.)
- Deterioration of Water.* New York, New York: CCM Films, Inc., 1972. (20 min. Color.)
- Ecology: A Community Beneath the Sea.* New York, New York: Phoenix Films, Inc., 1971. (9 1/2 min. Color.)
- The Endless Sea.* New York, New York: CCM Films, Inc., 1971. (28 min. Color.)
- Estuarine Heritage.* Rockville Maryland: U.S. Department of Commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration, 1969. (28 min. Color.)
- Estuary.* Rockville Maryland: U.S. Department of Commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration, 1976. (22 min. Color.)
- The Everglades.* Wilmette, Illinois: Films Incorporated, 1971. (28 min. Color.)

JNIT VI: MARINE ECOLOGY

Section F: Resources

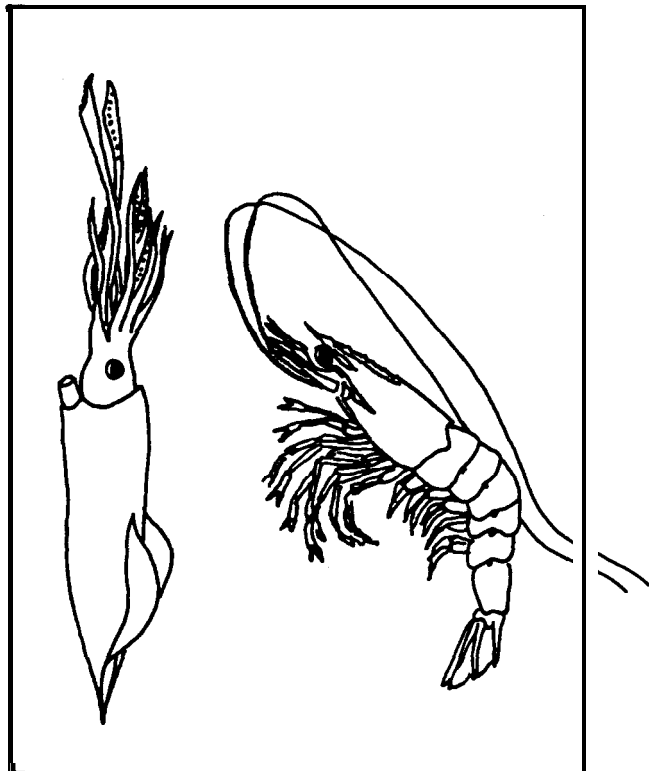
Films
(continued)

- The Experimental Conditions.* New York, New York: Harper and Row Publishers, 1971. (36 min. Color.)
- Five Hundred Million Years Beneath the Sea.* Los Angeles, California: Churchill Films, Inc., 1975. (24 min. Color.)
- The Flight of the Penguins.* Los Angeles, California: Churchill Films, Inc., 1968. (24 1/2 min. Color.)
- Food Chains in the Oceans.* New York, New York: Phoenix Films, Inc., 1971. (9 min. Color.)
- The Galapagos Finches.* New York, New York: Harper and Row Publishers, 1970. (22 min. Color.)
- The Great Barrier Reef.* Evanston, Illinois: Journal Films, Inc., 1975. (20 min. Color.)
- The Living Tide—The Rocky Shore.* Del Mar, California: McGraw-Hill Films, 1968. (27 min. Color.)
- The Living Tide-Brim of Sand.* Del Mar, California: McGraw-Hill Films, 1968. (27 min. Color.)
- The Mangroves.* New York, New York: Harper and Row Publishers, 1970. (18 min. Color.)
- Marine Animals of the Open Coast.* Seattle, Washington: Martin Mayer Productions, 1963. (22 min. Color.)
- The Marine Iguana: Variations on a Theme.* New York, New York: Harper and Row Publishers, 1971. (23 min. Color.)
- Men at Bay.* New York, New York: Phoenix Films, Inc., 1970. (26 min. Color.)
- Of Broccoli and Pelicans and Celery and Seals.* Bloomington, Indiana: Audio-Visual Center, 1972. (28 min. Color.)
- Oil! Spoil!* New York, New York: Association-Sterling Films, 1971. (16 min. Color.)
- The Pelecaniform Birds.* New York, New York: Harper and Row Publishers, 1970. (16 min. Color.)
- Plankton.* Washington, D.C.: National Geographic Society, 1976. (12 min. Color.)
- Plankton-Life of the Sea.* Washington, D.C.: National Audio-Visual Center, 1972. (25 min. Color.)
- Plankton to Fish: A Food Cycle.* Chicago, Illinois: Coronet Instructional Films, 1974. (10 1/2 min. Color.)

Section F: Resources

***Films
(continued)***

- The Rise and Fall of the Great Lakes.* Santa Monica, California: Pyramid Films, 1970. (17 min. Color.)
- The Salt Marsh: A Question of Values.* Chicago, Illinois: Encyclopedia Britannica Educational Corporation, 1975. (22 min. Color.)
- The Seashore-Atlantic Coast.* Pasadena, California: Barr Films, 1973. (15 min. Color.)
- The Seashore—Pacific Coast.* Pasadena, California: Barr Films, 1973. (15 min. Color.)
- Second Chance.* Baltimore, Maryland: Milner-Fenwick, Inc., 1976. (11 min. Color.)
- Should Oceans Meet?* New York, New York: Time-Life Films, Inc., 1970. (30 min. Color.)
- Strange Partners.* New York, New York: CCM Films, Inc., 1968. (12 min. Color.)
- Will the Gator Glades Survive?* Bloomington, Indiana: Audio-Visual Center, 1974. (28 min. Color.)
- Zonation on a Marine Rock Platform.* New York, New York: CCM Films, Inc. 1970. (17 min. Color.)

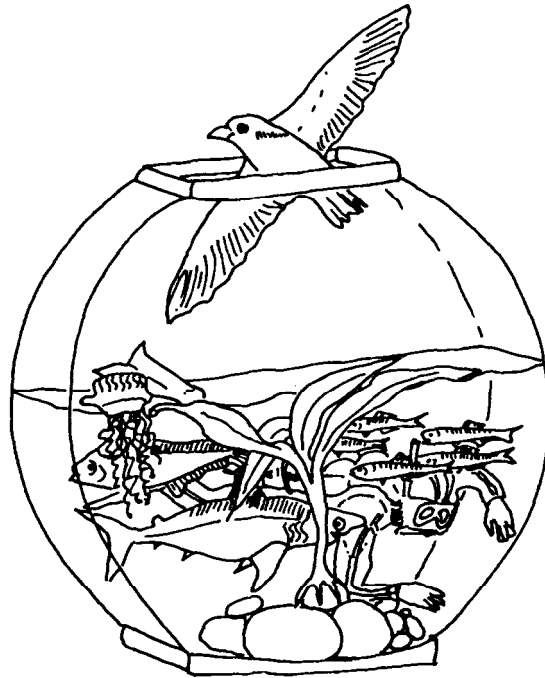


who does your hair?

HÚMEDO Y SALVAJE

Sexta Unidad
ECOLOGÍA MARINA

Si tú me Rascas la Espalda, yo Rascaré la tuya.. .



Húmedo y Salvaje fue preparado bajo el auspicio del Programa Sea Grant, el cual es parte del Instituto para Estudios Marinos y Costeros de la Universidad del Sur de California (USC).

Desarrollado bajo la dirección de:

Dorothy M. Bjur, Directora de Educación Marina
Richard C. Murphy, Autor Principal

Asistido por:

Jacqueline **Bailey** Rojas
Nancy Guenther
Karyn R. Massoni
Joyce Swick

Diseñado e ilustrado por:

Gail Ellison, en consultación con
Berthold Haas y Julian Levy

Traducido al Español por:

René L Rojas

Reconocimiento y agradecimiento a:

Josefina Cramer, por redactar la introducción
Jacqueline **Bailey** Rojas, por revisar los planes de las lecciones

Tabla de contenido

	<i>In troducción</i>	1
Sección A	<i>Ecosistemas</i>	
	1 Bosques en el mar: El ecosistema de los bosques de algas	18
	2 Un oasis en el desierto: El arrecife de coral	20
	3 Campos de crianza: Las ciénagas marinas	23
	4 Si yo viviera entre las mareas	26
	5 El mar abierto	34
Sección B	<i>Energética</i>	
	1 Cadenas alimenticias en el mar	46
	2 Relaciones alimenticias del arenque: Una malla alimenticia	57
	3 La pirámide de la vida	59
	4 La ecología de los cacahuates	61
	5 Presupuesto energético de los peces-polución	64
Sección C	<i>El ciclo de los nutrientes</i>	
	1 El ciclo del carbón y del oxígeno: Un invernadero experimental	69
	2 El equipo de limpieza de la naturaleza	71
	3 El reciclado en el mar	73
Sección D	<i>Viviendo juntos</i>	
	1 Interdependencia	75
	2 La malla de la vida	78
	3 La convivencia de plantas y animales	79
	4 Un ecosistema en miniatura	81
	5 Simbiosis para la limpieza	83
Sección E	<i>Los seres humanos en el sistema</i>	
	1 Poniéndose a tono	85
	2 La tierra es un invernadero	88
	3 Eco, el dios eterno	89
	4 Reflexiones	90

Ecología marina

La ecología ha sido definida como “la ciencia de las relaciones entre organismos o grupos de organismos con su medio ambiente.” Es el estudio de los ecosistemas: ecosistemas naturales, no afectados por el hombre y aquellos otros de los cuales el hombre es parte. Es una ciencia que lo incluye todo porque todas las cosas están conectadas entre sí: contando plantas, animales, agua, rocas, comunidades vivientes, etc. En esta unidad vamos a examinar la ciencia de la ecología, enfocando en los ecosistemas marinos y en los procesos que los mantienen. Vamos a terminar la unidad con algunos pensamientos desafiantes evocados por recientes investigaciones ecológicas.

La Energía del Sol

Consideremos el aspecto más fundamental de la vida en la tierra: la energía. Es la energía solar la que calienta nuestro planeta de agua haciéndolo habitable. El sol produce nuestro clima, impulsa nuestro ciclo de agua y provee la energía para que las plantas produzcan alimento. La energía que fue atrapada hace mucho tiempo por las plantas y convertida en parte de sus tejidos, con el paso de los milenios fue transformada en el petróleo y el carbón que ahora los seres humanos usamos como subsidio a la energía solar.

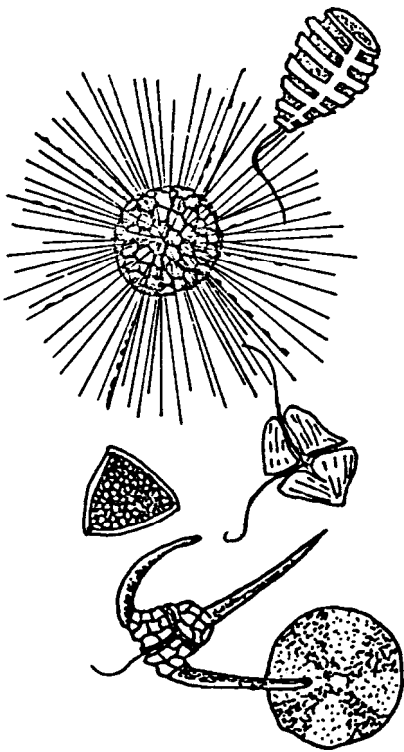
La mayor parte de la luz solar que cae sobre la tierra es reflejada o absorbida por el agua, o simplemente convertida en calor. Solamente una pequeña porción es usada por las plantas y convertida en alimento. Cuanta energía es absorbida por cada comunidad es una cantidad que varía grandemente. La palabra “comunidad” se refiere al conjunto de seres vivientes en un área. Cuando la comunidad se combina con el medio físico en que se desenvuelve es llamada un ecosistema. Consideremos algunos ecosistemas marinos y veamos en que se parecen y en que se diferencian.

*Ecosistemas Marinos:
El Mar Abierto
y Profundo*

El ecosistema más grande que existe en la Tierra, definitivamente, es el mar abierto. Este recibe una gran cantidad de energía solar, pero de ella solamente una pequeña porción es aprovechada por las plantas. Las plantas marinas (algas) necesitan la luz del sol y los nutrientes (fertilizantes) y si uno de estos factores falta entonces no hay crecimiento. La superficie del mar abierto es muy pobre en nutrientes, por eso, aun cuando allí tenemos abundante luz del sol, las plantas no florecen. (Esta es la razón por la que las aguas en el mar abierto son tan claras y al mismo tiempo mantienen tan pocos cardúmenes de peces). En las profundidades del mar abierto, allí donde la luz del sol ya no llega, las aguas son ricas en nutrientes, pero la falta de luz solar limita la producción de alimento.

Así que cada zona es limitada por un factor que la otra posee en abundancia. Si uno tuviera que cultivar el mar abierto, las aguas de la profundidad tendrían que ser bombeadas hasta la superficie, iluminada por el sol. En algunas regiones esto ocurre en forma natural. Las corrientes transportan agua desde las profundidades hacia la superficie, en un proceso que se llama surgencia. Estas áreas sustentan una profusión de vida marina, a medida que las plantas se desarrollan y sirven, a su vez, como alimento para los peces. La región más rica del mundo, en lo que se refiere a la producción de peces, está en las aguas frente al Perú, como resultado de las surgencias.

La apariencia de la vida marina en mar abierto es muy diferente de la que se encuentra a lo largo de la costa. Hay dos diferencias principales: La primera, que se refiere a las plantas, es una consecuencia del hecho de que las plantas no tienen un fondo adonde adherirse. Las plantas en mar abierto son microscópicas, unicelulares, y son llamadas **fitoplankton**. ("Planktos" significa "derivar" en griego.) Estas plantas deben flotar a la deriva porque no tienen adonde fijarse. Para no hundirse



SEXTA UNIDAD: ECOLOGÍA MARINA

Introducción (continuación)

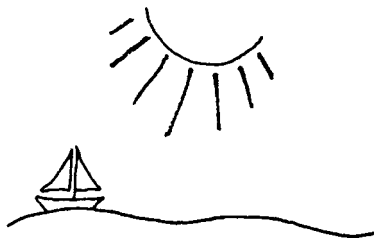
en las profundidades, a las cuales no llega la luz del sol, estas plantas son pequeñas y están provistas de pequeñísimos filamentos que les permiten flotar como si fueran plumas o partículas de polvo.

La segunda diferencia se ve en el estilo de vida de los peces en mar abierto. Estos no se pueden esconder entre las algas, los corales o las rocas. Como resultado ellos adoptan el color de las aguas para mimetizarse mejor. (Vea la Unidad IV, el Océano Biológico, de la Guía Curricular de Educación Marina, “Húmedo y Salvaje,” la lección titulada, ¿Qué es un pez?) Además deben de ser rápidos para nadar a fin de evitar ser comidos.

En las aguas profundas del océano, debajo de aquellas iluminadas por el sol, allí donde la noche es eterna, los peces tienen problemas diferentes. Nadar rápido ya no es importante y el problema de dónde esconderse es resuelto por la oscuridad. En este caso lo más importante pasa a ser encontrar el alimento y una pareja. Muchos de los peces de las profundidades usan lucecitas, como las luciérnagas, como cebo para atraer a los peces curiosos y como identificación para la pareja.

Por supuesto no hay plantas en esta zona sin sol, pero muchos animales nadan hasta la superficie en busca de alimento, protegidos por la oscuridad de la noche. Estas migraciones diarias de los organismos marinos llamó la atención de la Marina durante la Segunda Guerra Mundial cuando sus sonares empezaron a detectar un falso fondo que subía a la superficie durante la noche y que descendía al amanecer. Este fenómeno fue llamado la “capa reflectora de profundidad” porque causaba un reflejo de las ondas del sonar.

Yendo aún más profundo, las comunidades del fondo en las profundidades oceánicas contrastan dramáticamente con aquellas de aguas poco profundas. En las profundidades las condiciones del mar son muy estables y aún cuando está llegando una cantidad de alimento limitada, que cae desde arriba, hay una diversidad de vida marina relativamente



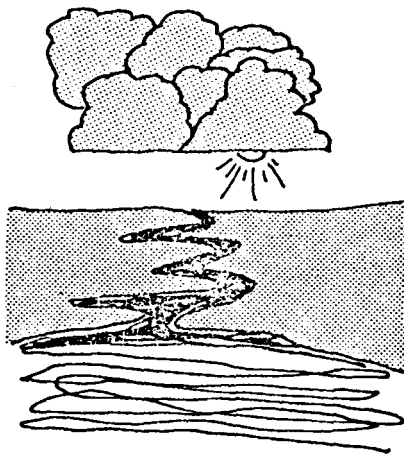
*POCOS NUTRIENTES
MUCHA ENERGÍA SOLAR*

*POCA ENERGÍA SOLAR
MUCHOS NUTRIENTES*

Introducción (continuación)

individuales. Esta sociedad planta-animal es beneficiosa para ambos socios. La planta recibe nutrientes (desperdicio) del animal así como un lugar protegido para vivir, mientras que el animal obtiene una fuente suplementaria de alimento. Como resultado de esto, aún las menores cantidades de nutrientes provenientes del océano son atrapados y utilizados en este ecosistema tan íntimamente entrelazado. Ellos son usados y vueltos a usar permitiendo a las plantas el prosperar y convertir la energía del sol en alimento para la comunidad. La productividad puede ser veinte veces mayor que en las aguas alrededor del arrecife.

Ecosistemas de las Ciénagas y los Estuarios



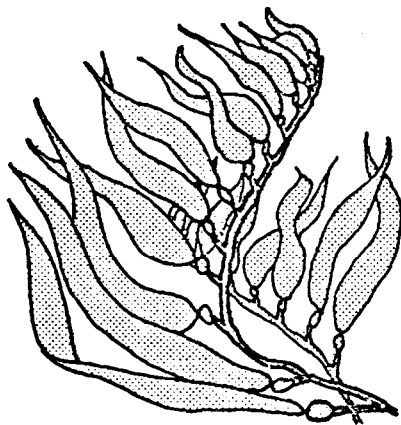
En las ciénagas y los estuarios (y en los manglares y los pantanos) encontramos también un gran aprovechamiento de la luz del sol y gran producción de alimento, pero bajo circunstancias muy distintas. En este tipo de ecosistema no existe la falta de nutrientes; los fertilizantes y la luz del sol se hallan en abundancia. Pero el medio ambiente sufre muchas situaciones difíciles debido a la entrada de aguas dulces de las lluvias y los ríos, los fríos del invierno y los períodos de baja marea en que las plantas son expuestas al aire y a la luz del sol. Como resultado de esto existen relativamente pocas clases de organismos en estos ecosistemas.

No hay una gran población de animales que se alimenten de las plantas directamente. En vez de eso ellos esperan a que las plantas mueran y que las bacterias y hongos las descompongan. En este proceso la materia de las plantas es enriquecida por las bacterias que convierten los hidratos de carbono en proteínas. Estos desperdicios orgánicos, llamados “detritus,” se convierten en una fuente de alimento para gusanos, caracoles, camarones, langostinos y peces como el mágil.

Estos terrenos inundados cumplen otra importante función en lo que se refiere a servir como lugar de desarrollo y crecimiento para los peces del océano. Más de la mitad de los peces de importancia comercial a lo largo de nuestro litoral en el Este se crían en estos lugares. Además, estos **terenos** son capaces de tolerar la llegada de un gran cantidad de sedimentos y materias orgánicas, e incluso pueden purificar las aguas servidas.

Introducción (continuación)

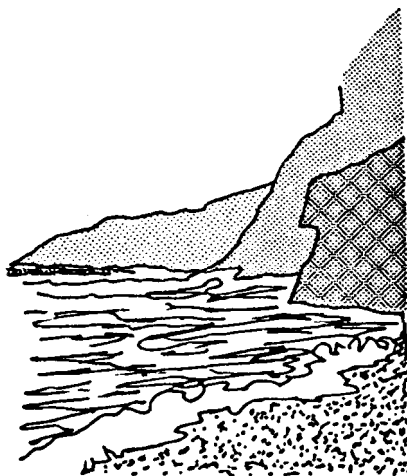
Ecosistema del Bosque de Algas



Los bosques de algas también son comunidades productivas. Al igual que los árboles en un bosque, estas plantas proveen refugio para una gran cantidad de organismos, pero ellas no sirven como alimento, directamente, más que a unas pocas especies. Estas plantas, igual que los pastos en los pantanos, se descomponen después de morir y solamente entonces sirven como alimento a los animales marinos.

El ecosistema del bosque de algas o *Macrocystis* es más benigno que el de los estuarios y por eso la diversidad de organismos es mayor. Como en el caso de los arrecifes de coral, una parte sustancial de la energía es utilizada en crear una estructura para la comunidad, lo cual asegura su estabilidad y diversidad. Las plantas de *Macrocystis* son las de más rápido crecimiento en la Tierra, incrementando su longitud hasta 60 cm. por día (dos pies) bajo condiciones óptimas.

Ecosistema de las Costas Rocosas



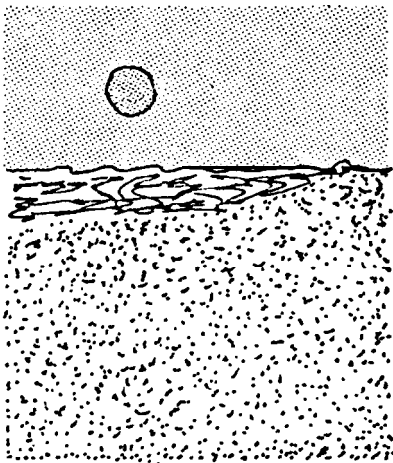
Hay muchas costas rocosas que no están dominadas por los bosques de algas. Estos medio ambientes contienen una variedad de plantas, animales sin espina dorsal y peces. El espacio normalmente es limitado y los animales deben competir por un lugar para vivir. En algunos casos la competencia empuja cada especie a vivir en un medio diferente o bien de una manera diferente, teniendo como resultado una comunidad más variada. Es de gran ventaja para los diferentes especies el evitar el gasto de energías luchando entre sí. Es mejor cambiar un poquito los hábitos y así evitar los conflictos.

Introducción (continuación)

De un modo sorprendente, predadores como las estrellas de mar, pueden incrementar el número de diferentes organismos a lo largo de la línea costera. Algunos bivalvos como los mejillones crecen en comunidades tan densas que dejan afuera a otros animales. A medida que la estrella de mar los come, van quedando espacios descubiertos, libres para ser colonizados por otras especies.

A lo largo de una costa rocosa, en el área entre mareas, uno puede ver zonas bien marcadas en donde sobreviven diferentes plantas y animales.

Ecosistema de los Fondos Arenosos poco Profundos



En los fondos de arena, a poca profundidad, la vida es muy diferente. No hay un lugar estable para fijarse. La arena de las playas es constantemente removida por las olas y transportada a lo largo de la costa. Como resultado no hay grandes comunidades de plantas y las poblaciones de organismos no son muy diversas. La energía solar es, normalmente, capturada por las plantas planctónicas en la superficie de las aguas. La energía llega al fondo por medio de estas plantas o animales pequeños que se alimentan de ellas.

Como con los pantanos, aquellos organismos que pueden sobrevivir, a menudo dominan la comunidad, puesto que hay pocos competidores que sobreviven las inclemencias del medio. Se pueden ver zonas densamente pobladas por cangrejos de arena en las playas, o “galletas” de arena (invertebrados marinos que parecen erizos de mar circulares y planos) apenas separadas un de la otra. La mayor parte de estos animales deben enfrentarse con las olas y la arena que cambia de lugar; muchos evitan las condiciones de turbulencia enterrándose en la arena.

***Síntesis de los
Ecosistemas***

Después de este breve recorrido por algunos ecosistemas marinos, podemos generalizar acerca de algunos de los principios ecológicos que los rigen. Las comunidades que tienen diferentes tipos de vida son el resultado de: un medio ambiente estable (arrecifes de coral); un medio ambiente estable que ha existido por largo tiempo (profundidades oceánicas); la competencia y el efecto de los predadores (a lo largo de costas rocosas); y por supuesto que mientras más lugares de diferentes clases existan, para la vida de los organismos, se encontrará muchas más diferentes clases de vida, sea esto en las costas rocosas, en los bosques de alga o en los arrecifes coralinos. Los medio ambientes que no son tan estables, como los fondos arenosos poco profundos o las ciénagas y los estuarios, tienen sólo unas pocas especies, pero eso no significa que estos sistemas sean improductivos. Los estuarios capturan tanto de la energía del sol como cualquier otra comunidad en la Tierra. La falta de nutrientes y lugares para fijarse limita el número y el tamaño de las plantas en mar abierto, pero, con un lugar estable para vivir, los arrecifes de coral pueden superar la falta de nutrientes por medio de un reciclado muy eficiente de ellos dentro del mismo sistema.

***Energética:
Malla Alimenticia y
Pirámide Alimenticia***

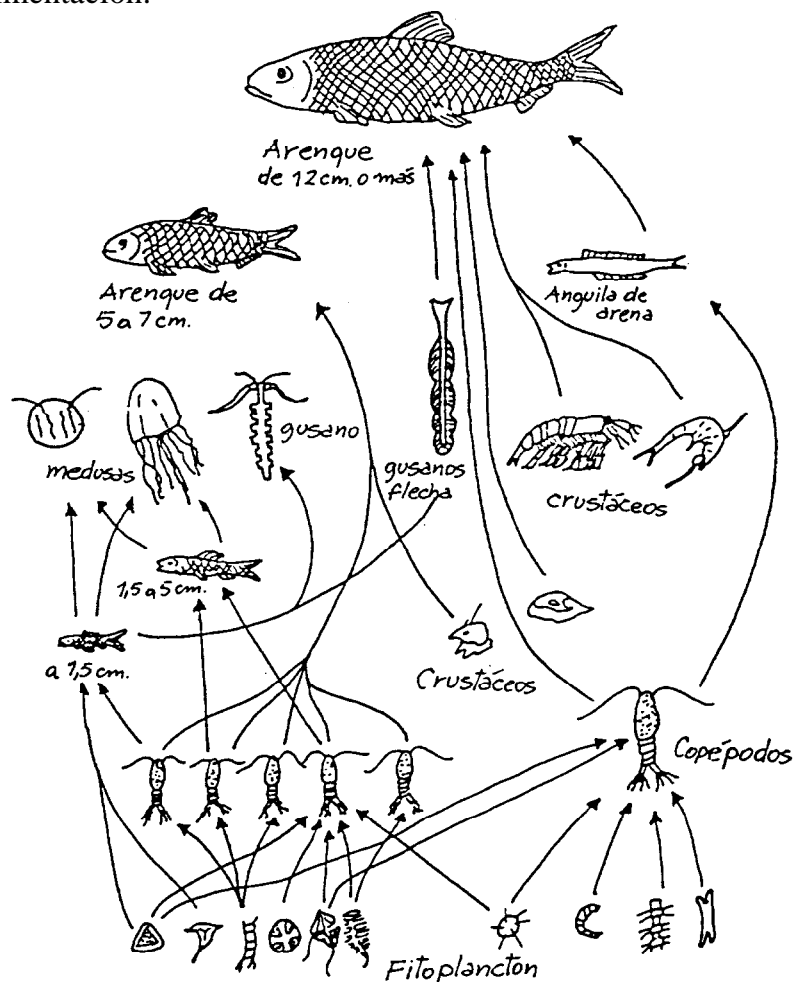
En todos estos ecosistemas, el alimento creado por las plantas es usado por los animales, que a su vez son comidos por otros animales. Los animales marinos usan una variedad fantástica de maneras de alimentarse (algunas de las cuales fueron discutidas en la Unidad IV: El Océano Biológico), pero los métodos de alimentación se pueden agrupar mayormente en tres clases: los animales que filtran plancton u otras partículas de alimento desde las aguas, los que son predadores o pastadores que atrapan y se alimentan de otros organismos; o los que se alimentan de detritus (los materiales orgánicos parcialmente descompuestos tanto de plantas como de animales).

SEXTA UNIDAD: ECOLOGÍA MARINA

Introducción (continuación)

Las plantas son pastadas directamente o bien, son filtradas desde el agua, o consumidas como detritus. Los herbívoros o animales que comen las plantas son a su vez comidos por los carnívoros o animales que se alimentan de otros animales. Nosotros podemos visualizar estas relaciones de alimentación y la transferencia de energía resultante, en dos maneras: la malla alimenticia y la pirámide de la vida.

La malla alimenticia muestra en forma diagramática los organismos de la comunidad conectados por líneas que representan las relaciones de alimentación.



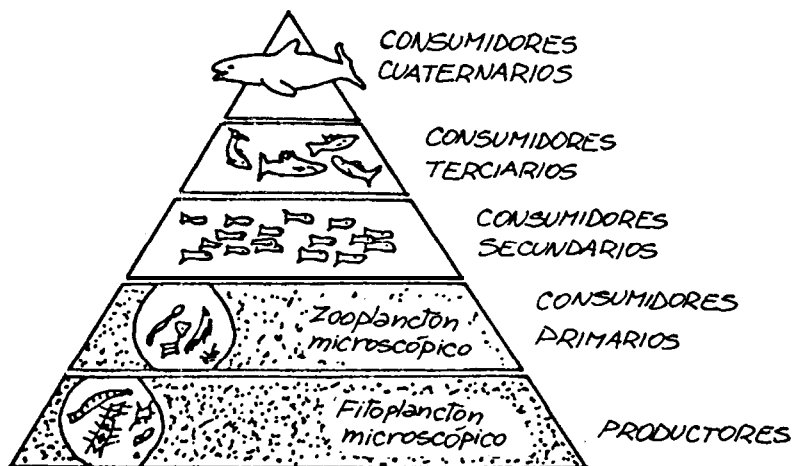
RELACIONES ALIMENTICIAS DEL ARENQUE EUROPEO

SEXTA UNIDAD: ECOLOGÍA MARINA

Introducción (continuación)

Los animales pequeños comerán el fitoplancton, pero a su vez servirán de alimento a otras especies de animales, que a su turno serán cazados por arenques, los que serán comidos por ballenas o por tiburones. En algunas comunidades hay muchos eslabones en estas cadenas alimenticias entrelazadas, o mallas alimenticias. En algunos casos las conexiones son relativamente simples.

Pero cada vez que hay una transferencia de energía (cuando un animal come a otro), hay una pérdida. Y si nosotros aisláramos un animal como al tope de la cadena de la vida, retrocediendo a todas las creaturas que él tiene que comer para sobrevivir y a su vez a todas las creaturas que ellos tienen que comer para vivir, nos encontramos generando una pirámide con una base más y más ancha. No todo el alimento que comemos, por ejemplo, va a hacernos crecer, por suerte. La mayor parte de lo que comemos nos permite simplemente mantenernos. Nosotros usamos energía para movernos, para trabajar, para mantenernos saludables, en mantener la temperatura de nuestro cuerpo, en reproducirnos etc. Consecuentemente, se exige una cantidad de alimento inmensa (para mantener una población de presas) para mantener una población de predadores. Podemos visualizar esto en la forma de una pirámide dividida en capas horizontales.



Introducción (continuación)

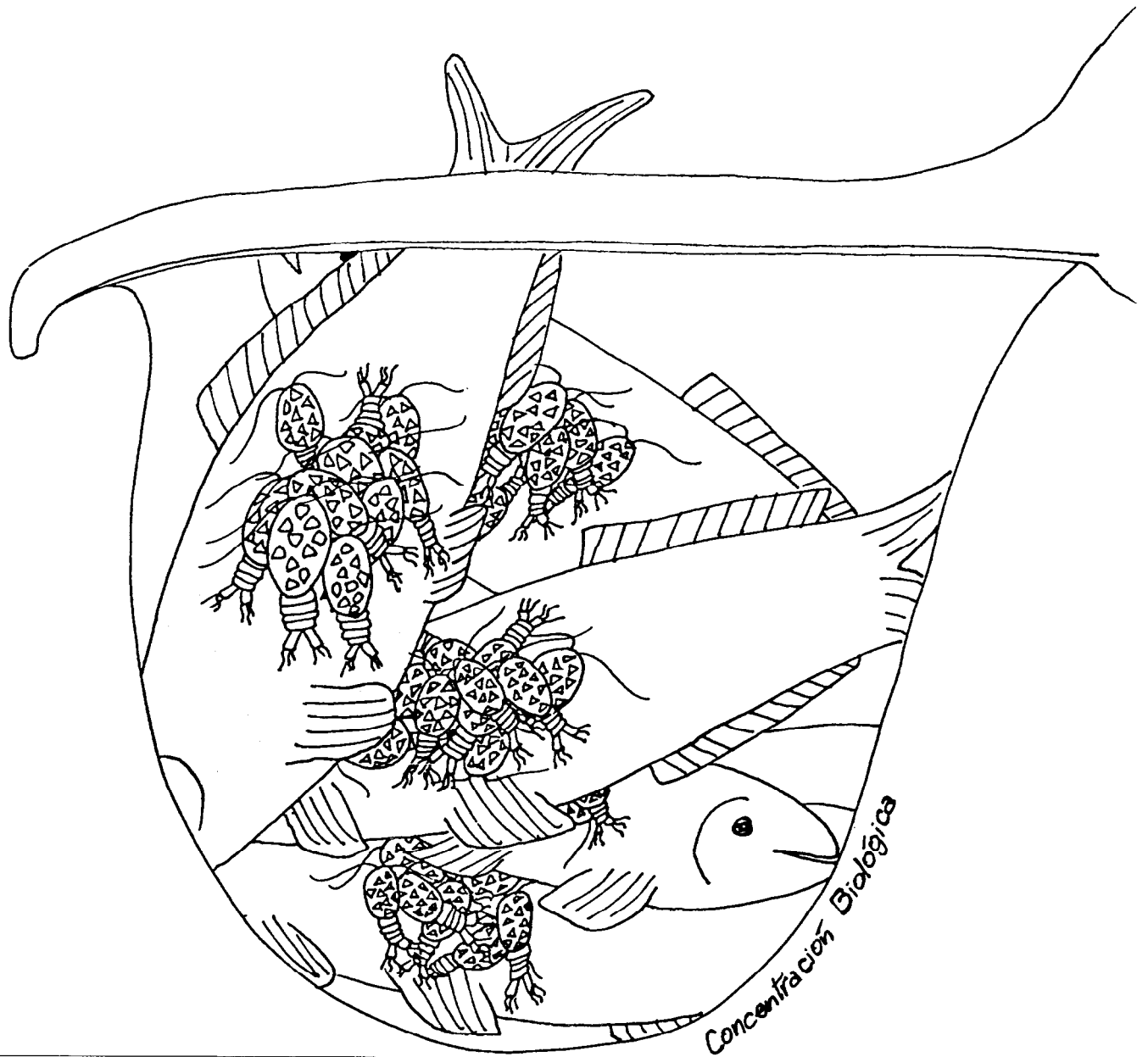
La energía del sol es capturada a lo largo de un período de tiempo por la capa de plantas en la base de la pirámide. Este es el cimiento en el cual se basa toda la vida. La mayor parte de la energía es usada por la planta en sí misma, con sólo un diez por ciento disponible para ser usado por el próximo nivel más alto. Estos herbívoros ocupan la mayor parte de la energía de nuevo, para su propia supervivencia, traspasando a sus predadores sólo un pequeño porcentaje de la energía que recibieron de las plantas, y así sigue. La cantidad de energía, relativamente baja, disponible cerca de los niveles más altos es un factor a considerar cuando se quiere obtener alimentos desde el océano. Los peces en los niveles más altos (como el atún) nunca pueden ser muy abundantes porque la cantidad de alimentos disponible para ellos es limitada. Basándonos en esto podemos ver por qué las ballenas fueron una vez tan numerosas y pudieron crecer tan grandes; ellas evitaron las pérdidas de conversión, alimentándose de pequeños crustáceos a un nivel más bajo y más abundante en la pirámide alimenticia.

Contaminación y Concentración Biológica

El hecho de que un animal consume mucho más alimento que necesita para crecer nos trae a la vista un interesante aspecto de la contaminación del ambiente (polución), llamado concentración biológica, el cual tiene implicaciones que van mucho más lejos en el presente debate acerca de la polución. Asumamos de que cada planta pequeña absorbe una unidad de polución desde las aguas que la rodean. Ese polutante no tiene valor nutritivo ni es quemado como energía, tampoco es eliminado; se deposita en forma inerte en el cuerpo del organismo. Ahora supongamos de que un animal pequeño se come diez de dichas plantas; éste ahora tiene diez veces la concentración del polutante en su cuerpo. Luego un animal más grande come diez de los animales pequeños, multiplicando, por lo tanto, la cantidad de polutantes por diez, resultando que éste ahora tiene una cantidad de 100 veces dicho con-

SEXTA UNIDAD: ECOLOGÍA MARINA

Introducción (continuación)



Concentración Biológica

Introducción (continuación)

taminante. Ahora si este pez es comido por otro más grande, entonces hay un incremento de 1000 veces. Finalmente, por ejemplo, si un pelícano come diez de estos últimos peces, la concentración de polutantes será multiplicada diez mil veces sobre la de las aguas circundantes. Esta secuencia es precisamente lo que pasó en las costas de California hace unos años. Como resultado de la alta concentración del insecticida DDT en estos pelícanos, pusieron huevos con la cáscara tan delgada que, durante el peor de esos años, ninguno de los polluelos sobrevivió. Este ejemplo nos ilumina acerca de otra de las preocupaciones que se oye en los debates acerca de la polución; en algunos casos no podemos ver los efectos de la polución en forma inmediata. El daño puede venir para la juventud o para las generaciones futuras.

Algunas Conclusiones

Este breve recorrido por los conceptos de la ecología marina sugiere algunos de los caminos en que una conciencia ecológica puede ser útil al ser humano. Esta clase de conocimiento tiene un valor remedial en ambas direcciones, negativa y positiva.

Por un lado una familiaridad documentada con la ecología nos puede ayudar en determinar qué cursos de acción **no se** deben seguir. A través de la investigación ecológica, por ejemplo, hemos documentado los efectos secundarios, severamente dañinos, del insecticida DDT. Conociendo el hecho de que el DDT no solamente controla las poblaciones de insectos sino también causa que los pelícanos sean incapaces de producir futuras generaciones, podemos evaluar si su uso es una buena idea después de todo. El ejemplo de los pelícanos sean incapaces de producir futuras generaciones, podemos evaluar si su uso es una buena idea después de todo. El ejemplo de los pelícanos puede servir como una advertencia para el ser humano; ¿no es posible que el DDT esté teniendo un efecto semejante, de largo alcance, en nosotros? La ciencia de la ecología nos da una técnica y un lenguaje para estudiar y articular las posibles implicaciones de largo alcance en nuestras actividades, proviendo así con una base para rechazar aquellas que sean inapropiadas.

Introducción (continuación)

Pero quizás aún más valiosos nos sean los modelos positivos que la ecología provee. Podemos explorar diferentes modelos de ecosistemas pequeños, estudiando las analogías con nuestra propia situación. ¿Qué clases de ecosistemas son las que tienen más éxito? (¿Cómo definimos éxito?) ¿Dónde es la vida más rica y diversa y cuáles son los factores que tienden a perjudicar esa prosperidad? La muerte de una población particular, o de una especie, no es anti-ecológica; es solamente parte de los continuos cambios que ocurren en un ecosistema, mayor evidencia de su integridad ecológica. No obstante podemos desear, justamente, el evitar el decline de nuestra propia especie; y considerando de que tenemos algo de voz en ese destino (lo que es, muchas veces, la causa de nuestros propios dilemas) podemos desear de cambiar nuestro comportamiento. Una conciencia ecológica nos puede dar ideas constructivas en este contexto.

Luego nosotros hemos introducido otro concepto de la palabra ecología. Para la mayor parte de la gente tiene un significado de valor. ¿Es eso ecológico? Ese producto o esa acción ¿va a promover el balance adecuado de la vida o a mantener la salud de un ecosistema? Por ejemplo, el portavoz del “Movimiento Ecológico” puede insistir de que tal y cual planta nuclear o refinería podría no ser ecológicamente correcta. Este nuevo significado de la palabra ecología a menudo nos confunde el tema, dado el hecho de que la ciencia del estudio de los ecosistemas no puede ser valorado como correcta o incorrecta. En su lugar, debería de usarse la palabra conservacionismo para evitar la confusión entre el estudio de algo (ología) con un sistema de valores. Los ecosistemas existen y cambian con o sin el ser humano y aún cuando el ser humano los afecte profundamente, la ciencia de la ecología no cambiará en su cometido que es el de estudiar dichos ecosistemas. No importa que es

Introducción (continuación)

lo que hagamos al medio ambiente, los principios y procesos ecológicos que dirigen los trabajos de la comunidad, continuarán existiendo, no importando cual sea el tipo de comunidad existente. Pero esta separación de términos no debería de sugerir un abandono de una necesidad de tomar decisiones adecuadas o de asumir responsabilidad por nuestras acciones. Por otro lado debemos desarrollar una ética del medio ambiente que encauce nuestro comportamiento de tal modo que no nos dañemos a nosotros mismos o al ecosistema del cual dependemos.

La historia moderna nos ofrece muchos ejemplos de pobre manejo ambiental (no ecológico). Hasta hace poco hemos tenido una cantidad excesiva de energía disponible a través de los combustibles fósiles. También hemos sido capaces de explotar vastos recursos como minerales, alimento y espacio disponible, poniendo fuera de competencia a plantas y animales. Pero las cosas están cambiando. Nuestras fuentes de energía barata pronto se van a acabar, lo que nos forzará, al igual que hacen otras comunidades en la Tierra, a pasar con varias formas de energía solar, siendo esto a través o de la luz solar directa o por medio de los vientos y corrientes oceánicas que son derivados de la energía solar. No importa lo que usemos tendremos que ser económicos y evitar el desperdicio de energía. De otro modo, tendremos que ser eficientes recicladores; las **materas** primas escasean y requieren además una inversión de energía aún mayor para conseguir las y prepararlas. Los desperdicios de los corales, por ejemplo, no se botan: en vez de eso son utilizados como nutrientes y de ese modo pasados a las plantas. Al igual que las especies oportunistas que colonizan un nuevo arrecife o línea costera en el mar, el ser humano ha usado los recursos tanto como ha podido. El se ha reproducido rápido y se ha adaptado a las diferentes situaciones. Pero ahora, al igual que los animales en el arrecife coralino,

Introducción (continuación)

debemos de vivir frugalmente y en cooperación con lo que nos rodea. Nuestras ciudades son consideradas por algunas personas como cánceres del planeta, demandando cantidades excesivas de recursos y energía. Si no se corrige el problema, el crecimiento incontrolado causará el desbalance del sistema al igual que en un organismo, siendo el resultado final la muerte, como consecuencia del desorden. En el futuro necesitaremos energías más suaves y nuestros recursos serán limitados. No nos conviene tener el lujo del desperdicio. Todo será un recurso para usarse de nuevo.

Así pasamos al tema de lo económico. Las disciplinas de la ecología y de la economía a menudo parecen ser contrarias. Pero en realidad esto no es verdad, las dos disciplinas son completamente compatibles. El problema yace con sus proponentes. Los conservacionistas que basan su perspectiva en la ecología y los financistas que ven al mundo a través de la economía, han llegado a diferentes conclusiones en su respectivo tema. Pero permanece el hecho de que el trabajador que fue despedido va a tener muy poco consuelo al saber que el proyecto en el que estuvo trabajando fue suspendido para poder preservar un medio ambiente particular para las generaciones del próximo siglo. Los problemas son obvios, las soluciones son difíciles.

Retrocedamos un paso y miremos al problema en forma más filosófica. Las palabras ecología y economía tienen la misma raíz griega oikos, que significa "casa." Luego ambas disciplinas se refieren a la casa. La ecología es el cuidado de la casa en el medio ambiente y la economía es el cuidado financiero de la casa. En concepto y en teoría son inseparables. Pero la economía de hoy tiende a ser dominio de lo inmediato: la ecología el largo alcance. De todos modos las leyes de la ecología son inexorables y aún cuando pueden ser lentas en llevarse a cabo, sus con-

OIKOS ECOLOGÍA
OIKOS ECONOMÍA

Introducción (continuación)

secuencias se van a ver por seguro. Las decisiones oficiales que se puedan adoptar hoy día pueden tener efectos a largo plazo, condenándonos quizás a un eventual caos socio-económico. Debemos aprender, por lo tanto, a balancear los imperativos inmediatos del campo económico, con las consideraciones más generales de lo ecológico, porque la alternativa en realidad no es ninguna alternativa.



La ecoesfera

Bosques en el mar: El ecosistema de los bosques de algas

Grados K-6

Objetivo

El estudiante será capaz de identificar y bosquejar la ecología de una comunidad en el bosque de algas (Macrocystis).

Materiales

“Macrocystis, alga gigante: Sequoias del mar,” por Wheeler J. North, *National Geographic*, 142(2), August, 1972, páginas 251-269.

Pinturas o lápices de cera y papel.

Actividad

Muestre las fotos a los estudiantes y discuta con ellos el contenido del artículo. Haga que los alumnos dibujen o pinten un mini ecosistema del bosque de algas, usando formas de vida animal y vegetal.

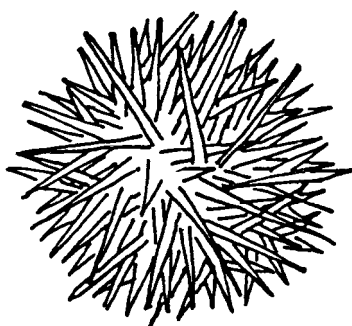
Preguntas

¿ **Por qué las plantas de Macrocystis son tan importantes para la comunidad?** (Al igual que los árboles en un bosque, dichas algas ofrecen a los diferentes animales un lugar para vivir y también una fuente alimenticia.)

¿ **Quién come Macrocystis?** (En una comunidad sana los que comen el alga son algunos caracoles, erizos de mar y algunos peces, pero ellos no sobre-explotan este recurso, evitando así el dañarse a sí mismos a la larga.)

¿ **Quiénes comen los erizos de mar?** (Algunos peces, las nutrias de mar y el ser humano. Nosotros comemos las gónadas del erizo como una delicadeza.)

¿ **Por qué algunos bosques de Macrocystis han desaparecido?** [La desaparición de las nutrias de mar que comen a los erizos, puede haber alterado el balance de la naturaleza. Este es el ejemplo de una cadena alimenticia simple en donde las nutrias de mar (carnívoras) se alimentan de los erizos (herbívoros) quienes a su vez se alimentan del alga (plantas o productores primarios.) Pero la historia del bosque de algas (Macrocystis) es más compleja, y así tenemos otro factor más para cooperar a la destrucción de estos ecosistemas. Nosotros sabemos que



Erizo de mar

SEXTA UNIDAD: ECOLOGÍA MARINA

Sección A: Ecosistemas

Grados K-6

**Preguntas
(con tinuación)**

es así porque se ha podido observar que hay lugares en donde no existen las nutrias de mar y que, no habiendo teniendo polución, soportan poblaciones saludables de *Macrocystis*.]

¿ **Por qué la Cal viva usada para matar erizos podría ser dañina?** (Porque podría matar a otros animales y así, dañar la diversidad y estabilidad del ecosistema.)

¿ Cuál es **la acción del extracto químico sacado del *Macrocystis*?** (Este permite mezclar el agua y el aceite en los postres, aliño para ensaladas, helados de cremas y más de 300 otros productos.)

¿ **Por qué estas plantas no tienen un tronco grueso?** (El agua ayuda a soportar su peso y además pequeños flotadores llenos de gas hacen que la planta flote hacia la superficie en busca de la luz solar.)

¿ **Por qué a los pescadores les gustan los bosques de algas?** (Porque donde hay bosques de *Macrocystis* hay, usualmente, una gran cantidad de peces. A veces los predadores más grandes se acercan a los bordes de los bosques de *Macrocystis* para capturar algunos de los peces que allí habitan.)

¿ **Cuál es la planta que crece más rápido en el mundo?** [El *Macrocystis*, llega a crecer hasta dos pies (60 cm.) por día.]

Nombre algunos animales que viven en el bosque de algas. [El garibaldi (un pez anaranjado), caracoles, focas, peces del alga, estrellas de mar, anémonas.]

¿ **Por qué la morena no se come a los camarones que viven en su cueva?** (Los camarones limpian a la morena, estableciendo una relación ventajosa para ambos.)

Si tú vivieras en un bosque de algas ¿ qué animal te gustaría ser? ¿ Por qué? ¿ Quién piensas que te trataría de comer? ¿ Cómo podrías evitar que te comieran? (Siendo de sabor amargo, camuflaje para disimularte, teniendo espinas venenosas, siendo grande, siendo duro, saliendo solamente de noche, viajando en un cardumen, etc., etc.)



Un oasis en el desierto: El arrecife de coral

Grados K-6

Objetivo

El estudiante podrá identificar y bosquejar la ecología de una comunidad en un arrecife de coral.

Materiales

“El más raro de los mares: el mar Rojo” por Eugenie Clark, pp. 338–343 y “Un mundo de arcoiris bajo el Mar Rojo,” por David Doubilet, pp. 344–365 de *National Geographic* 148(3): Septiembre de 1975.
Pinturas, pliegos de papel blanco para mural, esponjas, papel de colores, adhesivo.

Actividad

Muestre a los alumnos las fotos **y** discuta con ellos el contenido de los artículos. Divida a los estudiantes en dos grupos, para pintar un mural en el cual se representa un arrecife de coral. Un grupo representará la vida de las plantas y el otro elige la vida de los animales. Primero deben pintar el fondo del agua del mar, mojando el papel con una esponja y luego pasando la pintura azul o celeste encima.

Luego cada grupo formará sus plantas o animales rasgando el papel de color para obtener la forma deseada. Si se desea se puede agregar otros colores a la superficie de las plantas o animales para así lograr el aspecto deseado. La idea de rasgar el papel en vez de usar tijeras es para obtener un interesante aspecto submarino. Pegue las figuras en el mural.

Preguntas

¿ **Por qué llamamos a este ecosistema un oasis en el desierto?** (Tú puedes notar que el agua es muy clara; nutrientes; y por lo tanto plancton, no son muy abundantes. Este ecosistema es muy eficiente en el uso y en el reciclado de alimentos y nutrientes. La diversidad y belleza de los arrecifes coralinos es una muestra maravillosa de los diseños de la naturaleza.)

**Preguntas
(continuación)**



Coral "cerebro"

¿**Qué es un coral?** [Un pólipo coralino (el animal como individuo) es una anémona pequeña que segrega una casa de piedra caliza a su alrededor. Una gran cantidad de pólipos coralinos viven juntos para formar una colonia, creando lo que nosotros llamamos un coral. El artículo muestra solamente corales blandos, pero Uds. pueden ver los pólipos individuales viviendo en colonias en las páginas 343 y 361. La película entra en mayores detalles.]

¿**Quién come coral?** (De un modo sorprendente muy pocos animales comen coral. Al igual que en los bosques de alga o aun en los bosques en tierra, los animales no comen mucho a los organismos que forman la estructura de la comunidad. Por supuesto esto es lo que cualquiera esperaría, porque sería muy tonto comerse su propia casa.)

¿**Por qué el pez de la anémona vive entre medio de tentáculos?** (La anémona lo protege con sus tentáculos ortigantes y él a su vez paga la renta proporcionando alimento mediante la atracción de presas para ella.)

¿**Cómo se las arregla el pez pescador para agarrar su comida?** (Se disimula usando su camuflaje y utiliza un cebo de pesca para atraer a su víctima.)

¿**Qué hace el camarón por el goby en favor de sus buenas relaciones?** (El camarón excava un agujero mientras el pez monta guardia como un perro guardián.)

Describe la diversidad de animales en el arrecife nombrando tantos de ellos como puedas, que vivan allí. (Esponjas, corales, anémonas y corales blandos, almejas, ostras, cangrejos, camarones, pepinos de mar, estrellas de mar, crinoideos y un montón de peces diferentes.)

¿**Hay tiburones en los arrecifes de coral?** (Sí.)

SEXTA UNIDAD: ECOLOGÍA MARINA

Sección A: Ecosistemas

Grados K-6

*Preguntas
(continuación)*

*¿Por qué los peces **escorpión, león y pez piedra no le tienen miedo a los buceadores?** (Ellos tienen espinas venenosas.)*

*¿Como **obtuvo su nombre el pez ballesta?** (Tiene una espina como un gatillo, que puede levantarse, la cual usa para anclarse en los agujeros de modo que no se les pueda tirar para afuera.)*

***Si vivieras en un arrecife de coral, ¿ qué animal serías? ¿ Por qué? ¿ Quién piensas que te trataría de comer? ¿Cómo evitarías ser comida?** (Vea “Basques en el mar: el ecosistema del bosque de algas.”)*

SEXTA UNIDAD: ECOLOGÍA MARINA

Sección A: Ecosistemas

Campos de crianza: Las ciénagas marinas

Grados 4-6

Objetivo

El estudiante será capaz de identificar y bosquejar la ecología de una ciénaga de agua salada.

Materiales

“¿Podemos salvar nuestras ciénegas de agua salada?” por S.W. Hitchcock, *National Geographic*, Junio 1972, **141(6)**: 728-765. Película: “La ciénaga de agua salada: un asunto de valores,” Britannica Films, 16 mm. Acuarelas, papel.

Actividad

Muestre las fotos a los estudiantes y discuta con ellos el contenido del artículo. Exhiba la película.

Ponga énfasis en el hecho de que los estuarios y las ciénagas tienen un valor económico muy alto para nosotros (en su forma natural): como campos de crianza para peces de valor comercial; como otra comunidad a lo largo de la costa, que sirve de refugio a ciertos tipos particulares de organismos y que crea alimentos en forma muy eficiente, en beneficio de toda la vida marina, aun para aquellos que no viven allí; como un lugar de recreación limitada por el hecho de atraer turistas en vez de alejarlos como sería el caso al ser urbanizadas. Las ciénagas son útiles incluso como un centro de tratamiento de aguas servidas por ser una comunidad que está acostumbrada a una concentración alta de materia orgánica.

Luego haga que los alumnos pinten una escena de la comunidad en la ciénaga de agua salada incluyendo plantas y animales.

Preguntas

¿Cuál es el organismo más importante en la comunidad? (Cordgrass *Spartina*. Esta planta domina la comunidad por su habilidad de capturar la luz del sol y con el uso de abundantes nutrientes convierte la energía solar en energía química que puede ser usada por otros organismos.)

SEXTA UNIDAD: ECOLOGÍA MARINA

Sección A: Ecosistemas

Grados 4-6

**Preguntas
(continuación)**

¿Por qué esta planta es la única que se encuentra en abundancia en estos lugares? (Por que el medio ambiente es muy duro, con mezcla de agua dulce y salada, y exposición al calor y al frío.)

¿Qué otra función desempeña la planta *Spartina* en la comunidad, fuera de producir alimento? (Provee un lugar donde vivir para mucho organismos y es un campo de crianza para la mayor parte de los peces y mariscos de la costa Este, además de servir de protección a las comunidades en la tierra contra el devastador efecto de los huracanes. En la costa Oeste también sirve como un campo de crianza.)

¿Es cierto que los animales comen mucho de estas **plantas**? [No, porque al igual que con el *Macrocystis* (alga), si los animales comieran todas las plantas se produciría el colapso de la comunidad para la cual ellas proveen una estructura.]

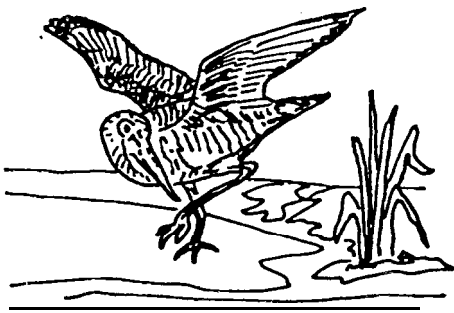
Entonces, ¿cómo es que la energía que las plantas capturan del sol, puede llegar a los animales? (El alga *Spartina* vive por un año solamente y después de morir es descompuesta por hongo y bacterias. La sustancia de la planta es aprovechada ahora por cangrejos, caracoles y gusanos que la comen con los hongos y bacterias. Cuando dicha materia llega a estos animales ya viene parcialmente digerida y es llamada detritus. Luego estos animales sirven de alimento para otros y así continua la malla alimenticia.)

¿Cuáles de los animales del estuario son importantes para el ser humano? (Cangrejos, ostras, almejas, langostinos y camarones.)

¿Es importante la acción de las mareas en este sistema? (Effectivamente, las mareas traen agua salada fresca y se llevan el agua rica en materias orgánicas. Ellas limpian la ciénega.)

¿Es cierto que las ciénegas se conservan indefinidamente? (No, ellas cambian constantemente como consecuencia de movimiento de agua y de las tormentas.)

¿En qué forma los pájaros dependen de los estuarios? (Ellos encuentran alimento y pueden anidar en los estuarios.)



SEXTA UNIDAD: ECOLOGÍA MARINA

Sección A: Ecosistemas

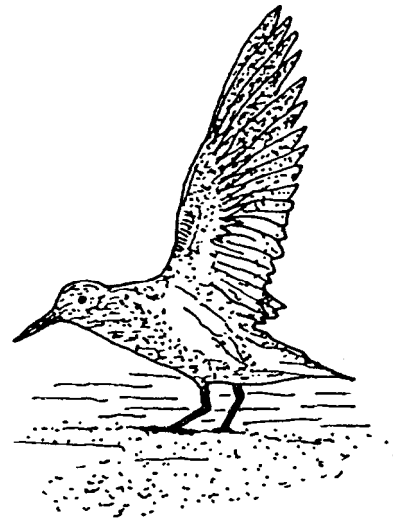
Grados 4-6

**Preguntas
(continuación)**

¿Cuál es el papel de los mitílidos en el reciclado de los nutrientes? (Los mitílidos filtran y digieren las partículas orgánicas del agua. Luego, en la eliminación de desperdicios, liberan nutrientes que van a dar al fango, quedando a disposición de las plantas con lo cual se completa el ciclo.)

¿En qué forma las ciénegas son amenazadas por el ser humano? (La urbanización, las industrias, la recreación con el dragado y relleno para construir “marinas” o puertos de embarcaciones deportivas, están reduciendo espacio y eliminando estos valiosos ecosistemas.)

Si tú vivieras en una ciénega ¿qué organismo serías? ¿Quién trataría de comerte? ¿En qué forma evitarías que te comieran? (Vea “Bosques en el mar: el ecosistema de los bosques de alga.”)



Si yo viviera entre las mareas

Grados K-6

Objetivo

El estudiante observará las principales zonas en que viven los animales entre los límites de la marea y a lo largo de las costas rocosas. También observará de por qué estos animales se distribuyen en la forma vista.

Material

“Ecología de la zona intertidal.” Publicación 75LE/2246 del Sea Grant.

Actividad

El material precedente citado acá, más las preguntas que sigue puede ser usadas por el profesor en un diálogo con los estudiantes aprovechando de un viaje a una playa rocosa. Dicha información empieza con los animales de la zona más alta para ir a los de la zona más baja.

Zona de las Salpicaduras

Al mirar en la zona de las salpicaduras podemos ver que hay un sólo tipo de animal viviendo allí. Ellos son unos caracoles pequeños llamados “litorinas.”

Preguntas

¿ **En qué forma se protegen estos animales, en un medio ambiente fuera del mar?** (Ellos tienen una concha muy fuerte y si los volviéramos para arriba veríamos que la abertura está protegida por una cubierta muy ajustada.)

¿ Qué es **lo que comen las litorinas?** (Tú puedes notar que hay muy pocos otros animales viviendo en esta zona. Pero tú también notarás que las rocas son de un color más oscuro que aquellas que están más altas, alejadas del agua. El color oscuro se debe a las plantas microscópicas que viven allí, y son estas plantas en las que pastan estos caracoles.)

¿ **Cuál es la razón por la que las litorinas viven en esa zona tan alta y alejada del agua, que parece tan inhospitalaria?** (Porque en esta zona

SEXTA UNIDAD: ECOLOGÍA MARINA

Sección A: Ecosistemas

Grados K-6

**Preguntas
(continuación)**

no hay competidores debido a lo inhospitalaria y los predadores son escasos. Estos animales sobreviven gracias a que son lo suficientemente fuertes para soportar la dureza del medio ambiente, además que por vivir en esta área no se tienen que preocupar por factores biológicos como los predadores y la competencia por espacio.)

**Zona de los
Balanos**

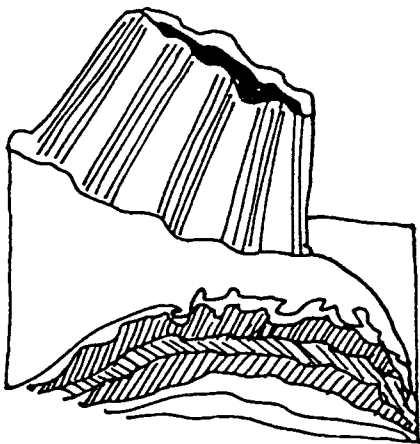
Esta zona de los balanos es la que va a lo largo de la línea costera y llega hasta el límite de la más alta marea. Los balanos dominan esta zona, ellos son relativamente pequeños y son capaces de soportar la luz del sol y el efecto deshidratador de la exposición al aire.

Preguntas

*¿En qué forma se protegen **los balanos**?* (Ellos tienen una concha muy dura y una tapa muy efectiva. Además ellos están fuertemente adosados a las rocas).

*¿Qué es lo **que comen**?* (Los balanos dependen del agua para que les acarree su alimento porque ellos no se pueden mover. Estando todo el tiempo estacionarios, lo que ellos hacen es abrir su cubierta para extender unos delicados filamentos y así atrapar partículas de plancton del agua. Por esta razón los balanos son clasificados como filtradores de plancton.)

*¿Por qué **viven ellos en ese lugar**?* (Las razones para esto son las siguientes: ellos están limitados en la parte más alta porque necesitan el agua para respirar y obtener su alimento, por lo tanto están limitados allí por el medio físico. Estos balanos tampoco pueden vivir muy abajo en en la zona intertidal debido a la competencia con otros animales. Otro tipo de balanos más grandes los pueden desplazar causando su muerte o en el caso de los mitílidos, que forman grandes bancos, ellos crecen más rápido y los cubrirían, sofocándolos. Otro factor son las estrellas de mar y los caracoles. Todo balano que quede más abajo de su límite natural va a ser comido. Por lo tanto ellos están limitados en la parte más baja por factores biológicos.)



**Zona de los
Mitílicos**

La zona de los mitílicos es aquella que queda expuesta solamente durante las bajas mareas. Esta zona está dominada por densos bancos de mitílicos los cuales se aferran tenazmente a las rocas, resistiendo de ese modo la acción de las olas.

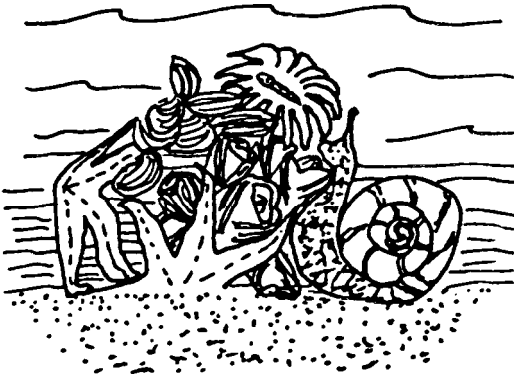
Preguntas

¿En qué forma se protegen los mitílicos? (Los mitílicos tienen dos conchas. Estas conchas protegen al animal, el cual vive dentro de ellas. Además los mitílicos tienen la habilidad de fijarse a los fondos rocosos por medio de unos filamentos delgados pero muy fuertes, los cuales evitan que el animal sea arrastrado por la acción de las olas.)

¿Qué es lo que comen los mitílicos? (Ellos son como los balanos. Dependen del movimiento del agua para obtener el sustento. Pero en vez de sacar afuera alguna parte del organismo para atrapar plancton, lo que ellos hacen es permitir que el agua entre a su cuerpo, donde filtran el agua con ayuda de sus branquias. Esta es una ventaja porque en esa forma evitan el exponer una parte delicada de su cuerpo al medio ambiente exterior.)

¿Por qué se encuentran allí? (Ahora tenemos el caso de un animal que no puede soportar el calor y el efecto deshidratador del sol en la parte más alta de su zona. Por otro lado vemos que en su parte inferior ellos quedan expuestos a la acción predatoria de las estrellas de mar. De nuevo vemos que los límites superiores son el medio físico y que los límites inferiores son los factores biológicos.)

"Uno de nosotros debería tratar de encontrar un nuevo hogar la próxima vez que suba la marea"



SEXTA UNIDAD: ECOLOGÍA MARINA

Sección A: Ecosistemas

Grados K-6

Zona de las Algas

Esta es una zona densamente poblada por algas, en donde normalmente no hay mitílidos y que muy rara vez queda expuesta al aire, excepto en las más bajas mareas.

Preguntas

¿En qué forma logran sobrevivir las algas? (Las algas se adhieren fuertemente a las rocas por medio de una estructura como raíces, llamada disco de fijación. Estas plantas se sujetan al fondo de modo parecido a las vides, aferrándose fuertemente a la superficie. Normalmente estas plantas no son muy altas, para evitar ser arrancadas de su lugar por la acción de las olas, como sucedería en el caso de plantas más grandes.)

¿Qué es lo que las plantas necesitan para poder sobrevivir? (Ellos necesitan la luz del sol y los nutrientes que se hallan en abundancia en la mayor parte de la costa sometida a la acción de las olas. Este es un buen medio ambiente para las algas debido al oleaje que constantemente renueva los nutrientes tan necesarios para ellas.)

¿Por qué las algas se ubican en esta zona? (Las plantas crecen con preferencia en esta zona porque más arriba quedan limitadas en su desarrollo por la exposición al aire y más abajo de dicha zona son atacadas por los herbívoros y otros predadores que pastan en ellas. En muchos lugares de la costa existen grandes bancos de erizos los cuales limpian de algas las áreas en aguas más profundas, pero las algas florecen a lo largo de las zonas rocosas barridas por el oleaje, debido a que los erizos no se pueden sujetar a ellas.)

SEXTA UNIDAD: ECOLOGÍA MARINA

Sección A: Ecosistemas

Grados K-6

Ecología de la Zona Intermareal

La zona intermareal yace en el lugar donde se juntan la tierra y el mar, es el área comprendida entre los límites de las mareas bajas y altas, normales. Debido a que esta es una zona que no es ni tierra ni mar y está sujeta a un cambio constante, la franja intermareal es un medio ecológico único.

La lucha por la existencia en este medio ambiente tan duro es muy intensa y casi cada pulgada cuadrada de superficie, está ocupada. Para competir con éxito en la lucha por la supervivencia, en esta zona que podría ser la más densamente poblada de la Tierra, cada organismo debe de ser altamente especializado y adaptado para soportar la exposición, tanto al aire como al agua.

Adaptaciones para la Vida en la Zona Intermareal

Los organismos intermareales deben de soportar los efectos de las mareas, de las olas y de los cambios en salinidad.

Las Mareas

Cuando la marea está baja los organismos intermareales quedan expuestos al aire. Ellos deben de evitar a toda costa la deshidratación y además deben de soportar los cambios de temperatura del aire, que puede ir del calor del verano al frío penetrante del invierno. Algunas de las adaptaciones que los organismos usan para evitar la deshidratación son:

- Los caracoles se recogen en su concha y algunos de ellos segregan una mucosidad que sella la entrada.
- Las anémonas se agrupan en grandes masas con lo cual reducen la superficie de su cuerpo expuesta al aire.
- Las lapas (*fimpets*) se acomodan en las pequeñas cavidades que ellas mismas han labrado en la roca.
- Las algas están protegidas por su gran número: Las capas de algas superficiales protegen a las de más abajo y de esa manera sólo unas pocas plantas son sacrificadas para proteger a la colonia completa.
- Los mitílidos cierran su concha en forma apretada para evitar la pérdida de agua.

SEXTA UNIDAD: ECOLOGÍA MARINA

Sección A: Ecosistemas

Grados K-6

Las Olas

Las plantas y animales intermareales deben de ser capaces de resistir la acción de las olas para sobrevivir, no importando que ello sea en las playas arenosas o en las costas rocosas. Estos organismos intermareales usan los siguientes métodos para protegerse a sí mismos:

- Se adhieren muy fuerte a las rocas. Algunos animales como los “abulones” tienen un pie muscular muy fuerte y algunas plantas como el “Kelp” (algas café como *laminaria* y las “palmeras de mar”) tienen una especie de raíz (disco de fijación).
- Algunos animales buscan refugio contra las olas ocultándose debajo o entre rocas y plantas. Los cangrejos se meten en las grietas de las rocas y otros animales más pequeños se protegen en la base de las algas. Las algas coralinas se desarrollan debajo de bordes rocosos.
- Otros organismos se entierran en la arena.
- Otra característica es de que ellos deben poseer estructuras anatómicas protectoras. Los moluscos tienen sus conchas; las algas tienen hojas suaves y fuertes; los quitones tienen un cuerpo muy plano.

La Salinidad

Los organismos intermareales deben de ser capaces de soportar cambios abruptos en salinidad. Ellos pueden quedar empapados por el agua dulce de las lluvias cuando la marea está baja, pero vuelven bruscamen al agua salada cuando la marea sube. Lo otro que sucede es que durante las bajas mareas el agua que queda en las pozas se puede evaporar (parte aumentando con ello la concentración de sales (salinidad). Existen dos formas que los organismos utilizan para adaptarse a la salinidad. Una de ellas es la retención del agua de mar en su concha (como los mitílidos), la otra forma es ajustar rápidamente el balance salino interno (como el caso de los peces que viven en las pozas de la marea).

Zonificación

El área intermareal (entre las mareas) se puede dividir en zonas, basándose en el tiempo de exposición al aire. Estas zonas son identificadas a menudo por las plantas y animales que viven en ellas.

SEXTA UNIDAD: ECOLOGÍA MARINA

Sección A: Ecosistemas

Grados K-6

**Zonificación
(continuación)**

La zona de las salpicaduras está expuesta a la salpicadura de las olas y queda cubierta por el agua solo durante la más alta de las mareas altas. Las plantas y animales que viven en esta zona necesitan del rocío de agua de mar pero no pueden vivir sumergidos (algas verdes, caracoles).

La zona de la marea alta está descubierta la mayor parte del tiempo. Queda cubierta por el agua solamente durante las mareas altas. Aquí viven plantas y animales que pueden resistir una exposición larga al aire (balanos, mitílidos, cangrejos, caracoles y algunas algas).

La zona de media marea queda expuesta al aire por lo menos una vez al día y en ella vive una gran cantidad de plantas y animales (algas café, anémonas, estrellas de mar).

La zona de la baja marea queda expuesta al aire solamente durante la más baja de las mareas bajas. La vida marina que se encuentra en esta zona es abundante y variada (abulones, erizos de mar y algas rojas).

Actividades Sugeridas

1. Busque por lo menos diez organismos intermareales diferentes e identifique la forma en que ellos se protegen para soportar los rigores del medio ambiente. Use las indicaciones dadas anteriormente en este artículo.
2. Observe la distribución de los organismos en las diferentes zonas en el área intermareal (entre las mareas). ¿Existen organismos que se encuentren distribuidos en todas las zonas?

Ecología Las relaciones existentes entre el medio ambiente y las plantas y animales que habitan en él.

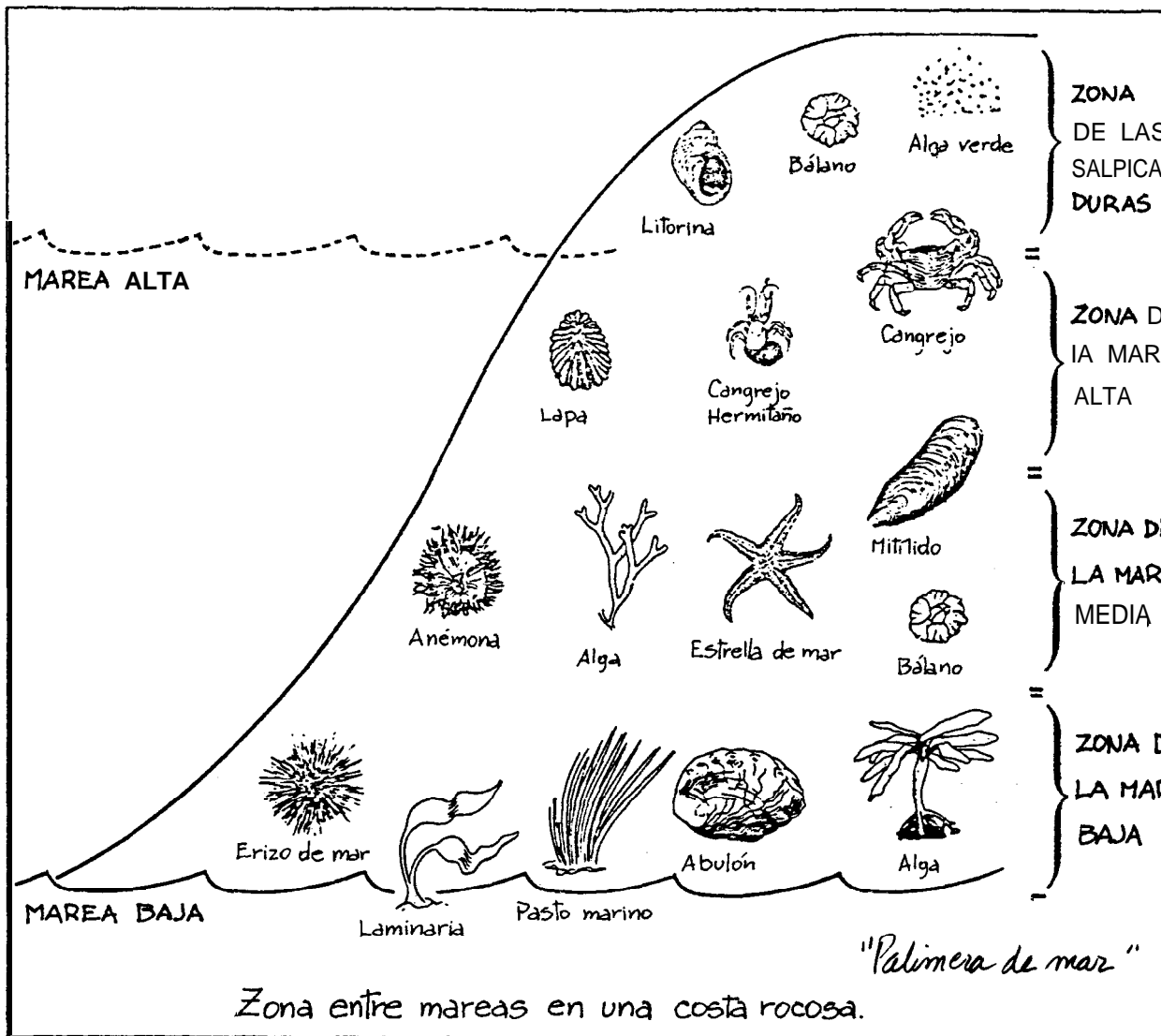
Disco de fijación Una estructura muy fuerte y parecida a una raíz la cual le sirve a las algas mayores para adherirse a las rocas.

Kelp Algas café, de gran tamaño, muy comunes en las zonas intermareales más bajas.

SEXTA UNIDAD: ECOLOGÍA MARINA

Sección A: Ecosistemas

Grados K-6



Medio ambiente	Todas las cosas que rodean y afectan un organismo (condiciones, circunstancias e influencias).
Organismo	Toda cosa viviente.
Quitón	Molusco pequeño que se protege con una concha ocho placas traslapadas.

El mar abierto

Grados K-6

Objetivo

El estudiante será capaz de discutir y delinear la ecología en el mar abierto.

Materiales

“Oceanografía Biológica” por Christopher M. Dewees y Jon K. Hooper (Biological Oceanography). Publicación de Sea Grant 75-LE 2255, División de Ciencias Agrícolas de la Universidad de California, enero 1979.

El material nombrado más arriba va **incluido aca.** Para referencias adicionales, con las ilustraciones pertinentes, por favor vea las referencias más abajo.

“El hombre, el plancton y las ballenas” por Willis Eugene Pequegnat, *Scientific American*, enero 1958, 198(19), 84-86.

Diagrama de “Malla Alimenticia Marina Dominante” por J. D. Issacs. La Naturaleza de la Vida Oceánica, *Scientific American*, septiembre 1969, 221, 146-160.

Nota: Los artículos e ilustraciones anteriores citados, son referencias para esta lección y para las tres primeras lecciones de la sección B, “Energética.”

Película: *Plancton*. Washington, D.C.: National Geographic Society, 1976.

Lápices de cera y papel.

Actividad

Discuta el contenido y muestre las ilustraciones de las referencias indicadas más arriba en Materiales. Exhiba la película.

Haga que los alumnos dibujen una cadena alimenticia y con ayuda de flechas muestren lo que come cada ser, empezando por los más pequeños hasta llegar al más grande de los organismos (fitoplancton, zooplancton pequeño, zooplancton grande, peces pequeños, peces grandes, las orcas, etc.).

SEXTA UNIDAD: ECOLOGÍA MARINA

Sección A: Ecosistemas

Grados K-6

Preguntas

¿Existe algo que sea único a este ecosistema? (No hay fondo. La vida en el mar abierto se mueve en tres dimensiones sin nada en que ocurrirse o descansar.)

¿En qué se diferencian las plantas de este ecosistema con las plantas del bosque de algas o de la ciénaga de agua salada? (Estas plantas son microscópicas y constituyen el pasto del mar abierto. Su tamaño pequeño evita lo mismo que con las partículas de polvo, las partículas pequeñas no se hunden tan fácilmente como los objetos grandes.)

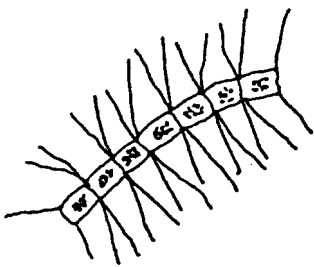
¿Quién se alimenta de estas plantas? (Existen animales pequeños que convierten este alimento vegetal en tejido animal. Estos herbívoros son unicelulares, con esqueleto de calcio, o son más complejos, como los copépodos.)

Luego ¿quién se alimenta de los pequeños animales? (Ellos sirven como alimento a animales más grandes que a su vez son comidos por otros más grandes y así sigue. ... Algunas de las "cadenas alimenticias" son muy largas, con múltiples eslabones, mientras que otras son cortas.)

¿Qué es una cadena alimenticia corta? (Las ballenas que son gigantes filtradoras de plancton se encuentran al final de una cadena alimenticia muy corta. Las ballenas se alimentan de un tipo de camarón llamado krill el cual es herbívoro y se alimenta de plantas celulares. Esta es una cadena alimenticia de solamente tres eslabones.)

¿Qué significa plancton? (Plancton son los animales y plantas que viajan a la deriva en el mar abierto; fitoplancton son las plantas y zooplancton son los animales. No todos estos organismos son pequeños. Las medusas llegan a ser muy grandes pero son aun animales planctónicos por el hecho de que su desplazamiento es causado principalmente por las corrientes.)

¿Existe algún lugar en mar abierto en que la vida se pueda comparar a una sopa viviente? (No, en comparación con las aguas costeras el mar abierto es un desierto. La vida no abunda allí. El color azul cobalto de las aguas, debido a su claridad, es una prueba de ello. Aun cuando hay un número relativamente grande de organismos, su biomasa, o cantidad de tejido vivo, no es muy grande.)



SEXTA UNIDAD: ECOLOGÍA MARINA

Sección A: Ecosistemas

Grados K-6

**Preguntas
(continuación)**

¿Qué es lo que las plantas necesitan para vivir? (En el mar lo más importante son la luz del sol y los nutrientes. Al decir nutrientes queremos decir nitratos y fosfatos ... los mismos compuestos químicos que necesitan las plantas de tierra. El problema es que estos nutrientes agotan muy pronto en el agua y sin ellos las plantas no pueden crecer.)

¿Qué sucede con los nutrientes cuando la planta muere? (Cierta cantidad es liberada en las aguas superficiales cuando estas plantas son digeridas por las bacterias ..., estos nutrientes son utilizados inmediatamente por otras plantas. Pero muchos de los organismos se hunden en las profundidades y allí son convertidos de nuevo en nutrientes.)

¿Por qué los nutrientes no son aprovechados allí por las plantas? (Debido a que la luz del sol no llega a esas profundidades y por lo tanto allí no hay plantas que puedan utilizar los nutrientes.)

¿Y en qué forma regresan los nutrientes a la superficie? (En ciertos lugares del mar existen corrientes ascendentes que traen los nutrientes de vuelta a la zona iluminada por el sol. En estos lugares la vida se desarrolla en forma explosiva debido al crecimiento de las plantas que luego sirven de alimento a los animales.)

Si tu fueras pequeño y vivieras en el mar abierto, ¿sería bueno que tuvieras una pesada concha protectora o unos colores bellísimos? (Ni lo uno ni lo otro; la concha pesada te obligaría a nadar todo el tiempo para evitar hundirte, por otro lado los colores vistosos te harían muy visible. Sucede en el mar abierto que las conchas muy ligeras y cuerpos transparentes son una buena manera de asegurar la supervivencia de muchos animales.)

¿Qué pasaría si los hongos y bacterias no existieran? (Todos los desperdicios y las plantas y animales muertos se acumularían en el fondo del mar y llegaría un momento en que no habría más nutrientes para las plantas. Este ciclo de regeneración de la materia en el mar es un eslabón extremadamente importante, aun cuando no sea tan dramático y que no lo podamos ver.)

SEXTA UNIDAD: ECOLOGÍA MARINA

Sección A: Ecosistemas

Grados K-6

***Oceanografía
Biológica***

La oceanografía biológica es el estudio de las plantas y animales marinos. Los océanos cubren un 70% de la superficie de la Tierra y son muy diferentes al medio ambiente terrestre a que estamos acostumbrados. Aun cuando las variaciones en temperatura, en salinidad y en composición química son muy pequeñas en los océanos, las plantas y animales marinos son muy diversos.

La mayoría de las plantas marinas son de tamaño microscópico, al contrario de las plantas terrestres. Estas plantas van a la deriva en el agua, llevadas por las corrientes y no tienen raíces para fijarse a un lugar determinado. Muchos de los animales marinos no son capaces de moverse (animales sésiles) en toda su vida, al contrario que los de la tierra.

***La Malla
Alimenticia***

Todas las formas de vida en los océanos están entrelazadas entre sí en las cadenas alimenticias (relaciones de comer y ser comido). **La malla alimenticia es** el conjunto de todas las cadenas alimenticias en las comunidades animal y vegetal.

Las plantas marinas, incluido el fitoplancton (plantas microscópicas), toman energía del sol y nutrientes del mar (principalmente bióxido de carbono) para crecer y producir oxígeno. Estas plantas son la base para toda la vida animal en el medio ambiente marino. El zooplancton, formado por animales microscópicos, se alimenta directamente de estas plantas. Luego vienen los peces pequeños que se comen al zooplancton y después los peces grandes que comen al más pequeño y así sigue ...

A las plantas se les conoce como **productores primarios** debido a que son la fuente primaria de alimentos en la cadena alimenticia. Los ani-

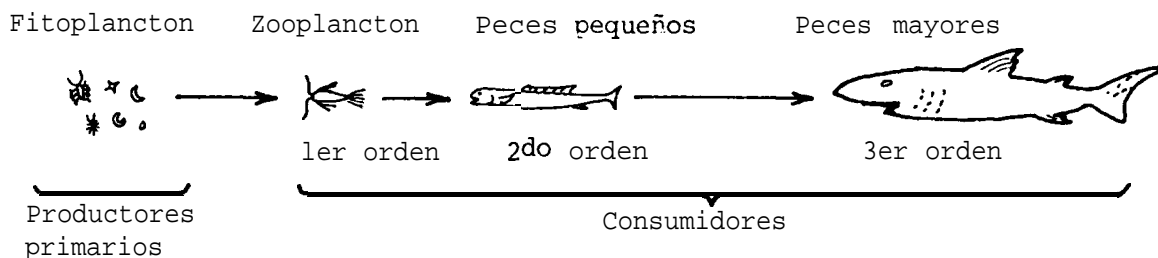


Fig. 1. Una cadena alimenticia en el océano

SEXTA UNIDAD: ECOLOGÍA MARINA

Sección A: Ecosistemas

Grados K-6

La Malla Alimenticia (continuación)

males son consumidores y se les clasifica por órdenes. Mientras más dependa este animal de las plantas como fuente de alimentación, más bajo será el orden a que ese animal pertenezca.

Debido a que el zooplancton se alimenta directamente del fitoplancton, es considerado como un *consumidor de primer orden*. Otros consumidores de primer orden incluirían peces, moluscos, crustáceos e incluso ballenas, las que a veces se alimentan directamente del fitoplancton.

Los consumidores de segundo orden son aquellos que se alimentan de los de primer orden. Este orden incluye muchos peces y también pájaros.

Los tiburones de gran tamaño quedan incluidos entre los *consumidores de tercer orden*. Ellos se alimentan de animales de órdenes inferiores y casi no corren peligro de ser comidos a su vez.

Existen varios animales que caben en dos o más categorías de consumidores, como por ejemplo los pájaros que pueden pertenecer al primer, segundo o tercer orden, depende de lo que coman.

Aquellos que comen desperdicios orgánicos (los *basureros* o *“scavengers”*) y los *descomponedores* (hongos y bacterias microscópicas), juegan un papel especial en la cadena alimenticia. Ellos comen materia animal y plantas que han muerto y liberan los nutrientes, poniéndolos de vuelta en el agua o en el fondo del mar. Enseguida otros organismos marinos crecen y se nutren de ellos,

En la cadena alimenticia todos los organismos están relacionados. El que los organismos de un eslabón sobrevivan depende de la supervivencia de los organismos en cada uno de los eslabones previos. Cuando uno de los eslabones se debilita afecta al resto de la cadena. Por ejemplo el zooplancton depende del fitoplancton para sobrevivir y si aquel escasea, la cantidad de zooplancton disminuye en proporción. Si éste escasea, provoca a su vez la muerte de los peces pequeños y así la reacción continua a lo largo de la cadena.

SEXTA UNIDAD: ECOLOGÍA MARINA

Sección A: Ecosistemas

Grados K-6

***Oceanografía
Biológica***

La oceanografía biológica es el estudio de las plantas y animales marinos. Los océanos cubren un 70% de la superficie de la Tierra y son muy diferentes al medio ambiente terrestre a que estamos acostumbrados. Aun cuando las variaciones en temperatura, en salinidad y en composición química son muy pequeñas en los océanos, las plantas y animales marinos son muy diversos.

La mayoría de las plantas marinas son de tamaño microscópico, al contrario de las plantas terrestres. Estas plantas van a la deriva en el agua, llevadas por las corrientes y no tienen raíces para fijarse a un lugar determinado. Muchos de los animales marinos no son capaces de moverse (animales sésiles) en toda su vida, al contrario que los de la tierra.

***La Malla
Alimenticia***

Todas las formas de vida en los océanos están entrelazadas entre sí en las cadenas alimenticias (relaciones de comer y ser comido). ***La malla alimenticia es*** el conjunto de todas las cadenas alimenticias en las comunidades animal y vegetal.

Las plantas marinas, incluido el fitoplancton (plantas microscópicas), toman energía del sol y nutrientes del mar (principalmente bióxido de carbono) para crecer y producir oxígeno. Estas plantas son la base para toda la vida animal en el medio ambiente marino. El zooplancton, formado por animales microscópicos, se alimenta directamente de estas plantas. Luego vienen los peces pequeños que se comen al zooplancton y después los peces grandes que comen al más pequeño y así sigue ...

A las plantas se les conoce como ***productores primarios*** debido a que son la fuente primaria de alimentos en la cadena alimenticia. Los ani-

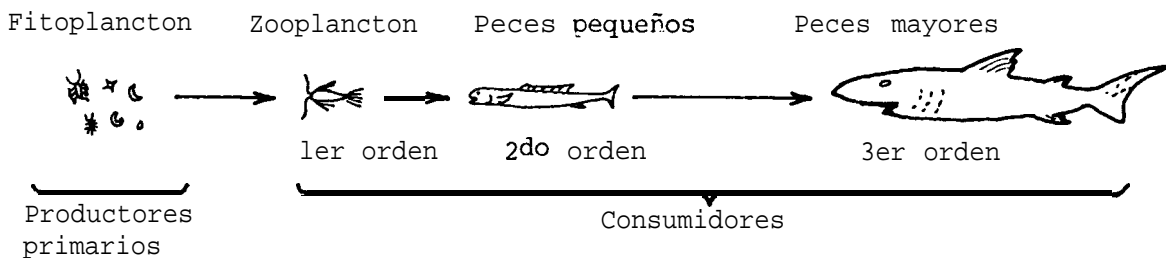


Fig. 1. Una cadena alimenticia en el océano

SEXTA UNIDAD: ECOLOGÍA MARINA

Sección A: Ecosistemas

Grados K-6

La Malla Alimenticia (continuación)

males son consumidores y se les clasifica por órdenes. Mientras más dependa este animal de las plantas como fuente de alimentación, más bajo será el orden a que ese animal pertenezca.

Debido a que el zooplancton se alimenta directamente del fitoplancton, es considerado como un *consumidor de primer orden*. Otros consumidores de primer orden incluirían peces, moluscos, crustáceos e incluso ballenas, las que a veces se alimentan directamente del fitoplancton.

Los consumidores de segundo orden son aquellos que se alimentan de los de primer orden. Este orden incluye muchos peces y también pájaros.

Los tiburones de gran tamaño quedan incluidos entre los *consumidores de tercer orden*. Ellos se alimentan de animales de órdenes inferiores y casi no corren peligro de ser comidos a su vez.

Existen varios animales que caben en dos o más categorías de consumidores, como por ejemplo los pájaros que pueden pertenecer al primer, segundo o tercer orden, depende de lo que coman.

Aquellos que comen desperdicios orgánicos (los *basureros* o *“scavengers”*) y los *descomponedores* (hongos y bacterias microscópicas), juegan un papel especial en la cadena alimenticia. Ellos comen materia animal y plantas que han muerto y liberan los nutrientes, poniéndolos de vuelta en el agua o en el fondo del mar. Enseguida otros organismos marinos crecen y se nutren de ellos.

En la cadena alimenticia todos los organismos están relacionados. El que los organismos de un eslabón sobrevivan depende de la supervivencia de los organismos en cada uno de los eslabones previos. Cuando uno de los eslabones se debilita afecta al resto de la cadena. Por ejemplo el zooplancton depende del fitoplancton para sobrevivir y si aquel escasea, la cantidad de zooplancton disminuye en proporción. Si éste escasea, provoca a su vez la muerte de los peces pequeños y así la reacción continua a lo largo de la cadena.

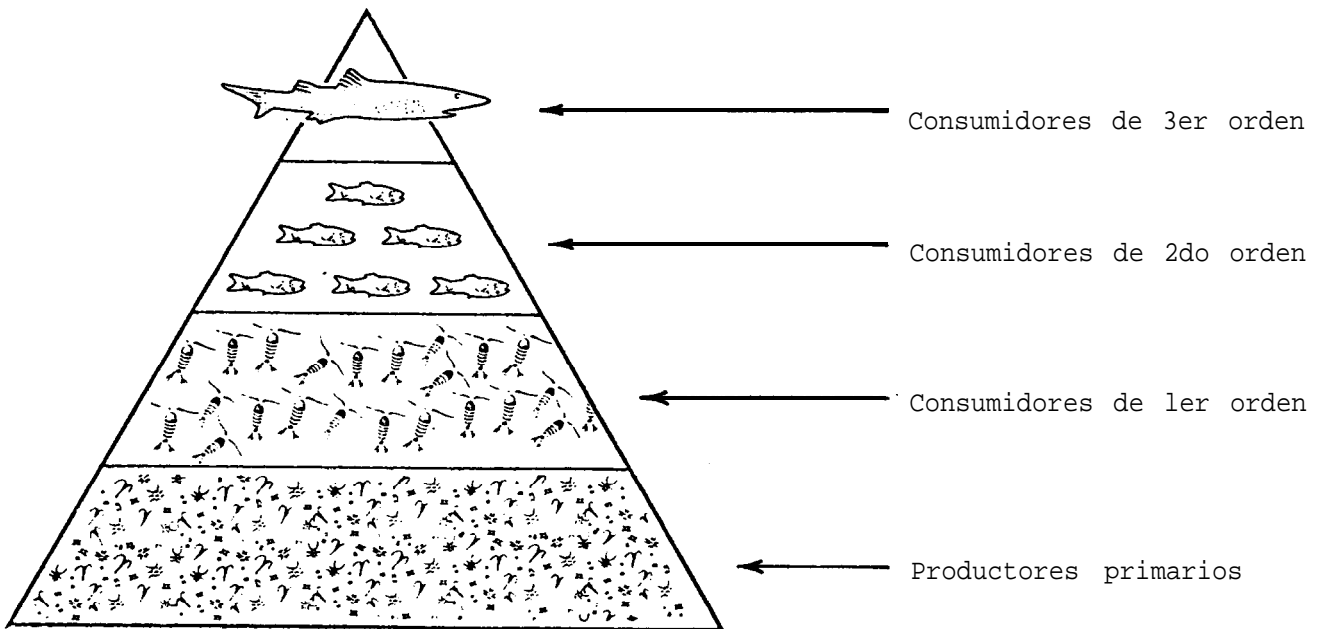
SEXTA UNIDAD: ECOLOGÍA MARINA

Sección A: Ecosistemas

Grados K-6

La Pirámide Alimenticia

La pirámide alimenticia es una buena forma de mostrar la cantidad de plantas y animales, o el peso total de materia viviente, en cada peldaño de la cadena alimenticia. Los productores primarios, fitoplancton, constituyen la base de la pirámide. Con cada peldaño que se sube vemos que el orden de los consumidores crece y que el número de organismos y el peso total de materia viviente decrece. La disminución es causada por el hecho de que cada vez que un organismo se come a otro, hay una pérdida de energía. La energía de la presa es traspasada al predador, pero algo de ella se pierde en cada conversión en forma de calor. A medida que se sube en la pirámide queda menos y menos energía para soportar la materia viviente.



La figura 2 es una representación de la pirámide de la vida.

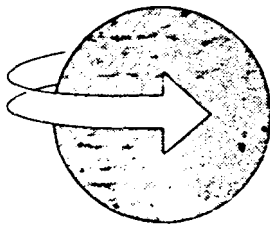
Factores que Afectan a las Poblaciones de Vida Marina

¿Cuáles son los factores que afectan mayormente a las poblaciones de vida marina a lo largo de la costa de California? Los factores más importantes parecen ser la temperatura, la luz, la disponibilidad de nutrientes, la estratificación, la acción de los predadores y la disponibilidad de alimento.

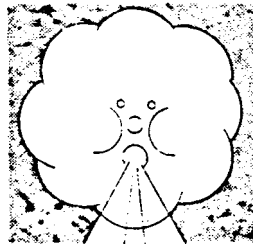
Las temperaturas abrigadas aceleran el crecimiento de los organismos marinos. Un aumento en la cantidad de luz aumenta la fotosíntesis, debido a lo cual se produce una mayor cantidad de materia vegetal en la base de la pirámide alimenticia. Un aumento en la disponibilidad de nutrientes nos lleva a un aumento increíble en el desarrollo de las plantas. Al contrario, la estratificación del agua (formación de capas), evita que los nutrientes se mezclen y por lo tanto disminuye el crecimiento de las plantas. La formación de capas sucede cuando el sol calienta el agua superficial, evitando así que ésta se mezcle con el agua helada, más densa, que yace más abajo.

El crecimiento del fitoplancton es un ejemplo claro de como la temperatura, la luz, los nutrientes y otros factores afectan a las poblaciones oceánicas. A lo largo de la costa de California se producen, normalmente, florecimientos del fitoplancton. El crecimiento mayor ocurre en la primavera debido a la acción de fuertes vientos del noroeste, los cuales causan la surgencia de aguas del fondo, ricas en nutrientes (fig. 3). Cuando estas aguas llegan a la superficie trayendo sus nutrientes y se mezclan con las aguas más tibias y encuentran la mayor cantidad de luz, se produce el crecimiento del plancton.

Rotación de la Tierra



Viento



Surgencias

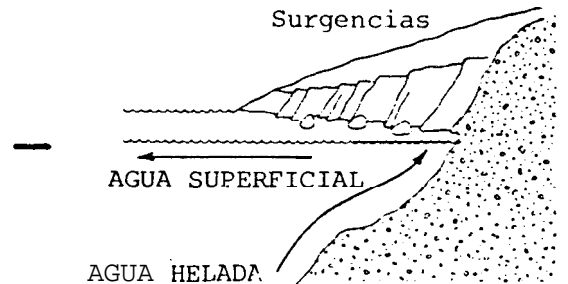


Fig. 3. Las surgencias son causadas por la rotación de la tierra y los vientos del noroeste.

SEXTA UNIDAD: ECOLOGÍA MARINA

Sección A: Ecosistemas

Grados K-6

***Factores que Afectan
a las Poblaciones
de Vida Marina
(continuación)***

Los florecimientos del plancton nos afectan a todos. Ellos pueden cambiar el color del océano, creando a menudo lo que conocemos con el nombre de “marea roja.” Durante esta época podría ser peligroso el comer mitílidos debido a que ellos consumen grandes cantidades de un tipo de plancton que es tóxico para el ser humano. Aún cuando esta época no es buena para los buceadores (a ellos les gusta el agua clara), puede ser una época muy buena para la pesca. Nuestra industria pesquera no podría existir sin la existencia de grandes cantidades de fitoplancton que van a formar la base de la pirámide alimenticia.



Esta fotografía infrarroja tomada desde un satélite de Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA) muestra los cambios de temperatura y nos ilustra acerca de las surgencias a lo largo de la costa de California, Oregon y Washington. Las zonas claras cerca de la costa indican las zonas de surgencias y agua fría. El agua enseguida se alejará de la costa apareciendo como dedos de agua fría que se extienden por muchas millas mar adentro.

SEXTA UNIDAD: ECOLOGÍA MARINA

Sección A: Ecosistemas

Grados K-6

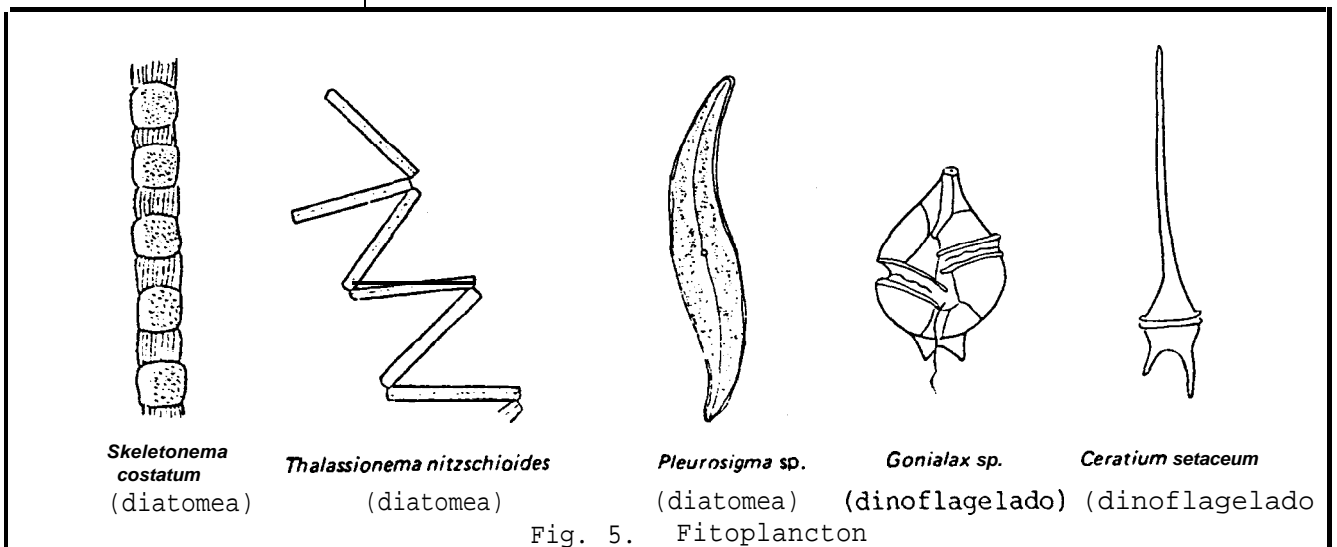
*Plantas y
Animales Marinos*

En el mar existen miles y miles de especies de plantas y animales. El propósito de este material es discutir los organismos marinos en un sentido general.

En el océano no existen casi plantas que florezcan y los musgos y helechos simplemente no se encuentran; la mayor parte de las plantas marinas son algas. Algunas algas, como el *Macrocystis*, tienen una estructura como raíces que le sirve para sujetarse a las rocas y que es llamada disco de fijación. En realidad las algas no tienen raíces verdaderas sino que obtienen su alimento directamente del agua que les rodea. El tamaño de las algas varía desde aquellas microscópicas hasta el *Macrocystis* gigante que es una de las plantas más altas que existen.

Las algas marinas pequeñas son una fuente alimenticia muy importante para los animales marinos como el zooplancton y los peces. Algunas de las algas más grandes sirven de alimento a los abulones (*Haliotis*), lapas, erizos de mar y a otros animales costeros. Las grandes algas café que crecen a lo largo de la costa de California tienen importancia comercial en la fabricación de pinturas, cerveza, helados, etc. Además estos bosques de algas sirven de refugio a una gran variedad de peces.

Los animales marinos también tienen una gran variación en tamaños los cuales van desde el zooplancton microscópico hasta las ballenas



SEXTA UNIDAD: ECOLOGÍA MARINA

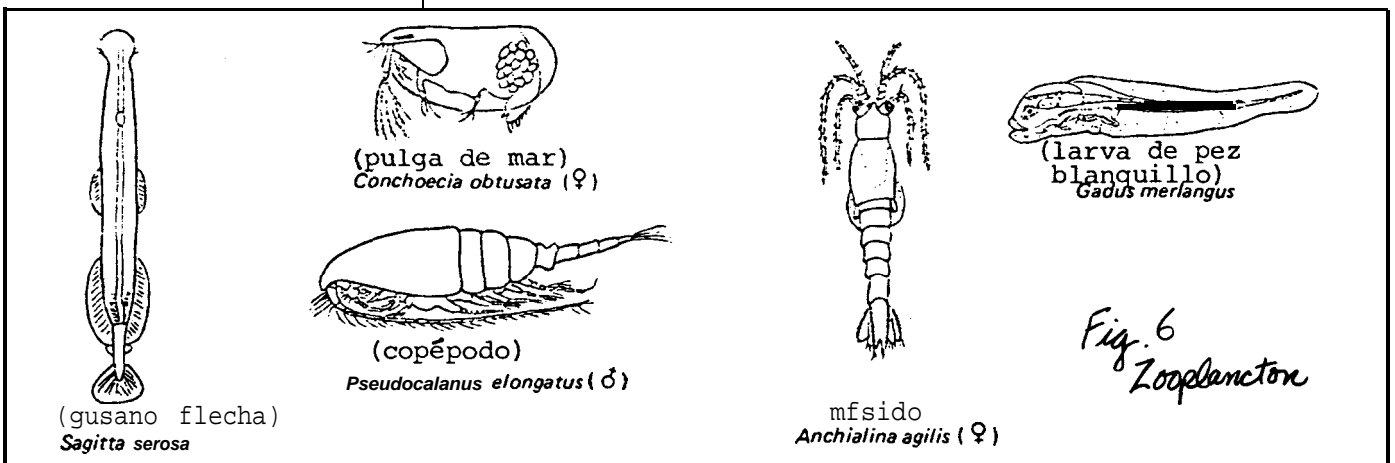
Sección A: Ecosistemas

Grados K-6

azules que son los animales más grandes que hayan existido. Al contrario que las plantas los animales no son capaces de efectuar la fotosíntesis y son móviles en alguna etapa durante el ciclo de su vida.

La oceanografía divide a los animales marinos en zooplancton, necton y bentos. En general el *zooplancton* está formado por pequeños animales que van a la deriva con las corrientes y que tienen muy poco control sobre sus desplazamientos. Ejemplos de este grupo son los copépodos, huevos de peces y larvas. El *necton* está compuesto por animales que nadan libremente, tales como peces, calamares, y mamíferos. En el *bentos* quedan incluidos aquellos animales asociados con el fondo del mar, como almejas, cangrejos y gusanos.

Los animales marinos se alimentan de diferentes maneras. Muchos de ellos filtran el agua para extraer las partículas de plancton con que se alimentan. Entre esta variedad se encuentra el zooplancton y los mariscos (tales como ostras, almejas y mitílidos) así como también los tiburones más grandes que existen y algunas de las ballenas. Algunos animales marinos usan veneno para capturar sus presas, como en el caso de las anémonas. Otros obtienen alimento empleando la fuerza bruta, como los pulpos, las rayas de aguijón, las morsas y las estrellas de mar. Existen peces que dependen de su rapidez para nadar en capturar la presa. Tenemos, por ejemplo, el caso del atún que tiene una forma muy estilizada, lo cual le permite recorrer grandes extensiones en busca de alimento, con facilidad y rapidez.



SEXTA UNIDAD: ECOLOGÍA MARINA

Sección A: Ecosistemas

Grados K-6

Glosario

Basurero ("Scavenger")	Animal que se alimenta de desperdicios.
Crustáceos	Mariscos (como cangrejos, langostas, camarones y langostinos) que tienen una coraza externa (caparazón), miembros segmentados y branquias internas.
Descomponedor	Es un organismo que descompone restos orgánicos de organismos muertos así como materiales de desperdicio, transformándolos en sus componentes más simples los cuales pueden ser usados por plantas y animales vivos, produciéndose así el reciclado.
Ecología	Las relaciones existentes entre plantas y animales y su medio ambiente.
Especie	Una población o grupo de organismos diferenciados los cuales tienen algunas características en común y que no pueden reproducirse mezclándose con otras poblaciones.
Fotosíntesis	Este es un proceso en el cual las plantas utilizan bióxido de carbono, agua, sales inorgánicas y luz solar para producir materiales tales como los hidratos de carbono. Como subproducto de este proceso se libera una pequeña cantidad de oxígeno.
"Habitat"	La zona o tipo de medio ambiente en que se encuentra el organismo.
Medio ambiente	Todas las cosas que rodean y que afectan a un organismo (condiciones, circunstancias e influencias).

SEXTA UNIDAD: ECOLOGÍA MARINA

Sección A: Ecosistemas

Grados K-6

***Glosario
(continuación)***

Moluscos	Invertebrados de cuerpo blando los cuales poseen una concha protectora interna o externa. Entre los moluscos están incluidos las almejas, las ostras, caracoles y abulones (<i>Haliotis</i>).
Organismo	Toda cosa viviente.
Predador	Animal que captura y se alimenta de otros animales.
Presa	El animal que es cazado por otros para servir de alimento.

Cadenas alimenticias en el mar

Grados K-6

Objetivo

El estudiante podrá reconocer a través de ejemplos, el concepto de que hay un paso de energía de las plantas a los animales más grandes por medio de una serie de pasos o eslabones en lo que se conoce como una cadena alimenticia.

Materiales

Refiérase a la lección titulada, “El mar abierto,” en la página 34 de esta unidad, para artículos relevantes.

El gráfico adjunto (páginas 48–56), “Relaciones generales entre las plantas y los animales en el océano,” Centro de Entrenamiento Técnico, Oficina Oceanográfica Naval de los Estados Unidos, Suitland, Maryland 20390. (Nota: El mismo gráfico será usado en la lección sobre “El reciclado en el mar” de la página 73 de esta unidad.)

Arcilla, herramientas para trabajar la arcilla.

Actividades

Discuta el contenido y muestre las ilustraciones de las referencias indicadas más arriba en Materiales.

Compare las mallas alimenticias de las costas con aquellas del mar abierto usando el gráfico “Relaciones generales entre las plantas y los animales en el océano.” En la zona costera (# 1, 2 y 3) notará que las algas de gran tamaño son de mayor importancia y que hay una gran variedad de animales de agua poco profunda. Pero recuerde que el fitoplancton (#4) y el zooplancton (#5) aún son importantes. Contrastando con la línea costera, en el mar abierto el productor principal es limitado al fitoplancton (#4). Además del plancton en mar abierto, existen otras poblaciones tales como el necton (#6, 9, 10 y 11). Es interesante señalar, además, que la mayor parte de los extraños peces de las profundidades no miden más que 30 cm. de largo.

Haga que los estudiantes modelen en arcilla una planta o animal de su propia elección. Cuando los modelos estén terminados arréglelos de manera que cada uno tenga la posición que le correspondería en una cadena alimenticia típica.

SEXTA UNIDAD: ECOLOGÍA MARINA

Sección B: Energética

Grados K-6

Preguntas

¿ **Cuál es el papel que juegan las plantas en la ecología del mar?** (Las plantas capturan la energía del sol y la convierten en alimento, vale decir energía química, la que queda luego a disposición de los animales.)

¿ **Son todas las plantas del mar pequeñas?** (No. Recuerde el alga *Macrocystis* y el pasto *Spartina*, de las lecciones sobre los basques de algas y las ciénagas en la sección A de esta unidad, páginas 18 y 23, respectivamente.)

¿ **Cuál es el herbívoro más importante en el mar?** (Los copépodos son crustáceos pequeños que se alimentan de fitoplancton.)

¿ **Cómo sería una típica cadena alimenticia de mar abierto?** (Las diatomeas y los dinoflagelados (#4) pueden ser consumidos por los foraminíferos, los radiolarios y los copépodos (#5); los copépodos a su vez serán consumidos por los quetonatos, eufáusidos y mísidáceos (también #5). A su vez todos estos organismos pueden ser comidos por peces del estilo del arenque (#6), los cuales van a ser cazados por barracudas y peces como los atunes (#6). Después vienen los predadores como tiburones y delfines (#6). Los peces juveniles y las formas más grandes del zooplancton son presa de los peces linternas y peces “hacha plateada” (#9) los cuales van a caer a su vez bajo los peces “pescadores de mar profundo” y los stomiatidae (#9). (Estos son unos peces pequeños y delgados, normalmente no tienen escamas y sus cabezas son muy cortas. Tienen bocas muy grandes, dientes poderosos y sus estómagos se pueden dilatar a un gran tamaño. Todas estas características los confirma como peces de profundidad.) De igual modo sucede en las profundidades, en donde el zooplancton y los peces pequeños de profundidad serán comidos por los peces grandes de la profundidad (#10) Aquí reina una noche eterna y encontrar un almuerzo no es una oportunidad que se pueda dejar pasar; por esta razón existen algunos peces como la anguila pelícano que se pueden comer a otro pez incluso mayor que ella. Por último en el fondo existen los “basureros” (scavengers u organismos que se alimentan del detritus) y otra serie de eslabones de una cadena alimenticia que al final terminará convertida en un sedimento orgánico rico en bacterias (#12).

SEXTA UNIDAD: ECOLOGÍA MARINA

Sección B: Energética

Grados K-6

*Relaciones Generales
entre las Plantas y los
Animales en el Océano**

1. Algas adheridas y fitoplancton

Las aguas costeras están pobladas por muchas formas de algas adheridas (que van desde células microscópicas a los enormes *Macrocystis* que pueden alcanzar 80 m. de largo). También se hallan presente grandes cantidades de fitoplancton. Todas estas algas son productores básicos de alimento a través de la fotosíntesis.



*Este gráfico fue preparado por John H. Recknagel, Centro de Entrenamiento, Oficina Oceanográfica Naval de los Estados Unidos, Suitland, Maryland, 20390.

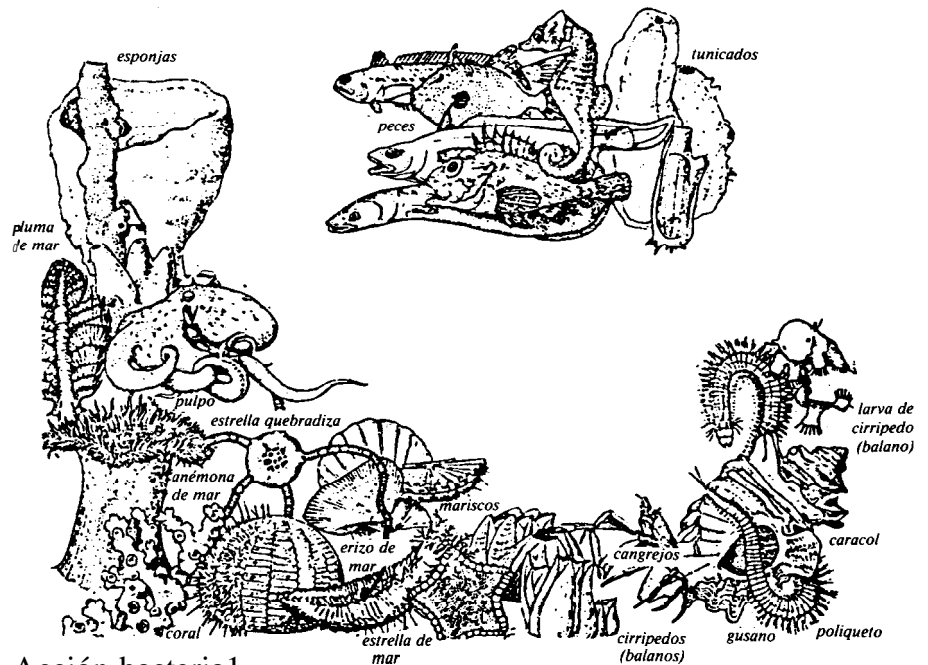
SEXTA UNIDAD: ECOLOGÍA MARINA

Sección B: Energética

Grados K-6

2. Animales de aguas poco profundas

Es una gran variedad de animales adaptados a un medio ambiente dinámico, siempre cambiante y de alimento abundante. Ellos comen plantas, predan o parasitan a los herbívoros o comen los restos muertos. También se hallan presente grandes cantidades de zooplancton que sirven de alimento para aquellos animales filtradores de plancton.



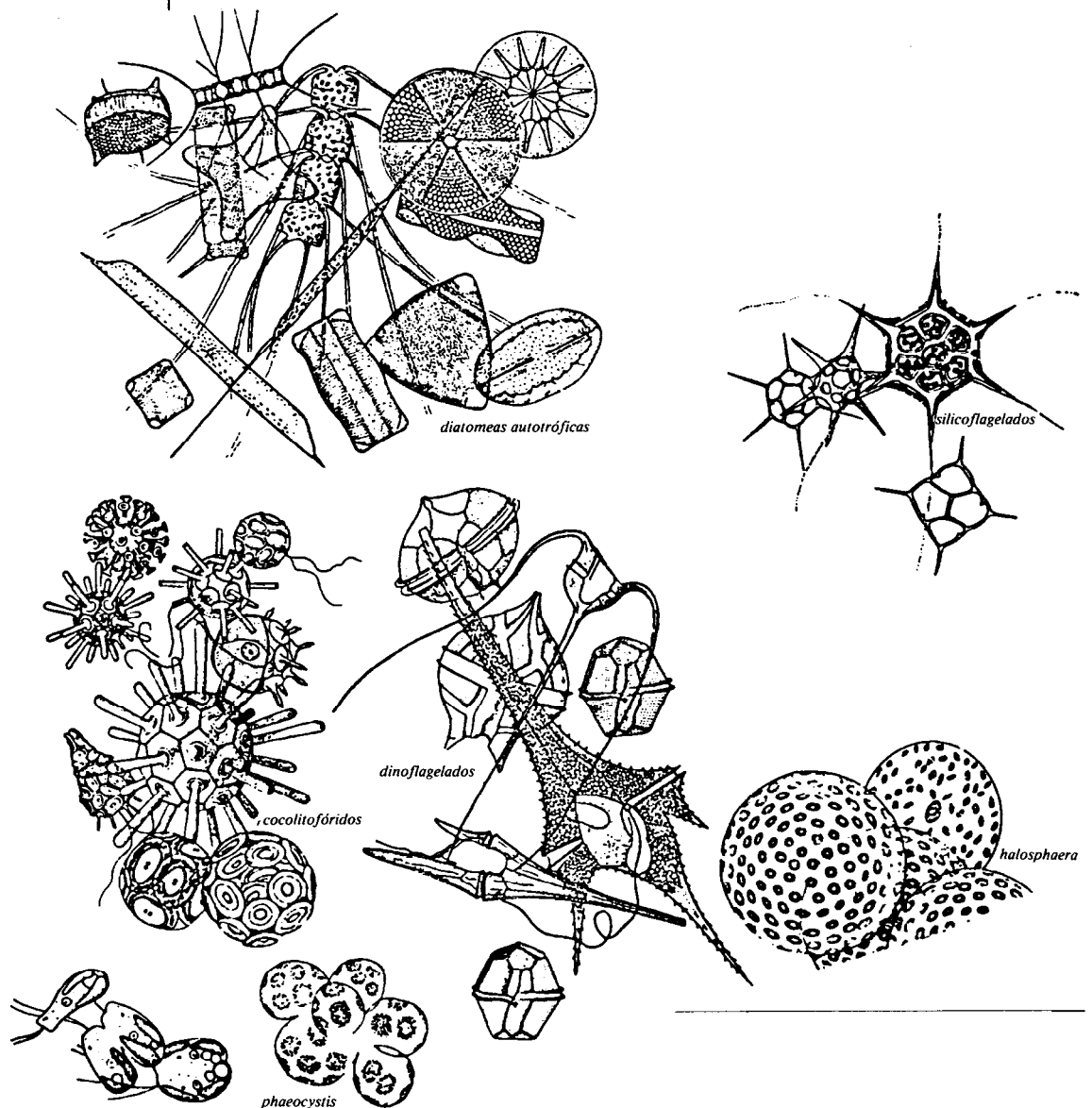
3. Acción bacterial

Las bacterias heterotróficas utilizan los productos de desecho y la materia muerta, asimilándolas o descomponiéndolas progresivamente en compuestos orgánicos simples llegando finalmente a dióxido de carbono, agua y elementos en forma mineral (algunos de estos están clasificados como nutrientes, son sustancias fertilizantes que requieren las plantas, las cuales quizás quedarían limitadas al faltar cualquiera de estos nutrientes).



4. Fitoplancton autotrófico

Las plantas flotantes de tamaño microscópico son de la mayor importancia, porque a través de la fotosíntesis son los productores básicos del alimento usado por los animales de mar abierto. La mayoría son plantas unicelulares que pertenecen a las algas amarillo-verdosas. La fotosíntesis es el proceso complejo por el cual sólo las plantas con clorofila sintetizan los carbohidratos a partir de nutrientes inorgánicos, bióxido de carbono, agua y la energía de la luz solar.



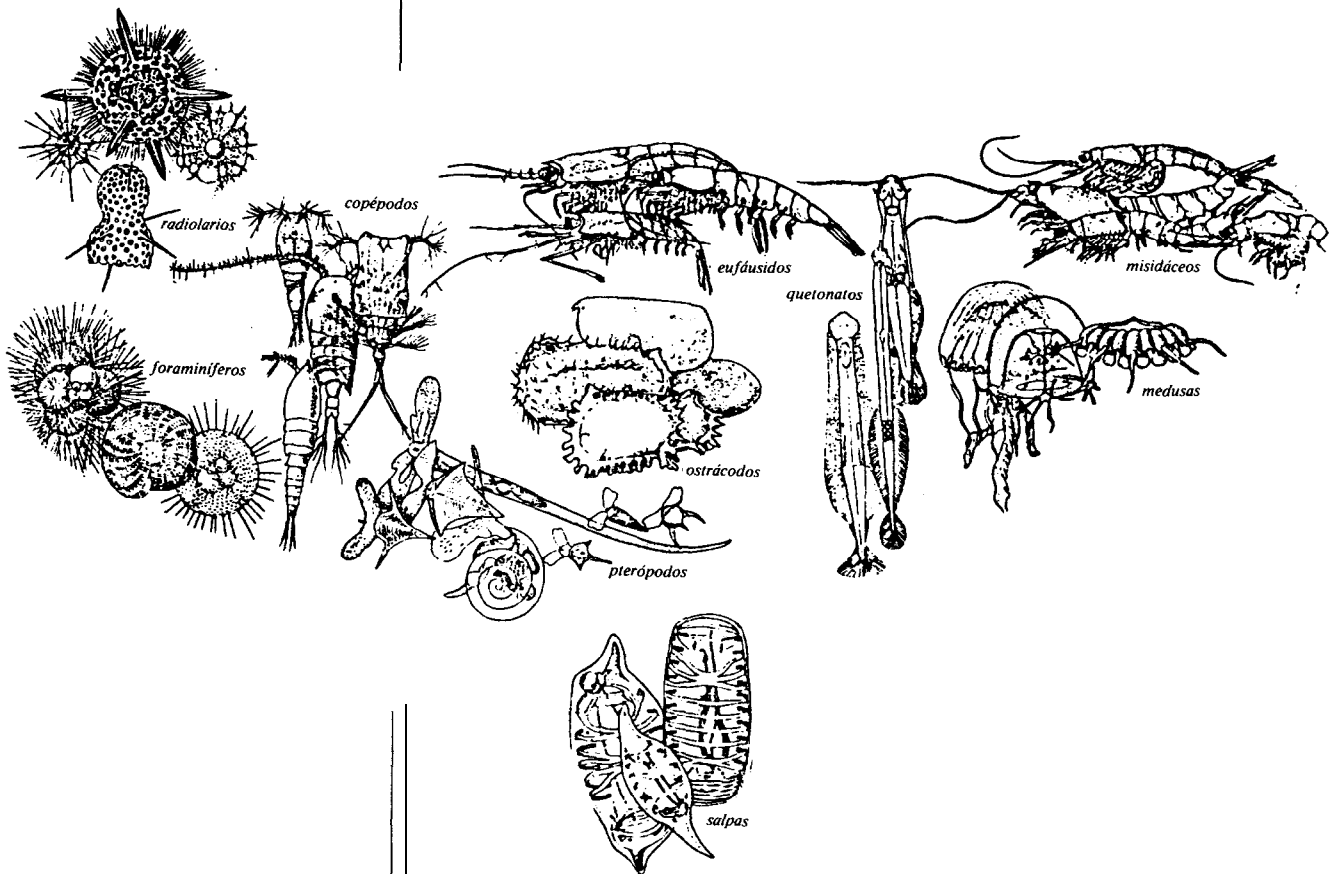
SEXTA UNIDAD: ECOLOGÍA MARINA

Sección B: Energética

Grados K-6

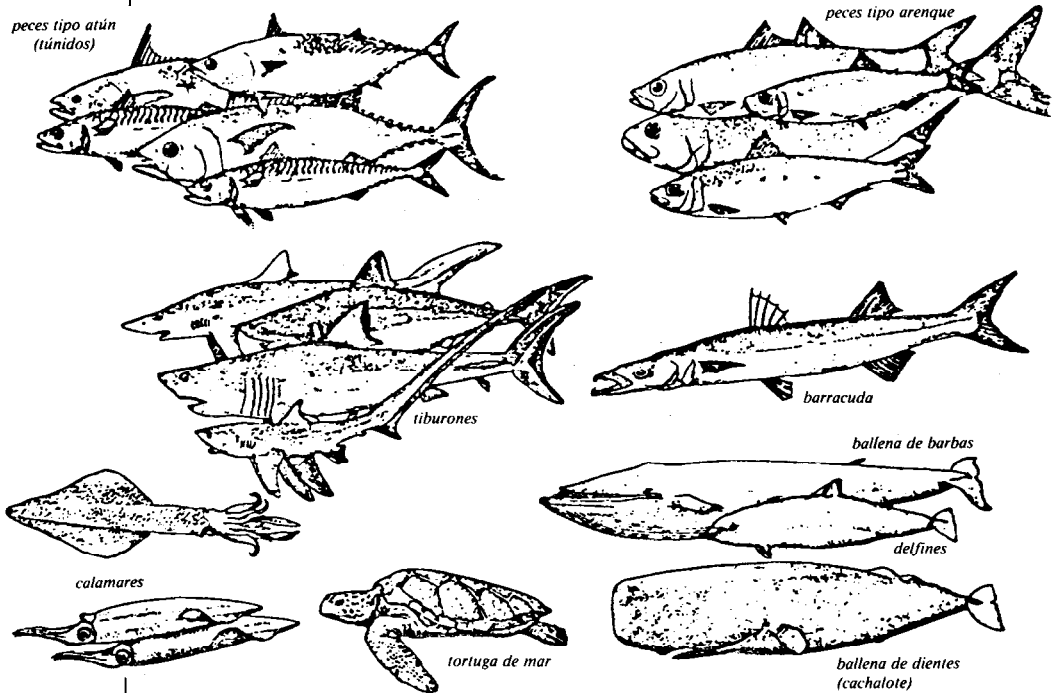
5. Zooplancton

Esta es una comunidad a la deriva de animales que nadan débilmente y que se alimentan del fitoplancton, siendo comidos a su vez por el necton. Así ellos se convierten en el “intermediario” vital en la cadena alimenticia del océano, al dejar el fitoplancton microscópico a disposición de los animales más grandes.



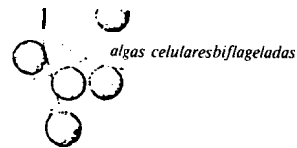
6. Necton de la superficie

Los animales son relativamente abundantes en la zona iluminada. El nector está formado por los nadadores fuertes, en oposición al plancton que va a la deriva. Los arenques, las sardinas y las ballenas comen el zooplancton directamente, mientras que los tiburones, barracudas, dorados, cachalotes y calamares, predan en los comedores de plancton. Otros actúan como parásitos o como carroñeros.



7. Fitoplancton heterotrófico

Estas algas se alimentan de las materias orgánicas parcialmente descompuestas producidas por las bacterias, en vez de depender de la fotosíntesis. Como consecuencia ellas producen alimento para el zooplancton que vive en las profundidades. Varios grupos podrían ser involucrados (algas celulares biflageladas, cocolitóforos, diatomeas, etc.).



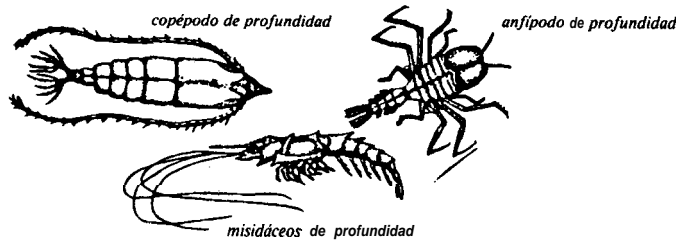
SEXTA UNIDAD: ECOLOGÍA MARINA

Sección B: Energética

Grados K-6

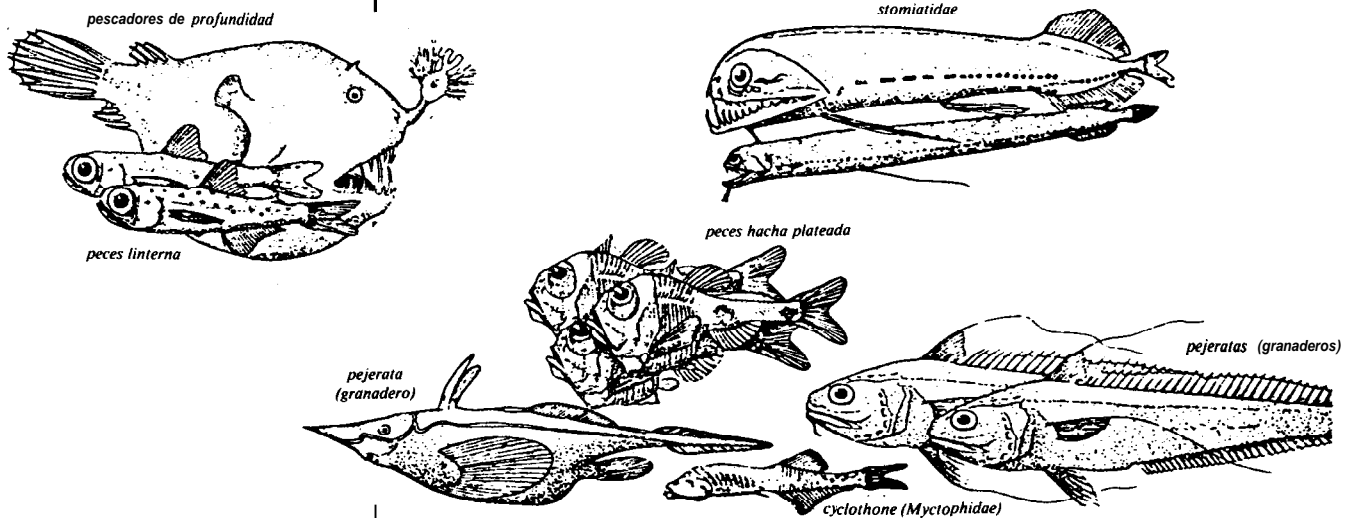
8. Zooplancton de aguas profundas

Las poblaciones de zooplancton de profundidad se alimentan de partículas orgánicas que caen desde las aguas superficiales, algas **heterotróficas** y de bacterias, proveyendo a su vez de alimento a la fauna del fondo y de media profundidad.



9. Necton de media profundidad

Esta zona está limitada a **grosso modo** por la zona iluminada por arriba y por la zona de los 4°C (unos 2000 m. de profundidad) por abajo. Algunos de sus habitantes realizan migraciones hacia arriba en la noche, a donde se puede encontrar más alimento.



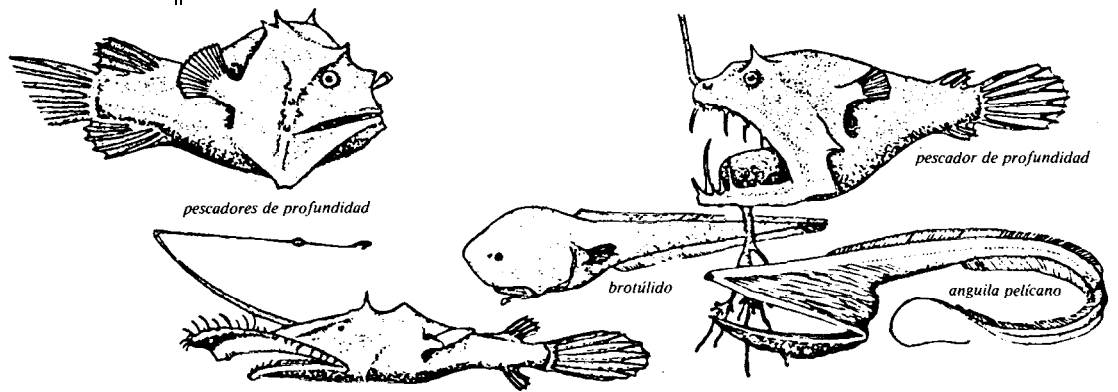
SEXTA UNIDAD: ECOLOGÍA MARINA

Sección B: Energética

Grados K-6

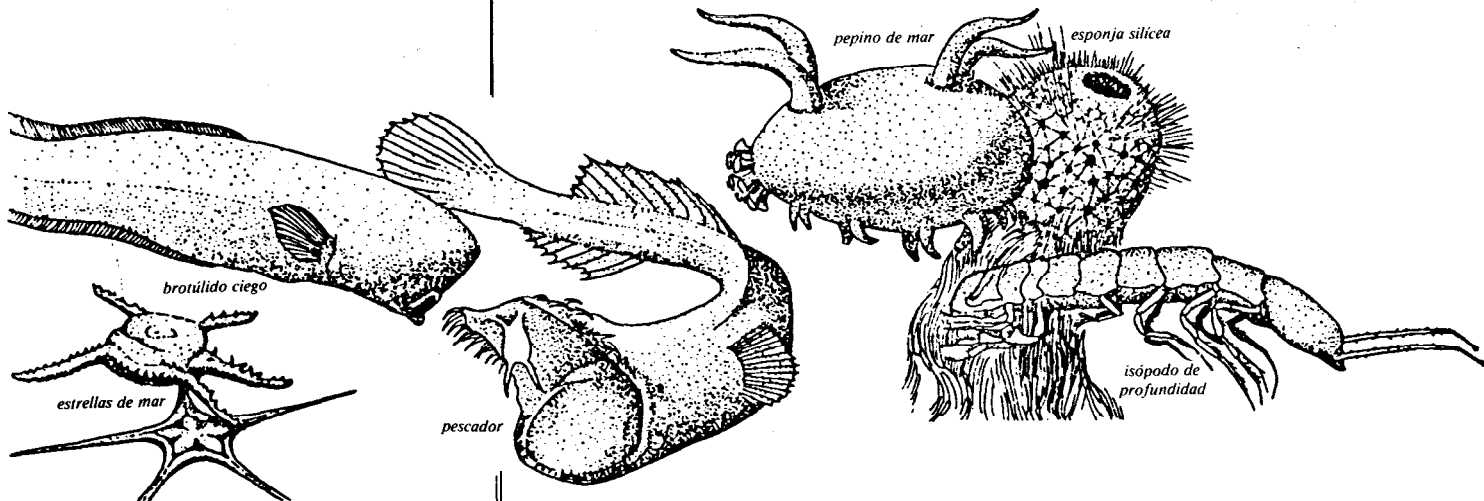
10. Necton de aguas profundas

Los habitantes de la zona abisal, escasamente poblada y de profundidad sobre los 2000 metros, están restringidos a aguas de unos 4°C de temperatura. Estas extrañas creaturas son principalmente carroñeros y predadores.



II. Fauna bentónica abisal

Los habitantes del fondo del mar en las profundidades dependen de los restos de los seres de las capas superiores que se hunden hasta el fondo. Ellos rebuscan el fondo del mar o filtran el agua por su alimento o predan en los filtradores.



SEXTA UNIDAD: ECOLOGÍA MARINA

Sección B: Energética

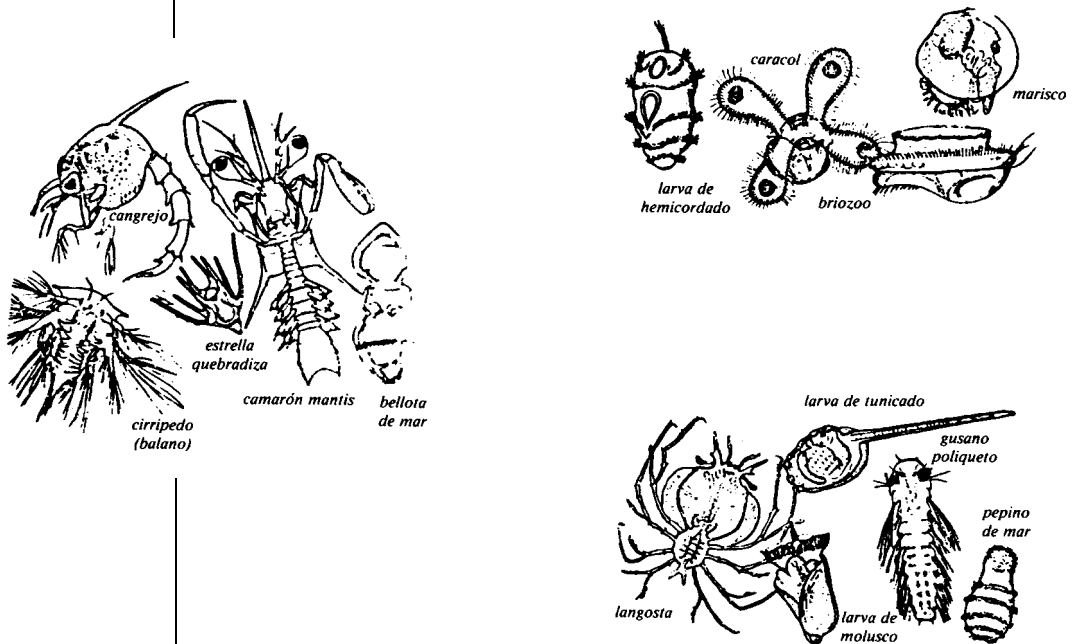
Grados K-6

12. Acción bacterial

Las bacterias descomponen los restos orgánicos en los fondos fangosos. A su vez estas bacterias se convierten en alimento de aquellos habitantes comedores de fango, del fondo marino.

13. Meroplancton

Las larvas de la fauna del fondo son parte, temporalmente, del zooplancton y regresan al fondo marino para su vida adulta.



14. Nutrientes minerales limitantes

Los productos finales de la oxidación y la descomposición bacteriana completa son fosfatos, nitratos y silicatos.

SEXTA UNIDAD: ECOLOGÍA MARINA

Sección B: Energética

Grados K-6

15. Movimientos verticales del agua

Estos movimientos del agua llevan los nutrientes de las profundidades del mar de vuelta a la superficie, a través de la convección, surgencias a turbulencias.

16. Agua, sulfato, bióxido de carbono, trazas de elementos

Estas sustancias también se requieren para el crecimiento de las plantas pero usualmente se hallan presente en cantidades suficientes.

17. Bacterias heterotróficas

Estas bacterias se concentran en aquellas zonas con mayor cantidad de materia orgánica muerta disponible, de la cual se alimentan. A su vez estas se pueden convertir en alimento para el zooplancton que se alimenta filtrando agua.

18. Materia orgánica **particulada**

Los subproductos metabólicos del plancton se pueden coagular en partículas de materia que pueden ser usadas como alimento por los animales filtradores, a medida que estas caen lentamente hacia el fondo del océano.

Relaciones alimenticias del arenque: Una malla alimenticia

Grados K-6

Objetivo

El estudiante podrá darse cuenta de que el término “cadena alimenticia” es una simplificación burda de las relaciones alimenticias en el mar. El término más apropiado para esto es el de “malla alimenticia.”

Materiales

El diagrama adjunto, “Relaciones alimenticias del arenque europeo.”
Papel y lápices de cera o pintura.

Actividad

Muestre el diagrama adjunto, identificando los diferentes organismos y haciendo notar que cada flecha viene desde una presa y termina en un predador. Haga que los estudiantes dibujen una “copia” aproximada del diagrama y en seguida discuta las relaciones existentes, usando como guía las preguntas que vienen a continuación.

Preguntas

¿Cuál es la fuente alimenticia inicial en esta malla? (Las plantas unicelulares de la parte inferior del diagrama.)

¿Cuáles serían los eslabones en caso de que el arenque fuera parte de una cadena alimenticia directa? (Del fitoplancton a los copépodos y de allí a los arenques. Haga notar que esto no es tan simple, sino que la historia es más complicada.)

¿Cuál es la razón por la que una malla alimenticia describe mejor las relaciones de alimento del arenque? (Porque existen muchos eslabones diferentes en el mar que van a proveer alimento para el arenque. Haga notar el hecho que hay diferentes tipos de copépodos pastando en diferentes tipos de algas.)

¿Podría decirse que indirectamente el arenque es un caníbal? (Sí, en cierto sentido, porque sucede que los arenques pequeñitos son presas del quetonatos y éste a su vez sirve de alimento a los arenques adultos.)

SEXTA UNIDAD: ECOLOGÍA MARINA

Sección B: Energética

Grados K-6

*Preguntas
(continuación)*

En el caso de la vaca que se alimenta de pasto y que en seguida es comida por nosotros, ¿pertenece a una malla o a una cadena alimenticia?
(Bueno, inclusive en este caso se podría decir que es una malla, porque la vaca consume un suplemento alimenticio hecho de harina de pescado.)

¿De qué otras mallas alimenticias somos parte?

La pirámide de la vida

Grados 4-6

Objetivo

El estudiante podrá discutir el principio de que las mallas alimenticias no son una forma eficiente de convertir tejido vegetal o animal a un nivel superior. Es decir, que una gran cantidad de energía se pierde cuando la planta o el animal son comidos, en vez de ser usada para el crecimiento de los animales consumidores.

Materiales

La Oceanografía Biológica, División de Ciencias Agrícolas de la Universidad de California, publicación de Sea Grant Marine Advisory 75-LE/2255, enero, 1979.

Pequegnat, Willis Eugene. Las ballenas, el plancton y el hombre, *Scientific American*, enero, 1958, 198 (19), 84-86.

Cinco tiras de cartulina de diferentes largos, lápices de cera.

Actividad

Muestre a los alumnos los diagramas de la pirámide de la vida y discuta con ellos el contenido de las referencias indicadas más arriba en materiales.

Divide a los estudiantes en cinco grupos, para construir una pirámide de vida en la cual se representan cinco peldaños. Cada grupo representará un peldaño y deberá dibujar una "copia" aproximada de su peldaño basándose en uno de los diagramas.

En seguida, reúna a los alumnos para construir la pirámide, discutiendo con ellos el flujo de la energía desde basa hasta la cima.

Preguntas

¿Cuál es la base de la que todos los animales marinos dependen para su alimentación? (El fitoplancton o las grandes algas que se encuentran a lo largo de la línea costera.)

¿Por qué existe más fitoplancton que zooplancton? (Solamente una porción pequeña de lo que un animal consume se va a convertir en nuevo tejido. El resto es usado en nadar, cazar alimento, evitar ser comido,

SEXTA UNIDAD: ECOLOGÍA MARINA

Sección B: Energética

Grados 4-6

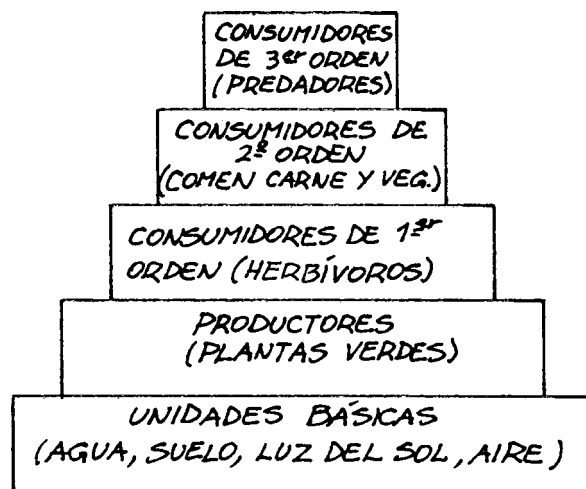
**Preguntas
(continuación)**

y también en la reproducción. La mantención del propio cuerpo, funciones reproductivas y otras también contribuyen a esta pérdida. Como resultado de esto tenemos que solamente diez al veinte por ciento del alimento se va a convertir en nuevos tejidos.)

¿Por qué esta pérdida es importante para la ecología marina? (Las pérdidas ocurridas en cada nivel de la pirámide van a limitar la cantidad de animales en el nivel superior. Esta es la razón por la cual las poblaciones de grandes peces en el mar son relativamente pequeñas.)

¿Qué es lo que esto significa para nosotros? (Si esperamos obtener alimentos del mar, especialmente delicadezas como el atún, veremos que existe una seria limitación por el efecto de la pirámide. Podremos encontrar mayores fuentes de proteína si en vez de buscar peces grandes, buscamos en los peldaños más bajos de la malla alimenticia.)

¿Existen algunos animales que hagan esto? (Sí, las ballenas que se alimentan filtrando el agua con sus barbas, pueden llegar a tener tamaños enormes porque ellas explotan su alimento muy cerca de la base de la pirámide. Al comer el krill, que es un herbívoro y por lo tanto muy abundante, las ballenas evitan las pérdidas de conversión por ir muy cerca de la fuente primaria de alimento.)



La ecología de los cacahuates

Grados K-6

Objetivo

El estudiante podrá discutir que la energía pasa del sol a las plantas, a los animales pequeños, a los animales más grandes y finalmente a los predadores. El estudiante verá que para el tiempo que el predador (consumidor de tercer orden) reciba la energía proveniente del sol, ésta ha quedado muy reducida. En otras palabras, mientras más se sube en la pirámide, más y más energía del sol se pierde.

Materiales

Veinte bolsas de plástico con 20 cacahuates en cada una, 7 bolsas de plástico vacías y la ilustración de la pirámide de la vida, 20 letreros que digan: “PRODUCTORES-PLANTAS VERDES,” cuatro letreros que digan “CONSUMIDORES DE PRIMER ORDEN-HERBÍVOROS,” dos letreros que digan “CONSUMIDORES DE SEGUNDO ORDEN-OMNÍVORES,” y un letrero que diga “CONSUMIDORES DE TERCER ORDEN-PREDADORES.” Estos letreros se pueden fijar con un alfiler a cada uno de los niños o se pueden colgar del cuello.)

Papel y lápices de cera.

Actividad

Las plantas verdes o “productores” serán representados por 20 estudiantes, con su letrero respectivo. Cada uno recibirá una bolsa de plástico con los 20 cacahuates en ella, los cuales representan 20 unidades de energía. (Esta energía proviene del suelo, del aire, del agua o de la luz solar .)

Nota: El total de unidades de energía disponible es 400 unidades.

A continuación cada una de las “plantas” se va a comer 5 cacahuates los cuales representan la cantidad de energía que la planta necesita para respirar y crecer normalmente. Las 15 unidades de energía restantes pasan a almacenarse en las raíces, tronco y hojas de la planta.

Nota: Aún quedan 300 unidades de energía disponibles.

SEXTA UNIDAD: ECOLOGÍA MARINA

Sección B: Energética

Grados K-6

***Actividad
(continuación)***

El próximo paso será cuando cuatro estudiantes, representando a los consumidores de primer orden (herbívoros), se alimenten de plantas verdes, con lo cual obtienen su energía. Cada uno de ellos recolecta 60 unidades de energía en su bolsa de plástico vacía. Las 60 unidades pueden tomar de cualquiera de las plantas. Pero cada planta deberá conservar tres unidades de energía para sí misma. Estas tres unidades restantes de energía serán usadas en las raíces y ramas que no fueran comidas para producir nuevos brotes y eventualmente más energía para los herbívoros.

Debido a que los herbívoros necesitan una gran cantidad de energía para encontrar su alimento, cada uno de ellos puede comer 30 unidades. Las 30 unidades restantes (30) quedan almacenadas en los diferentes órganos: huesos, grasa y carne.

Nota: Ahora quedan 120 unidades de energía disponibles.

Dos de los estudiantes actuarán ahora como consumidores de segundo orden (comedores de carne y de vegetales u omnívoros) y cada uno recolectará 60 unidades de energía entre los herbívoros. En la vida real esto podría significar incluso una lucha por la presa. En la cacería podría gastar hasta 30 unidades energéticas. Por lo tanto cada omnívoro puede comer 30 cacahuates almacenando las unidades restantes en su cuerpo, en forma de tejido.

Nota: Aún tenemos 60 unidades disponibles.

Uno de los estudiantes va ahora a jugar el papel de un predador (que podría ser un lobo, un águila, un león, etc.) y recolectará las 60 unidades restantes. Si la cacería hubiese sido muy cansadora el predador podría haber usado todas las 60 unidades solamente para moverse y no habría quedado nada para su crecimiento. Esto resultaría en un animal debilitado, que tendría problemas para reproducirse y que podría enf

SEXTA UNIDAD: ECOLOGÍA MARINA

Sección B: Energética

Grados K-6

**Actividad
(continuación)**

marse fácilmente por falta de resistencia a las enfermedades. Quizás la cacería podría desarrollarse en un área mayor que incluye más agua, aire, luz solar, y suelo para producir una mayor cantidad de unidades energéticas. En el caso de nuestro predador él es muy fuerte y saludable, por lo cual consume sólo 30 unidades (deje que el estudiante coma 30 cacahuates) y las 30 restantes son almacenadas en su cuerpo.

Nota: Al final nos han quedado solamente 30 unidades energéticas de las 400 originales.

**Actividad
Suplementaria**

Haga que cada alumno dibuje su propia pirámide energética (malla, gráfico, diagrama, etc.) en la que se muestre al ser humano, los camiones, trenes, supermercados, granjas, ganado, cerdos, huertos, etc. Pregúnteles sobre la interdependencia mutua en sus pirámides.

Preguntas

¿Qué pasaría si se sacara uno de los niveles de la pirámide? (Se destruiría el equilibrio.)

¿Cuál es el significado de “interdependencia”? (Que cada uno depende de los otros, ellos se necesitan y se ayudan unos a otros.)

¿En qué forma el ser humano es “interdependiente” con los diferentes niveles de la pirámide energética? (El obtiene su alimento de los diferentes niveles. Él planta y cultiva, caza y repone y controla la sobreproducción en ellos.)

¿En qué forma afecta a la pirámide el uso de insecticidas por el ser humano? (El fenómeno de bioconcentración de los insecticidas es observada a menudo. Por favor refiérase a la explicación en “Bioconcentración y contaminación” en la página II de la introducción a esta unidad.)

¿En qué forma es afectada la pirámide por las “temporadas de caza” y otras leyes similares destinadas a controlar la acción depredadora del ser humano? (Existe un control sobre el número de animales que pueden ser matados, permitiendo así la existencia de un número razonable para la reproducción.)

Presupuesto energético de los peces-polución

Grados 4-6

Objetivo

El estudiante podrá discutir el uso que los peces den a la energía proveniente de los alimentos y la forma en que son afectados por la polución en su crecimiento, salud y reproducción.

Materiales

Los cuadros adjuntos titulados, “Un ejemplo del presupuesto energético de un pez,” y “Los efectos de la polución.”

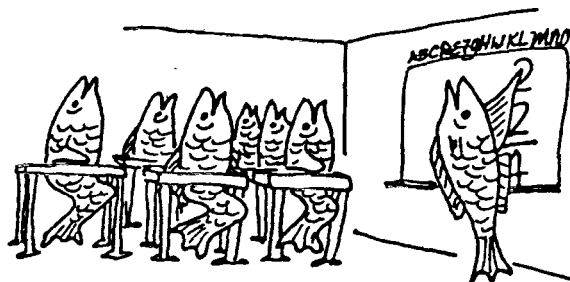
Actividad

Presente a la clase la situación siguiente, **haciendo** uso del pizarrón o distribuyendo una copia de las páginas 65-67 a cada alumno.

La cantidad de energía que un pez consume no puede ser utilizada completamente en su crecimiento y desarrollo. La mayor parte de ella (al igual que en los seres humanos), será utilizada en la mantención del organismo. Por esta razón la contaminación (polución) puede ser sumamente dañina a una población animal, aun cuando no vaya a exterminarla directamente.

Al considerar la ecología de los peces, debemos tomar en consideración la economía energética. Se podría hacer una comparación entre la energía y el dinero en el sentido de que la salida de energía, o de dinero, no puede sobrepasar al ingreso. Manejos financieros inadecuados pueden resultar en la pérdida de los ahorros o del capital y por último pueden llevar a la bancarrota. Una pérdida de energía almacenada (grasa) en el caso de los seres vivos puede significar la muerte.

Veamos el consumo y los ingresos de energía en un pez, para luego examinar los efectos de la contaminación. (Usar los cuadros en las páginas 65-67.)



SEXTA UNIDAD: ECOLOGÍA MARINA

sección B: Energética

Grados 4-6

*Un Ejemplo del
Supuesto Energética
de un Pez*

A comienzos del año nuestro pez pesaba 10 kg.

Ingreso de Energía	100 kg. de camarones (alimento para nuestro pez).	<u>100 kg.</u>
--------------------	---	----------------

Pérdida de Energía	72% para la natación. (Nuestro pez tiene que nadar para conseguir su alimento, para evitar los predadores en la migración diaria a los lugares de alimentación.)	72 kg.
--------------------	--	--------

	10% para la propia <i>mantención</i> . (La mantención del organismo incluye la energía usada para digerir los alimentos, mantener el sistema nervioso funcionando y los requerimientos básicos para mantener vivo al animal mientras descansa.)	10 kg.
--	--	--------

	5% de la energía va para <i>la defensa y mejoramiento de salud</i> . (Este gasto de energía incluye las pérdidas debido a los parásitos, en el combate con las enfermedades y en cicatrizar heridas e infecciones .)	5 kg.
--	---	-------

	10% es destinado a la <i>reproducción</i> . (Esta energía es utilizada en la construcción de un nido, en la producción de huevos y espermios, en encontrar y pelear por una pareja y en proteger a las crías.)	<u>10 kg.</u>
--	---	---------------

Pérdida Total de Energía	97 kg.
Ingreso	100 kg.
Gasto	97 kg.

Energía Sobrante a Ser Usada En Crecimiento	3 kg.
--	-------

Por lo tanto nuestro pez va a aumentar de 10 a 13 kg. a lo largo del año.

SEXTA UNIDAD: ECOLOGÍA MARINA

Sección B: Energética

Grados 4-6

Los Efectos de la Polución

	<u>Con Contaminación</u>	<u>Sin Contaminación</u>
1. La contaminación (polución) no es lo suficientemente dañina para matar al pez.		
2. La polución hace que el medio ambiente sea menos saludable, lo cual exige al pez gastar un 2% extra de su energía en <i>mantención</i> del organismo.	12%	10%
3. Debido al medio ambiente insalubre el pez debe gastar un 2% más de su energía para <i>la defensa y mejoramiento de salud</i> para combatir enfermedades a las cuales es ahora más susceptible. (Hoy en día, esto está sucediendo al ser humano en las ciudades.)	7%	5%
4. La caza disponible es también afectada. Ellos ya no están tan sanos y no se pueden reproducir rápidamente, lo que resulta en menos alimento disponible. Por lo tanto hay que gastar más energía en la captura del alimento para poder sobrevivir. El pez debe de utilizar un 5% de energía extra en la <i>natación</i> .	77%	72%

SEXTA UNIDAD: ECOLOGÍA MARINA

Sección B: Energética

Grados 4-6

Los Efectos de la Polución (continuación)

	<u>Con Contaminación</u>	<u>Sin Contaminación</u>
<p>5. Debido a las causas anteriores, la reproducción no puede continuar al mismo ritmo sin producir un déficit energético. En consecuencia nuestro animal debe de disminuir la energía reproductiva a un 3%.</p>	3%	10%
<p>6. Este cálculo económico nos muestra que nuestro pez continuará vivo en el medio ambiente contaminado, pero que podrá crecer solamente en 1 kg. durante el año. Pero lo más importante es productiva de un 10% a un 3%. El significado de esto es que lentamente habrá menos y menos peces. Al mismo tiempo que vemos declinar el número, veremos también peces con más enfermedades y con apariencia menos saludable. Para el observador al azar, no va a haber una matanza dramática de animales, sólo una pérdida gradual y silenciosa de las especies.</p>		

Resultado Neto: 1 kg. para el crecimiento

SEXTA UNIDAD: ECOLOGÍA MARINA

Sección B: Energética

Grados 4-6

**Actividad
(continuación)**

Es muy difícil probar que los contaminantes son dañinos a la salud a la supervivencia de nuestros peces, sin hacer estudios muy largos, caros y difíciles. Lo que sí podemos decir es que existe una correlación entre el desarrollo de industrias y residencias, la existencia de contaminantes y la disminución de nuestra vida marina. Esto es exactamente lo que pasó a las aguas de la mayor parte de nuestras ciudades. Las ofensas al medio ambiente han ido ocurriendo lentamente y sin que la gente dé cuenta, pero una consecuencia de esto es la desaparición silenciosa de la vida en estas aguas contaminadas. No deberíamos permitir el botar compuestos químicos que sean o que se sospeche que son dañinos, al medio ambiente.

Preguntas

¿Cuál es la actividad en la que el pez usa la mayor parte de su energía (Nadando.) ¿Qué porcentaje fue de la energía total? (72%) ¿Qué pasaría si el pez tuviera que usar más energía que lo que captura? (Tendría menos energía para usar en otras actividades tales como mantenimiento del organismo, defensa y mejoramiento de su salud, y reproducción.) **¿De qué forma son afectados por la contaminación los peces?** (Por favor refiérase al gráfico en “Los efectos de la contaminación,” ítems 2 a 5.) **¿Podría ser humano ser afectado de la misma manera? (Sí.** Por favor refiérase al ítem 3 del gráfico en “Los efectos de la contaminación.” Se debe animar a los estudiantes para que den otras ideas y/o hagan una investigación sobre esta pregunta.) **¿Qué efecto tendría esto sobre nuestra vida?** (Con la contaminación general se deteriorarán ambas, la calidad y cantidad de nuestros peces y existirá una menor variedad de especies disponibles, al desaparecer algunas de ellas. Nosotros podríamos ser afectados por la bioconcentración en los peces de contaminantes específicos como el mercurio, el plomo, el insecticida DDT, los dinoflagelados microscópicos del fenómeno de la marea roja que causan el “envenenamiento paralizante de los mariscos,” etc.)

El ciclo del carbón y del oxígeno: Un invernadero experimental

Grados K-6

Objetivo

El estudiante podrá observar que un sistema cerrado puede mantenerse a sí mismo en forma indefinida a través de un proceso de reciclado.

Materiales

Un acuario o un jarro grande de vidrio, algunas plantas de sombra, tierra, agua y una tapa.

Actividad

Forme un pequeño jardín, riéguelo, cúbralo con la tapa y después obsérvelo por el período de un semestre. La clase puede mantener un gráfico de control en el cual colocarán todos los acontecimientos importantes, con su fecha, **tales** como: la aparición de nuevas hojas, los insectos observados, la caída de algunas hojas, etc. Nota: El mismo invernadero se puede usar para la lección titulada “La tierra es un invernadero” en la sección E de esta unidad, página 88.

Preguntas

¿Qué es lo que las plantas necesitan para crecer? (Agua, bióxido de carbono (CO₂), nutrientes y luz solar.)

¿Cuál de los elementos nombrados no puede ser reciclado? (La energía solar.)

¿Qué es lo que está pasando si las plantas continúan creciendo? (Los ingredientes nombrados anteriormente están siendo reciclados.)

Y el agua ¿también está siendo reciclada? (Sí, fíjese en la condensación en las paredes de vidrio. Esto es muy similar al proceso de evaporación y condensación del agua en nuestra atmósfera. En realidad este recipiente es como una Tierra en miniatura. Está aislada, recibe su energía desde afuera y lo que posee es todo lo que va a poder tener.

SEXTA UNIDAD: ECOLOGÍA MARINA

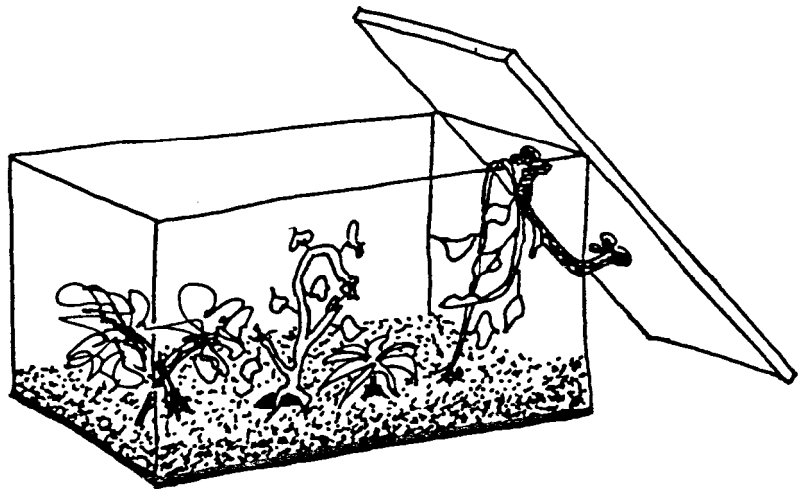
Sección C: El ciclo de los nutrientes

Grados K-6

*Preguntas
(continuación)*

¿Están siendo reciclados los gases? (Sí. Aun cuando no podemos ver lo que sucede, las plantas están absorbiendo bióxido de carbono y liberando oxígeno durante el día. Durante la noche ellas hacen lo mismo que nosotros: respiran el oxígeno del aire, consumen el alimento procesado durante el día y exhalan bióxido de carbono.)

¿Qué es lo que sucede entonces con los nutrientes? (Si el invernadero se mantuviera por un tiempo suficientemente largo, algunas de las plantas morirían y serían descompuestas por las bacterias para proveer nueva materia prima, nutrientes, para otras plantas.)



El equipo de limpieza de la naturaleza

Grados K-6

Objetivo

El estudiante podrá observar que en la naturaleza no hay desperdicio.

Materiales

Reuna las sobras del almuerzo de varias personas y déjelos en un lugar aislado, fuera del alcance del sol directo. Cuide que queden expuestos al aire y a las moscas y observe su descomposición a lo largo de un período de semanas.

Actividad

Observe y anote el crecimiento de moho, hongos, gusanos (larvas de mosca) y otras clases de bichos.

Preguntas

¿Es un desperdicio esta basura? (Esto depende de cómo lo miremos. Si tú fueras uno de estos bichos pensarías que es una comida fantástica: o que es basura para unos, es un alimento para otros.)

¿Qué va a pasar eventualmente a todos estos desperdicios? (Los insectos se los van a comer y lo que quede al final se va a convertir en polvo.)

¿Va a ser bueno para algo este polvo? La tierra se va a enriquecer con este fertilizante y va a ser un lugar mejor para que crezcan las plantas.)

¿Qué significa “de polvo eres y en polvo te convertirás”? (El ciclo de la vida desde el punto de vista de los nutrientes.)

¿De qué modo podemos relacionar todo esto con el mar? (En el mar se aplican los mismos procesos básicos que en tierra. En el reciclado de los materiales están envueltos también plantas y animales, hongos y bacterias. Recuerda que la energía tiene un viaje de ida solamente, no es reciclado como pueden serlo los nutrientes y otros compuestos químicos.)



SEXTA UNIDAD: ECOLOGÍA MARINA

Sección C: El ciclo de los nutrientes

Grados K-6

***Preguntas
(continuación)***

¿Hemos comido moho alguna vez? (Sí, el queso es manufacturado por el moho. Si tu miraras en detalle al “queso azul” y al queso Roquefort verías que el color se debe al moho.)

El reciclado en el mar

Grados K-6

Objetivo

El estudiante podrá reconocer que los nutrientes no se pierden en el sistema, a medida que ellos son movidos a través de la malla alimenticia, como sucede con la energía. Al contrario, los nutrientes son reciclados una y otra vez.

Materiales

“Relaciones generales entre plantas y animales en el mar,” Centro de Entrenamiento Técnico, Oficina Oceanográfica Naval de los Estados Unidos, Suitland, Maryland 20390. (Nota: Es el mismo gráfico que fue usado en la lección “Cadenas alimenticias en el mar” de la página 46, y que va incluido en las páginas 48-56 de esta unidad.)

Actividad

Muestre el dibujo haciendo énfasis en lo siguiente: plantas (#1 y 4), acción bacteriana (#3 y 12) y reciclado (#14, 15 y 16). Discuta la forma en que estos nutrientes son transportados a través del sistema para producir energía.

Preguntas

¿Cuál es la razón por la que usamos fertilizantes en nuestros jardines? (Fertilizantes son, por ejemplo, los desperdicios de animales como las vacas. Los fertilizantes, también llamados abonos, son buenos para las plantas porque ellos contienen los nutrientes originales de las plantas que comió la vaca. La vaca digirió las plantas y transformó los nutrientes a una forma que puede ser usada por otras plantas. Este tipo de fertilización es realmente un reciclado.)

¿En qué forma se puede aplicar esto al mar? (Al igual que los animales terrestres, los peces y otros organismos marinos dependen de las plantas

SEXTA UNIDAD: ECOLOGÍA MARINA

Sección C: El ciclo de los nutrientes

Grados K-6

***Preguntas
(continuación)***

para su alimentación. Sus desperdicios y sus cuerpos, al morir, contienen los mismos nutrientes usados originalmente por las plantas. Después de la descomposición bacteriana estos nutrientes pueden ser utilizados por las plantas, para empezar así un nuevo ciclo.)

¿Existe una relación entre estos los desagües de una ciudad? (Cuando el agua de los desagües llega al mar se produce una fertilización. El problema es que una gran cantidad de abono en un solo lugar no es bueno e incluso puede matar muchas formas de vida. Si nosotros fuéramos sabios podríamos usar los desagües en forma adecuada para abonar en vez de permitir que se conviertan en una fuente de polución.)

Interdependencia

Grados K-6

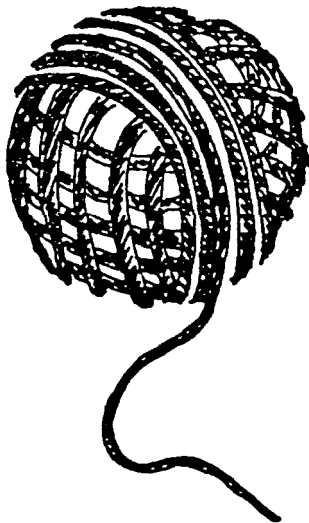
Objetivo

El estudiante aprenderá que toda cosa viviente en la tierra vive en una relación mutualística con otros seres vivientes. Y que esto se aplica incluso a nosotros.

Materiales

Un ovillo de lana o cordón, trozos de papel de 15 X 30 cm. y un lápiz de pasta o un marcador para cada estudiante.

Actividad 1



Haga que la clase se sienta en el suelo formando un círculo. Cada alumno representará una ocupación de sus padres. (Evite las repeticiones, deje que ellos elijan una ocupación que nadie más tenga como agricultor, dueño de almacén, médico, conductor de bus, etc.) Vaya rededor del círculo y haga que cada estudiante anuncie su "ocupación". Cada uno usará un cartel con su ocupación escrita allí, para olvidarla.

Uno de los estudiantes empezará diciendo su ocupación y lanzando una bola de lana (suave) a otro de los estudiantes que tenga una ocupación de la cual él dependa o viceversa. El primer alumno explicará cuál es la naturaleza de la interdependencia.

A medida que cada niño recibe el ovillo de lana él da una vuelta en su muñeca, escoge a un nuevo alumno, anuncia la relación entre las dos profesiones y después le lanza la bola.

Cualquiera puede desafiar la validez de la relación y todos deben participar en la discusión hasta que se llegue a un acuerdo.

No existe un límite para el número de veces que el ovillo puede ser lanzado a otras personas. (Acá existe una posibilidad muy buena de demostrar la variedad de interdependencia que puede existir.)

Preguntas

¿Cuál es para tí el significado de interdependencia? (Deje que los estudiantes den su propia opinión.)

SEXTA UNIDAD: ECOLOGÍA MARINA

Sección D: Viviendo juntos

Grados K-6

**Preguntas
(continuación)**

¿ Tienen todos los trabajos cierta importancia para la comunidad? (Probablemente se puede encontrar alguna importancia para todas las ocupaciones. Quizás existan algunas ocupaciones extravagantes u obsoletas. Los estudiantes deben ser animados para entregar sus ideas y para defenderlas.)

¿Existen otros trabajos que hayamos dejado afuera y que hubiese sido bueno incluir? (Nómbrelos y explique su valor.)

¿ Existen algunas ocupaciones que parecieran ser más importantes que otras? ¿Por qué? (Quizás ellos proveen con algo especial, que las otras personas no pueden lograr por sí mismas.)

¿ Son importantes para nosotros aquellos otros trabajos menores y de menor atractivo? (Esta pregunta está diseñada para estimular la discusión. Los adjetivos pequeño y glamoroso pueden ser relativos al observador. Algo que no es interesante para una persona, es muy atractivo para otra. Los estudiantes pueden considerar también cuando una alternativa es posible: reciclar en vez de botar los desperdicios, el uso de maquinarias para efectuar ciertos trabajos y así liberar a los humanos para realizar trabajos más estimulantes, etc.) **¿En qué forma?**

Actividad 2

Suponga que en un día cualquiera una de las ocupaciones principales deja de operar debido a una catástrofe (tormenta, fuego, aumento de precios, huelga, etc.) Haga que uno de los alumnos representando este tipo de actividad remueva la lana de su muñeca y la ponga en el piso. Todo aquel que sea afectado por esto debe de sacar también su lana.

Preguntas

¿Qué le está sucediendo a la comunidad? ¿Qué se puede hacer para solucionar sus problemas? ¿Se puede reponer esta ocupación o actividad? ¿ Cuánto demoraría? ¿ Qué se puede hacer mien tras tanto ? ¿ Se podría reemplazar la pérdida de algún otro modo? (Subsidios, seguro, etc.) **¿ Cuánto duraría la solución ? ¿Sería este remedio tan bueno como lo que había? ¿Por qué? ¿Por qué no?**

SEXTA UNIDAD: ECOLOGÍA MARINA

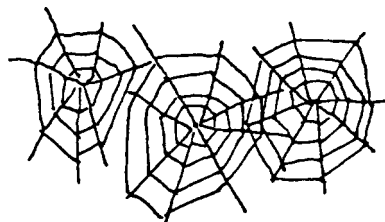
Sección D: Viviendo juntos

Grados K-6

**Preguntas
(continuación)**

¿En qué forma nosotros somos interdependientes en la escuela? (Deje que los alumnos nombren las diferentes ocupaciones existentes en la escuela, incluídos ellos mismos, y en seguida discutan la interdependencia.)

¿Qué sucede en el mundo animal? ¿Y en el mundo marino? (En este caso Ud. puede dejar que la discusión crezca de acuerdo a las habilidades y al interés de la clase.)



*"Las Telas de araña, unidas,
pueden detener un león"*

PROVERBIO ETÍOPE

La malla de la vida

Grados K-6

Objetivo

El estudiante podrá aprender acerca de las relaciones entre los diferentes organismos y el medio ambiente en que habitan.

Materiales

Un trozo largo de papel de envolver para un mural, engrudo, fotografías (revistas viejas), papel y lápices.

Actividad

*Cuando tratamos
de separar cualquier
cosa por sí misma,
nos encontramos con
que está conectada a
todo lo demás en el
universo.*

-- John Muir

Haga que cada estudiante seleccione su organismo marino favorito. (Si alguien más escogiera el mismo animal, aún se puede hacer diferencias entre macho y hembra, juvenil, adulto, etc.) Enseguida el estudiante procederá, independientemente, a reunir toda la información posible acerca de su sujeto. Dibujos y fotografías pueden ayudar mucho, especialmente aquellas que muestren al animal en su medio natural.

Haga que los estudiantes creen un mural del medio ambiente marino. Agregue las playas, arrecifes coralinos, islas, los límites continentales, etc. Después de terminar el mural los alumnos pueden pegar sus propio animal en las áreas apropiadas (medio ambiente). Además cada estudiante puede compartir oralmente su información con el resto de la clase. Cuando se tenga a todos los animales en su lugar proceda a discutir las interrelaciones entre ellos.

Preguntas

¿En dónde vive cada animal? ¿Por qué vive allí? ¿Quiénes son sus predadores? ¿Cuáles son sus presas favoritas? ¿En dónde duerme? ¿Qué come? ¿Es un animal migratorio?

¿Qué pasa si removemos uno de los eslabones del ecosistema? (Otros eslabones también son afectados.) ¿Por cuánto tiempo duran estas pérdidas? (Esto depende de la salud del medio ambiente y/o los animales, su distribución y abundancia, adaptabilidad, etc.) ¿Es reducida la estabilidad del ecosistema por una falta de diversidad? (Sí.) ¿Qué es lo que nosotros podemos hacer para reducir este riesgo? (Debemos tratar de controlar los contaminantes conocidos a aquellos sospechosos de serlo, en el medio ambiente. Tratar de proteger las especies amenazadas de extinción por la actividad humana. En general, conducir investigaciones científicas y estudios de políticos en estos temas.)

La convivencia de plantas y animales

Grados K-3

Grados 4-6

Objetivo

El estudiante podrá observar la interrelación de plantas y animales.

El estudiante será capaz de discutir la interrelación de plantas y animales.

Materiales

Un lugar al aire libre, adecuado para observar plantas y animales.

Una regla de 30 cm., tiza o cuerda, papel y lápices, y un lugar al aire libre adecuado para observar plantas y animales.

Actividad

Lleve a los estudiantes a recorrer la escuela para observar más de cerca algunos sitios. Haga notar que en aquellos lugares en donde la vegetación es escasa, se ven muy pocos insectos, animales o semillas presentes. Luego continúe el recorrido hasta encontrar un lugar de vegetación más abundante. Pida que los alumnos nombren y describan las plantas y animales observados. Observe cuidadosamente para ver las semillas e insectos pequeños.

Haga que cada uno de sus estudiantes vayan al patio y allí procedan a marcar con la tiza o delinear con la cuerda dos cuadrados de 30 x 30 cm. (Uno de los cuadrados podría ser un área pavimentada o de escasa vegetación y el otro debería estar en un sitio de vegetación abundante. Haga que los estudiantes anoten todas las plantas, insectos, animales, semillas, árboles, etc. que encuentren en cada cuadrado. Después vuelva a la sala y compare las observaciones.

Preguntas

¿Qué diferencias habría entre el primer lugar y el segundo? (Más vegetación y más vida.)

¿Por qué había menos animales en los lugares con menos vegetación? (Porque hubo menos alimento para ellos, menos lugares para esconderse de sus predadores y para buscar pareja.)

¿Cuál área tenía el mayor número de animales? (En aquella donde la vegetación era más abundante.)

¿Cuál sería la causa de esta diferencia? (Diferencias en el suelo, agua, gente caminando sobre las plantas.)

SEXTA UNIDAD: ECOLOGÍA MARINA

Sección D: Viviendo juntos

Grados K-3

Grados 4-6

*Preguntas
(continuación)*

¿En qué forma ayudan las plantas a la supervivencia de los animales? (Alimentación, protección y refugio.)

¿En qué forma los animales ayudan a las plantas? (Algunos de ellos van perforando el suelo con lo cual ayudan a airearlo; en su proceso de digestión ellos descomponen la materia orgánica muerta y la devuelven a la tierra para ser usada por las plantas. Cuando ellos mueren pasan a su vez a convertirse en abono. Otras veces ellos ayudan a transportar el polen y las semillas a nuevas áreas de crecimiento.)

¿Qué otros factores en la naturaleza cooperan con las plantas y animales? (El agua, el suelo y el sol.)

¿En qué forma se da esto en el mar? (Deje que los estudiantes den ejemplos.)

¿En qué forma podrías utilizar tú esta información para mejorar un área? (Mejorando la alimentación, la protección y las posibilidades de refugio.)

¿En qué forma los animales ayudan a las plantas? (Algunos de ellos van perforando el suelo con lo que ayudan a airearlo; en su proceso de digestión ellos descomponen la materia orgánica muerta y la devuelven a la tierra para ser usada por las plantas. Cuando ellos mueren pasan a su vez a convertirse en abono. Otras veces ellos ayudan a transportar el polen y las semillas a nuevas áreas de crecimiento.)

¿Qué otros factores en la naturaleza cooperan con las plantas y animales? (El agua, el suelo y el sol.)

¿En qué forma se da esto en el mar? (Deje que los estudiantes den ejemplos.)

Un ecosistema en miniatura

Grados K-6

Objetivo

El alumno podrá montar y observar un mini ecosistema en el cual existe un balance entre los productores y los consumidores.

Materiales

Un recipiente de vidrio grande y limpio (un acuario o un frasco grande), arena limpia, fango de una charca, plantas acuáticas, una cubierta para el recipiente, agua limpia de la charca, varios animales de la charca como renacuajos, ranas, caracoles, insectos y larvas de insecto.)

Actividad

Cubra el fondo del recipiente con fango de la charca (si es posible) en seguida coloque una capa de arena limpia. Ponga algunas plantas acuáticas en la arena y en seguida agregue el agua limpia de la charca hasta llenar $\frac{3}{4}$ del recipiente. Déjelo reposar por algunos días cuidando de que no le llegue directamente la luz del sol.

Para continuar coloque algunos de los animales en el recipiente. Al cabo de una semana o de dos se podría agregar otros más, cuando los primeros se hayan adaptado. Mantenga la tapa colocada pero más bien suelta.

Observe las plantas y animales y anote sus actividades. No sea tímido en remover o agregar plantas y/o animales hasta alcanzar un equilibrio en que la interdependencia sea estable. Cuando se alcance este propósito vamos a tener una situación en la cual los productores proveerán con el alimento necesario para los consumidores mientras las bacterias descompondrán los desperdicios. Las plantas y animales producirán el reciclado del oxígeno y del bióxido de carbono necesario entre ellos.

Los caracoles servirán como consumidores de desperdicios o como herbívoros pues son muy buenos comedores. Ellos van a comer todas las algas que se formen y pondrán sus huevos en las paredes de vidrio o en la tierra. Las larvas de insecto y los renacuajos también son fáciles de

SEXTA UNIDAD: ECOLOGÍA MARINA

Sección D: Viviendo juntos

Grados K-6

Actividad
(continuación)

mantener. Si se llegaran a desarrollar manchas blancas en la concha de los caracoles es un símbolo de que el agua está demasiado ácida. (La forma de resolver este problema es agregando un trocito de yeso.)

Si el nivel del agua baja (marque el nivel del agua con un marcador en el exterior), agregue más agua hasta llegar a la marca original.

Preguntas

¿**Has observado algún cambio?** (Hojas nuevas, caída de otras, etc.)

¿**Qué actividades man tienen ocupados a los animales?** (Comer, volar, moverse.)

¿**En qué forma ayudan las plantas a los animales?** (Ellas proveen con refugio, alimento y protección.)

¿**En qué forma ayudan los animales a las plantas?** (Ellas proveen con bióxido de carbono y sus desperdicios proveen con elementos minerales.)

¿**Cuál es la razón por la que debemos mantener el recipiente casi completamente cerrado?** (Para evitar la salida de los animales, para tener la humedad necesaria, para permitir la circulación del aire.)

¿**Cuál es la causa de la caída del nivel del agua?** (La evaporación.)

¿**Existe acá un equilibrio delicado? (Sí.) ¿Cuál sería el efecto de la contaminación en un mini ecosistema como este?** (Podría destruir la interacción de los organismos.)

¿**Permanece constante la población de plantas y animales? (No.)**

¿**Existe alguna preferencia entre plantas y animales por uno u otro de ellos? (Sí.)**

¿**Son dañadas las plantas por los animales?** (Los algas son comidas por los caracoles.) ¿**Pareciera que algunas plantas fueron ayudadas por los animales?** (Si se ha llegado a un equilibrio, probablemente se observará esto.) ¿**De qué modo?** (Ellas mejoran debido al abono animal.)

¿**Cuál es el valor de la planta al morir?** (Devuelve los nutrientes al suelo.)

¿**Podría Ud. describir algún otro ecosistema?** (Una ciudad construida por seres humanos, el desierto, el mar, etc.)

Simbiosis para la limpieza

Grados K-6

Objetivo

El estudiante podrá reconocer la existencia de una relación mutua entre el camarón y los peces limpiadores y sus clientes (otros peces).

Materiales

“Simbiosis para la limpieza,” *Scientific American*, Conrad Limbaugh, agosto de 1961, 42, 135.

“Doctores con aletas,” *National Geographic*, Douglas Faulkner, 1965, diciembre.

Actividad

Lea y discuta los artículos mencionados, haciendo énfasis en lo siguiente:

- Los limpiadores proveen con un servicio que es el de liberar a su cliente de tejidos enfermos y de sus parásitos.
- Debido a que prestan un servicio, los limpiadores no son considerados como presa.
- La mayor parte de los limpiadores se hacen notar por sus colores vivos y por su comportamiento atractivo.
- La importancia del papel de los limpiadores en la ecología de un arrecife, quedó claramente demostrada con una experiencia hecha, la cual consistió en sacar los limpiadores de un área. El resultado de esto fue la desaparición de los peces grandes, mientras que aquellos que quedaron se veían menos saludables, con llagas y ataques de hongos.

Preguntas

¿En qué forma se gana la vida el limpiador? (Se alimenta de los parásitos de su cliente.)

¿Son beneficiosos los limpiadores? (Sí.)

¿Por qué no son comidos los limpiadores? (Quizás ellos logran la inmunidad contra los predadores por el servicio que prestan, o quizás porque su comportamiento no corresponde al de una presa normal y por lo tanto no son considerados como alimento.)

Grados K-6

**Preguntas
(continuación)**

¿Qué tipo de animales son normalmente los limpiadores? (Gusanos, camarones, peces e incluso algunos pájaros.)

¿En qué consiste una estación de limpieza? (Es una ubicación en donde se puede encontrar al limpiador y a donde van aquellos que necesitan una limpieza.)

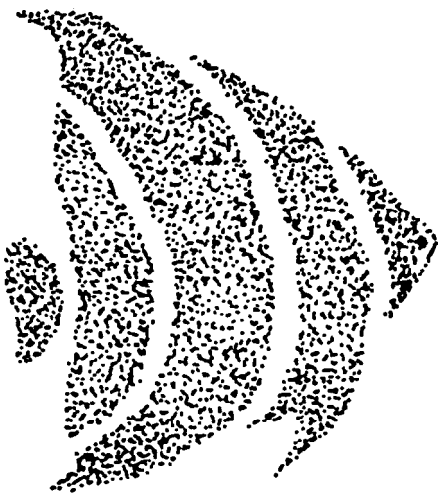
¿Qué clases de peces usan el servicio? (Una gran variedad de peces.)

¿Cuál es el significado de “Mutualismo” y de “Simbiosis”? (Mutualismo significa que ambos organismos se benefician de su relación. El significado de simbiosis es que hay dos organismos que mantienen una relación; para uno de los socios es beneficiosa y para el otro puede también ser beneficiosa (mutualismo) o neutral (relación comensal) o incluso ir en detrimento (parasitismo) de aquel socio.)

¿Podrías pensar de alguna relación mutualística entre el ser humano y otros organismos? (Con los animales: perros, vacas, gallinas, etc. Con las plantas: todas aquellas plantas domésticas y agrícolas.)

¿Es algo común en la Tierra encontrar relaciones mutualísticas? (Sí, en el sentido de que todos los seres vivientes dependen unos de otros. Nuestro planeta de agua es una comunidad gigante en la cual la interdependencia penetra todos los aspectos de la existencia.)

*Uno de los peces
limpiadores, el pez
Angel Francés*



Poniéndose a tono

Grados K-6

Objetivo

El estudiante podrá desarrollar una conciencia orientada hacia el medio ambiente al percibir las cosas que le rodean.

Materiales

Tener acceso a una playa, trajes de baño o shorts, una muda de ropa. “Aclimatándose” por Steven Van Matre, 1974 (opcional).

Actividad

El maestro deberá guiar a los alumnos en una caminata que les va a ofrecer una oportunidad única para observar las plantas y la vida animal que les rodea.

Primero, vamos a “salir de nuestro cascarón,” pretendiendo que estamos en la concha de una almeja. Siente como la concha se cierra a tu alrededor. Esa es la barrera que te impide estar consciente. Ahora, comienza a nacer, luchando para romper la cáscara y lograr la libertad.

Segundo, estírate cuidadosamente cuidando de no aplastar nada. Recuéstate con los ojos cerrados. Palpa con los dedos el terreno a tu alrededor, al igual que una hormiga caminando por el suelo desierto. Explora y reconoce alrededor de tu medio con tus nuevos ojos. Ahora abre tus ojos y realiza cómo las cosas toman una nueva apariencia con perspectivas diferentes.

Tercero, tiéndanse todos ustedes en un círculo con los pies hacia el centro como los rayos de una rueda. Cierren sus ojos y simplemente escuchan los sonidos de la naturaleza. Los oídos serán como embudos que recogen y amplifican los sonidos que llegan por el aire, pero sus cuerpos enteros se empapan de dichos sonidos . . . se ponen a tono con ellos. Traten de no relacionar nombres a los sonidos que escuchan, solamente siéntanlos, dejando que ellos fluyan a sus mentes como los instrumentos en una orquesta.

Cuarto, usaremos nuestros ojos. El sentido que usamos más es el de la vista. El ojo humano es como la lente de una cámara. Tiene la habilidad

SEXTA UNIDAD: ECOLOGÍA MARINA

Sección E: Los seres humanos en el sistema

Grados K-6

Actividad
(continuación)



de enfocar al infinito así como puede enfocar a muy corta distancia. Pero incluso con esta gran habilidad la mayor parte de nosotros no usamos nuestros ojos en su totalidad. Si buscáramos la vida silvestre que existe en un desierto sería muy importante saber usar nuestra visión adecuadamente. Si camináramos en un lugar amplio y abierto, debemos de usar nuestra visión “gran angular,” escudriñando el área y enfocar en ningún objeto en particular. Cuando nuestro ojo tropieza con algo de interés inmediatamente pasamos a usar nuestro teleobjetivo. Con esta lente somos capaces de concentrarnos y eliminar las distracciones visuales para seguir a nuestro objeto. Un buen modo de practicar esto es utilizando tubos de cartón para mirar objetos determinados. Para elementos muy cercanos podemos usar una lente de aumento, que nos permita concentrarnos en los detalles. Para lograr un efecto especial podemos tratar de desenfocar nuestros ojos bizqueándolos, esto nos permite ver las formas y texturas sin la confusión de los detalles. Bueno, ahora cada uno guarde su cámara, pero acuérdense de usar sus ojos en el mismo modo a medida que continuamos nuestra caminata.

Quinto, ahora vamos a conocer una roca. Dividimos el grupo en dos y la mitad tendrá los ojos vendados y la otra mitad actuarán de guías. Dichos guías llevarán a sus socios a una roca en donde permanecerán hasta que la persona vendada llegue a conocer la piedra. Aquellos que no pueden ver tratarán de usar al máximo aquellos sentidos que quedan para poder ser capaces de encontrar sus rocas entre muchas otras cuando se les saque la venda. Enseguida se cambiarán los papeles (de guía y socio) para que cada uno tenga la oportunidad de conocer una roca.

Sexto, vamos a caminar un poco más allá para repetir la experiencia pero con otro tipo de objeto por descubrir. Esta vez, vamos a considerar los ángulos: Cada uno debe describir lo que está viendo desde su punto de vista. (Haga que los alumnos se situen alrededor del objeto específico con una persona por lo menos en posición tal que

SEXTA UNIDAD: ECOLOGÍA MARINA

Sección E: Los seres humanos en el sistema

Grados K-6

***Actividad
(continuación)***

vea algo que nadie más vea. Esto recalcará el hecho de que para realmente “ver” algo uno debe de usar diferentes ángulos de visión.)
Séptimo, cuando ya estemos regresando al bus, dividiremos de nuevo al grupo en dos. Uno irá vendado y el otro serán los guías. La tarea de los guías será compartir las diferentes sensaciones con sus socios, sin usar la comunicación verbal. Podrán presentarles objetos tales como plantas, piedras, insectos u otros. Los guías tratarán de presentar cosas del modo más creativo posible para que la otra persona realmente disfrute de la experiencia. A mitad del camino se invertirán los papeles (de guía y socio).

***Actividad
Suplementaria***

Después de la salida a terreno pida a cada estudiante que escriba en una hoja de papel una lista de 10 palabras que describan un objeto que vieron en la playa. Luego el alumno debe escribir el nombre del objeto en el reverso. Ponga las hojas en una caja y haga que cada alumno escoja una hoja y trate de adivinar cuál es el objeto. Si el alumno que escogió una hoja no pudiera adivinar el objeto, haga que comparta la hoja con la clase y vea si otros pueden adivinarlo.

La tierra es un invernadero

Grados K-6

Objetivo

El estudiante podrá reconocer que nuestro planeta es un sistema cerrado y que los recursos que ahora tenemos son todo lo que vamos a tener.

Materiales

El invernadero que se construyó en la lección “El ciclo del carbón y el oxígeno” de la sección C de esta unidad, página 69.

Actividad

Observar el invernadero y responder las siguientes preguntas:

Preguntas

¿En qué se parece el invernadero a la tierra? (Es un sistema cerrado y recibe la energía desde el exterior.)

¿En qué forma sobreviven las plantas? (Las plantas reciclan los materiales que necesitan para sobrevivir, agua, bióxido de carbono y nutrientes.)

Si agregáramos algunos animales a este sistema terrestre en miniatura podrían suceder las siguientes posibilidades:

1. Los animales podrían comer parte de las plantas, eliminar la materia en forma de desperdicio y de ese modo abonar el crecimiento de nuevas plantas. En otras palabras los animales pueden acelerar la repetición del ciclo.
2. Los animales podrían consumir todas las plantas y reproducirse rápidamente de modo tal que se podría acabar el alimento para los juveniles, teniendo como consecuencia la muerte por hambre antes de que las plantas vuelvan a crecer y proveen con alimento.

¿En qué forma podría aplicar este último caso al ser humano? (La humanidad podría demandar más alimento que lo que la tierra puede proveer. Pero en este caso, antes de que la gente empiece a morir de hambre, se produciría tal situación de pánico que los sistemas sociales serían destruidos y la vida se haría sumamente difícil para todos.)

SEXTA UNIDAD: ECOLOGÍA MARINA

Sección E: Los seres humanos en el sistema

Grados K-6

***Actividad
(continuación)***

vea algo que nadie más vea. Esto recalcará el hecho de que para realmente “ver” algo uno debe de usar diferentes ángulos de visión.)
Séptimo, cuando ya estemos regresando al bus, dividiremos de nuevo al grupo en dos. Uno irá vendado y el otro serán los guías. La tarea de los guías será compartir las diferentes sensaciones con sus socios, sin usar la comunicación verbal. Podrán presentarles objetos tales como plantas, piedras, insectos u otros. Los guías tratarán de presentar cosas del modo más creativo posible para que la otra persona realmente disfrute de la experiencia. A mitad del camino se invertirán los papeles (de guía y socio).

***Actividad
Suplementaria***

Después de la salida a terreno pida a cada estudiante que escriba en una hoja de papel una lista de 10 palabras que describan un objeto que vieron en la playa. Luego el alumno debe escribir el nombre del objeto en el reverso. Ponga las hojas en una caja y haga que cada alumno escoja una hoja y trate de adivinar cuál es el objeto. Si el alumno que escogió una hoja no pudiera adivinar el objeto, haga que comparta la hoja con la clase y vea si otros pueden adivinarlo.

La tierra es un invernadero

Grados K-6

Objetivo

El estudiante podrá reconocer que nuestro planeta es un sistema cerrado y que los recursos que ahora tenemos son todo lo que vamos a tener.

Materiales

El invernadero que se construyó en la lección “El ciclo del carbono y oxígeno” de la sección C de esta unidad, página 69.

Actividad

Observar el invernadero y responder las siguientes preguntas:

Preguntas

¿ En qué se parece el invernadero a la tierra? (Es un sistema cerrado que recibe la energía desde el exterior.)

¿En qué forma sobreviven las plantas? (Las plantas reciclan los materiales que necesitan para sobrevivir, agua, bióxido de carbono y nutrientes.)

Si agregáramos algunos animales a este sistema terrestre en miniatura, ¿podrían suceder las siguientes posibilidades:

1. Los animales podrían comer parte de las plantas, eliminar los desperdicios en forma de desechos y de ese modo abonar el crecimiento de nuevas plantas. En otras palabras los animales pueden acelerar la repetición del ciclo.
2. Los animales podrían consumir todas las plantas y reproducirse rápidamente de modo tal que se podría acabar el alimento para los juveniles, teniendo como consecuencia la muerte por hambre antes de que las plantas vuelvan a crecer y proveen con alimento.

¿ En qué forma podría aplicar este último caso al ser humano? (La humanidad podría demandar más alimento que lo que la tierra puede producir. Pero en este caso, antes de que la gente empiece a morir de hambre se produciría tal situación de pánico que los sistemas sociales serían destruidos y la vida se haría sumamente difícil para todos.)

Eco, el dios eterno

Grados K-6

Objetivo

Los alumnos podrán crear una historia basada en los principios ecológicos usando todo lo aprendido en esta unidad como el punto de partida.

Materiales

Papel y lápices, “objetos encontrados” por los alumnos. (Vea más abajo.)

Actividad

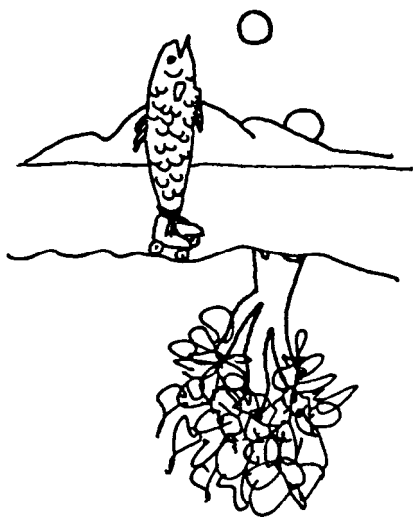
Esta lección será una buena actividad culminante ahora que el alumno tiene un buen conocimiento y entiende los sistemas ecológicos y su terminología.

Haga que el alumno cuente una historia o haga que la clase cree la continuación de una historia que empiece con lo siguiente:

En un planeta desconocido y en una parte distante de la galaxia vivía un dios sabio y benevolente llamado ECO. Este ser de sabiduría infinita empezó a sentirse solo y por esa razón decidió crear otras formas de vida a su alrededor, para tener compañía. Como su planeta estaba cubierto por el agua él decidió crear diferentes tipos de lugares para diferentes tipos de plantas y animales. Allí había dos soles, uno anaranjado y el otro rosado, para proveer con la energía necesaria para la vida.

Diga a los alumnos que pretendan que cada uno de ellos es un animal o planta de diferentes clases. Haga que cada uno cuente al grupo en qué forma sobreviviría considerando los ecosistemas, la energética, adaptación, relaciones, ciclo de los nutrientes y la forma en que el dios ECO y su nueva familia vivirían como parte del sistema.

Anime a los estudiantes a imaginar **creaturas** extrañas, diferentes de aquellas en la tierra y a explicar por qué son únicas y diferentes. Luego haga que cada uno de sus alumnos construya un modelo de su **creatura**, usando los “objetos encontrados” tales como ampollitas, cajas de zapatos, cáñamo, botones, resortes, etc. Organice una exhibición de los modelos, junto con las explicaciones escritas de los estudiantes, acerca de su creación.



Reflexiones

Grados K-6

Objetivo

Las preguntas siguientes serán usadas para estimular el pensamiento y solidificar algunos de los conceptos relativos a la posición de los seres humanos en el orden natural de las cosas.

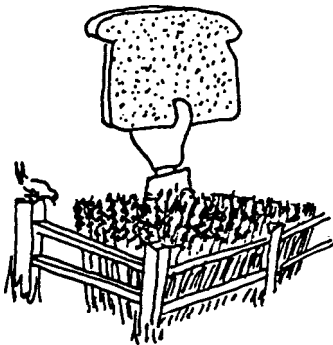
Materiales

Las ayudas visuales usadas en esta unidad.

Actividad

Esta lección es otra buena actividad de culminación de lo presentado previamente en esta unidad, para ser usada después de que los estudiantes antes hayan adquirido una buena formación y entendimiento de ecología. Haga preguntas que lleven al alumno a pensar, como las siguientes. (Permita que los estudiantes expresen sus propias opiniones en interacción con otros.)

Preguntas



¿Qué has descubierto que no conocías antes?

¿Has tenido ideas nuevas respecto a algo que ya conocías?

¿Aprendiste algo que cambió algunas de las ideas que tenías previamente?

¿Hay algún ser viviente, planta o animal, que pueda existir por sí mismo? (No.)

¿Por qué son tan importantes los hongos y bacterias? (Porque ellos digieren y descomponen la materia orgánica, volviéndola a los componentes originales que pueden ser usados nuevamente.)

¿En qué forma podemos relacionar la interdependencia a los seres humanos y a la naturaleza? (Cada individuo necesita a los demás para su subsistencia, no importando que esto sea en una ciudad o en un ecosistema "natural.")

Nombre algunos de los alimentos de los cuales dependemos. (Carne, mantequilla, trigo, pescado, aves, etc.)

**Preguntas
(continuación)**

¿Qué **pasaría si perdiéramos estos sistemas u organismos de los cuales dependemos?** (Piense en algunos ejemplos.)

¿Qué **clase de eventos podrían perturbar estos sistemas?** (La contaminación, la sobrepoblación, etc.)

¿Qué **cosas del medio ambiente son las que nosotros usamos?** (Las respuestas son numerosas, incluyendo plantas y animales para la alimentación, refugio y compañía, agua y minerales, petróleo y gas, etc.)

¿Hay **otras maneras de enfocar el problema de la basura?** (Sí, es un recurso que puede ser usado de nuevo.)

¿Cuándo **agotamos un recurso en la tierra ¿podemos conseguir más?** (No.)

¿Deberíamos **de usar las cosas una y otra vez o simplemente debiéramos de botarlas?** (Deberíamos de reciclar todo lo posible.)

¿Existe **una manera mejor de vivir?** (No, existen muchas maneras. En realidad, la diversidad es buena.)

¿Hay **algo que podemos hacer que no afecte a alguien más?** (No. Piense en algún ejemplo de causa y efecto.)

¿Hay **algo que sea eliminado completamente?** (No. Toda cosa va a parar a algún lugar.)

