SCU-E-85-001 C3

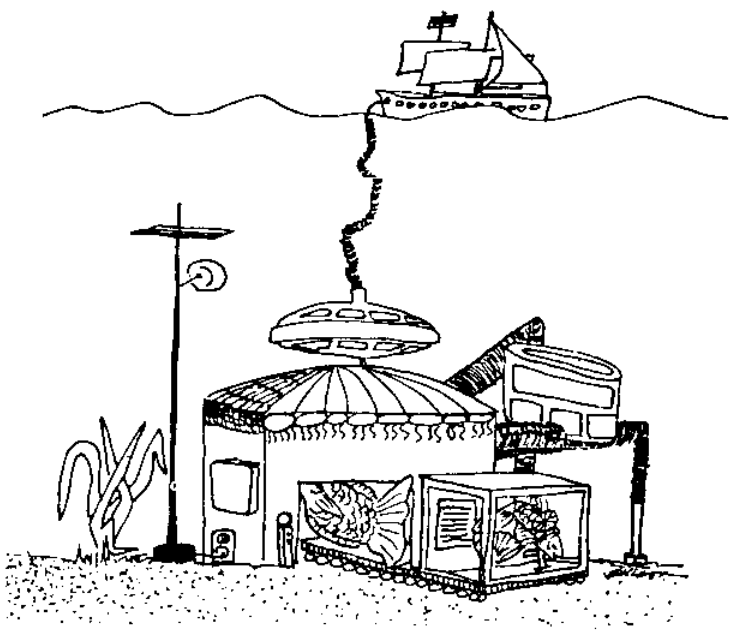
WET AND WILD

A Multidisciplinary Marine Education Teacher Guide

Grades K–6

CIRCULATING COPY
Sea Grant Depository

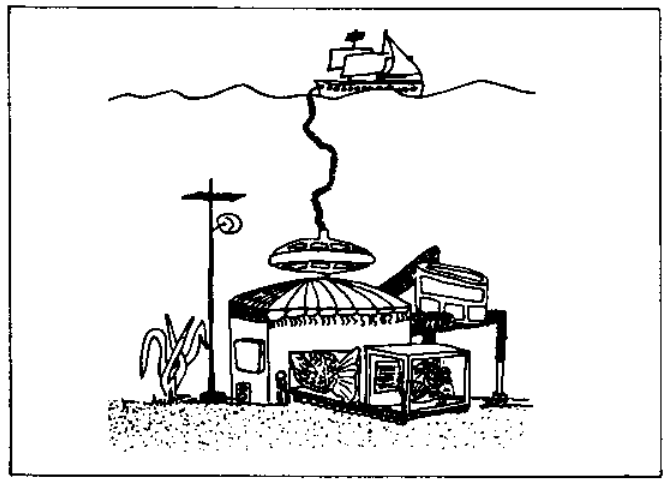
Unit III
RESEARCH
Innerspace Explorers



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

Unit III
RESEARCH
Innerspace Explorers



ISBN: 0-89755-014-5 (Six unit set)
ISBN: 0-89755-017-X (Unit III)

Portions of this project were funded by the NOAA Office of Sea Grant, Department of Commerce, under Grants #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 III USCSG-ME-03-83

Distributed 1985

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

Table of contents

Introduction 1

Section A *What is Innerspace?*
- 1 Where is innerspace? 19
- 2 Innerspace or outerspace? 21

Section B *Our Changing Earth*
- 1 Fake fossils 25
- 2 Our changing earth 27
- 3 Continents on the move 29
- 4 The earth's timetable 31

Section C *Voyages of Discovery*
- 1 Famous expeditions 32
- 2 Ocean exploration mural 34
- 3 Voyages of discovery 35

Section D *Tools and Vessels of the Researcher*
- 1 Tools of the researcher: Secchi disc 36
- 2 Tools of the researcher: Plankton net 38
- 3 The freedom to explore 40
- 4 "From feet to fathoms" 43
- 5 Math and the sea 44
- 6 Research vessels 45
- 7 Trek across the Arctic 46
- 8 The ship captain's concerns 49

Table of Contents (continued)

Section E *People and the Sea*

1 People and the sea in stories 51
2 Bon voyage! 52
3 Designing a book cover 53
4 A new ending to an old story 54
5 Is there really a Loch Ness monster? 55
6 Of mermaids and other sea monsters 56

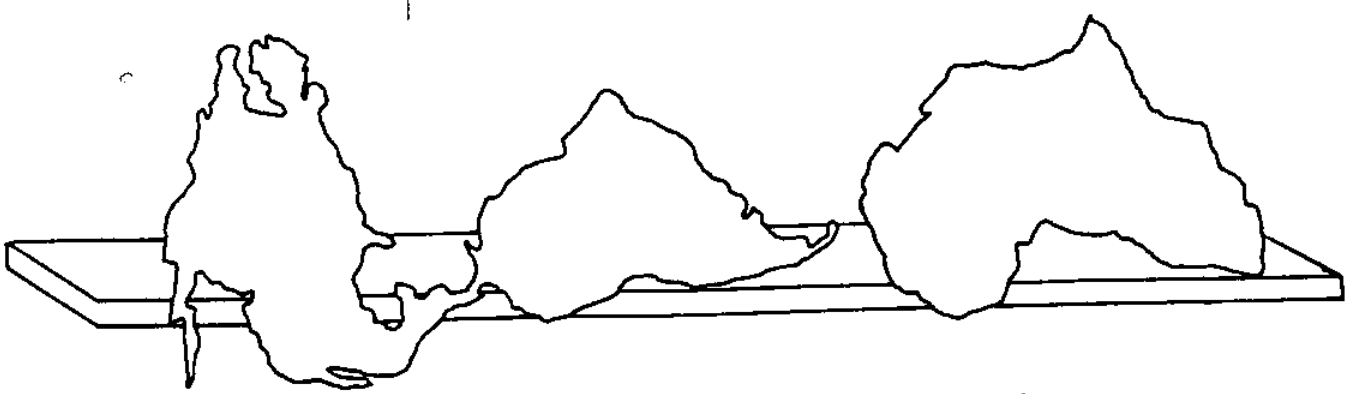
Section F *Resources*

1 Bibliography 61
2 Films 64

Innerspace explorers

During recent decades, there has been a significant upsurge in the exploration of outer space, the cosmos beyond the Earth's atmosphere. The exploration of inner space—the last frontier of people on this planet, the extraordinary world of the oceans—has a longer history and may hold even greater promise in years to come. The study of the seas has been furthered by generation after generation of researchers. Today, the field of oceanology (we have come to use that term rather than the more restrictive "oceanography") encompasses topics in biology, geology, paleontology, chemistry, physics, law, meteorology, and economics.

This unit has been designed to stimulate student interest in the history and potential benefit of innerspace exploration. The introduction will survey some of the issues involved in such a venture, including a brief evocation of the geological background of our planet, a quick survey of the history of explorations of the sea, a look at some of the frontier issues in oceanology today—from the serious (the theory of continental drift) to the whimsical (the existence of sea monsters)—and concluding with a suggestion of some of the tools of the oceanologist.



A continental shelf.

Geologic History of the Earth

Geologists have divided the history of the earth into four sections called "eras." Eras have been broken down into smaller units called periods, then into even smaller units for more detailed study.

Pre-Cambrian Era	Oldest era began about 4½ billion years ago	Lasted 4 billion years
Paleozoic Era	Began about 500 million years ago	Lasted 300 million years
Mesozoic Era	Began about 200 million years ago	Lasted 140 million years
Cenozoic Era	Present era began about 60 million years ago	Lasted only 60 million years

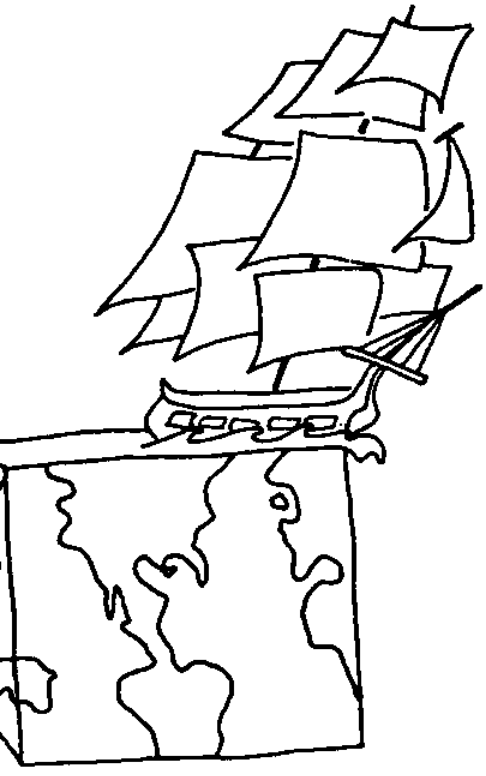
The fossil of an extinct lobster was found in a 140 million-year-old limestone.

1. The Pre-Cambrian Era started when the earth was "born" and covers 90 percent of all geologic time. During this time the earth, the atmosphere, the seas, and the early forms of life (mostly microscopic forms and primitive algae) appeared.
2. The Paleozoic Era saw rapid development of life first in the seas and later on land. Forests and plants buried during this era now constitute our coal deposits. Fish appeared, followed millenia later by short legged, clumsy amphibians and giant insects. The Appalachian Mountains rose.
3. The Mesozoic Era was the Age of Reptiles. The climate was warm until the end of the era, when it became colder and drier. Flowering plants and the first mammals came into existence. The Rocky Mountains rose.
4. The Cenozoic Era, although the briefest of the four eras, is the one we can study most easily. Early in this era the climate was still warm and higher mammals (early horses, etc.) began appearing. These were the modern forms of life we know today. These species had to weather a series of Ice Ages that only abated 10,000 years ago—virtually yesterday in geologic time.

Early Exploration

The period from 1492 to 1522 is known as the "Age of Discovery" because of the extraordinary expansion in the graphic knowledge of the world's continents and oceans. We must recall throughout this discussion, however, that we are speaking of the expansion of knowledge on the part of a small minority of the world's peoples, the European "Dark Ages." Furthermore, these were merely "discoveries" from the European point of view. Sprawling civilizations, many of them highly sophisticated, existed in all corners of the globe. It makes only the slimmest amount of sense, for example, to say that Balboa "discovered" the Pacific in 1514: he was certainly not the first person to set eyes on it. The period from 1492 to 1522, however, does constitute a decisive turning point in human history on this planet. It marks the beginning of an extended period of ascendency and hegemony, of conquest and colonization by Europeans, over most other peoples in the world—an era from which we are only just emerging. It also marks the beginning of a new surge of inquiry into the nature of the oceans, one which in time grew into the contemporary science of oceanology. With that proviso, we can note with astonishment that within a brief period of 30 years, the continents of North and South America were both added to the European globe, and the world was circumnavigated for the first time.

The prelude to these discoveries came during the preceding century and was largely located on the Iberian peninsula, at the westernmost tip of continental Europe. In 1420, Prince Henry, the Navigator of Portugal, established a maritime observatory and pilots to teach navigation to the Portuguese. Gradually, the Spaniards and the Portuguese ventured further and further out, at first down the western coast of Africa, trying to forge a sea route to the riches and spices of the Orient. By 1487, Bartholomeu Diaz had rounded the Cape of Good Hope, and his colleagues were gradually making their way back up Africa's eastern shore (Vasco da Gama reached India in 1497–1498). By 1492 many individuals had postulated the roundness of the earth; but Christopher Columbus was



the first to daringly test such a proposition, setting out west for India. He found America instead. Crazed by the prospect of the phenomenal riches in the coffers of the newly discovered civilizations, and eager for converts to Christianity, the Europeans quickly directed their attention to the New World. In 1514, Vasco Nunez de Balboa was the first White man to sight the Pacific: he did so from atop a mountain in Panama. These explorations culminated in 1522 with Ferdinand Magellan's circumnavigation of the globe. (The voyage was completed by his crew.)

The early explorers set out not to discover the secrets of nature but to claim riches for their royal sponsors and souls for their God. Their success was seldom measured by the quality of the scientific information they extracted from their travels. Nevertheless, much of their time was spent at sea, and their curiosity quite naturally turned to its mysteries. (It is known, for example, that Magellan was the first to attempt to measure the depth of the ocean: his weighted line wasn't long enough.) Furthermore, their interest was not merely academic; they studied the seas for the navigational assistance such knowledge might afford them. Their research into the locations of islands and currents were continuous, although they were hobbled by the lack of sophistication of their measurement tools.

Centuries passed before cartography and navigation began to approach the level of an exact science. Captain James Cook (1728–1779) was the first explorer with the proper instruments to determine longitude and latitude accurately; and with his skill as a navigator, he immediately set a high new standard for those who would follow. He precisely fixed the location of many islands that had only been vaguely known previously. Perhaps more importantly, he was the first to conquer the terrible

sailor's disease, scurvy. Today we know that scurvy results from a lack of Vitamin C, and we can admire the simplicity of Cook's cure: he simply required all of his sailors to drink lime juice (hence the nickname for British sailors, "limeys," which persists to this day). In his 1,000 days at sea, Cook lost only one sailor out of his 118-man crew. With the completion of his third voyage in 1779, Cook concluded his geographical exploration of the oceans of the world. Only Antarctica remained to be discovered.

The Nineteenth Century

The voyages of geographic exploration undertaken during the 19th century focused on the biological and chemical aspects of the sea and on the nature of the land beneath the sea. American interests in the practical aspects of oceanography were advanced by the efforts of Matthew Fontaine Maury (1806–1873) who developed extremely useful charts of winds and currents. In his efforts to obtain even better data, Maury arranged for the first international oceanographic conference.

The chemistry of seawater was investigated by Johann Forchhammer of Copenhagen. Over a period of 20 years, he analyzed surface samples of seawater brought to him by sailors from all over the globe. Among his other findings, published in 1865, he revealed that while the total salt content of seawater differs from place to place, the relative amounts of the major salts remain constant.

A new world of marine life was discovered by a Berlin professor of medicine, Christian Gottfried Ehrenberg. In 1836, he showed that many siliceous rocks were similarly composed of the remains of diatoms, sponges, and radiolaria. He inferred correctly that these rocks are continually forming as a result of the constant rain of dead organisms to the sea bottom.

The *Challenger* expedition, the first great oceanographic venture and a model for all subsequent efforts carried out the mandate of the Royal

Society of England in December, 1872 and returned in May, 1876, having surveyed the Atlantic, Pacific, and southern oceans. Aboard were sophisticated zoological and chemical laboratories as well as cables and instruments for dredging, making soundings, measuring temperatures, and taking water samples. The completion of the voyage was only a small part of the total effort: for years the experts on land pored over the expedition's data as well as its collections of geological, botanical, and zoological specimens. Over 75 authors contributed to the final report which, issued between 1880 and 1895, filled 50 large volumes, containing almost 30,000 pages supplemented by more than 3,000 illustrations. No other expedition has ever made so many important contributions to oceanography.

Modern Research

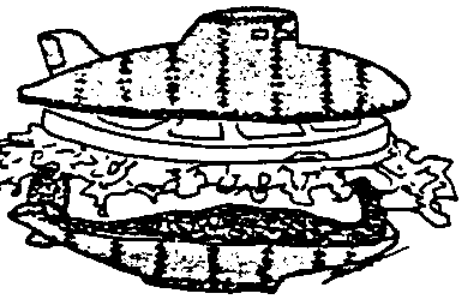
With the beginning of World War I in 1914, the United States government, which had previously been somewhat lackadaisical in its support of marine science, suddenly developed a compelling interest in the field: new methods were desperately needed for submarine detection.

The National Research Council (NRC) was established by the National Academy of Sciences in 1916. The NRC, in turn, set up committees related to an incredible variety of scientific disciplines—there were committees on chemistry, mathematics, astronomy, geology, paleontology, botany, medicine, zoology, animal morphology, and submarine detection. Almost all of these committees were supposed to encourage the kind of scientific research which, in the simplest terms, could contribute to a war effort.

American oceanography, during the first several decades of the 20th century, appears to have evolved slowly from the pattern that characterized its organization at the end of the preceeding century. Private laboratories and wealthy individuals continued to work on basic problems, usually of a biological nature, while the other realms of physical

and chemical oceanography were only just beginning to be examined. Meanwhile, publicly supported offices and laboratories tried to deal exclusively with the country's practical needs that included the old concerns for safer navigation and better fishing, which came to embrace the new concern with submarine warfare.

With the darkening international situation of the late thirties, the government hastily resumed the research it had dropped after World War I and initiated a host of new projects. The scientists at Scripps, Woods Hole, and elsewhere were ready to turn their oceanographic instruments into tools of war and defense. This they did, but the contributions oceanography made to the war effort, though significant, were dwarfed by the tremendous changes that the war created for oceanography.



World War II radically changed both the structure and the scale of oceanographic research. Acoustical studies, initially launched as part of the program for submarine detection, led to new studies of the physical properties of the sea; and investigations pursued in anticipation of amphibious landings contributed fundamental new data and theories on wave and tidal formation. In the years following the war, geological and geophysical investigations continued to expand, benefiting considerably from the new instruments, technology, and techniques that had been developed. The federal government continued to fund such research since thorough oceanological knowledge was at least regarded as a vital national interest. Since World War II, and especially since 1960, when the decision was made to build and maintain a fleet of Polaris submarines, the Navy in particular has committed itself to learning all it can about the undersea environment. Meanwhile, the seas are being looked at with regard to an expanding array of nonmilitary concerns. Offshore oil and natural gas have been tapped since the 1920s and each year provide a greater percentage of the world's fuel. More and more food is taken from the sea as an exploding population rapidly outgrows the crops it can produce on land. More and more

people desire seaside recreation areas, industries require more and more waterfront sites, and incredible amounts of refuse industries generate require more and more dumping areas. These primary needs in oceanographic activity over past decades has required expanded educational programs, a clearer formulation of the law of the sea, larger data management systems, and the establishment of numerous administrative bodies.

Continental Drift and Sea Floor Spreading

In the years that followed World War II, a revolution in the earth sciences occurred. Earlier in the century, and for a long time before that, geologists and geophysicists had believed the earth to be a fairly stable planet, especially where the positions of its continents and oceans were concerned. Within a few decades, however, this concept gave way to a radically new viewpoint; and scientists today believe that the surface of the earth is being constantly rearranged on a grand scale. Continents drift, sea floors spread, the poles wobble and wander, and the magnetic North and South Poles may even switch places several times over a period of a million years.

This revolution took place in stages. The first, concerning the mobility of continents, was introduced by the German geophysicist, Alfred Wegener, in 1915; and the evidence he marshalled to support his controversial theory of continental displacement (continental drift) was gathered almost entirely from the land. The second stage in the revolution, first articulated by several scientists in the early sixties, came with the suggestion that sea floor movement was carrying the continents across the globe. Their theories were based mostly on evidence gathered at sea.

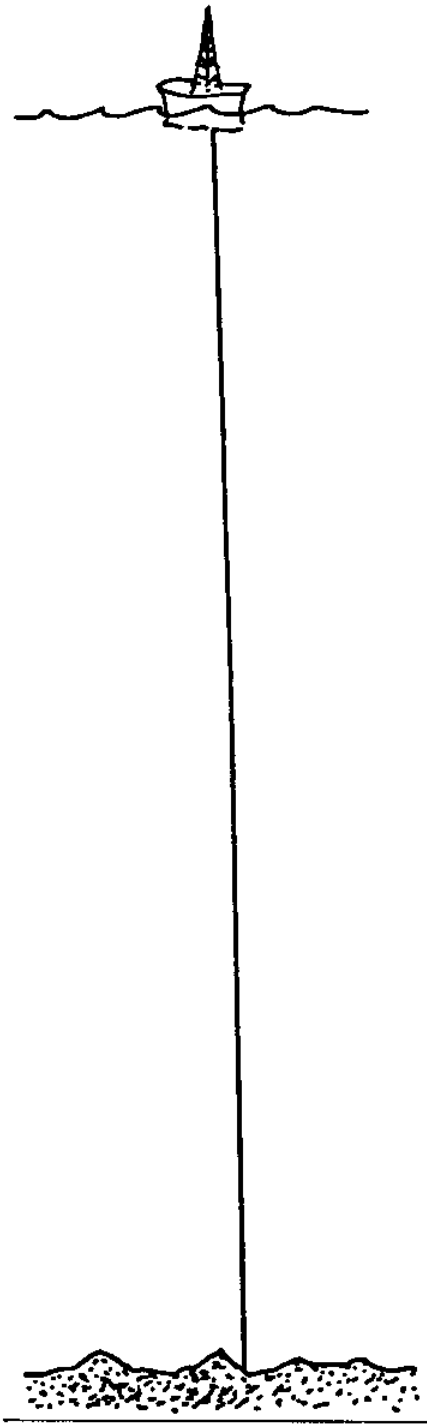
The idea that continents move, or might have moved in the past, did not originate with Wegener. Such speculation had been percolating at least since the 17th century and had been most often suggested to ex-

plain the interlocking shapes of Africa and South America. The apparent separation of these two continents was initially ascribed to the Biblical flood, which supposedly washed the two continents apart. Later it formed part of Charles Darwin's theory on the creation of the moon. This theory, proposed in 1879 and accepted by many scientists, postulates that the moon was created out of what is now the Pacific Ocean basin.

For the basis of his hypothesis, Wegener reached far back into the early history of the earth, when the planet, he said, must have been completely covered by a crust of continental material. This crust would have become warped and compressed into high mountains, growing thicker until the Mesozoic Era (some 100–200 million years ago), when there came to exist what he called Pangaea, a single super continent. For reasons Wegener did not pretend to know, Pangaea broke up, and its pieces—ancestors of our present continents—plowed slowly apart. As the continents separated, rifts opened between them and thus emerged the Atlantic and Indian Oceans. Wegener's later followers believed that Pangaea broke into two supercontinents, Laurasia in the northern hemisphere and Gondwanaland in the southern.

When the studies of remnant magnetism were just beginning early in the 20th century, a French investigator happened upon a rock that was reversely magnetized, that is, its north was where its south should have been, and vice versa. Similar rocks were soon found all over the world; but they were not all the same age, which lead scientists to believe that the earth's north and south magnetic poles had reversed several times. By 1968, reversals had been plotted in much greater detail; and more than 100 were found to have occurred in the past 30 million years.

The existence of occasional mid-ocean ridges had been acknowledged for centuries. It remained for ships of the 20th century, equipped with



sonic sounders, to discover that these rises and ridges were in fact chains of rugged mountains. The thousands of soundings in the 1920s by the "Meteor," for example, gave the first detailed picture of the mountainous topography of the Atlantic Ridge. They further noticed that this was an earthquake belt. To scientists, these earthquake belts indicated that the mid-ocean ridges were active, unstable regions. The dredging done on the John Murray Expedition, which brought up samples of basaltic lavas, further confirmed this assumption. Menard went a step further and suggested that submarine ridges might not be permanent structures, basing his assumption on the varied topography of the mid-ocean areas.

Harry Hess established the nucleus of the exciting and now popularly accepted theory of sea floor spreading. He estimated that for the past 200 to 300 million years, the sea floor has continued to spread, the ridge to split, and the magma to well up within the rift in a long, irregular series of volcanic eruptions. Hess felt that this process not only accounted for the mountainous topography of the mid-ocean ridge but that it also explained the high heat flow measured there. It also accounted for the belt of earthquakes found along the ocean ridges.

In 1964, scientists from Scripps, Lamont, Woods Hole, and the Institute of Marine Studies organized a Joint Oceanographic Institutions Deep Earth Sampling Program (JOIDES) with the ambitious intent of collecting direct evidence of sea floor spreading. In July, 1968, the 400-foot "Glomar Challenger" was launched on an expedition to further these studies around the world. Much of the data obtained from that ship's numerous cruises supported the theory of sea floor spreading.

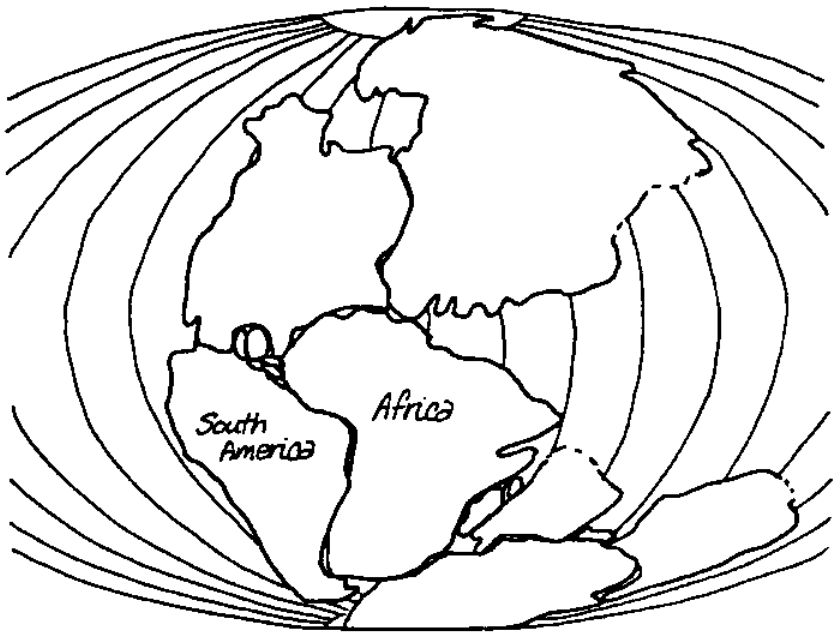
The story of continental drift and sea floor spreading demonstrates the importance of the process of scientific thinking and research. Initial curiosity about the natural world sparked creative minds to ponder cause and effect. Skeptics found it easy to ridicule such a wild notion as that of continents moving. Proof of this odd theory of drifting con-

tinents was impossible until the development of equipment and sophisticated techniques, which provided for the next stage in the quest for knowledge. During all this searching, there were those who asked, "why?" The only answer, at the time, was that we wanted to increase knowledge of the world around us. This question is still asked about primary research, and our answer remains the same. Eventually, though, we had enough information from a variety of fields to piece together a puzzle. Each piece by itself meant nothing; it was no more than a bit of scientific data about the world. When these pieces began to be assembled, however, a grand picture emerged which explained a host of natural phenomena and in the process gave us fascinating insights about important problems. We now understand, for example, why earthquakes and volcanoes occur where they do, why minerals are found in certain regions, and where we might go to seek new mineral resources. Thus, research pursued for its own sake is important because each bit of newly acquired knowledge may at some future date be combined with other bits of seemingly unrelated knowledge. The results yield answers to questions of fundamental importance. Our libraries of scientific knowledge must be kept fully stocked as a resource for the future.

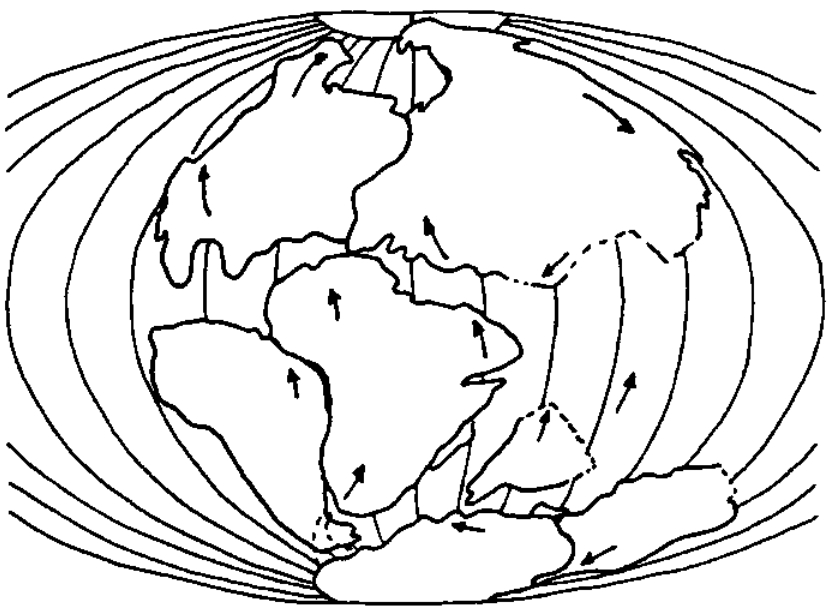
Of Monsters, Nessie, Mermaids, and Such

Primary research often occurs at the frontier of what is thought possible. When Wegener first proposed his continental drift hypothesis, many dismissed it as a whimsical, science fiction premise. But the idea had a certain seductive elegance that would not leave scientists alone. Their persistent investigations eventually appeared to confirm its validity. Sometimes these hunches turn out to be invalid, for the unknown is also the domain of the merely fantastical; but science continues in its efforts to separate fact from fancy.

Introduction (continued)



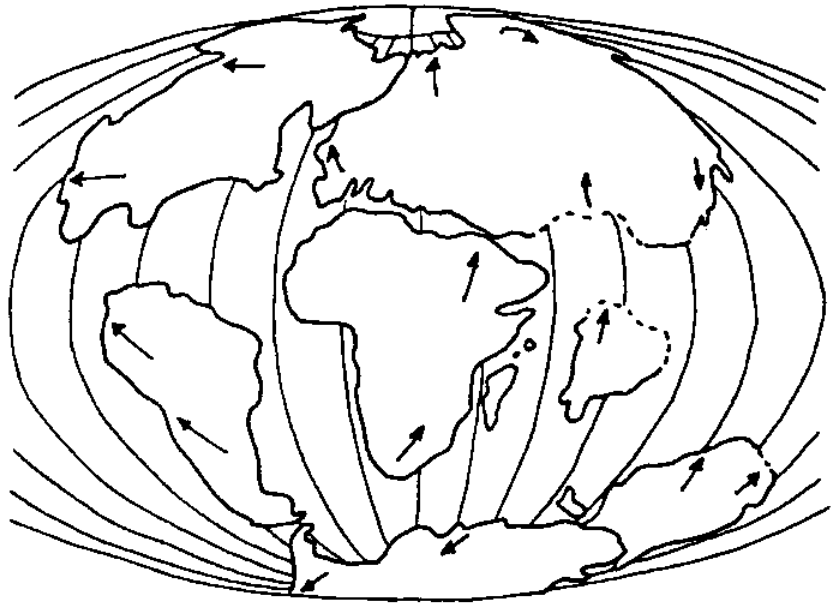
Some people think that land masses probably looked like this 200 million years ago.*



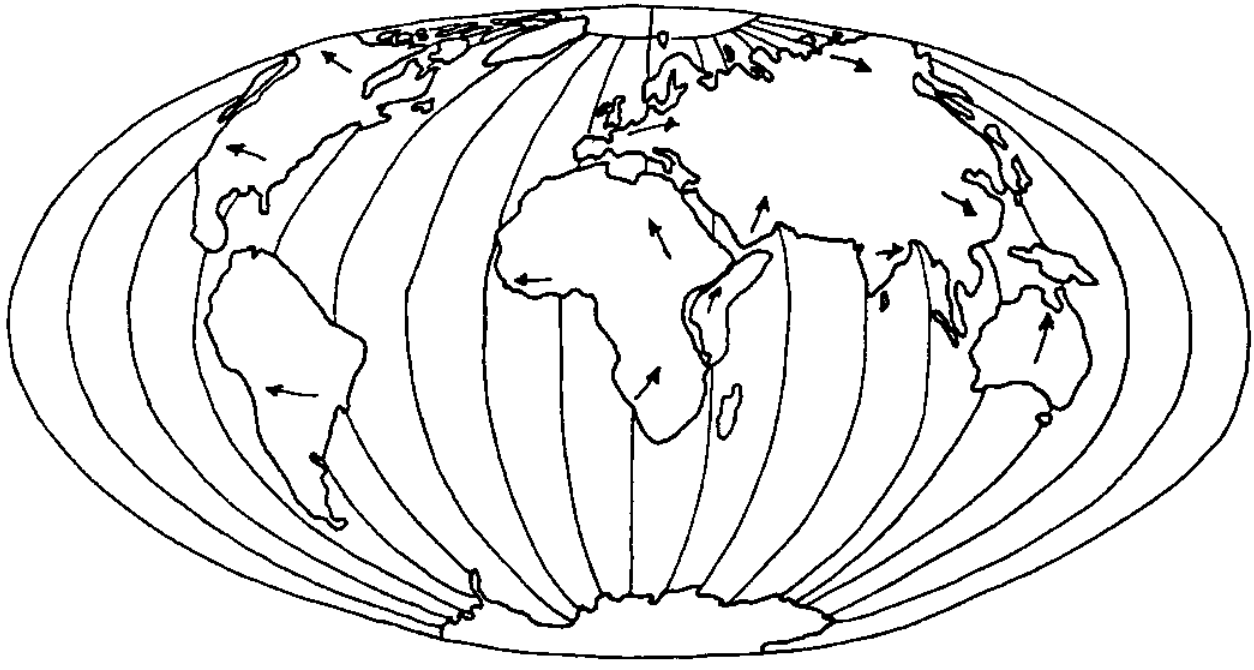
The world after 20 million years of continental drift.

*Readings from *Scientific American: Continents Adrift*, with introduction by J. Tuzo Wilson. San Francisco: W. H. Freeman and Company, 1972, pp. 102–113.

Introduction (continued)

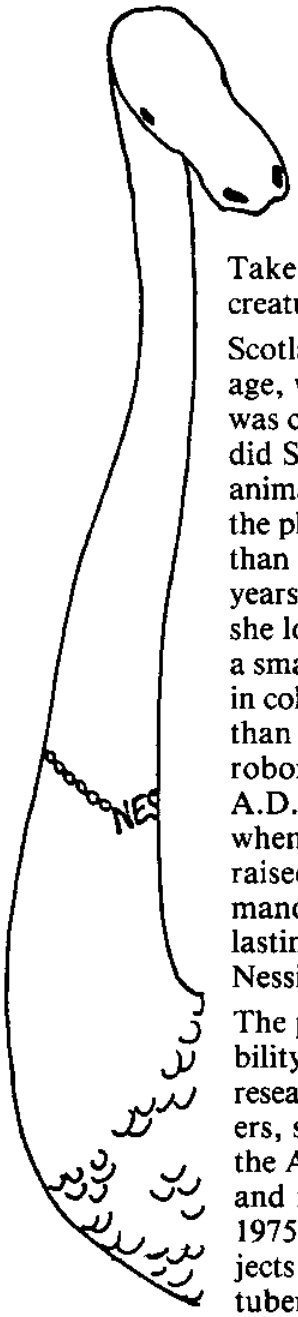


And 65 million years ago.



One interpretation of how the world might look
50 million years from now.

Introduction (continued)

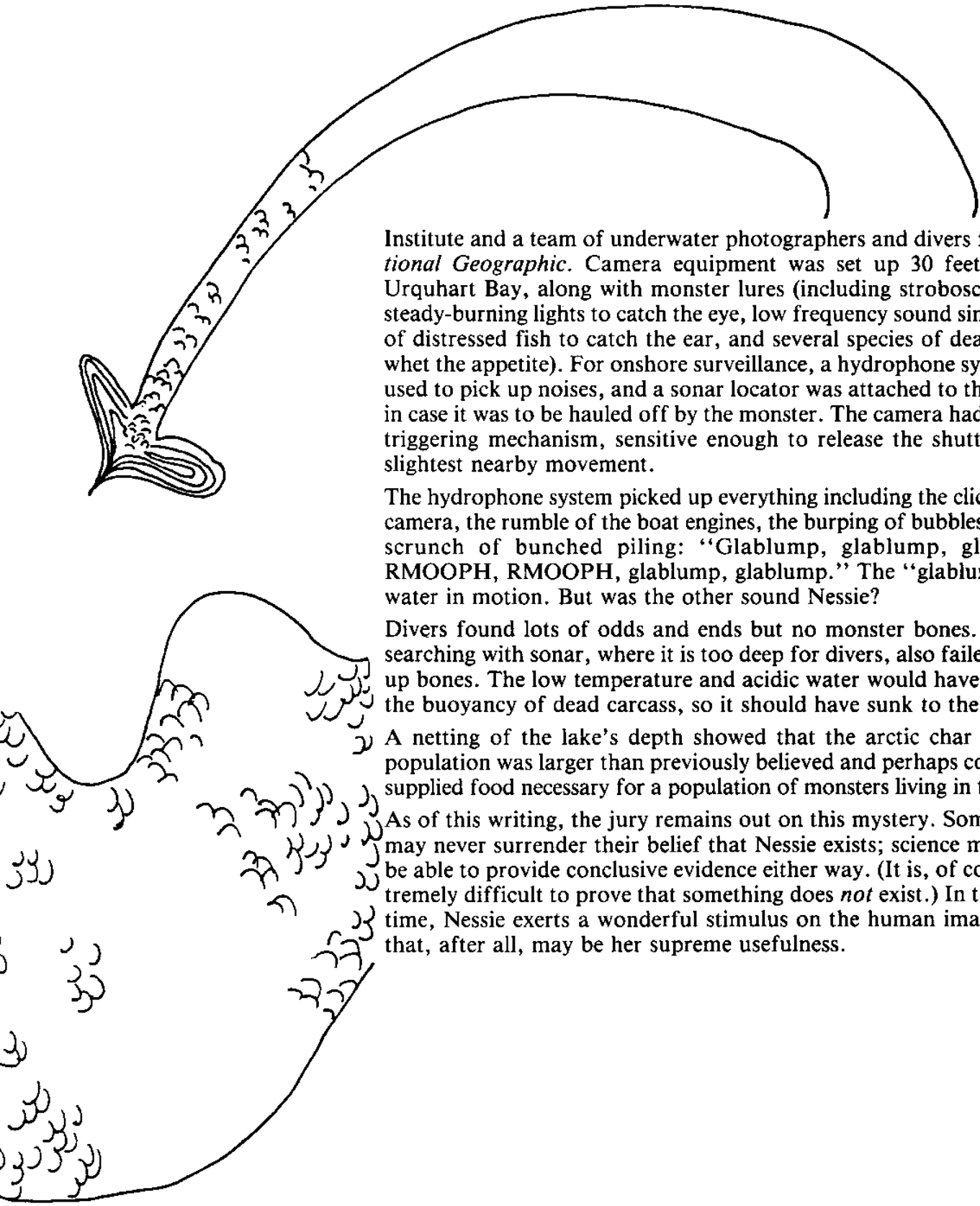


Take the example of Nessie, the legendary Loch Ness monster, a creature whose putative existence is still the object of fierce controversy.

Scotland's Loch Ness is landlocked today; however, during the last ice age, when the weight of the ice pushed down on the earth, Loch Ness was connected with the sea. As the ice melted, the sea level rose, but so did Scotland. Loch Ness was cut off from the sea, with many marine animals still trapped in it. It is believed by many that Nessie's ancestor, the plesiosaur was an air-breathing, marine dinosaur. It dates back more than 200 million years and is believed to have vanished about 65 million years ago. Most of the people who claim to have sighted Nessie say that she looks just like the plesiosaur. She is reported to have a long neck, a small head, and humps. She is thought to be about 20 feet long, dark in color, and a fast swimmer. Since the early 1930s there have been more than 3,000 recorded sightings with photographic "evidence" corroborating the sightings in 1934, 1955, and 1972. As long ago as 565 A.D., Nessie was said to have killed a boatman and was chasing another when the Abbot Iona, Saint of Columbia, came along. The Abbot raised his hand, moved it to make the sign of the cross, and then commanded the monster to stop—which it did. The Abbot's spell was a lasting one, because there have been no reports of molestation from Nessie since.

The problem for underwater exploration in Loch Ness is that the visibility is extremely limited—measured in inches, not feet! Scientific researchers, commencing in late 1960, deployed underwater tape recorders, submarines, and sex attractants. In 1970, Dr. Robert H. Rines of the Academy of Applied Science in Boston began using sidescan sonar and reported tracking large moving bodies in the Loch. In 1972 and 1975, he obtained grainy photographs of large, seemingly animate objects. In 1975, something resembling a small head with nostril-like protuberances, and another image interpreted as a full body, including a long neck and diamond-shaped fin appeared in his photographs. In the summer of 1976, Rines and his colleagues went to Loch Ness again, along with Dr. Robert D. Ballard of the Woods Hole Oceanographic

Introduction (continued)



Institute and a team of underwater photographers and divers from *National Geographic*. Camera equipment was set up 30 feet deep in Urquhart Bay, along with monster lures (including stroboscopic and steady-burning lights to catch the eye, low frequency sound simulations of distressed fish to catch the ear, and several species of dead fish to whet the appetite). For onshore surveillance, a hydrophone system was used to pick up noises, and a sonar locator was attached to the rigging in case it was to be hauled off by the monster. The camera had a sonar-triggering mechanism, sensitive enough to release the shutter at the slightest nearby movement.

The hydrophone system picked up everything including the clicks of the camera, the rumble of the boat engines, the burping of bubbles, and the scrunch of bunched piling: "Glablump, glablump, glablump, RMOOPH, RMOOPH, glablump, glablump." The "glablump" was water in motion. But was the other sound Nessie?

Divers found lots of odds and ends but no monster bones. Bottom-searching with sonar, where it is too deep for divers, also failed to turn up bones. The low temperature and acidic water would have retarded the buoyancy of dead carcass, so it should have sunk to the bottom.

A netting of the lake's depth showed that the arctic char (salmon) population was larger than previously believed and perhaps could have supplied food necessary for a population of monsters living in the Loch.

As of this writing, the jury remains out on this mystery. Some people may never surrender their belief that Nessie exists; science may never be able to provide conclusive evidence either way. (It is, of course, extremely difficult to prove that something does *not* exist.) In the meantime, Nessie exerts a wonderful stimulus on the human imagination: that, after all, may be her supreme usefulness.

Introduction (continued)

The existence of fantastical creatures was once taken for granted, and bestiaries existed to record their rich variety. During the 17th century in Europe, however, as modern scientific ideas were taking root, scientists began to require evidence to support any conclusions as they went about classifying them as either fact or fiction.

For example, they were so skeptical of reports in 1640 about an Australian "monster" that it was not until 1770 that the existence of the kangaroo was accepted. It was only then, after a naturalist saw one and classified it, that the kangaroo ceased to exist as "a monster."

In 1752, a man from Norway published a description of a monster he called a Kraken. After 100 years, scientists were able to determine that this "Kraken" was in reality a giant squid.

In 1812, a French scientist announced that all the four-legged animals had finally been discovered and that no more existed. He was wrong. Hundreds of large quadrupeds (four-legged animals) were still waiting to be discovered. Some of them included:

1898	One of the largest carnivores, the brown bear, 10 feet high and weighing up to 1,600 pounds.
1901	The world's largest ape, standing 6½ feet tall, weighing 600 to 700 pounds.
1912	The world's largest lizard, measuring 12 feet long—large enough to eat small buffaloes.

Creatures such as these went unnoticed for hundreds of years and are still being discovered.

The sea is also a spawning ground for mysterious monsters. The best known sea monster (which appears in legends of almost every land) is the merman or mermaid—half human and half fish. As early as 4,000 years ago, there were tales of a fish god, a friendly creature who rose each morning to teach the people about civilization. Unlike many other monsters throughout history, the mermaid was highly visible: she was often seen by sailors and people ashore. As a result, until 100 years ago, the mermaid was accepted as a real animal. Because the mermaid was so visible, something must have been seen. Some sea creature, such as sea cows or seals, could have been mistaken for the mermaid. But gradually belief in the mermaid began to die out, perhaps because other more exciting sea monsters began to take the spotlight.

At any rate, nature does not create monsters—people do. What makes a monster? Size alone does not make a monster, although being oversized is one characteristic. Monsters often seem to be "put together" strangely and would be scary to bump into on a dark night. Most important perhaps is that monsters are creatures of the unknown.

The Proper Tools

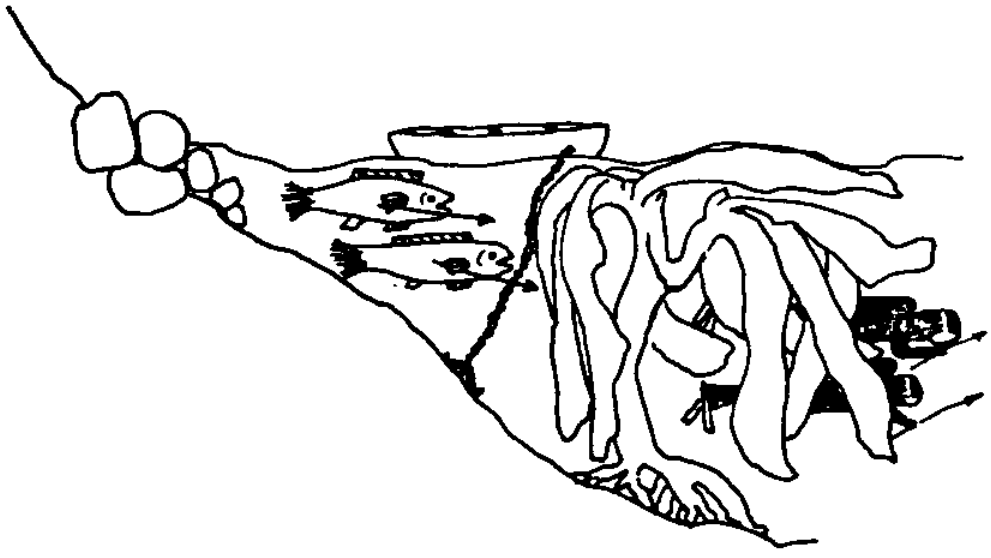
Some of the greatest breakthroughs in oceanology have not come with the articulation of a new theory, the discovery of a new species, or the confirmation of a new set of facts, but rather with the simple invention of a useful tool. Indeed, everything else often depends on scientists having the right tools to pursue their investigations: the tool comes first.

One example is so taken for granted today that it is surprising to realize how recently it came into being.

During World War II, a young Frenchman, Jacques Yves Cousteau, decided to solve a problem he had been grappling with for years. He had always dreamed of exploring the ocean without the use of hindering equipment. He wanted to be able to swim with the freedom of a fish. There were diving tanks but they lacked a regulator for controlling the flow of compressed air into his lungs. Mr. Cousteau learned of an engineer, Emile Gagnan, who was an expert in handling gases under

pressure. They met and together worked on developing a regulator, a simple valve, which would deliver the proper amount of air to the diver. Cousteau called this entire device the "Aqualung." When he tried it for the first time, he was disappointed because it did not operate while he was upside down. Following minor adjustments Cousteau was then able to swim in the water with the freedom he wanted. He could swim in any position and move as if he belonged in the sea. Since 1943, the Aqualung has been used by millions around the world. In the United States, it is referred to as SCUBA (Self-Contained Underwater Breathing Apparatus).

From these original naked divers with tanks of air on their backs, we have now advanced to the lock-out submersibles from which inner-spacemen work on well-heads 1,500 feet below the surface. Men and women today can live and work in habitats under the sea for weeks at a time. From far above, and with an opposite point of view, we are using satellites to attain a broad view of the sea. The frontiers of research probe ever deeper into both inner and outer space.

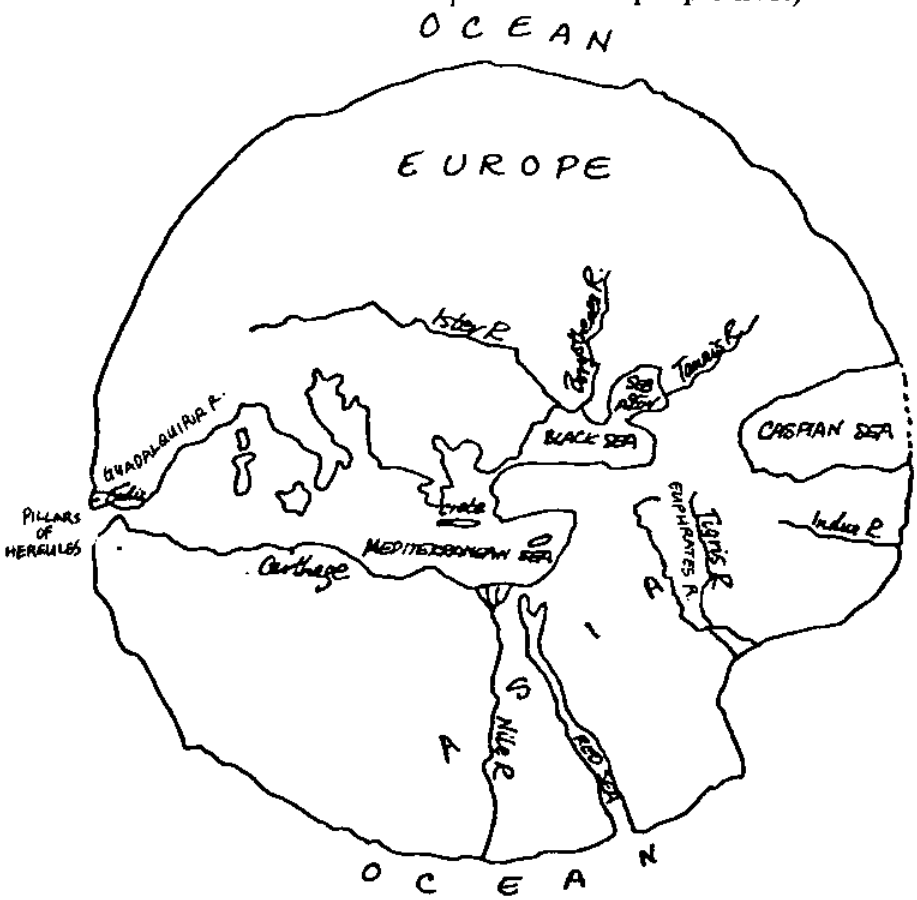


Where is innerspace?

	Grades K–3	Grades 4–6
Objective	Given the appropriate materials, the student will be able to locate on a map/globe the bodies of water as contrasted to bodies of land.	Given the appropriate materials, the student will be able to name the four major oceans of the world, differentiate between these and other bodies of water, and compare the sizes of land masses to water masses.
Materials	A globe and an assortment of models.	Use of a 28-inch sphere (ball of styrofoam, 71.14 cm) and cup to demonstrate the amount of water there is on earth. Globe and/or map of the world.
Activity	Have the students study various models and observe their similarities and differences to the real object. Next, study the map of the world and/or globe.	Divide the class into groups (or individually) and research the following topics and record for group presentations: Land ratio to water. The four major oceans of the world. Atlantis. Uses of Innerspace for commerce, food, recreation, transportation, battles fought which have influenced the course of history, etc.

	Grades K–3	Grades 4–6
Questions	*What is a model?* (A copy, sometimes smaller, of something.) *Name some models.* (Cars, trains, planes, and mannequins.) *Is a globe a copy of our planet Earth?* (Yes.) *Where do you think oceans might be?* (The blue areas on the globe.) *What are the other areas?* (Dry land where people live.)	*What are the four major oceans?* (Pacific, Atlantic, Indian, and Arctic.) *What are the six major continents?* [Asia, Africa, American (North and South), Anarctica, Europe, and Australia.] *Where are they located?* (The answer will vary according to the points of reference. Locations of continents may be given in relation to the oceans, to other continents, to hemispheres, to the equator and the meridian, to other latitudes and longitudes, to the poles, etc.) *Is there more land than water on our earth?* (No, there is more water. The oceans and fresh water cover almost three-fourth's of the surface of the earth. The sea covers 70.8 percent of the earth's surface and contains more than 97 percent of the earth's water.) *What are some of the smaller bodies of water and land called?* (Water: seas, bays, gulfs, sounds, capes, inlets, straits, canals, passages, fjords, lakes, rivers, reservoirs, lagoons, estuaries, marshes, falls, etc. Land: islands, peninsulas, archipelagos, isthmus, etc. Surface and submarine terms: trench, ridge, plateau, basin, mountain, range, bight, volcano, etc.) *How do they differ from the larger ones?* [In size and in relation to the land (in the case of a water term) and to the water (in the case of a land term).]

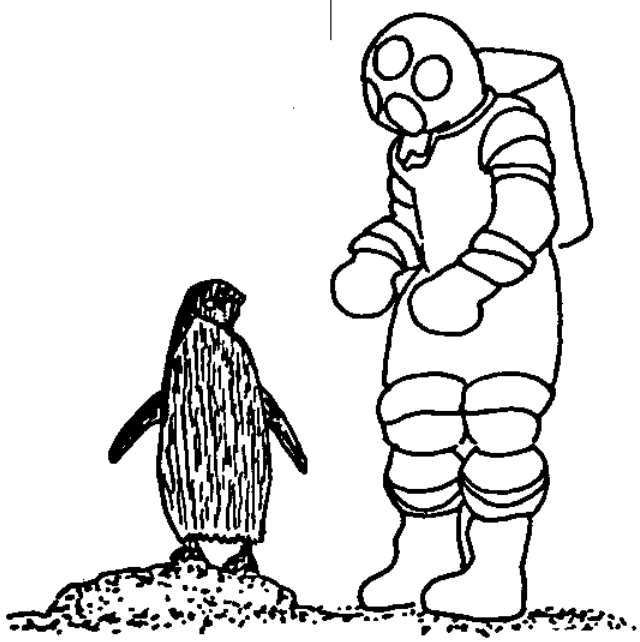
In an early view of the world, the land is seen as being surrounded by the sea.



Innerspace or outerspace?

	Grades K–3	Grades 4–6
Objective	Given the appropriate materials, the student will be able to differentiate between innerspace and outerspace, name the uses of innerspace by humans, and appreciate innerspace as a resource.	Given the appropriate materials, the student will be able to explain the difference between innerspace and outerspace and describe the importance of innerspace as our richest resource.
Materials	A globe and two pictures (one of an astronaut and the other of an aquanaut).	A globe and two pictures (one of an astronaut and the other of an aquanaut).
Activity	Form the class into large or small groups—the motivation being two pictures and a globe. An aquanaut (innerspace) An astronaut (outerspace) Discuss the two pictures—the level of sophistication in discussion will vary greatly according to the developmental level of the children. The point to be made is *where* people function in their different occupations.	Form the class into large or small groups—the motivation being two pictures and a globe. An aquanaut (innerspace) An astronaut (outerspace)
Questions	*Where does the spaceman/astronaut do his work?* (Outerspace. Outerspace is defined as space outside the earth's atmosphere.) *Where does the frogman/aquanaut do his work?* (In water/innerspace.)	*What is important to the astronaut's life in outerspace?* (Life support, such as gas to breathe, food to eat, and water to drink; protection against extremes of temperature and pressure; ways of transporting self;

	Grades K–3	Grades 4–6
Questions (continued)	*Why do you think the kind of outfit/gear is important?* (It is specially made to help the person wearing it to live and work in a place that is very different than what the person is used to.) *Could a spaceman and frogman exchange gear to do their jobs?* (No.) *What part of our world do we live in most easily with no extra gear?* (Dry land—humans are most adapted to it.)	and communicating to other astronauts and to the outside—to people on earth.) *What is important to the aquanaut's life in innerspace?* (Same as above.) *How does their gear help them to adapt to a different environment?* (Their gear provides life support and protection against the elements as well as transportation and communication.) *What are some differences between innerspace and outerspace?* [Innerspace has oxygen, food, and water. We cannot breathe the oxygen with our lungs since it is dissolved in water. We cannot drink the water since it is too salty. We can only eat underwater if we are inside a special chamber such as an underwater laboratory. Outerspace, however, is a vacuum. It has no gas, water, or life from which to get food. Innerspace has greater pressure than the atmosphere (dry land). Outerspace has no pressure at all. If we did not use special breathing gear in these environments, our lungs and other air spaces in our bodies would be "squeezed" underwater or "explode" in space. In innerspace, the temperature of the water gets colder as a person descends. In outerspace, the temperature is cold, too, but radiant heat from the



Questions (continued)

sun could "fry" an unprotected person. Vision underwater is not as clear as on land because the light rays do not penetrate the water as easily as the air. Vision in outerspace is clearer than on land and we can see "forever" where the light rays penetrate since they are traveling in a vacuum. Sound underwater is louder than in air since sound travels faster in denser media, but there is no sound in outerspace because it is a vacuum and sound needs a physical medium to travel through. Innerspace is finite which means we know its boundaries and we can get to its deepest point in a short time. Outerspace is infinite which means we do not know its boundaries and travel even to the places we know can take years.] *Can you name some qualities the astronaut and aquanaut have in common?* (Interest in exploration of the unknown, knowledge of the foreign environment and in how it is different from their natural environment of dry land, and skills in the use of gear that enables them to live and work in a hostile environment.)

Grades 4–6

Questions (continued)

What are some important reasons for studying innerspace? [It provides us with many resources such as food, energy, and minerals, as well as shipping and commerce, recreation, and defense (see Unit V, The Economic Sea: Riches of the Sea). In addition to what the ocean already provides, it will be economical in 20–30 years for us to get greater quantities of these resources. The use of outerspace for these same resources is much farther in the future and it is much more expensive to exploit. Another reason is that we are already working on a law of sea for administration of ocean resources (see Unit II, Ocean Management: Who Owns the Sea?). However, we have no international law for governing the exploration and use of resources from outerspace.]

Why do you think the kind of outfit/gear is important? (It is specifically designed to enable humans to live and work in a very hostile environment to which they are not naturally adapted.) *Could a spaceman and frogman exchange gear to do their jobs?* (No.) *What part of our world do we live in most easily with no extra gear?* (Dry land—humans are most adapted to it.)

Fake fossils

Grades K–6

Objective

The student will be able to observe and compare the similarities of a fossil to the original object.

Materials

Clay, clayboards, shells, leaves, other objects to press into the clay to make a print, paper, pencil, and paper towels.

Activity

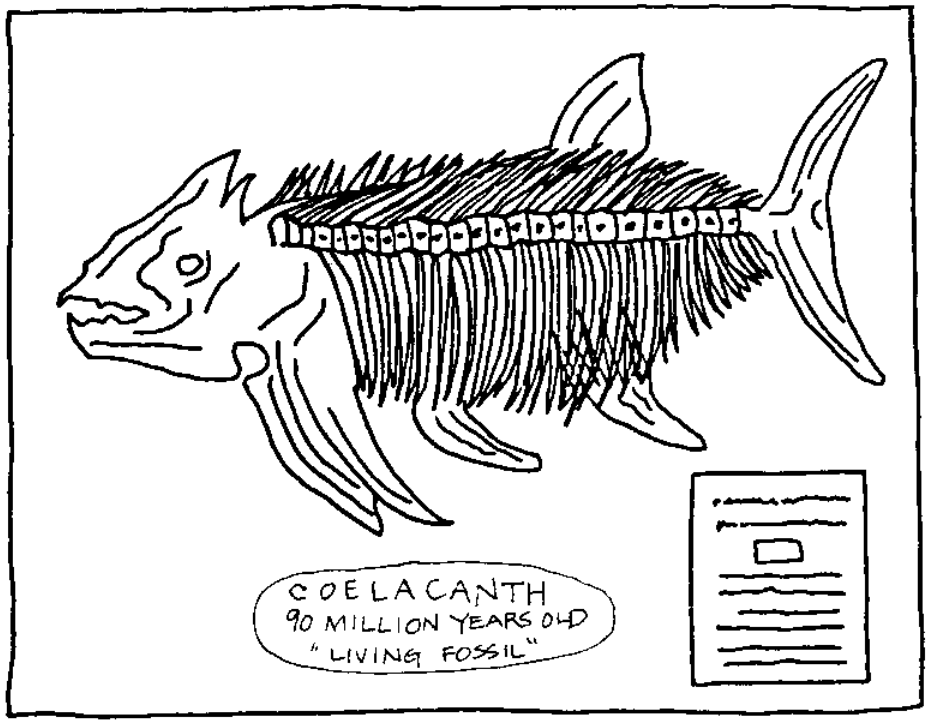
Roll out a piece of clay until it is fairly thin (about ¼ to ½" thick) on a clayboard. It will help to put a paper towel on the board under the clay before you roll it out. This will enable you to lift it when finished without damaging the "fossil." Press a sea shell, leaf, etc., into the clay (textured side down). Remove and let the clay dry. If you have a kiln, these can be fired. They will look most natural if you do not glaze them or color them. You can rub a little stain into them if you wish. Make as large a variety of shells, etc., that you can. Classify and label them.

Questions

Do your "fossils" resemble the original object? (Yes, in their shape.) *What are fossils?* (Fossils are the remains of prehistoric life and are proof to us that life existed on earth millions of years ago. It is only during the past 200 years that we have scientifically studied fossils. This study is called Paleontology.) *How is a real fossil formed?* [It is not easy for an object to become a fossil. Several conditions must be present. First, the object must be buried quickly before it decays. Then it must remain in that undisturbed position for a long time. Sometimes we find an entire organism preserved in amber or buried in ice, but this is not common. Often the hard parts of animals (teeth and bones) and shells are preserved with little or no alteration. But the most common fossils are stone molds or impressions of the original. Stress with your students that stone fossils are *not* plants or animals *turned into* stone. The original plant or animal dissolved away and was *replaced by* stone, leaving a cast or impression.) *What can fossils tell us about life long*

Questions (continued)

ago? (They show us that life has evolved from a simple state into the complex one we know today.) *Has life always been the way it is today?* (No, there are many animals, such as dinosaurs, that lived long ago and are extinct today.) *What can fossils tell us about the geology and weather long ago?* (We can learn about the climate of an area millions of years ago by the type of fossils we find. We have also discovered, on the tops of mountains, fossils of animals that lived in the sea. This means that the area, before being uplifted, was underwater long ago.)



Our changing earth

Grades 4-6

Objective

Given the appropriate materials, the student will be able to construct models of the earth as it appeared at various times in geologic history. The student will observe that these changes occurred in an orderly progression.

Materials

Clay, clayboards, tools (if available), tagboard, and colored pens or ink to label models, and map of continental drift (on pages 12-13 of the Introduction). Chart of Geologic history of the earth (page 2 of the Introduction.)

Activity

Construct in clay a model of what the earth probably looked like soon after it was "born." Construct other models to show the earth at various stages throughout history as it evolved to its present shape. Label the models, and include a statement about the major changes to be observed.

Questions

How did our earth change throughout history? (Geologically, the earth has gone through crustal evolution from one continental mass to two supercontinents to six continents. Biologically, life on earth has evolved from primitive algae and microscopic forms to fish, amphibians, and insects to flowering plants and mammals. Meteorologically, there have been dramatic changes in temperature and humidity as ice ages have come and gone.) *When did mountains first appear?* (During the Paleozoic Era, 200–500 million years ago.) *Why do geologists believe that the continents were one mass (Pangaea) at one time in history (Mesozoic Era, 100–200 years ago)?* (Evidence gathered from the land supported Wegener's theory of the mobility of the continents. This included studies of rocks found to be reversely magnetized. Evidence gathered at sea supported the theory of sea floor spreading established by Hess. This included studies of the bottom of the ocean with sonic

Questions (continued)

sounders. Rugged mountain ranges were discovered in an earthquake belt, indicating that the earth is not as stable a planet as formerly thought. Thus, the geologists no longer believe that there were always six continents and four oceans in the same positions as they are today.) *What were the two major continental masses that formed from Pangaea?* (During the Mesozoic Era, Pangaea broke into two supercontinents, Laurasia in the northern hemisphere and Gondwanaland in the southern hemisphere.) *What oceans were formed when these two supercontinents broke up into smaller pieces—ancestors of our present continents?* (As these pieces separated in the late Mesozoic Era, 60–100 million years ago, rifts opened between them and thus emerged the Atlantic and Indian Oceans.) *When did life in the sea first appear?* (During the Pre-Cambrian Era, about three to three and one-half billion years ago.) *Why do you suppose it may have been easier for life to appear in the sea before it appeared on land?* (Students may give different ideas. Actually, water is the medium of life since all the internal functions of an organism are carried out in a water media in the cells and tissues. Air is not a medium of life, so the first animals and plants had to appear in the sea rather than on land.)

Continents on the move

Grades 4–6

Objective

The student will be able to reproduce and label the continents as they changed position throughout the earth's history.

Materials

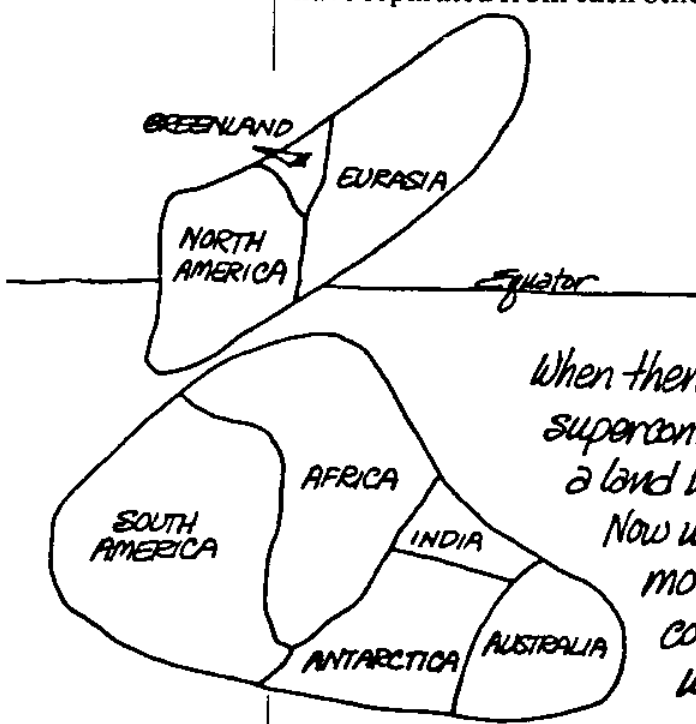
Paper (manila or tracing), pencil, and a book showing the position of continents throughout geologic history. (See books by Weiss in the Bibliography and maps in the Introduction, pages 12 and 13.)

Activity

Draw or trace a map of the world when the continental earth was "Pangaea." Observing the sequential changes until the present, draw where you would predict the continents to be in 100 million years.

Questions

How have the continents changed position throughout history? (They have separated from each other, moved in different directions, rotated,



When there were just two supercontinents, there was probably a land bridge between them. Now we find fossil remains of most types of reptiles on continents that are widely separated.

Questions (continued)

etc.) *How would you compare continental drift to other scientific discoveries throughout modern history?* (It was a very revolutionary theory that many people thought to be science fiction. Adjectives used to describe it included impossible, whimsical, wild, odd, etc. In this, it might compare to the discovery that the world was round rather than flat. Also, it depended on the development of equipment and techniques for the gathering of evidence essential to its proof. It showed the need for basic research since it is a theory that "put together a puzzle" from many pieces of seemingly unrelated information collected from various sources.) *What makes these continents drift?* (Sea floor spreading. See answers to Questions of lesson on "Our changing earth," page 27.) *What evidence do we have?* (Evidence gathered from the land and at sea. See answers to Questions of lesson on "Our changing earth," page 28.)

The earth's timetable

Grades K–6

Objective

Given the appropriate materials, the student will be able to illustrate, in chronological order, a sequence of important events in the earth's history.

Materials

Long piece of butcher paper (about 10–15 feet), crayons, markers, pencils, or paints, and a geologic timetable or book with necessary information.

Activity

On a long piece of butcher paper, have the students draw a "timetable" mural from the earth's beginning to the present, labeling it in eras and finally in years (if appropriate). In each section, draw an event that represents a significant change in that period, i.e., appearance of sea life, plants, land animals, etc.

Questions

How can we describe which geologic events to be included? (Let students suggest ways.) *How can we show* major *events?* (Size of drawing and labeling.) *Have the mountains always appeared the way they do today? The continents?* (Include the appearance of sea life, plants, land animals, etc.)

Famous expeditions

Grades 4–6

Objective

The student will develop library skills in independent research and will recognize some of the problems a researcher encounters as well as the satisfaction that is derived.

Materials

Paper, pencil, and use of library (see Bibliography).

Activity

Have the students pick a famous researcher/explorer or expedition to conduct research and write a report on his/her/its work. Suggestions include: Jacques-Yves Cousteau and his ship, the "Calypso"; Captain Cook; the "Challenger" expedition by the Royal Society in England; Matthew Fontaine Maury; work done by the Woods Hole Oceanographic Institution in the United States; work done at Scripps Institute of Oceanography in La Jolla, California; and expedition of the "Glomar Challenger" of the United States.

Depending upon the student's age and ability, you may want to make an outline on the board suggesting that three or four paragraphs be written and what should be included in those. For example: (1) name of researcher or expedition, country, dates, name of vessel, and where work was done; (2) the research or expedition itself; (3) its major contributions and significance; and (4) writer's feelings or opinions after having conducted the research.

Share finished reports in class. Students can include pictures they have located in books or magazines or illustrations they have drawn when making their presentations.

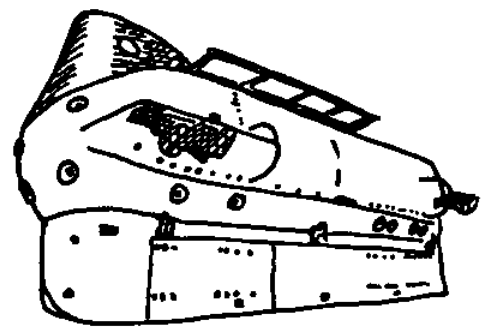
Questions

What would you include in your report? (Make a list on the board including dates, country, where research was done, importance of works

Questions (continued)

to people, major persons involved, name of ship, any significant or unusual events that took place during the work, etc.) *What sources can you use to find the information?* (Books, encyclopedias, magazines, possibly films or TV programs, and newspaper accounts.)

What made your character or event so famous? What was the special quality which made your character or event a great success?



The submersible BEN FRANKLIN was designed to study the Gulf Stream.

Ocean exploration mural

Grades K–6

Objective

The student will be able to list chronologically several important events that led marine research into the present.

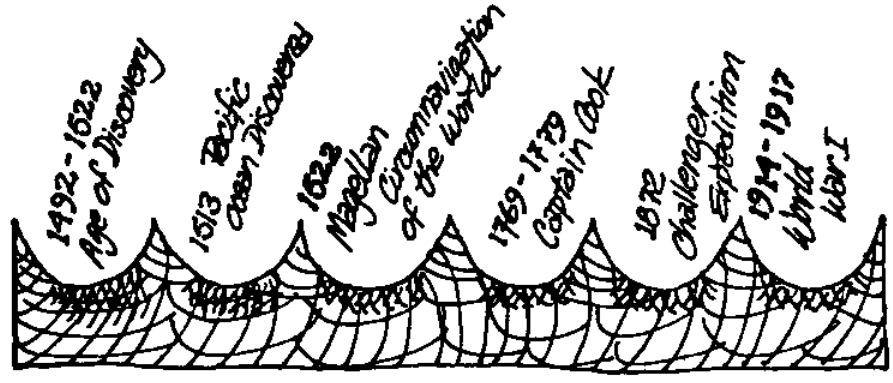
Materials

Butcher paper (about 10–15 feet long), pencil, crayons, pastels or paints.

Activity

Hang a long piece of butcher paper on the wall. Let students summarize the contributions of the science of oceanography on the chart. Include illustrations.

Example:



Questions

How can we decide which events to include in our mural? (Let students give suggestions.) *Should we include the dates? What will the dates tell people that look at the mural? If we want to show that some events are more significant than others, how can we do it?* (Size of lettering and illustrations are two ways.) *How might we distinguish between the countries represented in each event?* (Write the names and facts in a different color for each country such as red for the United States, green for Great Britain, etc.)

Voyages of discovery

Grades 4–6

Objective

The student will be able to enumerate and/or illustrate some of the changes that took place geographically with new discoveries of land.

Materials

Paper, pencil, crayons (if desired), and a book or map showing Magellan's (and other explorers') world and today's world.

Activity

Draw a map of the world typical of one used by Magellan when he sailed. Repeat this with other explorations (Cook, Columbus, etc.). Compare them to a present-day map of the world. Make a list of some of the changes you observe.

Questions

What are some of the important differences you observe in each of the maps? Similarities? (Place them in chronological order. Students will make their own observations. They should note what new bodies of water and continents appear on each map and that each map will show the old world of Europe and Asia and the Mediterranean Sea, etc.) *Can you see how an earlier discovery would help an explorer years later?* (Answers may vary. Earlier discoveries could help later explorers by providing navigational information and the motivation to venture even farther than before to discover new lands and oceans.) *How would the earlier maps restrict travel?* (They would not show many of the faraway places that people could travel to if they knew these places existed. They would give an inaccurate view of the world, with the land seen as being surrounded by the sea. With this view, people would think that the sea was the edge of the world and so limit travel.)

Tools of the researcher: Secchi disc

Grades K–6

Objective

The student will be able to construct and use tools like those used by a marine researcher.

Materials

12-¾ inch piece of wood (30 cm.) cut into a circle, drill, heavy cord (about 20 feet), bolt, washer, nut, block of lead (about 2–3 inches square), white enamel paint, brush, ruler, paint thinner, paper, and pencil.

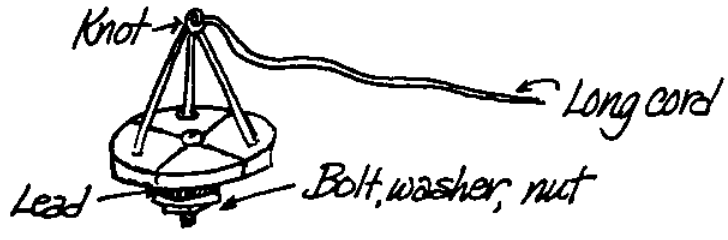
Activity

Make a *secchi* disc as follows: paint the circle white. When dry, drill a hole through the center of the disc large enough to fit the bolt through. Drill three more holes equidistant on the edge of the wood and large enough to fit the cord through.

Drill a hole through the center of the lead. Put the bolt through the center hole (from the top side). When the bolt comes through the other side, slip the block of lead onto the bolt, then the washer. Now add the nut and firmly tighten.

Cut three lengths of cord (about 20 inches long) and tie one to each hole on the edge of the disc. Bring the other ends of the three cords together above the disc and knot. Make sure disc hangs evenly. Attach the remaining cord to the knot.

The secchi disc should look like this:



Use this disc to measure the clarity of the water. Lower the disc slowly into the water until it is barely out of sight. Record that depth. Continue to lower it until it is completely out of sight. Slowly raise it until

it is barely in view again. Record that depth. Find the average of the two measurements. This is the depth used to determine water clarity in that area.

Repeat this in various bodies of water (open ocean, off pier, and off dock in marina) or in various places of the same body of water. Vary the time of day when you record the information (and the time of year). Record the conditions of the day (cloudy, sunny, windy, etc.).

Questions

Does water clarity vary from place to place in the same body of water? (Yes. Depending on the location of measurement, there may be more or less sediments suspended in the water as well as microorganisms living in it.) *Does water clarity vary from one body of water to another?* (Yes. Just as different bodies of water vary in color and temperature, so do they vary in clarity.) *Do clouds and wind affect it? How?* (Yes. Clouds limit the amount of sunlight that penetrates the water. Wind does this too, by causing choppy water which makes the light rays bounce back into the atmosphere rather than penetrating the water.) *Do temperature and the seasons of the year affect it?* (Yes.) *Why are scientists interested in the clarity of water?* (For many reasons. Some things determined by measuring clarity include: the amount of plankton in the area, the primary productivity, the amount of pollution, and the amount of debris being washed into the water from the land.)

Tools of the researcher: Plankton net

Grades 4–6

Objective

The student will be able to construct and use tools like those used by a marine researcher.

Materials

Nylon stocking, wire coat hanger, wire cutter, test tube, rubber band, jars with lids, pliers, scissors, thin wire, microscope, carpet thread, large needle, twine or cord, thermometer, paper, and pencil.

Activity

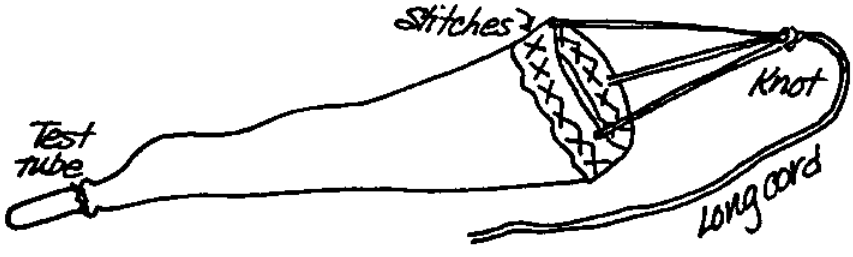
Make a *plankton net* as follows: Cut the hook off the coat hanger and discard it. Form the remaining piece of wire into a circle about the size of the opening at the top of the nylon stocking. Wrap thin wire around the overlapping coat hanger wire to secure it.

Bring the top of the stocking up through the center of the wire circle and fold down over the circle. Use carpet thread and needle to stitch around the stocking carefully so it will not pull loose.

Cut a small hole in the toe of the stocking just large enough to slip the test tube through. Wrap a rubber band around the stocking at the top of the test tube securely.

Cut three pieces of cord or twine about 10'' long. Tie each one to the wire circle about ⅓ of the distance apart. Tie the other ends of the three cords together in a knot making sure that the net hangs evenly. Attach a long cord to the knot.

Your plankton net should look like this:



Grades 4–6

Activity (continued)

Drop the net over the side of a moving boat for at least 20 minutes. Slowly pull the net in and remove the rubber band. Pour the sample water collected into a jar and cover it. Record the following information: where sample was taken, date and time, and water temperature (if you have a thermometer).

The experiment is more interesting if you can collect water from a variety of sources and compare them (such as freshwater, saltwater, rivers, ponds, ocean, etc.).

When you return to the classroom, place the samples under a microscope (or magnifying glass if you do not have a microscope) and observe them. Draw examples of what you observe. Make a list of the various kinds and classify them.

Questions

What do you see? (Answers will vary. Students will probably see tiny, odd shapes which they may describe in their own words. They may be looking at air bubbles, dust specks, plankton, etc. Plankton may look like flowers or insects to them.) *Did you find plankton?* (Plankton exists in almost all kinds of water. Most plankton are microscopic.) *If so, can you identify them?* (Teacher will need to have books with pictures or drawings available. Students may then be able to identify different plankton as diatoms, dinoflagellates, copepods, fish, or crustacean larvae, etc.) *How many kinds do you see? What are their similarities? Differences?* (Answers depend on what the students observe in their particular samples. There will probably be differences in size and shape. Some will be similar in that they have cilia, segmented bodies, etc.) *What are plankton?* (Plankton are plants and animals that drift in the water. They are primarily carried about by the currents. They can be classified in two broad types: phytoplankton, which are plants; and zooplankton, which are animals.) *Why should scientists be interested in them?* (They are a part of the food chain upon which life depends. Both types of plankton are a source of food to larger animals which, in turn, are a source of food to even larger animals, and so on. See "The open sea" lesson of Unit VI, Marine Ecology: You Scratch my Back . . . I'll Scratch Yours.)

The freedom to explore

Grades K–6

Objective

The student will recognize the importance of the aqualung as a tool used by people to explore the oceans.

Materials

Paper, pencil, crayons, and clay (optional).

Activity

Read and discuss with the students the story about Jacques Cousteau and the aqualung, "Freedom to Explore" on page 42. Have the students make up a story about how they would spend extended periods of time underwater. Some may want to write or speak about what life might be like if they lived in an underwater community or underwater sea laboratory. The younger students can draw this, the older ones can support their story with illustrations.

Together the students can construct an underwater city from clay.

Questions

What still limits us from being completely at home in the sea? (The pressure, lack of breathable air, and/or gills.) *What are we able to see and feel with the use of SCUBA that we would not otherwise be able to experience?* (Freedom to explore, time to explore, etc.)

If you lived in an underwater laboratory or community, what kinds of equipment do you think you might need? (Answers will vary according to the students' imaginations. They should consider, along with their own ideas, equipment for life support such as gas to breathe, food to eat, and water to drink; for protection against extremes of temperature and pressure; for transportation and communication with the outside world—either topside on the sea surface or on dry land.) *What would your underwater dwelling look like?* (Answers will vary according to the students' imaginations. Underwater habitats in existence come in a

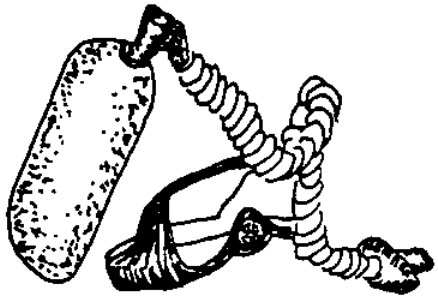
Questions (continued)

variety of designs and often have several of the following components: large chamber with thick walls to protect against the pressure of the environment, clear bubble-shaped window to observe the underwater world, robot-like arms to gather data, "umbilical" cords to topside support systems, lights and cameras to take pictures, etc.) *How is your body weight affected? How does that affect the way you move?* (This depends on whether you are inside the underwater dwelling or outside in the water. If you are inside the dwelling, your body is submerged in air like on the surface, so your weight is essentially the same as it is on dry land. This means you will be able to move around inside your underwater dwelling in the same way you would move around in your home on dry land. If, however, you were outside the underwater dwelling, in the water, your body would become essentially weightless like in outerspace. This means you have no leverage—nothing to push against. So, if you try to move something underwater, you will move and not the object. Also,movements through water are more tiring than movements in air due to the much greater density of water. If students are interested, they can do some research on Archimede's Principle and other laws of physics that affect the design of underwater equipment and environments.)

Grades K–6

Freedom to Explore

During World War II a young Frenchman, Jacques Yves Cousteau, decided to solve a problem he had been grappling with for years. He had always dreamed of exploring the ocean without the use of hindering equipment. He wanted to be able to swim with the freedom of a fish. He needed a regulator for his tank of compressed air. This regulator would serve to regulate the flow of compressed air to his lungs. Mr. Cousteau learned of an engineer, Emile Gagnan, who was an expert in handling gases under pressure. They met and together worked on developing a regulator to deliver the proper amount of air to the diver. Cousteau called this entire device the "Aqualung." When he tried it for the first time, he was disappointed because it did not operate while he was upside down. After minor adjustments, Jacques Yves Cousteau swam in the waters with the freedom he had wanted. He could swim in any position and move as if he belonged in the sea. Since 1943, the Aqualung has been used by millions around the world. In the United States it is referred to as SCUBA (Self Contained Underwater Breathing Apparatus).



"From feet to fathoms"

Grades 4–6

Objective

The student will be able to convert measurements from one form to another and understand their relationships.

Materials

A story, book, or article on an oceanographic theme (research or myth, etc.), paper, pencil, and chart listing mathematical conversions.

Activity

Have students listen to or read a story, article, etc., with an ocean theme (could be fact or fiction) that contains some measurements in it (fathoms, miles, directions, speed, time, etc.). Convert all distances to another form; for example, from decimal to metric or nautical, etc.

Questions

Do all countries have the same types of measurements? (No.) *Name some that we use.* (Miles, inches, meters, leagues, knots.) *How can people understand the measurements in other countries that are different from ours?* (They must carry a conversion book with them.)

Do scientists use other types of measurements? (Yes.) *What are some that oceanologists would use?* [Knots, fathoms, nautical miles, nautical time (based on 8 bells), etc.] *What is the advantage of having a universal system?* (Easier to communicate with others.)

Math and the sea

Grades 4–6

Objective

The student will become familiar with measurements used in oceanology and will be able to use them to construct a meaningful problem.

Materials

Paper, pencil, and chart converting recognizable measurements to nautical ones.

Activity

Organize the class into teams. Each team is responsible for making up math problems involving nautical measurements. If desired, they can also illustrate their problems with appropriate drawings. (This could also be done individually.) After a given period of time, the class reassembles. The problems are rotated among the teams for a short period of time, in which each team tries to solve the problems. After everyone has had a chance to work each problem, the answers are given to determine the winner. It is also possible to assign certain measurements to different teams so that all will be used. Or, if some are more difficult, value could be assigned to them accordingly.

Examples to be included would be navigational methods (directions, compass), current measurements (speed, directions), temperature measurements (include converting from Fahrenheit to Centigrade or Celsius as well as variations in temperatures from area to area and season to season), salinity measurements (and variations in areas), latitudinal, longitudinal measurement, bathymetric charts and locations of basins, etc., clarity of water measurements, speed of vehicles (measûred in knots), etc.

Question

What are some of the nautical measurements that cannot be used on land? (Salinity measurements cannot be used on land; knot speed, depth in leagues or fathoms are not commonly used on land; speed and direction of currents would be speed and direction of wind on land—both are fluids; water clarity would be visibility on land; other measurements would be the same.)

Research vessels

Grades K–6

Objective

The student will be able to distinguish between the various kinds of research vessels used throughout history.

Materials

Book or photos of various research vessels (see Bibliography), clay utensils or paper, wheat paste and water, wire (if needed), and paints.

Activity

In clay or with papier mache, construct a research vessel typical of the 1400s (Magellan's), 1800s (Challenger), and a more recent one (Trieste).

Questions

How has technology changed the life of the sailor or scientists throughout the centuries? (Work, social organizations, living conditions, and health.) *How have the vessels changed?* (They have changed in many ways, mainly because of the advances in technology. The students can note the difference in size, shape, construction materials, type of power used, and in capabilities. In the latter category, for example, Magellan was unable to measure the depth of the ocean because his weighted line was not long enough. The Challenger was designed for oceanographic research and contained sophisticated instruments and other equipment. The Trieste was a bathyscaphe and so had the ability to submerge to the deepest point in the ocean, the Marianas Trench.) *What, in your opinion, should be the focus of future exploration of the ocean?* (Students will give their own opinions and their reasons. Some ideas are: food, energy, mineral resources; basic research; the Antarctic; thermal vents, etc.)

Trek across the Arctic

Grades 4–6

Objective

The student will be able to recognize some common terms relative to the Arctic area.

Materials

A mimeograph or ditto copy of the list of words given and of the game that follows for each student or group of students.

Activity

Give each student a copy of the game or divide into groups to find all the words listed. First team (student) to complete the list wins.

Questions

What do you think it might be like to live in the Arctic? (Answers will vary according to students' imaginations or knowledge. Some ideas regarding play and friends are: There would be no trees to climb, flowers to pick, or lawns to mow. You couldn't go swimming or even have squirt gun fights—since the water would freeze in the gun. Your dog couldn't go out to play with you unless it were an Alaskan Husky —a dog with really thick fur. Some of your friends might be Eskimos who look different and probably have different beliefs than you do. They may have canoes made from walrus skin, carve things from walrus tusks, and really enjoy eating delicacies such as whale blubber and raw meat from seals and other marine mammals.) *How would the cold affect your daily routine?* (Students should give their own ideas. If their home were well-insulated against the cold, life inside might not be too affected. However, to go outside to play, they would have to really bundle up in parkas, boots, mittens, etc. They would have to check the storm warnings and not go out if a storm is predicted. If they did, visibility could become so bad they wouldn't see their house 20 feet away.) *How would the amount of light affect your daily routine?* Students should give their own ideas as to what they would do in the summer, when days are extremely long with over 20 hours of light, and in the winter, when nights are this long. Outside, at night, they might enjoy looking at the aurora bourealis—arches of light in the sky. Inside, during the day, they might need lots of books or electronic games. They might be surprised to know that really big watermelons and strawberries can grow in Arctic regions in the summer due to the extremely long days.)

Grades 4–6

Words

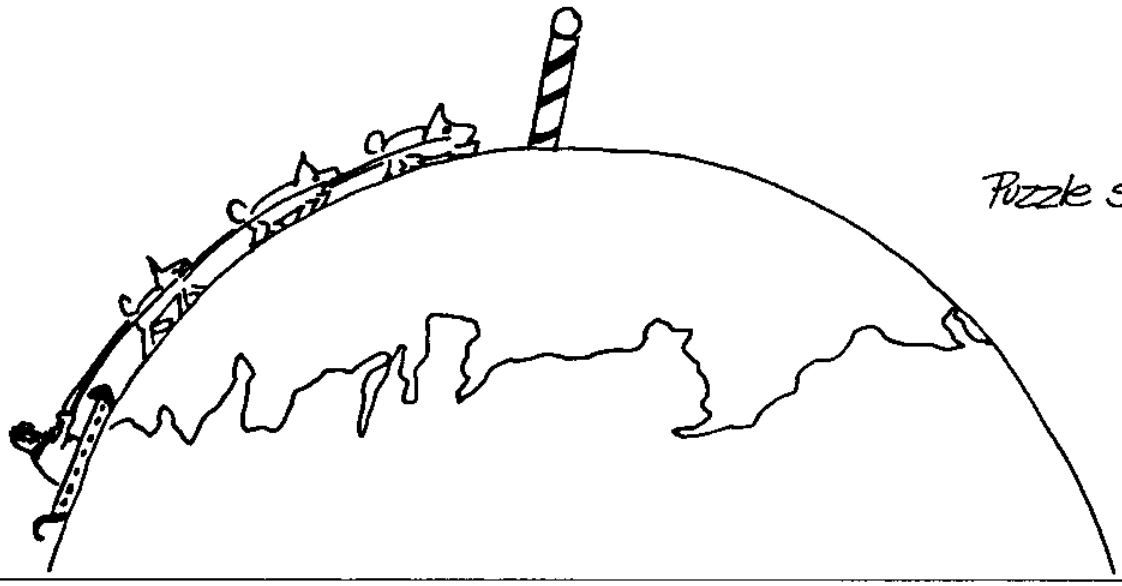
List of words contained in game:

Arctic
blubber
Cambridge (bay)
can (cooking utensil
canoe
caribou
(ice) cracks
cut (blocks for igloos)
DEW (distant early warning)
dogs
dogsled
Eskimo
fish
geese
gjoa (haven)
guide
ice
igloo
land
Mackenzie (coast)
motor (for canoe)
oil (motor)
parka
passes (mountains)
pit (igloo floor)
point barrow (trek end)
polar bear
pole (probing)
primus (stove)
ptarmigan
rain
Rasmussen (route of)
repluse (bay-start)
route (Rasmussen's)
sea
seal
seal oil (fuel)
sleeping bags
smoking hills
snow
snow blocks
station (DEW line)
storms
sun
tea
tent
test (ice)
trace (dog line)
tundra
wolverine
wolves
below (zero)

Game on following page.

Trek Across the Arctic: A Puzzle

H	E	T	U	N	D	R	A	S	M	U	S	S	E	N
S	S	R	U	N	B	O	O	L	G	I	L	A	N	D
I	K	S	A	A	D	O	G	S	A	E	O	N	A	C
F	I	C	R	E	P	U	L	S	E	A	L	O	I	L
D	M	R	O	B	B	L	U	P	L	S	S	C	U	T
E	O	A	L	L	X	R	I	Z	M	E	C	A	R	T
W	T	I	P	U	B	N	A	R	V	O	D	R	N	N
W	O	N	S	B	G	W	O	L	V	E	R	I	N	E
S	R	P	U	B	S	T	O	T	O	R	O	B	U	T
U	E	L	A	E	S	W	I	N	E	P	A	O	J	G
M	Z	G	S	R	O	U	T	E	S	A	O	U	T	G
I	S	S	M	O	K	I	N	G	H	I	L	L	S	E
R	A	E	S	K	C	A	R	C	T	I	C	E	E	E
P	T	A	R	M	I	G	A	N	O	I	T	A	T	S
E	G	D	I	R	B	M	A	C	K	E	N	Z	I	E



Puzzle solution on page 67.

The ship captain's concerns

Grades 4–6

Objective

The student will be able to recognize some common terms used on a ship.

Materials

A mimeograph or ditto copy of the list of words below and of the game on the follow page for each student or group of students.

Activity

Give each student a copy of the game or divide into groups to find all the words listed. First team (student) to complete the list wins.

Question

What do you think it would be like aboard a ship for a long time? (Answers will vary according to students' imaginations or stories they have read or their parents' experience. Life aboard ship could range from very boring to very exciting depending upon the weather, the type of and size of the ship, and your job or reason for being on the ship.)

Words

List of words contained in game:

bearing	food	seas
binnacle	gyropilot	ships
boat	instrument	shore
bow	keel	sonar
bridge	knot	speed
bulkhead	liner	stack
cargo	mist	starboard
chronometer	nautical	stars
churn	navigate	steer
compass	ocean	stern
deck	port	storm
directions	position	telegraph
dock	quarters	tug
dog (watch)	radar	vessel
duty	radio	watch
engine	rotor	weather
fathom	sail	winds

Game on following page.

The Ship Captain's Concerns: A Puzzle

B	F	S	T	S	R	E	T	R	A	U	Q	S	H	K	M
K	O	U	H	N	P	L	L	D	E	M	D	E	C	K	E
L	G	Y	R	O	P	I	L	O	T	H	I	A	S	S	N
E	D	E	E	E	R	K	H	E	H	W	T	S	R	D	I
S	T	F	N	S	T	E	L	S	D	S	A	A	T	N	G
S	N	O	I	T	C	E	R	I	D	P	D	T	E	I	N
E	B	B	L	O	G	L	M	M	M	I	R	T	C	W	E
V	U	N	G	R	F	C	C	O	O	M	A	O	J	H	G
K	L	L	A	M	H	A	C	R	N	O	O	H	T	N	D
K	K	P	O	U	R	N	N	A	B	O	B	H	I	O	I
D	H	N	R	G	T	N	V	N	D	R	R	R	T	G	R
U	E	N	O	I	T	I	S	O	P	S	A	H	O	A	B
T	A	E	P	T	G	B	C	S	C	E	T	D	C	S	F
Y	D	O	P	A	S	K	O	A	B	E	S	E	A	J	O
S	R	A	T	S	G	V	C	W	L	M	A	I	E	R	O
T	N	E	M	U	R	T	S	N	I	H	L	N	J	R	D

Puzzle solution on page 68.

People and the sea in stories

Grades K-6

Objective

The student will hear/read a novel/story about people and the sea and will recognize the human imagination, curiosity, and thirst for knowledge. The student will be able to illustrate the story through the medium of art.

Materials

Story, paints, mural paper, and art paper.

Suggested stories:

Kon Tiki—(Heyerdahl, 1973). (See film "Kon Tiki" in Resource section at end of this unit.)
Odyssey—(Homer, 1930).
The Living Sea—(Cousteau and Dugan, 1963).
Toilers of the Sea—(Hugo, 1961).
Twenty Thousand Leagues Under the Sea—(Verne, 1973).
The RA Expedition—(Heyerdahl, 1972).

Other books on: Atlantis, the Loch Ness monster, voyages of Captain Cook, Columbus, and other explorers.

Activity

Depending upon the students' abilities and the teacher's objectives, either read a famous story (or an excerpt) or have the students read one themselves. Afterwards, let the class retell the story by illustrating it with a series of pictures or a mural.

Questions

What was your favorite part of the story? What parts should we include in the illustration? How did different parts of the story make you feel? (If the class has read more than one story, compare and contrast them for style, excitement, fact vs. fiction, emotional appeal, kinds of life portrayed, main characters, etc.) *What, who was your favorite character? Why?*

Bon voyage!

Grades K–6

Objective

The student will be able to discuss and act out a story of one of the landmark ocean expeditions.

Materials

Story, desired props, and costumes.

Suggested stories:

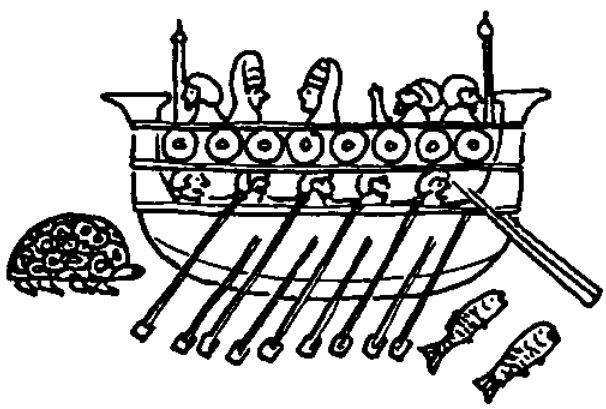
Use the same list as in the previous lesson, "People and the sea in stories."

Activity

Read aloud to the group a story of an expedition at sea (preferably with illustrations; see Bibliography). Have the group dramatically act out the story.

Questions

What handicaps did the explorers encounter? Have we conquered them today? What problems do we still have? What was their main obstacle to overcome? What additional problems do we have now? Will technology help?



Designing a book cover

Grades K–6

Objective

The student, after reading/hearing a novel about the sea, will create a book cover to illustrate the story and write a synopsis of the story to stimulate others to read it.

Materials

Story, paper cut to make a book jacket, watercolors, colored markers, or crayons.

Activity

Read to the class, or have them read a novel about people and the sea. (See suggested list of stories in "People and the sea in stories" lesson.) After the story has been read, have the students design an illustration for the story and also write a synopsis of the story and print it on the inside flap of the book jacket. You may want to have them find out about the author and his/her life and print this on the other inside jacket flap or on the back. Display them in class or at the library.

Questions

What part of the story will you choose to illustrate on the cover? Can you think of a scene that would give an overall feeling of the whole book? (Remember, you want to stimulate other people to read the book.) *What will you include in your synopsis? Will it make others want to read the book? Do you want to tell them the ending or make them want to read it to find out themselves? When you write about the author's life, what will you include? Has he/she written any other books? Would people be interested in knowing this?*

A new ending to an old story

Grades K–6

Objective

The student, after hearing/reading a novel about the sea, will create a different ending to the story to stimulate his/her imagination and ability to bring closure to an episode.

Materials

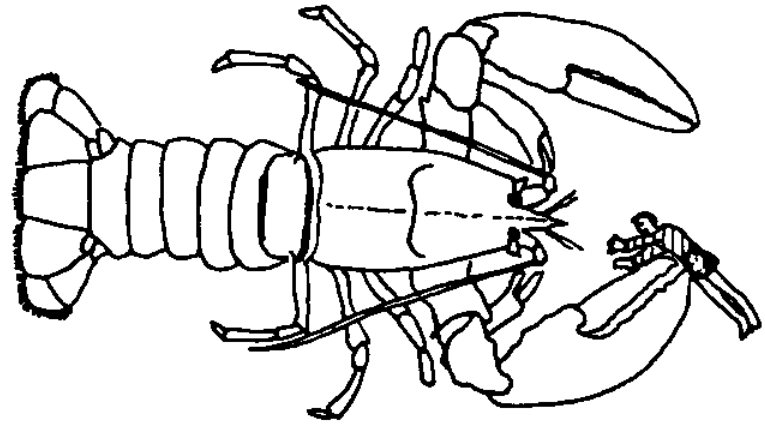
Story, paper, and pencil.

Activity

Read to the class (or have them read individually) a story about people and the sea. (See suggested stories in "People and the sea in stories" lesson.) At the conclusion, have them write their own version of a different ending. Share these original versions in class.

Questions

Did you enjoy the story? What did you think of the ending? Was it happy or sad? Did it make you think? Could you think of another way to end the story? Does your ending express a different feeling? Could your ending leave the reader wondering what will happen? (It could raise a question or leave doubt.)



Section E: People and the Sea

Is there really a Loch Ness monster?

Grades 4–6

Objective

After hearing the legend about Nessie, the Loch Ness monster, the student will be able to discuss some of the scientific methods that have been used to prove the existence of Nessie.

Materials

National Geographic, Vol. 151, No. 6, June, 1977. Opaque projector (if available, to show pictures from *National Geographic*). World map to locate Scotland.

Activity

In Scotland (locate on map) it is said that there is a monster named Nessie who lives in Loch Ness. Today we are going to find out more about Nessie and how science is trying to determine if she exists. Do you believe that there are monsters that live in the sea? Have you ever seen any in the movies? In books? In real life?

Relate the following information about the legend. (Please see the introduction to this unit, pages 14 and 15. The beginning paragraph is, "Scotland's Loch Ness is landlocked today. . . ." The ending paragraph is, "A netting of the lake's depth showed that the. . . .")

Show and discuss the photographs that have been taken in 1934, 1955, and 1972. (Use the opaque projector and *National Geographic*.)

In asking the questions below, encourage the students to decide the answers for themselves and to give their own reasons. Some ideas may be found in the introduction on page 11, paragraph beginning, "Primary research often occurs at the frontier . . ." and page 15, paragraph beginning, "As of this writing, the jury remains out . . . ."

Questions

Did science prove that Nessie did exist? Did not exist?

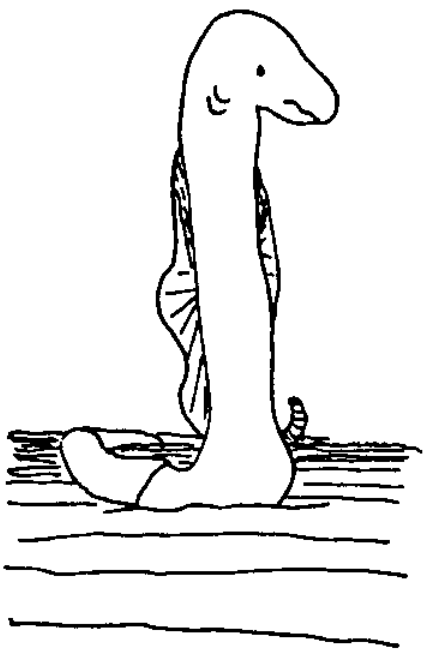
Do you think people who have sighted Nessie and believe she exists have changed their minds as a result of the scientific research?

Why do scientists feel it is necessary to come up with concrete evidence for the existence of Nessie? Why not simply believe she exists based upon the sightings and grainy photographs?

Do human beings have a need for mystery in our modern times? Is it possible that Nessie exists because people want to believe there is a monster in the darkness of Loch Ness?

Of mermaids and other sea monsters

	Grades K–3	Grades 4–6
Objective	The student will be able to express his/her conception of a sea monster through art and drama.	The student will be able to express his/her conception of a sea monster through art and drama.
Materials	Water colors and paper. Styrofoam cups, markers, construction paper, glue, and scissors.	Clay, paper, and pencil.
Activity	Relate the following information about monsters. (Please see the introduction to this unit, pages 16 and 17. The beginning paragraph is, "The existence of fantastical creatures. . . ." The ending paragraph is, "The sea is also a spawning ground for mysterious monsters. . . .") Have the students draw their interpretations of a sea monster, paint it with water colors, and tell about it—where it lives, what it eats, who its friends are, etc. Read the poems ("The Kraken," "The Mermaid;" "The Merman") by Alfred, Lord Tennyson to the students. Have them make puppets of the monsters described. The puppet heads can be upside-down styrofoam cups. Faces can be drawn on with markers and hair, moustache, etc., can be cut from construction paper and glued on. The	Relate the following information about monsters. (Please see the introduction to this unit, pages 16 and 17. The beginning paragraph is, "The existence of fantastical creatures. . . ." The ending paragraph is, "The sea is also a spawning ground for mysterious monsters. . . .") Have the students create mythical monsters with clay. They can display these with some written, imaginative explanations as to how these monsters came into existence (people who "discovered" them, where they are found, what is special about the monsters, etc.). Read the poems ("The Kraken," "The Mermaid," "The Merman") by Alfred, Lord Tennyson to the students. Have them form three groups, one to work with each poem. Each group can develop a skit to dramatize their poem, using any materials available in the classroom for props.



	Grades K–3	Grades 4–6
Activity (continued)	students can insert their fists into the upside-down cups and use their arms to move the puppets as the teacher or an upper-grade student rereads the poem. Discuss sea monsters by asking the questions below. Encourage the students to decide the answers for themselves and to give their own reasons. Some ideas may be found in the introduction on page 17, paragraph beginning, "At any rate, nature does not create monsters. . . ."	Some students may read lines from the poem while others in their group act them out. Discuss the mermaid and other sea monsters by asking the questions below. Encourage the students to decide the answers for themselves and to give their own reasons. Some ideas may be found in the introduction on page 17, paragraph beginning, "The sea is also a spawning ground for mysterious monsters . . ." referring to the mermaid. In reference to other sea monsters, stories, and evidence, some ideas may be found in the preceding lesson, "Is there really a Loch Ness monster?"
Questions	*What is a sea monster? Where do you think these sea creatures were found? Close to land? Far out at sea? How large are monsters? Why isn't an elephant a monster?*	*What ever happened to the mermaid? Do you think it still exists? Can one really be found? Was the mermaid a case of mistaken identity?* *What are some other stories of sea monsters you have heard? What evidence do we have that supports the existence of mermaids or other sea monsters?*

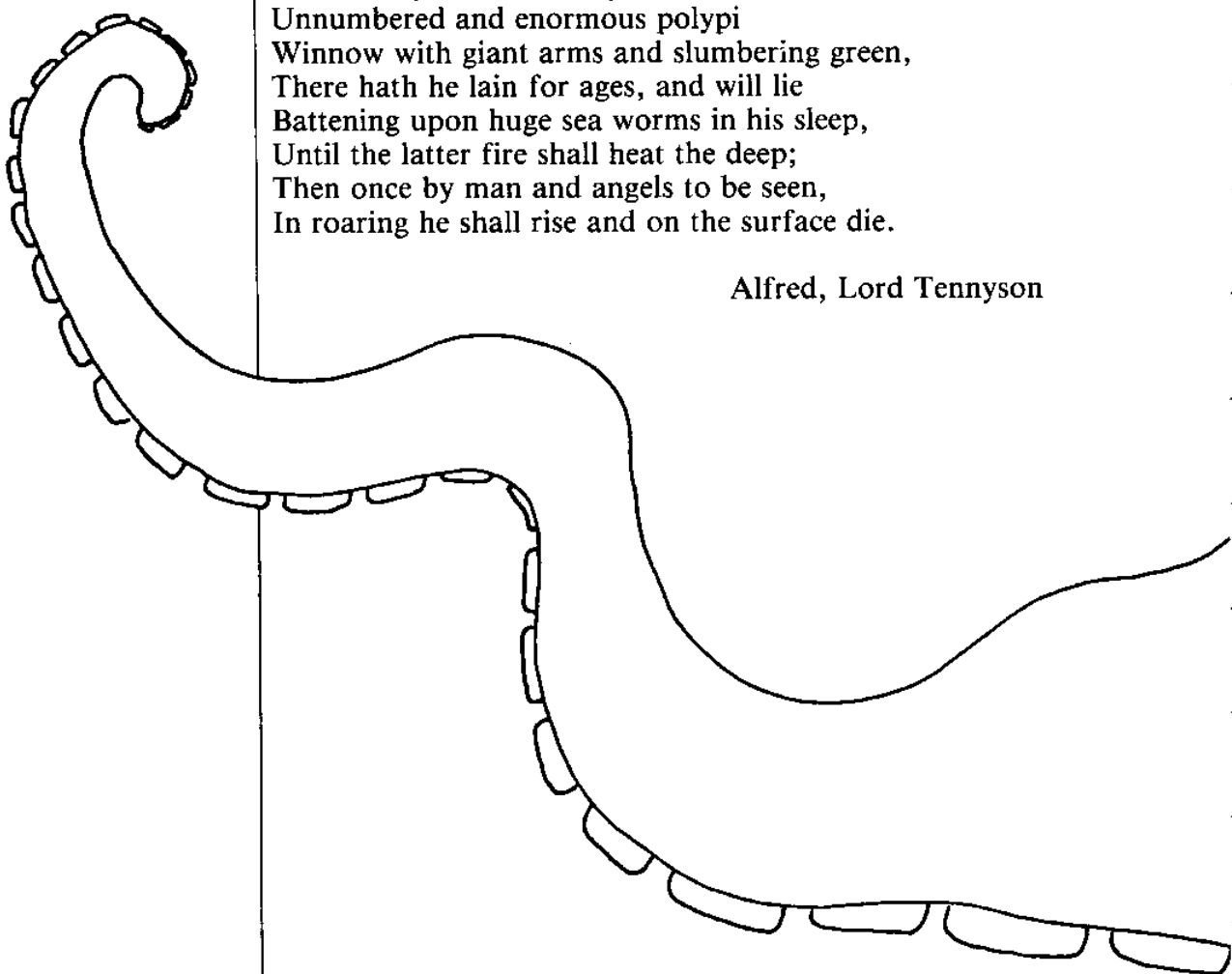
Grades K–6

The Kraken

Below the thunders of the upper deep,
Far, far beneath in the absymal sea,

His ancient, dreamless, uninvaded sleep
The Kraken sleepeth: faintest sunlights flee
About his shadowy sides; above him swell
Huge sponges of milennial growth and height;
And far away into the sickly light,
From many a wondrous grot and secret cell
Unnumbered and enormous polypi
Winnow with giant arms and slumbering green,
There hath he lain for ages, and will lie
Battening upon huge sea worms in his sleep,
Until the latter fire shall heat the deep;
Then once by man and angels to be seen,
In roaring he shall rise and on the surface die.

Alfred, Lord Tennyson



Grades K–6

The Mermaid

Who would be
A mermaid fair,
Singing alone,
Combing her hair
Under the sea,
In a golden curl
With a comb of pearl,
On a throne?

I would be a mermaid fair;
I would sing to myself the whole of the day
With a comb of pearl I would comb my hair;
And still as I combed I would sing and say,
Who is it loves me? Who loves not me?
I would comb my hair till my ringlets would fall,

Low adown, low adown,

And I should look like a fountain of gold

Springing alone
With a shrill inner sound,
Over the throne
In the midst of the hall.

Alfred, Lord Tennyson

Grades K–6

The Merman

Who would be,
A merman bold.
Sitting alone,
Singing alone
Under the sea,
With a crown of gold,
On a throne?

I would be a merman bold;
I would sit and sing the whole of the day.
I would fill the sea-halls with a voice of power
But at night I would roam abroad and play
With the mermaids in and out of the rocks,
Dressing their hair with the white sea-flower;
And holding them back by their flowing locks
I would kiss them often under the sea,
And kiss them again till they kissed me

Laughingly, laughingly;

And then we would wander away,
Away,
To the pale sea-groves straight and high,

Chasing each other merrily.

Alfred, Lord Tennyson

Bibliography

Anderson, John Richard Lane. *The Vikings*. New York: Penguin Books, Inc., 1974.

Bellis, Hannah. *Captain Cook*. New York: McGraw-Hill Book Co., 1968.

Branley, Franklyn M. *North, South, East, and West*. New York: Thomas Y. Crowell Co., 1966.

Briggs, Peter. *Science Ship: A Voyage Aboard the Discoverer*. New York: Simon and Schuster, 1969.

Buehr, Walter. *Famous Small Boat Voyages*. New York: G.P. Putnam's Sons, 1966.

Collins, Barbara. *The Story of Our Earth*. Sacramento, California: California State Department of Education, California State Series, 1967.

Compton, Grant. *What Does a Coast Guardsman Do?* New York: Dodd, Mead, and Company, 1968.

Cooper, Elizabeth K. *Science on the Shore and Banks*. New York: Harcourt, Brace, Jovanovich, Inc., 1960.

Cousteau, Jackes. Man Re-enters the Sea. *The Ocean World of Jacques Cousteau. Vol. 12*. New York: The Danbury Press, Groiler Enterprises, 1975.

Cousteau, Jacques Yves, and Dugan, James. *The Living Sea*. New York: Harper & Row, 1963.

Cox, Donald W. *Explorers of the Deep*. Maplewood, New Jersey: Hammond, Inc., 1968.

Dean, Anabel. *Exploring and Understanding Oceanography*. Chicago, Illinois: Benefit Press, 1970.

Dugan, James. *Undersea Explorer: The Story of Captain Cousteau*. New York: Harper and Row, 1957.

Dyment, John. *Meet the Men Who Sailed the Seas*. New York: Random House, 1966.

Field, Adelaide. *The Challenge of the Seafloor*. Boston, Massachusetts: Houghton Mifflin Co., 1970.

George, Jean Craighead. *Gull Number 737*. New York: Thomas Y. Crowell Co., 1965.

Heyerdahl, Thor. *Kon Tiki*. New York: Simon and Schuster, Inc., 1973.

_____. *The RA Expedition*. New York: New American Library, 1972.

Bibliography (continued)

Homer. *Odyssey*. New York: The Macmillan Co., 1930.

Hugo, Victor. *Toilers of the Sea*. New York: Heritage Press, 1961.

Kavaler, Lucy. *The Sea*. Sacramento, California: California State Department of Education, Life Nature Library, 1967.

Peet, Bill. *Cyrus, the Unsinkable Sea Serpent*. Boston, Massachusetts: Houghton Mifflin Co., 1975.

Pitkin, Dorothy. *Sea Change*. New York: Pantheon Books, 1964.

Reed, W. Maxwell, and Bronson, Wilfrid S. *The Sea for Sam*. New York: Harcourt, Brace Jovanovich, Inc., 1960.

Rienits, Rex, and Rienits, Thea. *The Voyages of Columbus*. New York: The Hamlyn Publishing Group, Ltd., 1970.

Ross, Frank, Jr. *Jobs in Marine Science*. New York: Lothrop, Lee, and Shepard Co., 1974.

Ryan, Peter. *The Ocean World*. New York: Penguin Books, Inc., 1973.

Schler, Susan. *The Edge of an Unfamiliar World*. New York: Dulton and Co., 1973.

Selsam, Milicent E. *The Quest of Captain Cook*. Garden City, New York: Doubleday and Co., 1962.

Shannon, Terry, and Payzant, Charles. *The Sea Searchers: Men and Machines at the Bottom of the Sea*. Chicago, Illinois: Golden Gate Junior Books, 1968.

Soule, Gardner. *New Discoveries in Oceanography*. New York: G.P. Putnam's Sons, 1974.

Syme, Ronald. *Captain Cook: Pacific Explorer*. New York: William Morrow and Co., Inc., 1960.

Verne, Jules. *Twenty Thousand Leagues Under the Sea*. New York: David McKay Co., Inc., 1973.

Vinton, Iris. *Boy on The Mayflower*. New York: Scholastic Book Services, 1957.

Voss, Gilbert L. *Oceanography*. Garden City, New York: Doubleday and Co., 1962.

Bibliography (continued)

Walters, John F. *Giant Sea Creatures—Real and Fantastic*. Chicago, Illinois: Folett Publishing Co., 1973.

Waters, John F. *Marine Animal Collectors*. New York: Hastings House Publications, 1969.

Weiss, Malcolm E. *Lands Adrift: The Story of Continental Drift*. New York: Parents Magazine Press, 1975.

_____. *Man Explores the Sea*. New York: Julian Messner, 1969.

Weyl, Peter. *Oceanography: An Introduction to Marine Environment*. New York: Wiley and Sons, Inc., 1970.

Wise, William *Monsters of the Deep*. New York: G.P. Putnam's Sons, 1975.

Films

Art Film (Producer). *Kon-Tiki*. Kit Parker Films, 1951. (75 min. Black and White.)

Audio Productions, Inc. (Producer). *Methods and Instruments of Oceanography*. New York: John Wiley and Sons, Inc., 1970. (18 min. Color.)

British Broadcasting Co.-TV (Producer). *The Sunbeam Solution*. New York: Time-Life Films, Inc., 1974. (38 min. Color.)

British Information Service Film and Publication Division (Producer). *Seawards the Great Ships*. Del Mar, California: McGraw-Hill Films, 1961. (29 min. Color.)

Canada Fisheries and Marine Service (Producer). *Oceans of Science*. New York: National Film Board of Canada, 1974. (26 min. Color.)

CBS News (Producer). *The Deep Frontier*. Del Mar, California: McGraw-Hill Films, 1967. (25 min. Color.)

_____. *The Mysterious Deep*. New York: Association Films. (Two 26 min. parts. Black and White.)

Churchill Films (Producer). *Exploring the Ocean*. Los Angeles, California: Churchill Films, 1972. (14 min. Color.)

Document Associates (Producer). *The Oceans: Living in Liquid Air*. New York: Document Associates, 1971. (22 min. Color.)

Encyclopedia Britannica Films (Producer). *The Marine Biologist*. Chicago, Illinois: Encyclopedia Britannica Films, 1963. (14 min. Color.)

Film Association (Producer). *Oceanography: Science of the Sea*. Santa Monica, California: BFA Educational Media, 1962. (11 min. Color).

_____. *What's Under the Ocean*. Santa Monica, California: BFA Educational Media. (14 min. Color.)

Films (continued)

Lamont Geological Observatory of Columbia University (Producer). *The Earth Beneath the Sea*. Del Mar, California: McGraw-Hill Films, 1967. (22 min. Color.)

_____. *History—Layer by Layer*. New York: McGraw-Hill Book Co., 1967. (20 min. Color.)

Living Design Corporation (Producer). *Oceanography: The Role of People in Ocean Sciences*. Santa Monica, California: BFA Educational Media, 1966. (19 min. Color.)

Metromedia Producers Corporation (Producer). *Those Incredible Diving Machines*. Los Angeles, California: Churchill Films, 1970. (23 min. Color.)

National Educational TV, Inc. (Producer). *Project Deep Probe*. Bloomington: Indiana University, 1969. (28 min. Color.)

National Film Board of Canada (Producer). *Continental Drift*. Universal City, California: Universal Education & Visual Arts, 1971. (10 min. Color.)

_____. *Offshore*. New York: National Film Board of Canada, 1973. (20 min. Color.)

National Geographic Society (Producer). *The World of Jacques-Yves Cousteau*. Wilmette, Illinois: Films Incorporated, 1966. (53 min. Color.)

National Oceanic and Atmospheric Administration (Producer). *Sockeye Odyssey*. Rockville, Maryland: National Oceanic and Atmospheric Administration, 1970. (14 min. Color.)

Pepley, Lee (Producer). *Fire Under the Sea—The Origin Pillow Lava*. Mountain View, California: Moonlight Productions, 1974. (20 min. Color.)

Time-Life Films, Inc. (Producer). *The Drifting Continents*. New York: Time-Life Films, Inc., 1972. (52 min. color.)

_____. *The Not-So-Solid Earth*. New York: Time-Life Films, Inc., 1971. (30 min. Color.)

Films (continued)

United States Army Corps of Engineers (Producer). *Tidal Power*. Washington, D. C.: United States National Audiovisual Center, 1959. (22 min. Color.)

United States Department of Commerce (Producer). *Famous—Boundary of Creation*. Rockville, Maryland: United States Department of Commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration, 1975. (28 min. Color.)

_____. *Gate to World Weather*. Rockville, Maryland: United States Department of Commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration, 1975. (28 min. Color.)

United States National Weather Service Disaster Preparedness Staff (Producer). *Hurricane Decision*. Washington, D.C.: United States National Audiovisual Center, 1976. (6 min. Color.)

United States Navy Department (Producer). *Airborne Oceanography—Oceanography of the Navy*. Washington, D.C.: United States National Audiovisual Center, 1969. (23 min. Color.)

_____. *Assault on the Unknown—Oceanography Research Platform*. Washington, D.C.: United States National Audiovisual Center, 1972. (29 min. Color.)

_____. *Gulf Stream*. Washington, D. C.: United States National Audiovisual Center, 1971. (28 min. Color.)

_____. *Nature of Sea Water*. Washington, D.C.: United States National Audiovisual Center, 1967. (29 min. Color.)

_____. *Sounds of the Sea*. Washington, D.C.: United States National Audiovisual Center, 1970. (28 min. Color.)

WNET-TV (Producer). *The Restless Earth: Plate Tectonics Theory*. Bloomington: Indiana University, 1972. (58 min. Color.)

Solution to Puzzle on Page 48.

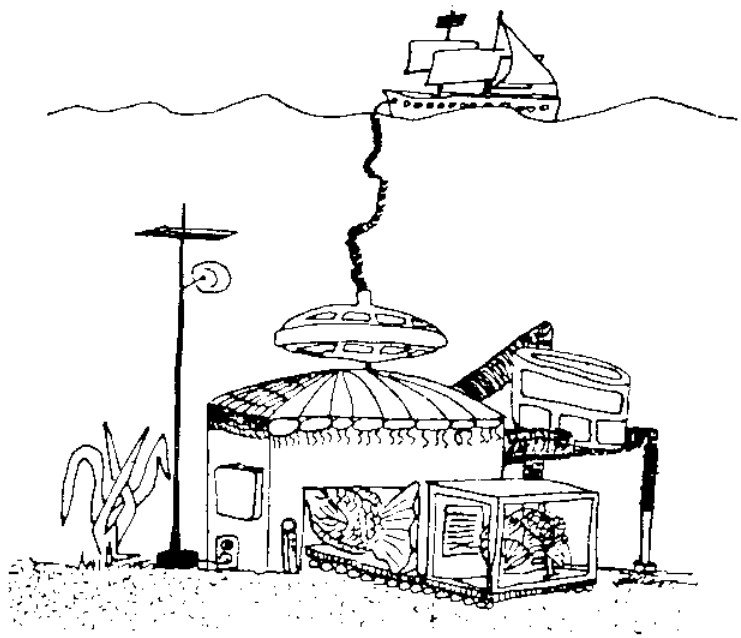
H	E	T	U	N	D	R	A	S	M	U	S	S	E	N
S	S	R	U	N	B	O	O	L	G	I	L	A	N	D
I	K	S	A	A	D	O	G	S	A	E	O	N	A	C
F	I	C	R	E	P	U	L	S	E	A	L	O	I	L
D	M	R	O	B	B	L	U	P	L	S	S	C	U	T
E	O	A	I	L	X	R	I	Z	M	E	C	A	R	T
W	T	I	P	U	B	N	A	R	V	O	D	R	N	N
W	O	N	S	B	G	W	O	L	V	E	R	I	N	E
S	R	P	U	B	S	T	O	T	O	R	O	B	U	T
U	E	L	A	E	S	W	I	N	E	P	A	O	J	G
M	Z	G	S	R	O	U	T	E	S	A	O	U	T	G
I	S	S	M	O	K	I	N	G	H	I	L	L	S	E
R	A	E	S	K	C	A	R	C	T	I	C	E	E	E
P	T	A	R	M	I	G	A	N	O	I	T	A	T	S
E	G	D	I	R	B	M	A	C	K	E	N	Z	I	E

Solution to Puzzle on Page 50.

B	F	S	T	S	R	E	T	R	A	U	Q	S	H	K	M
K	O	U	H	N	P	L	L	D	E	M	D	E	C	K	E
L	G	Y	R	O	P	I	L	O	T	H	I	A	S	S	N
E	D	E	E	E	R	K	H	E	H	W	T	S	R	D	I
S	T	F	N	S	T	E	L	S	D	S	A	A	T	N	G
S	N	O	I	T	C	E	R	I	D	P	D	T	E	I	N
E	B	B	L	O	G	L	M	M	M	I	R	T	C	W	E
V	U	N	G	R	F	C	C	O	O	M	A	O	J	H	G
K	L	L	A	M	H	A	C	R	N	O	O	H	T	N	D
K	K	P	O	U	R	N	N	A	B	O	B	H	I	O	I
D	H	N	R	G	T	N	V	N	D	R	R	R	T	G	R
U	E	N	O	I	T	I	S	O	P	S	A	H	O	A	B
T	A	E	P	T	G	B	C	S	C	E	T	D	C	S	F
Y	D	O	P	A	S	K	O	A	B	E	S	E	A	J	O
S	R	A	T	S	G	V	C	W	L	M	A	I	E	R	O
T	N	E	M	U	R	T	S	N	I	H	L	N	J	R	D

HÚMEDO Y SALVAJE

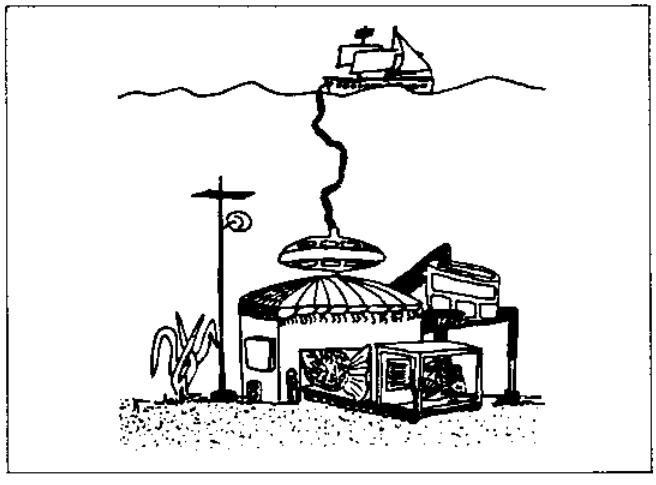
Tercera Unidad
LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA
Exploradores del Espacio Interior



Tercera Unidad

LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

Exploradores del Espacio Interior



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 and 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

Introducción 1

Sección A *¿Que es el espacio interior?*

1 ¿Dónde queda el espacio interior? 21
2 ¿Espacio interior o espacio exterior? 24

Sección B *Nuestra Tierra cambiante*

1 Falsos fósiles 29
2 Nuestra Tierra cambiante 31
3 Continentes a la deriva 33
4 El calendario de la Tierra 34

Sección C *Viajes de descubrimiento*

1 Expediciones famosas 35
2 Mural de la exploración oceánica 37
3 Viajes de descubrimiento 38

Sección D *Herramientas y barcos del investigador*

1 Herramientas del investigador: El disco Secchi 39
2 Herramientas del investigador: La red de plancton 41
3 La libertad para explorar 44
4 "De pies a brazas" 47
5 Las matemáticas y el mar 48
6 Barcos de investigación 49
7 Travesía del Ártico 50
8 Las preocupaciones del capitán del barco 53

Tabla de contenido (continuación)

Sección E *La gente y el mar*

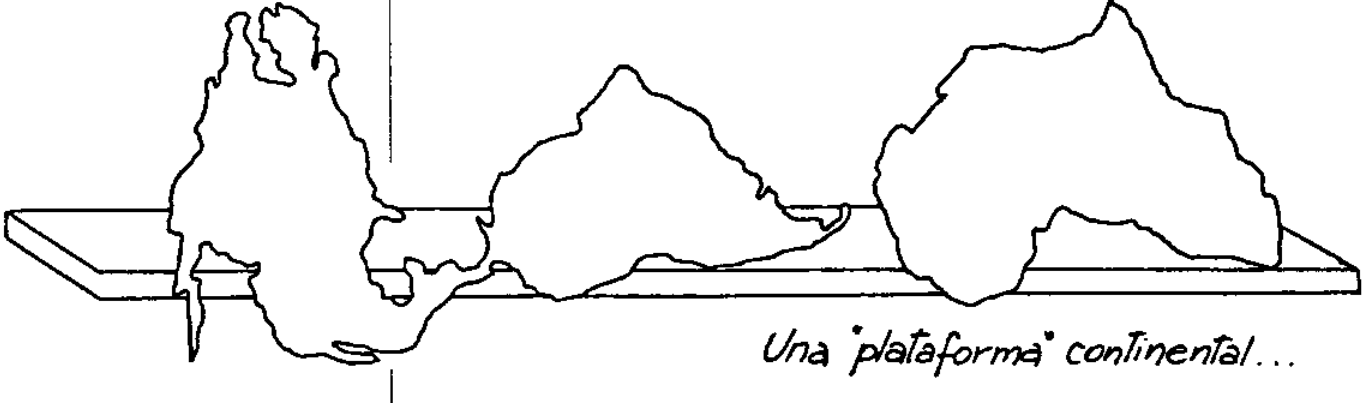
1 La gente y el mar en historias 56
2 ¡Buen viaje! 57
3 Diseñanado la cubierta de un libro 58
4 Una vieja historia con un nuevo final 59
5 ¿Existe realmente el monstruo en Loch Ness? 60
6 Acerca de las sirenas y otros monstruos del mar 62

Introducción

Exploradores del espacio interior

Durante las últimas décadas, el ser humano ha incrementado notablemente la exploración del espacio exterior, o sea, el cosmos que se encuentra más allá de la atmósfera de la Tierra. La exploración del espacio interior (la última frontera que tiene el ser humano en este planeta), el mundo extraordinario de los océanos, tiene una historia más larga y podría ser aún más promisoria en los años venideros. El estudio de los mares ha sido fomentado por varias generaciones de investigadores. Hoy en día el campo de la oceanología (note que usamos este término en vez del otro, más limitado de "oceanografía") cubre temas en biología, geología, paleontología, química, física, derecho, meteorología y economía.

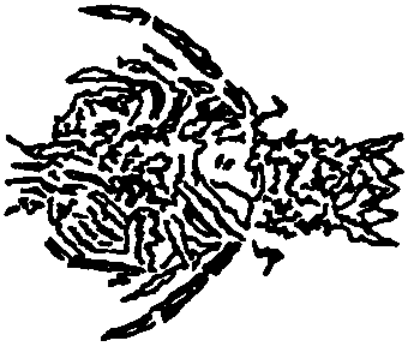
Esta unidad se ha diseñado para estimular el interés de los estudiantes en la historia y en los beneficios posibles de la exploración del espacio interior. La introducción examinará algunos de los temas envueltos en tal ventura (= empresa), incluyendo una breve evocación de datos esenciales geológicos de nuestro planeta, una mirada a la historia de las exploraciones del mar por el ser humano y algunos de los tópicos más importantes en la oceanología de hoy, desde los serios (la teoría de la deriva de los continentes) a los caprichosos (la existencia de monstruos marinos). Al final mencionaremos algunas de las herramientas del oceanólogo.



La Historia Geológica de la Tierra

Los geólogos han dividido la historia de la Tierra en cuatro secciones llamadas "eras." A la vez éstas se han dividido en unidades más pequeñas llamadas "períodos" y éstos en unidades aún más pequeñas para un estudio más detallado.

Era Precámbrica	La era más antigua y que empezó hace unos 4½ billones de años aproximadamente.	Duró 4 billones de años.
Era Paleozoica	Empezó alrededor de 500 millones de años atrás.	Duró 300 millones de años.
Era Mesozoica	Empezó hace unos 200 millones de años.	Duró 140 millones de años.
Era Cenozoica	Era actual. Empezó hace unos 60 millones de años.	Ha durado sólo unos 60 millones de años.



Este fósil de una langosta, ahora extinta, fue encontrado en calizas de 140 millones de años de antigüedad.

1. La *Era Precámbrica* empezó el "nacer" la Tierra y cubre 90% de todo el tiempo geológico. Durante esta era apareció la tierra, la atmósfera, los mares y las primeras formas de vida (mayormente formas microscópicas y algas primitivas).
2. En la *Era Paleozoica* se vieron muchos cambios y un rápido desarrollo de la vida primero en el mar y más tarde en la tierra. Los bosques y las plantas que se enterraron durante esta era constituyen nuestros depósitos de carbón. Aparecieron los primeros peces, seguidos por anfibios torpes de piernas cortas milenios más tarde, junto con insectos gigantes. Se levantaron las Montañas Apalaches.

3. La *Era Mesozoica* fue la Era de los Reptiles. El clima era templado hasta el final de esta era: fue entonces cuando se hizo más frío y más seco. Aparecieron las primeras plantas que florecen y los primeros mamíferos. Surgieron las Montañas Rocosas.
4. La *Era Cenozoica*, aunque es la más breve de las cuatro, es la que podemos estudiar con más facilidad. Al comienzo de esta Era el clima era aún templado y empezaron a surgir algunos mamíferos superiores (como las primeras formas del caballo, etc.). Éstos fueron los antepasados directos de la mayoría de las especies modernas que conocemos hoy en día. Estas especies tuvieron que sobrevivir una serie de Edades de Hielo que disminuyeron sólo hace 10,000 años, recientemente, en tiempo geológico.

Las Primeras Exploraciones

El período de 1492 a 1522 es conocido como la "Edad de Descubrimiento," debido a la extraordinaria expansión de los conocimientos gráficos de los continentes y de los océanos del mundo que ocurrió durante estos años. Sin embargo, debemos recordar a través de esta discusión, que estamos hablando de la expansión de los conocimientos, de una pequeña minoría de los pueblos del mundo, los europeos durante la Edad Media. Además sólo eran descibrimientos desde el punto de vista europeo, puesto que grandes civilizaciones, muchas de ellas sumamente sofisticadas, existían por todos los rincones del globo terrestre.

Es por eso que no tiene mucho sentido decir que Balboa "descubrió" el Pacífico en 1514: por seguro que él no fue el primer hombre en verlo. Sin embargo, el período de 1492 a 1522 sí constituye un punto crucial en la historia del hombre en este planeta. Marca el principio de un período extenso de dominación y hegemonía, de conquista y colonización de parte de los europeos a los demás pueblos del mundo; una época de la cual apenas estamos saliendo. También este periódo marca el principio de una nueva onda en la encuesta de la naturaleza de los océanos, interés que con el tiempo ha ido creciendo hasta tranformarse en la cien-

cia actual de la oceanología. Con esto en mente podemos notar con gran asombro que en un breve período de treinta años se agrego los continentes de Norte y Sud América al globo europeo, y el mundo fue circunnavegado por prímera vez.

El preludio a estos descubrimientos vino durante el siglo previo y se encontraba principalmente en la Península Ibérica que está hacia el extremo más occidental del continente Europeo. En 1420 el príncipe Enrique el Navegante, de Portugal, fundó un observatorio marítimo y organizó un equipo de pilotos para enseñar la navegación a los portugueses. Poco a poco, experimentalmente, los españoles y los portugueses fueron aventurando más y más legos, al principio a lo largo de la costa oeste de África tratando de encontrar una ruta marina más corta que los llevara a las riquezas y a las especias del Oriente. Para 1487 Bartolomé Diaz había circunnavegado el Cabo de Buena Esperanza y sus colegas iban avanzando poco a poco alrededor de la costa del Este de África. (Vasco de Gama llegó a la India en 1497–1498.) Por el año 1492 muchos individuos habían postulado la redondez de la Tierra, pero en ese año Cristobal Colón fue el primero en intentar, tozudamente (= osadamente) de demostrar esta teoría. Zarpó hacia el Oeste, con rumbo a la India, pero, en lugar de llegar a dicho país encontró América. Atraídos (= enloquecidos) por la perspectiva de las riquezas fenomenales en las arcas de las civilizaciones recientemente descubiertas, y deseosos de obtener conversos al cristianismo, los europeos enfocaron su atención, rápidamente, a este Nuevo Mundo. En 1514 Vasco Núñez de Balboa fue el primer hombre de la raza blanca que vio el Océano Pacífico, desde la cumbre de una montaña en Panamá. Estas exploraciones culminaron en 1522 con la circunnavegación del globo terrestre por Fernando de Magallanes. (El viaje fue completado por su tripulación.)

Introducción (continuación)

Los primeros exploradores partieron no para descubrir los secretos de la naturaleza sino para reclamar riquezas para sus respectivos reyes (sus patrocinadores), y convertir almas para su Dios. Rara vez se medía su éxito en base a la calidad de la información científica conseguida por sus viajes. Sin embargo, la mayor parte del tiempo la pasaron en el mar y su curiosidad fue atraída de un modo natural por los misterios que éste encierra. (Es sabido, por ejemplo, que Magallanes fue el primero que intentó medir la profundidad del océano pero su escandallo no tenía cuerda suficiente.) Además, su interés no fue puramente académico; ellos estudiaban los mares para obtener el conocimiento necesario para la navegación. Su investigación sobre la ubicación de islas y corrientes era continua, aún cuando no contaban con los instrumentos suficientemente precisos para sus medidas.

De hecho, pasaron algunos siglos antes que la cartografía y la navegación empezaron a aproximarse (= acercarse) al nivel de una ciencia exacta. El capitán James Cook (1728–1779) fue el primer explorador con los instrumentos adecuados para determinar longitud y latitud en forma precisa y con su habilidad como navegante fue capaz de establecer estándars (= normas) más elevados para aquellos que le siguieran. El estableció en forma precisa la ubicación de muchas islas que anteriormente eran conocidas muy vagamente. Pero quizás su realización más importante fue la de ser el primero en conquistar la terrible enfermedad de los marineros: el escorbuto. Hoy en día sabemos que el escorbuto resulta de la falta de vitamina C y podemos admirar la simplicidad de su cura. Cook simplemente exigió que todos sus marineros bebieran jugo de lima (de aquí el sobrenombre para los marineros ingleses de "limeys," que persiste aún hoy en día). En su jornada de 1000 días por el mar, Cook perdió solamente un hombre de su tripulación con 118 hombres. Al finalizar su tercer viaje en 1779, Cook concluyó su exploración geográfica por los océanos del mundo. Quedaba solamente la Antártica para ser descubierta.

El Siglo Diecinueve

Los viajes de exploración geográfica emprendidos en el siglo XIX se enfocaron en los estudios químicos y biológicos del mar y en la naturaleza de la tierra bajo el mar. Los intereses norteamericanos en los aspectos prácticos de la oceanografía fueron incrementando con los esfuerzos de Matthew Fontaine Maury (1806–1873), que desarrolló cartas de vientos y corrientes extraordinariamente útiles. En sus esfuerzos para obtener aún mejor información, Maury llegó a organizar la primera conferencia internacional océanográfica.

La composición química del agua del mar fue investigada por Johann Forchhammer de Copenhague. Durante un período de 20 años, él analizó muestras de agua superficial que le fueron llevadas por marineros de diferentes lugares del mundo. Entre sus otros descubrimientos, publicados en 1865, él reveló que mientras el contenido total de sal del agua de mar variaba de un lugar a otro, la proporción de las sales principales permanecía constante.

Un mundo nuevo de vida marina fue descubierto por un profesor berlinés de medicina, Christian Gottfried Ehrenberg. En 1836 él mostró que varias rocas silíceas estaban compuestas de una manera similar a los restos de diatomeas, esponjas y radiolarios. El supuso, correctamente, que estas rocas se están formando constantemente como resultado de la caída continua de restos de organismos sobre el fondo del mar.

Por órdenes de la Sociedad Real de Inglaterra ("Royal Society of England") se organizó la expedición del "Challenger," que fue la primera ventura (= empresa) oceanográfica de gran escala y un modelo para todo esfuerzo subsecuente. La expedición zarpó de Inglaterra en diciembre de 1872 y regresó en mayo de 1876, después de investigar el Atlántico, el Pacífico, y los mares del sur. Llevaba a bordo laboratorios químicos y zoológicos sofisticados, al igual que cables e instrumentos para dragados, para sondajes, para mediciones de temperatura y para toma de muestras de agua. El completar el viaje fue sólo una parte del

esfuerzo total. Los expertos continuaron trabajando por años sobre la información recopilada por la expedición al igual que sobre sus colecciones de espécimenes geológicos, botánicos y zoológicos. Más de 75 autores contribuyeron al informe final, el cual fue publicado entre 1880 y 1895. Este informe, compuesto de 50 grandes volúmenes, contenía más de 30.000 páginas, las cuales eran suplidas (= complementadas) por más de 3.000 ilustraciones. No ha habido ninguna otra expedición que haya hecho una contribución tan importante a la oceanografía.

La Investigación Moderna

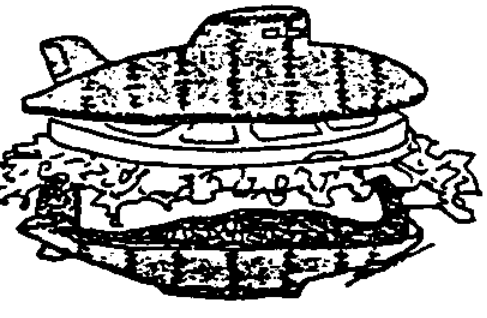
Al comienzo de la Primera Guerra Mundial, en 1914, en el gobierno de los Estados Unidos, el cual había sido un poco indiferente en su apoyo de las ciencias marinas, se suscitó un interés urgente en este campo. Se necesitaban desesperadamente nuevos métodos para la detección submarina.

El Consejo Nacional de Investigación ("National Research Council") fue establecido en 1916 por la Academia Nacional de Ciencias ("National Academy of Sciences"). Dicho Consejo a su vez estableció comités relacionados a una increíble variedad de disciplinas científicas. Había comités en: química, matemáticas, astronomía, geología, paleonotología, botánica, medicina, zoología, morfología animal . . . y detección de submarinos. Casi todos estos comités debían fomentar el tipo de investigación científica que simplemente pudiera contribuir al esfuerzo de guerra.

Durante las primeras décadas del siglo XX parecía que la oceanografía norteamericana había evolucionado lentamente del modelo que caracterizaba su organización a fines del siglo anterior. Laboratorios privados e individuos adinerados continuaban trabajando sobre problemas básicos, usualmente de naturaleza biológica, mientras que los vastos horizontes de la oceanografía física y química apenas estaban empezando a ser examinados. Mientras tanto las oficinas y laboratorios con financiamiento (= sostenimiento) público, trataban de ocuparse ex-

clusivamente de las necesidades prácticas del país, las cuales incluían las antiguas preocupaciones por una navegación más segura y por la pesca superior. Estas necesidades y preocupaciones llegaron a abrazar (= aceptar) la nueva preocupación por la guerra submarina ye que ahora sumaba a su esfuerzo lo concerniente a la guerra submarina.

Con la situación internacional de fines de la década del treinta haciéndose cada día menos clara, el gobierno rápidamente continuó la investigación que había abandonado después de la Primera Guerra Mundial e inició una multitud de proyectos nuevos. Los científicos de Scripps, de Woods Hole, y de otros lugares estaban listos para convertir sus instrumentos científicos a instrumentos de guerra y de defensa. Así se hizo, pero las contribuciones que la oceanografía hizo al esfuerzo de guerra, aunque significativas, fueron opacadas por los tremendos cambios que hizo la guerra en la oceanografía.



La Segunda Guerra Mundial cambió radicalmente la estructura y la escala de la investigación oceanográfica. Estudios acústicos que se iniciaron como parte del programa de detección de submarinos, impulsaron nuevos estudios sobre las propiedades físicas del mar; e investigaciones procuradas en anticipo a los desembarcos anfibios contribuyeron información y teorías nuevas fundamentales sobre la formación de olas y mareas. En los años posteriores a la guerra la investigación geológica y geofísica continuó expandiéndose, recibiendo gran beneficio de los nuevos instrumentos, de la tecnología y de las técnicas que habían sido desarrollados. El gobierno federal seguía financiando dicha investigación debido a que el conocimiento oceanológico fue al menos reconocido como un interés nacional vital. La Marina se comprometió a aprender todo lo posible acerca del medio ambiente submarino. Después de la Segunda Guerra Mundial, y especialmente después de 1960, cuando se acordó (= se decidió) construir y mantener una flota de submarinos Polaris. Mientras tanto se empezaba a ver el mar en relación con una creciente cantidad de necesidades no militares. El petróleo y gas natural de las afueras de la costa ("offshore") han sido explotados desde los años veinte y cada año que pasa éstos proveen con un porcentaje más alto del combustible del mundo. Por otro lado se extrae (= saca) cada vez más alimentos del mar cuando el crecimiento ex-

plosivo de la población sobrepasa al crecimiento de las cosechas que puede producir dicha población en la tierra. Cada día más gente desea áreas recreativas al lado del mar; las industrias exigen más sitios de atraque (= sitios portuarios "waterfront sites") y las increíbles cantidades de desperdicios (= basura) industriales requieren más sitios para amontonarlos ("dumping areas"). Estas necesidades primarias en la actividad oceanográfica en las décadas pasadas han exigido la expansión de programas educacionales, una formulación más clara de la Ley Marítima, sistemas mayores para el manejo de información, y el establecimiento de numerosos cuerpos administrativos.

La Deriva de los Continentes y el Ensanchamiento del Fondo del Mar

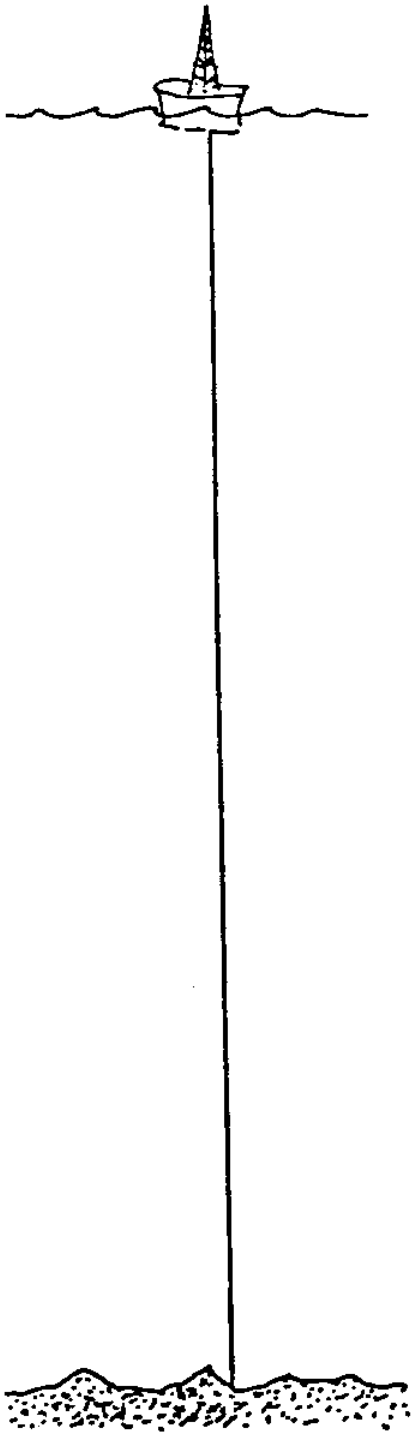
En los años posteriores a la Segunda Guerra Mundial ocurrió una revolución en las ciencias de la tierra. A principios de siglo y mucho antes de éste, los geólogos y geofísicos creían que la Tierra era un planeta razonablemente estable especialmente en lo que se refería a la posición de sus océanos y de sus continentes. Sin embargo en el transcurso de unas pocas décadas, este concepto dio paso a un punto de vista radicalmente nuevo y los científicos de hoy en día creen que la superficie de la Tierra está constantemente modificándose en gran escala. Los continentes van a la deriva, el fondo del mar (= suelo marino "sea floor") se ensancha (= se separa), los polos se desplazan y los Polos Magnéticos Sur y Norte podrían incluso intercambiar posiciones varias veces en un período de un millón de años.

Esta revolución se llevó a cabo en dos etapas. La primera, concerniente a la mobilidad de los continentes, fue introducida por el geofísico alemán Alfred Wegener alrededor de 1915 y la evidencia que él reunió para apoyar su teoría controversial del desplazamiento de los continentes (deriva de los continentes) fue reunida casi completamente en tierra. La segunda etapa de la revolución fue explicada por primera vez a comienzos de la década del sesenta por diversos científicos y vino con la sugerencia de que era el movimiento del fondo del océano el que estaba acarreando los continentes al otro lado del globo. Sus teorías fueron basadas principalmente en la evidencia reunida en el mar.

La idea de que los continentes se meuven o de que se podrían haber movido en el pasado, no es original de Wegener. Dicha especulación se había ido infiltrando por lo menos desde el siglo XVII y a menudo se había sugerido para explicar las formas coincidentes de Africa y Sudamérica. La separación aparente de estos dos continentes due inicialmente atribuida a la inundación Bíblica, que causó la separación de los dos continentes. Más tarde esta creencia formó parte de la teoría de Charles Darwin sobre la creación de la Luna. Esta teoría, que fue propuesta en 1879 y aceptada por muchos científicos, postula que la Luna fue creada con la porción de la Tierra que ahora corresponde a la cuenca delOcéano Pacífico.

Para la base de su hipótesis, Wegener se remontó al pasado histórico de la Tierra, a los tiempos en que según él la Tierra posiblemente estaba completamente cubierta por una corteza de material continental. Esta corteza se habría distorcionado y comprimido en la forma de altas montañas, haciéndose cada vez más gruesa hasta la llegada de la Era Mesozoica (hace unos 100 a 200 millones de años), cuando llegó a existir lo que él llamó Pangaea, un super continente único. Por razones que Wegener no pretendió conocer, Pangaea se rompió en pedazos y dichas piezas (formas primitivas de nuestros continentes actuales) se fueron separando lentamente. A medida que los continentes se separaban, se abrieron fisuras ("rifts") entre ellos y así emergieron los océanos Índico y Atlántico. Los discípulos posteriores de Wegener creían que Pangaea se dividió en dos supercontinentes, Laurasia en el hemisferio norte y Gondwanalandia en el hemisferio sur.

A comienzos del siglo veinte cuando los estudios del magnetismo remanente apenas estaban empezando, sucedió que un investigador francés encontró una roca que estaba magnetizada en forma inversa, es decir, el norte de la roca estaba en donde debería haber estado el sur y vice-versa. Rocas similares pronto se encontraron por todo el mundo, pero no eran de la misma edad, lo cual llevó a los científicos a creer que los polos magnéticos norte y sur de la Tierra se habían invertido varias veces. Para 1968 se había localizado los cambios de polo con mayor detalle y se encontró que más de 100 habían ocurrido en los últimos 30 millones de años.



La existencia de irregularidades ocasionales en medio del océano se ha conocido por siglos. Sin embargo les tocó a los buques del siglo XX, equipados con sonares ("sonic sounders"), descubrir que dichas irregularidades eran en realidad cordilleras de montañas abruptas. Los miles de sondajes realizados alrededor de 1920 por el *Meteoro*, produjeron la primera imagen detallada de la topografía montañosa de la cordillera del Atlántico ("Atlantic Ridge"). Ellos notaron además que ésta era una faja sísmica. Para los científicos estas fajas sísmicas indicaban que las cordilleras en medio del océano eran regiones activas, inestables. Con el dragado realizado por la Expedición John Murray, en la cual se sacó (=extrajo) muestras de lavas basálticas, se reafirmó aún más esta suposición. Menard fue aún más lejos y sugirió que las cordilleras submarinas quizás no fueran estructuras permanentes, basando su suposición en la variada topografía de las áreas en medio del océano.

Henry Hess estableció el núcleo de la emocionante teoría de la separación del suelo marino, ahora aceptada popularmente. Él calculó que en los últimos 200 a 300 millones de años, el suelo marino se ha ido separando en forma continua, con la cordillera quebrándose y el magma surgiendo en la fisura en una larga e irregular serie de erupciones volcánicas. Hess opinó que este proceso no sólo explicaba la topografía montañosa de la cordillera en medio del mar sino que también explicaba el alto flujo de calor allí medido. Esto explicaba a la vez la existencia de la faja sísmica encontrada a lo largo de las cordilleras oceánicas.

En 1964 los científicos de Scripps, Lamont, Woods Hole y el Instituto de Estudios Marinos (Institute of Marine Studies) organizaron un Programa Conjunto de las Instituciones Oceanográficas para sacar Muestras de la Profundidad de la Tierra (Joint Oceanographic Institutions Deep Earth Sampling Programs) con el gran intento de reunir evidencia directa de la separación de los suelos marinos. En julio de 1968 el barco "Glomar Challenger," de 120 metros (400 pies) de largo, fue lanzado en una expedición para aumentar estos estudios alrededor del mundo. Gran parte de la información obtenida por los numerosos cruceros de ese barco apoya la teoría de la expansión del suelo marino.

Introducción (continuación)

La historia de la deriva de los continentes y de la expansión del suelo marino demuestra la importancia del proceso de la investigación y del pensamiento científico. La curiosidad inicial acerca del mundo natural inspiró a las mentes creativas a reflexionar en las causas y efectos. Los escépticos encontraron muy fácil ridiculizar una noción tan increíble como aquella de que se mueven los continentes. El probar esta extraña teoría de la deriva de los continentes fue imposible hasta que el desarrollo de equipos y técnicas sofisticados, los cuales facilitaron el siguiente paso en la búsqueda del conocimiento. Durante toda esta investigación hubo aquellos que preguntaban, ¿Por qué? La única respuesta, en ese momento, era que queríamos incrementar el conocimiento del mundo que nos rodea. Esta pregunta aún se hace acerca de la investigación primaria y nuestra respuesta permanece igual. Luego llegó el momento de tener suficiente información de varias disciplinas para unir y armar el rompecabezas. Cada pieza por sí misma no significaba nada; no era más que un trocito de información científica acerca del mundo. Pero cuando se empezaron a juntar estas piezas, resultó un gran cuadro que explicaba una multitud de fenómenos naturales, proceso que nos dio perspectivas (= penetraciones "insights") fascinantes acerca de problemas importantes. Ahora entendemos, por ejemplo, por qué ocurren los terremotos y las erupciones volcánicas en ciertas regiones, por qué se encuentran minerales en ciertas regiones y adónde deberíamos ir para buscar nuevas fuentes minerales. De este modo, la investigación que se lleva a cabo sin ningún propósito práctico es importante porque cada trocito de información nueva que se consigue puede combinarse en una fecha futura con otros trocitos de información aparentemente no relacionados, dándonos de ese modo respuestas a preguntas de importancia fundamental. Es necesario mantener nuestras bibliotecas de conocimientos científicos bien provistas como un recurso para el futuro.

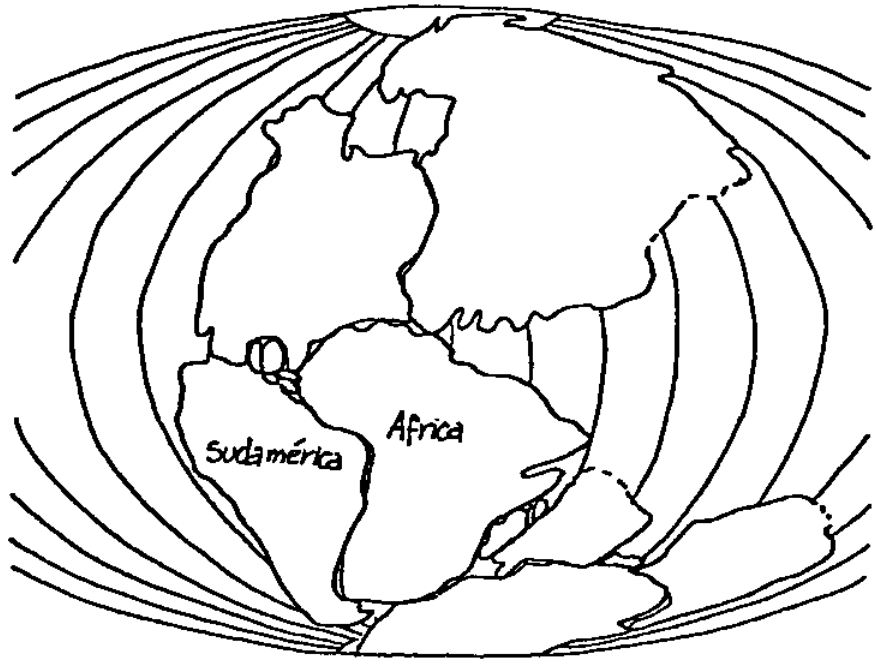
De los Monstruos, de Nessie, de las Sirenas, y de Otros Temas por el Estilo

La investigación primaria ocurre en la frontera de lo que se cree posible. Cuando Wegener expuso su hipótesis de la deriva de los continentes por primera vez, hubo muchos que la redujeron a una premisa de fantasía o de ciencia ficción. Pero la idea tenía una cierta elegancia seductora y los científicos no la querían abandonar. Sus persistentes investigaciones por fin parecieron confirmar su validez. A veces estas ideas resultan no ser válidas puesto que lo desconocido es también el dominio de lo meramente fantástico, pero la ciencia continúa con sus esfuerzos para separar lo real de lo imaginario.

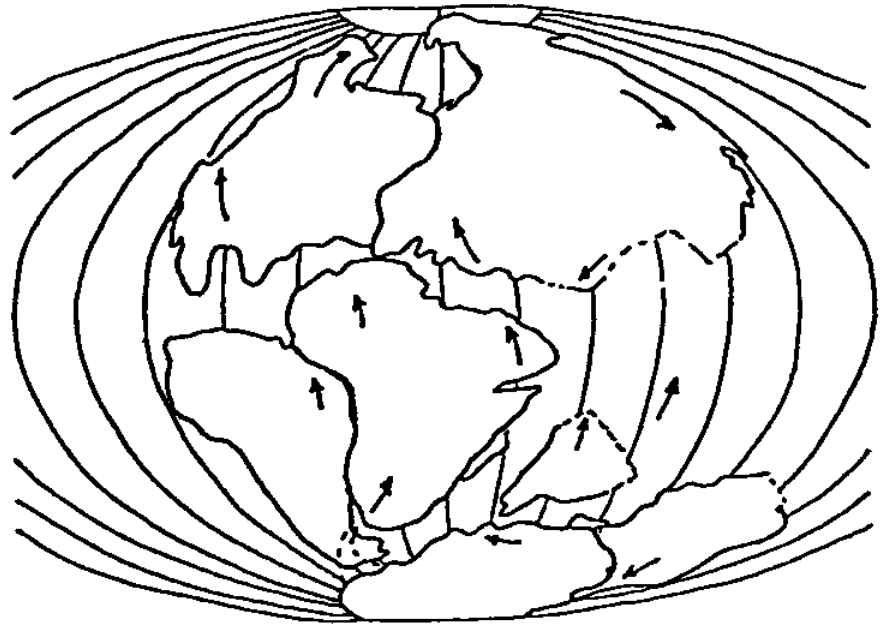
Tenemos el ejemplo de Nessie, el legendario monstruo de Loch Ness, una criatura cuya supuesta existencia es aún el objeto de una controversia feroz.

El Loch Ness de Escocia está encerrado hoy en día, sin embargo, durante la última Edad de Hielo, cuando el peso del hielo hundió la tierra, Loch Ness estaba conectado con el mar. Al derretirse el hielo, el nivel del mar subió pero así también subió Escocia. Loch Ness fue separado del mar, quedando atrapados muchos animales marinos. Se cree que los antepasados de Nessie, el plesiosaurio, fueron dinosaurios marinos que respiraban el aire. Éste existía hace más de 200 millones de años y se cree que se extinguió (= desapareció) hace unos 65 millones de años. La mayoría de la gente que alega haber visto a Nessie dicen que parece igual que un plesiosaurio. Se ha registrado que tiene un cuello largo, una cabeza pequeña y jorobas. Se piensa que es de unos seis metros (20 pies) de largo, que es de color oscuro y que nada muy rápido. Desde comienzos de la década del treinta, ha habido más de 3.000 casos registrados de haberla visto, corroborando la aparición con "evidencia" fotográfica en 1934, en 1955, y en 1972. Hace mucho tiempo allá por el año 565 A.D., se decía que Nessie había matado a un botero (= barquero) y estaba persiguiendo a otro cuando llegó el abad de Iona, Santo de Colombia. El abad levantó la mano para hacer la señal de la cruz y ordenó al monstruo que parara, lo cual el monstruo hizo. La orden del abad ha durado mucho tiempo porque no ha habido noticias de nuevos ataques de Nessie desde entonces.

Introducción (continuación)

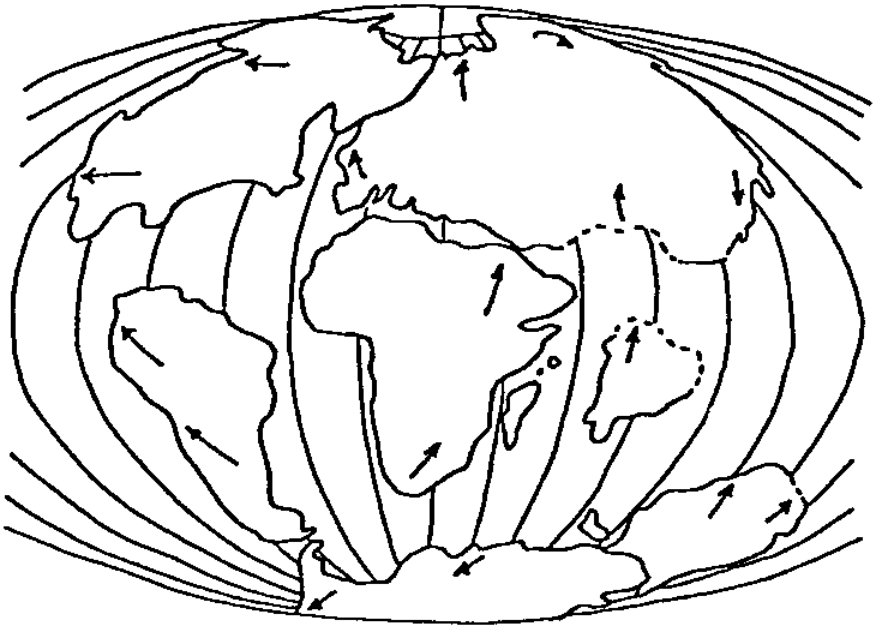


Esta es la forma probable que las masas terrestres tenían hace 200 millones de años según la creencia de algunos científicos.

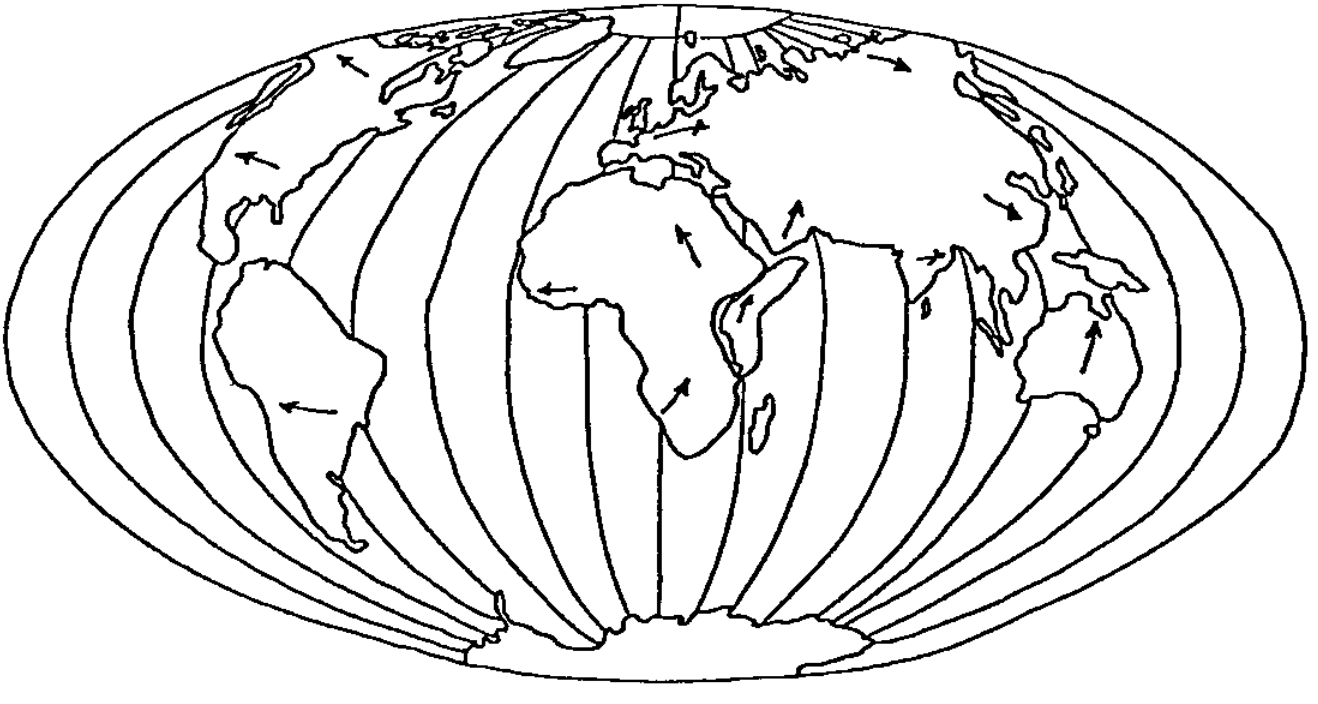


La Tierra después de 20 millones de años de deriva continental.

Introducción (continuación)



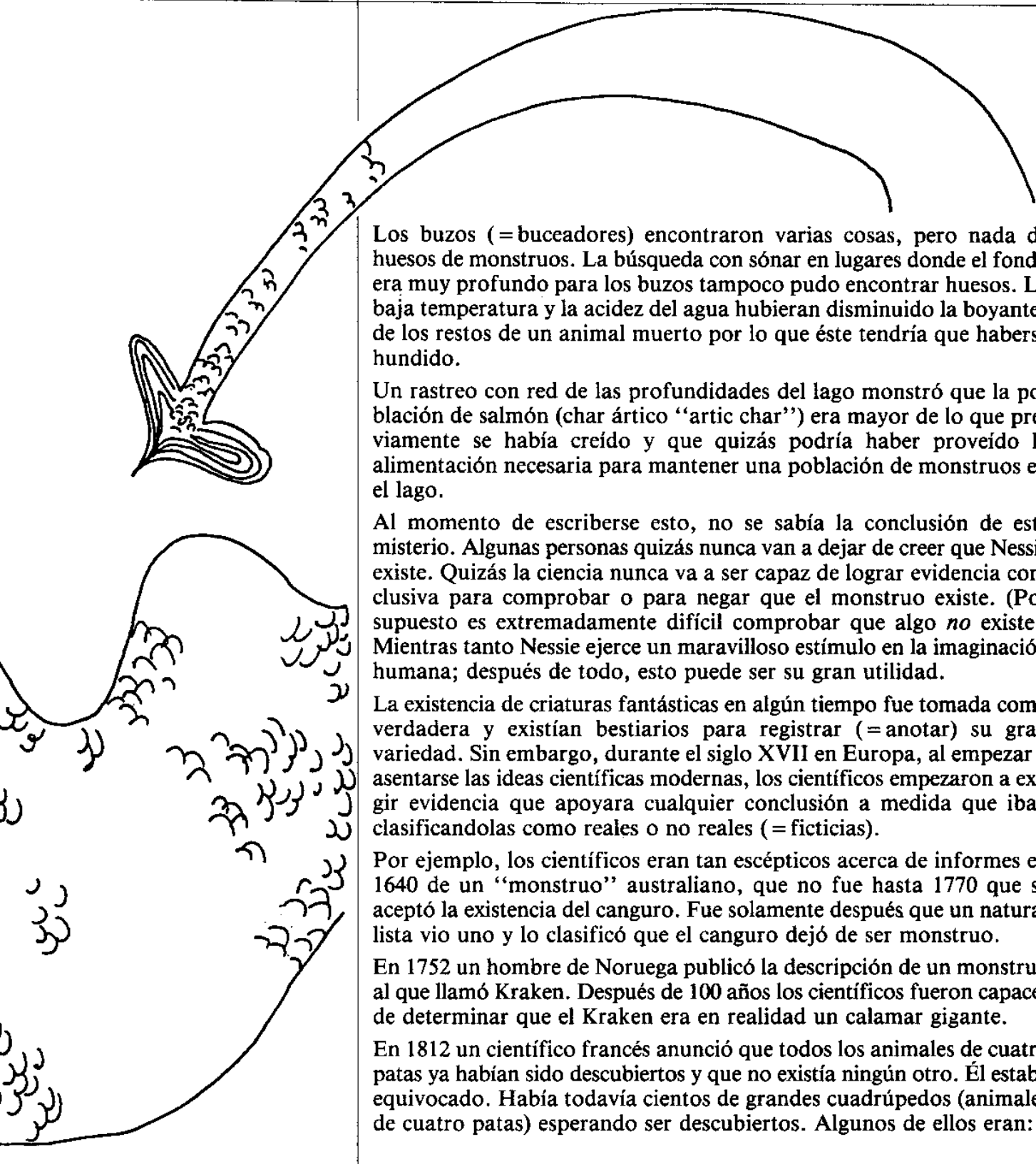
y hace 65 millones de anos . . .



y esta es una posibilidad de cómo se verá el mundo dentro de 50 millones de años . . .

El problema de la exploración submarina en Loch Ness es que la visibilidad es extremadamente limitada (medida en centímetros, no metros). Los investigadores científicos a fines de 1960 empezaron a usar grabadoras submarinas, submarinos, y estimulantes sexuales. En 1970 el doctor Roberto H. Rines, de la Academia de Ciencias Aplicadas ("Academy of Applied Science") en Boston, empezó a usar el sónar lateral e informó que había seguido cuerpos grandes que se movían en el lago. En 1972 y en 1975 él obtuvo fotografías de objetos grandes y aparentemente vivientes (= animados). En 1975 apareció en sus fotografias algo que parecía una pequeña cabeza con protuberancias que se asemejaban a fosas nasales; y una imagen interpretada como la de un cuerpo completo, con un cuello largo y aletas en forma de rombo. Durante el verano de 1976 Rines y sus colegas regresaron a Loch Ness, acompañados por el doctor Roberto D. Ballard del Instituto Oceanográfico de Woods Hole ("Woods Hole Oceanographic Institute") y en equipo de buzos y fotógrafos submarinos del *National Geographic*. Se colocaron cámaras submarinas a una profundidad de 10 metros (30 pies) en la Bahía de Urquhart, junto con cebos para monstruos (incluyendo luces estroboscópicas y luces continuas para llamar la atención visual; sonidos de baja frecuencia, que imitaban un pez herido, para llamar la atención auricular y varias especies de pescado para despertar su apetito). Para vigilar desde la costa se colocó un sistema de hidrófonos que detectaba cualquier sonido; un emisor de sónar se acopló al aparejo ("rigging") para ubicarlo en caso de que el monstruo se lo llevara. La cámara fotográfica tenía un disparador accionado por sónar con sensibilidad suficiente para disparar (y de tal modo soltar el obturador) ante el menor movimiento en las cercanías.

El sistema de hidrófono detectaba todo, incluyendo los clics de las cámaras, el ruido de los motores del barco, el ruido de las burbujas, y el ruido del agua en los pilotes: "Glablump, glablump, glablump, RMOOPH, RMOOPH, glablump, glablump." El glablump era el sonido del movimiento del agua. Pero el otro sonido, ¿era Nessie?



Los buzos (=buceadores) encontraron varias cosas, pero nada de huesos de monstruos. La búsqueda con sónar en lugares donde el fondo era muy profundo para los buzos tampoco pudo encontrar huesos. La baja temperatura y la acidez del agua hubieran disminuido la boyantez de los restos de un animal muerto por lo que éste tendría que haberse hundido.

Un rastreo con red de las profundidades del lago monstró que la población de salmón (char ártico "artic char") era mayor de lo que previamente se había creído y que quizás podría haber proveído la alimentación necesaria para mantener una población de monstruos en el lago.

Al momento de escriberse esto, no se sabía la conclusión de este misterio. Algunas personas quizás nunca van a dejar de creer que Nessie existe. Quizás la ciencia nunca va a ser capaz de lograr evidencia conclusiva para comprobar o para negar que el monstruo existe. (Por supuesto es extremadamente difícil comprobar que algo *no* existe.) Mientras tanto Nessie ejerce un maravilloso estímulo en la imaginación humana; después de todo, esto puede ser su gran utilidad.

La existencia de criaturas fantásticas en algún tiempo fue tomada como verdadera y existían bestiarios para registrar (=anotar) su gran variedad. Sin embargo, durante el siglo XVII en Europa, al empezar a asentarse las ideas científicas modernas, los científicos empezaron a exigir evidencia que apoyara cualquier conclusión a medida que iban clasificandolas como reales o no reales (=ficticias).

Por ejemplo, los científicos eran tan escépticos acerca de informes en 1640 de un "monstruo" australiano, que no fue hasta 1770 que se aceptó la existencia del canguro. Fue solamente después que un naturalista vio uno y lo clasificó que el canguro dejó de ser monstruo.

En 1752 un hombre de Noruega publicó la descripción de un monstruo al que llamó Kraken. Después de 100 años los científicos fueron capaces de determinar que el Kraken era en realidad un calamar gigante.

En 1812 un científico francés anunció que todos los animales de cuatro patas ya habían sido descubiertos y que no existía ningún otro. Él estaba equivocado. Había todavía cientos de grandes cuadrúpedos (animales de cuatro patas) esperando ser descubiertos. Algunos de ellos eran:

1898 Uno de los carnívoros más grandes, el oso pardo, con una altura de tres metro (10 pies) y un peso de hasta 700 kg. (1.600 libras).

1901 El simio (= mono) más grande del mundo, con una altura de dos metros (6½ pies) y un peso de 250 a 300 kg. (600 a 700 libras).

1912 El lagarto más grande del mundo, con 3,60 metros (12 pies) de largo, suficientemente grande para comerse búfalos pequeños.

Criaturas así como éstas pasaron inadvertidas por cientos de años y aún se continúa descubriendo a otras.

El mar es también un campo de crianza para monstruos misteriosos. El monstruo marino más conocido (el cual aparece en leyendas de casi todo el mundo) es la sirena o el sireno (= tritón) mitad humano y mitad pez. Tiempo hará como unos 4000 años, había relatos de un dios pez, una criatura amistosa que se levantaba cada mañana para enseñar a la gente acerca de la civilización. A diferencia de muchos monstruos a través de la historia, la sirena fue siempre muy visible. Frecuentemente los marineros y la gente de la costa la veían. Como resultado la sirena fue aceptada como un animal real hasta hace unos 100 años. Debido a que la sirena fue tan visible algo se ha de haber visto. Algunas criaturas marinas podrían haber sido confundidas por sirenas, tales como las focas o las vacas de mar. Sin embargo, la creencia en la sirena empezó gradualmente a morir, quizás porque otros monstruos marinos más excitantes empezaron a ocupar el centro de atracción.

En cualquier caso naturaleza no crea monstruos; la gente los crea. ¿Qué es lo que constituye un monstruo? El tamaño en sí no convierte a algo en monstruo, aún cuando un gran tamaño es una carcterística de los monstruos. A menudo parece que los monstruos tienen una forma extraña y asustaría mucho encontrarse con uno de ellos en una noche oscura. Quizás lo más importante es que los monstruos son criaturas de lo desconocido.

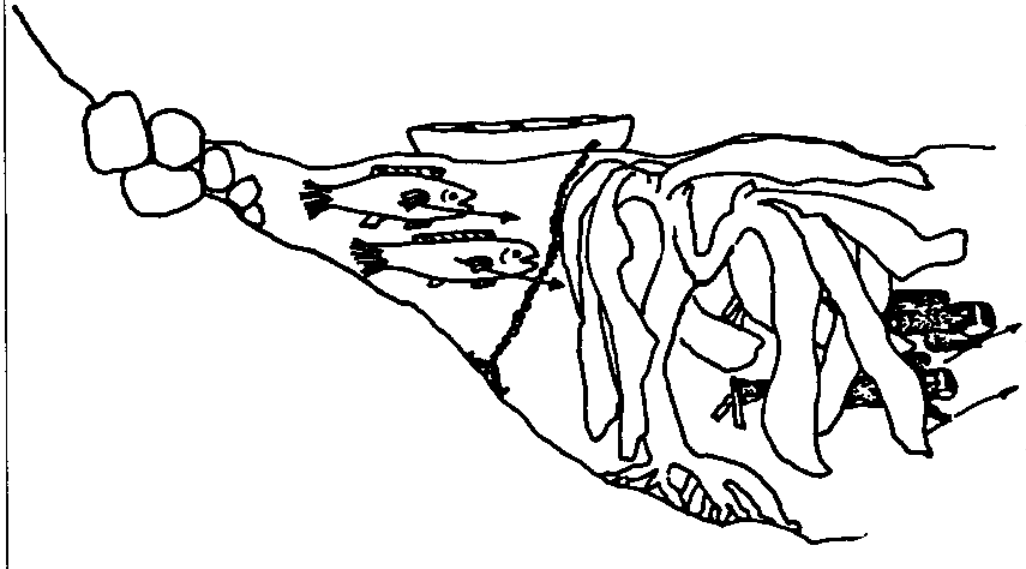
Las Herramientas Adecuadas

Algunos de los grandes avances en la oceanología no han surgido con la presentación de una nueva teoría ni con el descubrimiento de una nueva especie ni con la confirmación de un nuevo conjunto de datos (= hechos) sino más que nada con la simple invención de una herramienta útil. Efectivamente, muchas veces todo depende en que el científico tenga las herramientas apropiadas para realizar su investigación. La herramienta es lo primero.

Veamos un ejemplo de algo que hoy en día se toma tanto como verdadero; lo más sorprendente de esto es cuán reciente llegó a ser.

Durante la Segunda Guerra Mundial un joven francés, Jacques Ives Cousteau, decidió resolver un problema que le había preocupado por años. Él siempre había soñado con explorar el océano sin tener que usar equipos estorbosos. El quería poder nadar con la libertad de un pez. Había tanques para bucear pero éstos carecían de un regulador que controlara el flujo de aire comprimido a sus pulmones. Costeau supo de un ingeniero, Emile Gagnan, que era un experto en el manejo de gases bajo presión. Los dos se reunieron y trabajaron en conjunto en el desarrollo de un regulador, una simple válvula, que pudiera entregar la cantidad de aire adecuada al buzo. Cousteau llamó al aparato completo "Aqualung." Cuando él lo probó por primera vez, quedó desilusionado porque el aparato (= equipo) no funcionó cuando él estaba cabeza abajo ("upside down"). Pero después de unos pequeños ajustes, Cousteau logró nadar bajo el agua con la libertad que había anhelado. Podía nadar en cualquier posición y moverse como si perteneciera al mar. Desde 1943 millones de personas alrededor del mundo han usado el "Aqualung." En los Estados Unidos este equipo es conocido con el nombre de SCUBA, o sea, "Self Contained Underwater Breathing Apparatus" (Equipo Autónomo de Respiración Submarina).

Desde estos primeros buzos desnudos con su tanque de aire a la espalda, hemos progresado hasta los submarinos con doble esclusa que permiten a estas personas del espacio interior salir a trabajar en instalaciones petroleras 500 metros (1.500 pies) bajo la superficie del mar. El ser humano puede vivir y trabajar, hoy en día, por semanas en un habitat debajo del mar. Desde las alturas, y con una perspectiva opuesta a la de las profundidades del mar, se están usando satélites para obtener una visión más amplia del mar. Los límites de la investigación han probado ser aún más profundos que el espacio interior y más lejanos que el espacio exterior.



¿Donde queda el espacio interior?

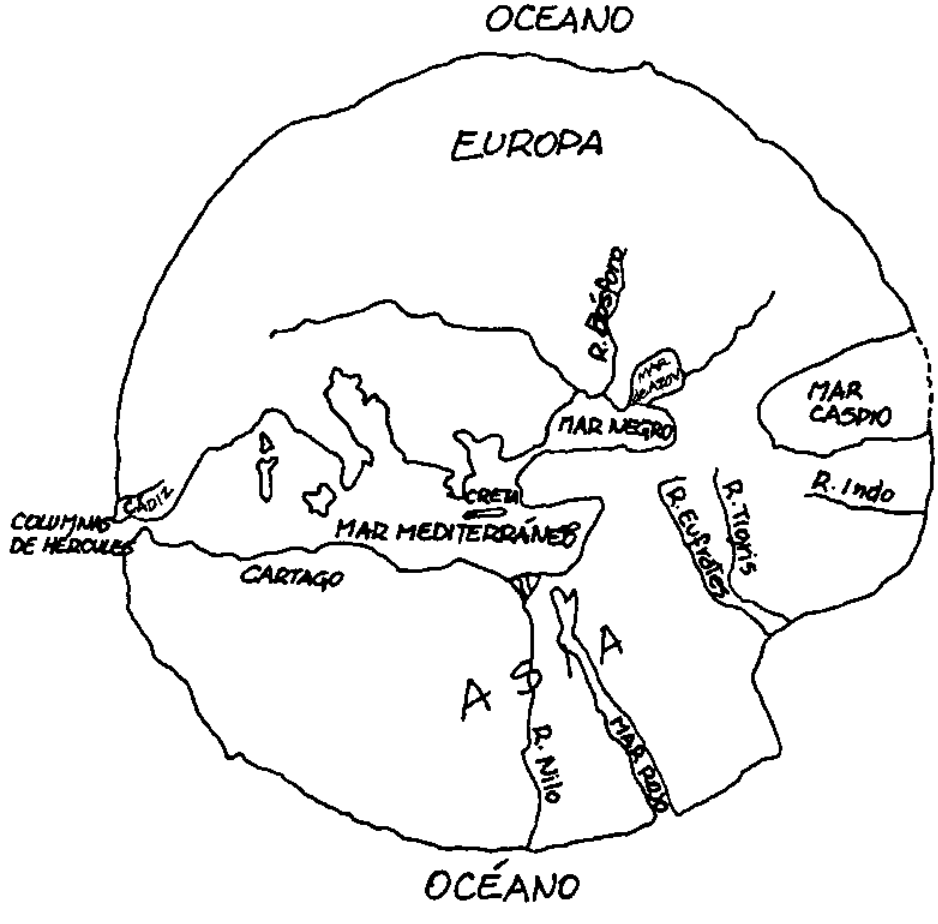
	Grados K-3	Grados 4-6
Objetivo	Mediante el uso de los materiales adecuados, el estudiante podrá localizar (=ubicar) en un mapamundi/globo terrestre las masas (o cuerpos) de agua en contraste con las masas terrestres.	Mediante el uso de los materiales adecuados, el estudiante podrá nombrar los cuatro océanos principales del mundo hacer distinciones (=diferenciar) entre los océanos y otros cuerpos de agua y comparar los tamaños de las masas de agua con las de tierra.
Materiales	Un mapamundi o un globo terrestre y una variedad de modelos.	Use una esfera de plástico de 70 cm. de diámetro y una taza para demostrar la cantidad de agua que hay en la Tierra. Un globo terrestre y/o un mapamundi.
Actividad	Haga que los estudiantes estudien los diversos modelos y que observen sus similaridades y sus diferencias en comparación con el objeto real. Enseguida haga que estudien el mapamundi (=un mapa del mundo) y/o el globo terrestre.	Divida la clase en varios grupos. (Esto podría hacerse también en forma individual.) Haga que los estudiantes investiguen los temas siguientes y anoten las presentaciones: Proporción entre tierra y agua. Los cuatro océanos principales del mundo. La Atlántida. Los usos del Espacio Interior para los propósitos de comercio, alimentación, recreación, transporte, las batallas que cambiaron el curso de la historia, etc.

Sección A: ¿Que es el espacio interior?

	Grados K–3	Grados 4–6
Preguntas	*¿Qué es un modelo?* (Un modelo es una copia, a veces más pequeña, de algo.) *Nombra algunos modelos?* (Autos, trenes, aviones, maniquíes, etc.) *¿Es un globo una copia de nuestro planeta Tierra?* (Sí.) *¿Dónde piensa Ud. que podrían estar los océanos?* (Las áreas azules en el globo.) *¿Qué son las áreas restantes?* (Tierra seca en donde vive la gente.)	*¿Cuáles son los cuatro océanos principales?* (El Pacífico, el Atlántico, el Indico y el Artico.) *¿Cuáles son los seis continentes principales?* [Asia, Africa, América (del Norte y del Sur), Antártica, Europa y Australia.] *¿Dónde están ubicados?* (La respuesta variará respecto a los puntos de referencia. La ubicación de los continentes se pueden dar en relación a los océanos, a otros continentes, a los hemisferos, al ecuador y al meridiano, a otras latitudes y longitudes, en relación a los polos, etc.) *¿Existe más tierra que agua en la Tierra?* (No, hay más agua. Los océanos y los cuerpos de agua dulce como ríos y lagos cubren casi ¾ de la superficie de la Tierra. Los mares cubren el 70,8% de la superficie de la Tierra y contienen más del 97% del agua de la Tierra.) *¿Cómo se llaman algunos de los cuerpos más pequeños de agua y de tierra?* (Agua: mares, bahías, golfos, "sounds" (brazos de mar), cabos, estrechos, canales, pasajes, fiordos, lagos, ríos, reservorios, lagunas, estuarios, ciénagas, cascadas, etc. Tierra: islas, penínsulas, archipiélagos, istmos, etc. Términos referentes a acci-

	Grados K–3	Grados 4–6
Preguntas (continuación)		dentes geográficos y submarinos: fosa, sierra, meseta, cuenca, montaña, cordillera, ensenada, volcán, etc.) *¿En qué se diferencian ellos de los más grandes?* [En tamaño y el relación a la tierra (en el caso de términos acuáticos) y en relación al agua (en el caso de términos de tierra).]

En uno de los primeros conceptos acerca del mundo se ve la tierra rodeada por el mar.

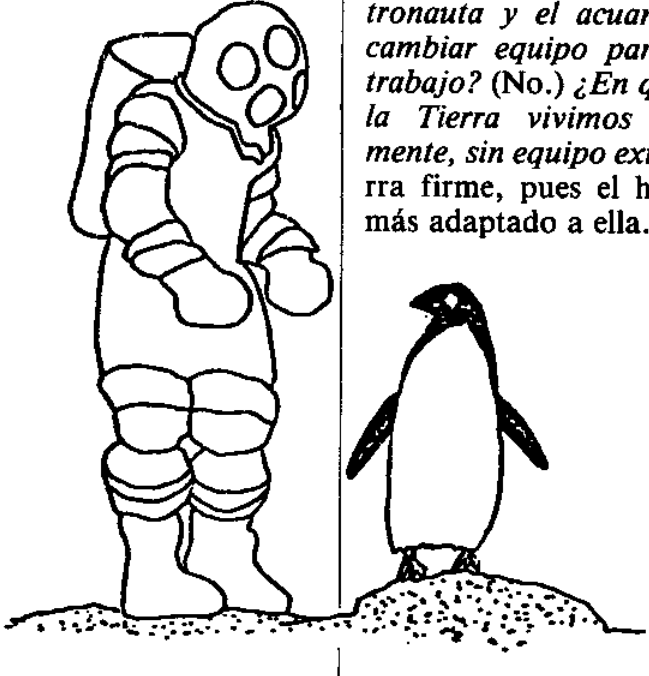


¿Espacio interior o espacio exterior?

	Grados K–3	Grados 4–6
Objetivo	Mediante el uso de los materiales adecuados, el estudiante podrá diferenciar entre el espacio interior y el espacio exterior, nombrar los usos del espacio interior por el hombre y apreciar dicho espacio interior como un recurso.	Mediante el use de los materiales adecuados, el estudiante podrá explicar la diferencia entre el espacio interior y el espacio exterior. Y describir la importancia para el hombre del espacio interior como su recurso más rico.
Materiales	Un globo terrestre y dos fotografías (una de un astronauta y la otra de un acuanauta).	Un globo terrestre y dos fotografías (una de un astronauta y la otra de un acuanauta).
Actividad	Divida la clase en grupos terrestre y las dos fotos. Un acuanauta (espacio interior) Un astronauta (espacio exterior) Haga que los estudiantes discutan las fotografías. El nivel de sofisticación en la discusión variará bastante según el nivel de desarrollo de los niños. El punto principal a aclarar es el de *dónde* desempeña cada uno (el astronauta y el acuanauta) su trabajo.	Divida la clase en grupos grandes o pequeños. La motivación será el globo terrestre y las dos fotos. Un acuanauta (espacio interior) Un astronauta (espacio exterior)

Sección A: ¿Qué es el espacio interior?

	Grados K–3	Grados 4–6
Preguntas	*¿En dónde trabaja el astronauta?* (En el espacio exterior. El espacio exterior ha sido definido como el espacio fuera de la atmósfera terrestre.) *¿En dónde trabaja el acuanauta (hombre rana)?* (Trabaja en el agua, en el espacio interior.) *¿Por qué piensas tú que el equipo que ellos usan es tan importante?* (Es hecho especialmente para ayudar a la persona que lo usa para que viva y trabaje en un lugar que es muy diferente a aquel en el cual está acostumbrado.) *¿Podrían el astronauta y el acuanauta intercambiar equipo para hacer su trabajo?* (No.) *¿En qué lugar de la Tierra vivimos más fácilmente, sin equipo extra?* (En tierra firme, pues el hombre está más adaptado a ella.)	*¿Qué es lo importante para la vida del astronauta en el espacio exterior?* (Aquellos elementos vitales para la vida como los gases para respirar, alimento para comer y agua para beber; protección contra los cambios extremos de presión y temperatura; modos de transporte y de comunicación con otros astronautas y con el exterior . . . con la gente en Tierra.) *¿Qué es lo importante para la vida del acuanauta en el espacio interior?* (Igual a la respuesta anterior.) *¿En qué forma les ayuda el equipo para adaptarse al medio ambiente tan diferente?* [Su equipo les provee elementos vitales y protección contra los elementos así como transporte y comunicación.] *¿Cuáles son algunas de las diferencias entre espacio interior y espacio exterior?* [El espacio interior tiene oxígeno, alimentó y agua. Pero no podemos respirar el oxígeno con nuestros pulmones debido a que está disuelto en el agua. No podemos beber el agua porque es muy salada. Nosotros podemos comer bajo el agua sólo si nos encontramos dentro de una cámara especial tal como un laboratorio submarino. En el espacio exterior, sin embargo, tenemos el vacío. No hay gases



Preguntas (continuación)

ni agua ni vida de la cual podamos obtener alimentos. El espacio interior tiene una presión mayor que la de la atmósfera (tierra firme). Es espacio exterior no tiene presión en absoluto. Si no usáramos equipos especiales de respiración en estos medios ambientes, nuestros pulmones y espacios de aire serian "aplastados" bajo el agua o "explotarian" en el espacio. En el espacio interior el agua se hace más fría a medida que la persona desciende. En el espacio exterior la temperatura también es fría pero el calor radiante del sol freiría a una persona sin protección. La visión bajo el agua no es tan claro como en tierra porque los rayos luminosos no atraviesan el agua tan fácilmente como el aire. La visión en el espacio exterior es más clara que en tierra y podemos ver "por siempre" donde penetran los rayos de luz porque ellos están viajando en el vacío. Bajo el agua el sonido es más fuerte debido a que viaja más rápido en un medio más denso, pero en el espacio exterior no hay sonido porque es un vacío y

Preguntas (continuación)

el sonido necesita un medio físico para propagarse. El espacio exterior es infinito lo que significa que no conocemos sus límites y que nos puede tomar años el viajar aun a los lugares que conocemos.] *¿Puedes nombrar algunas cualidades que los astronautas y los aquanautas poseen en común?* (Poseen un interés en la exploración de lo desconocido, en conocer los medios ambientes extraños y en como se diferencian de sus medio ambientes naturales en tierra, además poseen la destreza para usar los equipos que les permiten vivir y trabajar en un medio ambiente hóstil.) *¿Cuáles son algunas de las razones importantes para el estudio del espacio interior?* [Nos provee de muchos recursos, como alimentos, energía, minerales, así como transporte y comercio, recreación y defensa (vea la Quinta Unidad: El Mar Económico: Riquezas del Mar). Además de lo que el océano ya nos provee va a ser económico para nosotros el obtener mayores

Preguntas (continuación)

cantidades de estos recursos en unos 20 á 30 años más. Por estas mismas razones el uso del espacio exterior está mucho más lejano en el futuro y es mucho más caro de explotar. Otro razón es que ya nos encontramos trabajando en una Ley del Mar para la administración de los recursos océanicos (vea la Segunda Unidad: El Manejo de los Océanos: ¿Quién es el Dueño de los Mares?). Sin embargo, no tenemos una ley internacional para la exploración y el uso de los recursos del espacio exterior.] *¿Por qué piensa Ud. que la clase de equipo y de traje son importantes?* (Por que está diseñado específicamente para permitir al ser humano vivir y trabajar en un medio ambiente hóstil al cual no está adaptado por naturaleza.) *¿Podrían el astronauta y el acuanauta intercambiar equipo para desempeñar (= hacer) su trabajo?* (No.) *¿En qué lugar de la Tierra vivimos más fácilmente sin equipo extra?* (En tierra firme, pues el hombre está más adaptado a ella.)

Falsos fósiles

Grados K–6

Objetivo

El estudiante podrá observar y comparar las similitudes de un fósil con el objeto original.

Materiales

Arcilla, tableros para trabajar la arcilla, conchas, hojas y otros objetos que se puedan prensar contra la arcillar para tener su marca, papel, lápices y toallas de papel.

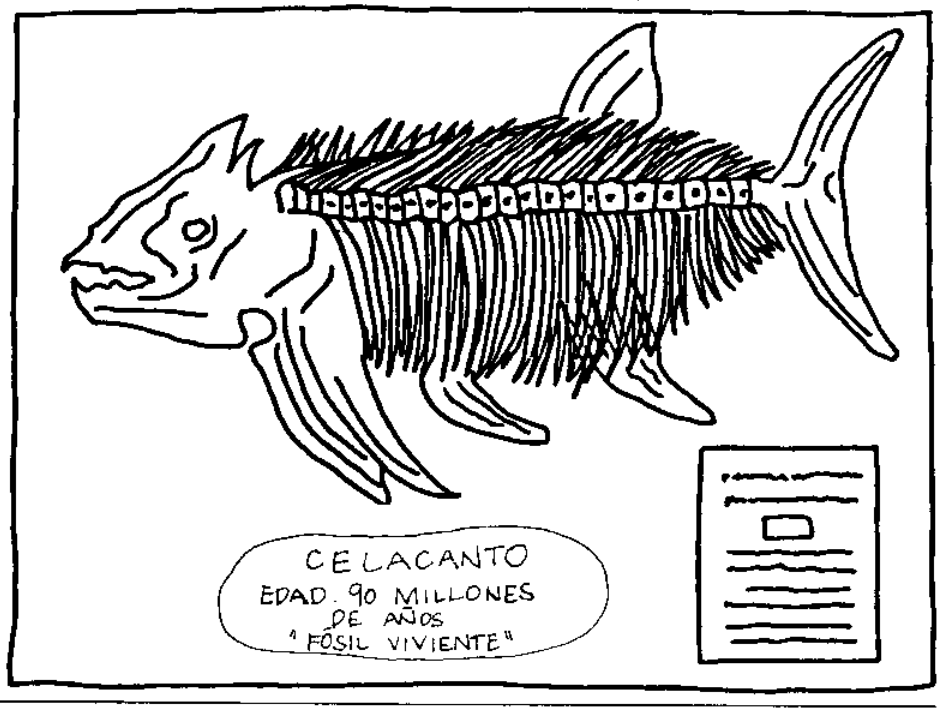
Actividad

Haga que los estudiantes trabajen sobre el tablero con un trozo de arcilla hasta lograr una lámina relativamente delgada (1 a 1.5 cm.). Será bueno, antes de empezar, poner una toalla de papel sobre el tablero antes de poner la arcilla. Esto les permitiría levantar la arcilla cuando terminen sin dañar el "fósil." Enseguida haga que prensen una conchas, una hoja, etc. contra la arcilla. (Haga que la textura esté contra la arcilla.) Después haga que levanten la arcilla y que dejen que la arcilla se seque. Si hay un horno se puede cocer la arcilla. El trabajo se verá más natural si no lo pintan o barnizan. Se podría teñir ligeramente si se desea. Repita esto con tantas variedades como sea posible. Al final haga que los estudiantes clasifiquen el trabajo y marquen cada uno con una etiqueta.

Preguntas

¿Se parecen tus "fósiles" a su objeto original? (Sí, en su forma.) *¿Qué son los fósiles?* (Los fósiles son los remanentes (=restos) de la vida prehistórica y son la prueba de que la vida existió en la Tierra hace millones de años. Es sólamente durante los últimos 200 años que hemos estudiado científicamente los fósiles. El estudio de los fósiles se llama paleontología.) *¿Cómo se forma un fósil verdadero?* [No es fácil para que un objeto se convierta en fósil. Deben presentarse varias condiciones. Primero, el objeto debe quedar enterrado rápidamente, antes

que se descomponga. Luego debe permancer en esa posición, inalterado, por un largo tiempo. A veces encontramos organismos completos preservados en ámbar o enterrados en el hielo, pero esto no es común. A menudo las partes duras de los animales (dientes y huesos) y las conchas son preservadas con poca o nada de alteración. Pero los fósiles más comunes son moldes en piedras o impresiones del original. Póngale énfasis al explicarle a sus estudiantes que los fósiles de piedra *no* son plantas o los animales que se *transformaron en* piedra. La planta o el animal se disolvió y se fue *reemplazado por* piedra, dejando un molde o impresión.] *¿Qué nos pueden decir las fósiles acerca de la vida de hace tanto tiempo?* (Ellos no muestran que la vida evolucionó de una forma simple a las formas complejas que conocemos hoy.) *¿Ha sido siempre la vida como es hoy?* (No, hubo muchos animales, como los dinosaurios, que vivieron hace mucho tiempo atrás y que hoy se hayan extinguidos.) *¿Qué nos pueden decir los fósiles acerca de la geología y del clima en ese tiempo?* (Podemos saber como era el clima en una zona hace millones de años por el tipo de fósiles que encontramos. También hemos encontrado en la cumbre de algunas montañas, fósiles de animales que vivian en el mar. Ello significa que esa zona estuvo bajo el agua hace mucho tiempo atrás, antes de que se levantara.)



Nuestra Tierra cambiante

Grados 4–6

Objetivo

Mediante el uso de los materiales adecuados, el estudiante podrá construir diferentes modelos de la Tierra, tal como ella apareció en las diferentes etapas de su historia geológica. El estudiante observará que estos cambios sucedieron en un orden progresivo.

Materiales

Arcilla, tableros para trabajar la arcilla, herramientas (si las hay), cartulina y lápices de color para marcar los modelos (con etiquetas), además mapas de la deriva continental (en las páginas 14 y 15 de la Introducción). Carta de la historia geológica de la Tierra (en página 2 de la Introducción).

Actividad

Haga que los estudiantes construyan con la arcilla un modelo de la Tierra en la forma que se hubiera visto ésta, inmediantamente después de su "nacimiento." Haga que los estudiantes construyan otros modelos de la Tierra representando diferentes etapas a través de su historia, hasta evolucionar finalmente a su forma presente. Haga que los estudiantes marquen los modelos con etiquetas e incluyan información acerca de los cambios principales que se debe observar.

Preguntas

¿Cómo cambió la Tierra a través de la historia? (La Tierra ha cambiado geológicamente, pasando a través de cambios de su corteza, yendo de una masa continental a dos supercontinentes y a seis continentes. Cambió biológicamente, evolucionando la vida de algas primitivas y formas microscópicas a peces, anfibos e insectos, plantas que florecen y mamíferos. Por el lado meteorológico han habito cambios dramáticos en humedad y temperatura mientras las Edades del Hielo llegaron y pasaron.) *¿Cuándo aparecieron las primeras montañas?* (Durante la Era Paleozoica, hace unos 200 á 500 millones de años.) *¿Por qué los*

Preguntas (continuación)

geólogos creen que una vez en la historia los continentes eran una sóla masa (Pangaea, en la era del Mesozoico) hace unos 100 á 200 millones de años atrás? (La evidencia recolectada de la tierra apoyó la teoría de Wegener de la movilidad de los continentes. Esto incluye el estudio de rocas encontradas con magnetismo invertido. Por otro lado la evidencia recolectada en el mar apoyó la teoria establecida por Hess acerca del ensanchamiento del fondo marino. Esto incluyó estudios del fondo marino por medio de sondas acústicas. Se descubrieron cadenas de montañas escarpadas en un cinturón sísmico, lo que indicó que la Tierra no es tan estable como planeta como se pensó con anterioridad. Luego los geólogos ya no creen que siempre hubo seis continentes y cuatro océanos en las mismas posiciones en que se hallan hoy en día.) *¿Cuáles fueron las dos masas continentales principales que se formaron a partir de Pangaea?* (Durante la Era Mesozoica, Pangaea se dividió en dos supercontinentes, Laurasia en el hemisferio norte y Gondwanaland en el hemisferio sur.) *¿Qué océanos se formaran cuando estos dos supercontinentes se fraccionaron en partes más pequeñas, antepasados de nuestros continentes actuales?* (Cuando estas fracciones se separaron al final de la Era Mesozoica, hace unos 60 á 100 millones de años atrás aparecieron grietas entre ellos y así emergieron los océanos Atlántico e Índico.) *¿Cuándo apareció por primera vez la vida en el mar?* (Durante la Era Pre-Cámbrica, unos tres mil a tres mil quinientos millones de años atrás.) *¿Por qué supone Ud. que puede haber sido más fácil para la vida el aparecer en el mar que aparecer en tierra?* (Los alumnos podrian dar diferentes ideas. En realidad el agua es el medio de la vida, puesto que todas las funciones internas de un organismo tienen lugar en un medio acuático, en las células y en los tejidos. El aire no es un medio de vida y por eso las primeras plantas y animales tuvieron que aparecer en el mar antes que aparecer en tierra.)

Continentes a la deriva

Grados 4–6

Objetivo

El estudiante podrá reproducir y marcar los nombres de los continentes a medida que ellos cambiaban de posición a través de la historia de la Tierra.

Materiales

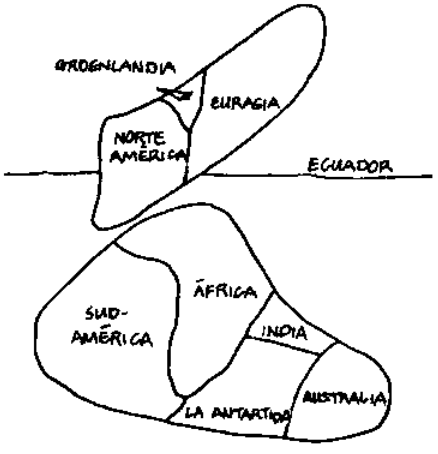
Papel (mantequilla o semi-transparente), lápiz, un libro que muestre las posiciones de los continentes a través de la historia geológica (Vea los libros de Weiss en la bibliografía, vea también los mapas en la Introducción, páginas 14 y 15.)

Actividad

Haga que los estudiantes dibujen o calquen un mapa del mundo de la época cuando la tierra continental se llamó "Pangaea." Basándose en la observación de los cambios occurridos desde el pasado al presente, dibuje la posición de los continentes en la posición que se encontrarían de aquí a 100 millones de años, según su predicción.

Preguntas

¿Cómo han cambiado de posición los continentes a través de la historia? (Ellos se han separado unos de otros, se han movido en diferentes direcciones, han rotado, etc.) *¿Cómo compararía la deriva de los continentes a otros descubrimientos científicos a través de la historia moderna?* (Esta teoría fue tan revolucionaria que mucha gente simplemente lo creyó ciencia ficción. Algunos de los adjetivos usados para describirla fueron: imposible, mágico, salvaje, rara, etc. En esto podría compararse con el descubrimiento de que el mundo era redondo y no plano. Pero también dependió del desarrollo de equipos y técnicas para recolectar la evidencia esencial para su demostración. Monstró la necesidad de realizar investigación básica puesto que esta es una teoría que "armó un rompecabezas" a partir de muchas piezas de información, aparentemente no relacionadas, recolectadas de varias fuentes.) *¿Qué es lo que produce la deriva de los continentes?* (El ensanchamiento del suelo marino. Vea las respuestas a las preguntas de la lección en "Nuestra Tierra cambiante," página 31.) *¿Qué evidencia poseemos de todo esto?* (Poseemos evidencia recolectada en tierra y en el mar. Vea las respuestas a las preguntas de la lección en "Nuestra Tierra cambiante," página 31.)



Durante la época en que existieron solamente dos supercontinentes, probablemente hubo un puente de tierra entre ellos. Hoy en día encontramos restos fósiles de casi todos los tipos de reptiles continentes que están separados por distancias enormes.

El calendario de la Tierra

Grados K–6

Objetivo

Mediante el uso de los materiales adecuados el estudiante podrá ilustrar, en orden cronológico, una secuencia de los eventos más importantes en la historia de la Tierra.

Materiales

Un trozo largo de papel de envolver [entre 3 y 5 metros (10 a 15 pies)], lápices de cera (= crayones), marcadores, lápices o pinturas, un calendario del tiempo geológico o un libro con la información adecuada.

Actividad

Haga que los estudiantes dibujen el "calendario" desde el comienzo de la Tierra hasta el presente. Háganlo en forma de un mural utilizando el papel de envolver, marcando claramente las distintas eras y poniendo el número correspondiente de años si fuera necesario. Dibuje en cada sección un evento que represente un cambio importante ocurrido durante ese período, por ejemplo, la aparición de la vida en el mar, de las plantas, de los animales terrestres, etc.

Preguntas

¿De qué modo podemos describir los eventos geológicos que se debe incluir en un calendario de la Tierra? (Deje que los estudiantes den sus sugerencias.) *¿En qué forma podemos mostrar los hechos más importantes?* (Con el tamaño de los dibujos y la ayuda de los rótulos.) *¿Han tenido las montañas la misma forma que conocemos hoy en día? ¿Y los continentes?* (Incluya la aparición de la vida en el mar, de las plantas, de los animales terrestres, etc.)

Expediciones famosas

Grados 4–6

Objetivo

El estudiante podrá desarrollar sus habilidades en el uso de la biblioteca para sus investigaciones personales, al mismo tiempo se dará cuenta de los problemas que se pueden encontrar así como de las satisfacciones que se pueden derivar.

Materiales

Papel y lápices, uso de la biblioteca. (Vea la bibliografía al final de la unidad.)

Actividad

Haga que los estudiantes escojan un investigador, un explorador o una expedición famoso para llevar a cabo una investigación y que escriban un informe de la obra realizada por ellos. Entre las sugerencias se incluye Jacques-Yves Cousteau y su barco "El Calipso" ("Calypso"), el capitán Cook, la expedición del "Challenger" por la Sociedad Real de Inglaterra ("Royal Society of England"), Matthew Fontaine Maury, el trabajo hecho por el Instituto Oceanográfico de Woods Hole ("Woods Hole Oceanographic Institute") en los Estados Unidos, el trabajo hecho por el Instituto Oceanográfico de Scripps ("Scripps Institute of Oceanography") en La Jolla, California, la expedición del "Glomar Challenger" de los Estados Unidos.

Algo que Ud. podría hacer, dependiendo de la edad y las habilidades de sus estudiantes, sería bosquejar en el pizarrón tres o cuatro puntos principales que deberían de ser incluidos en el informe. Por ejemplo: (1) el nombre del investigador o de la expedición, el país, las fechas, el nombre del barco, el lugar donde se realizó el trabajo, (2) la investigación o la expedición en sí misma, (3) su contribución principal y su significado, y (4) la opinión y los sentimientos del estudiante después de haber llevado a cabo su investigación.

Comparta con la clase los informes escritos. Los estudiantes pueden incluir dibujos o fotografías encontrados durante la investigación (en libros o revistas) o dibujos hechos por ellos mismos cuando presenten sus informes.

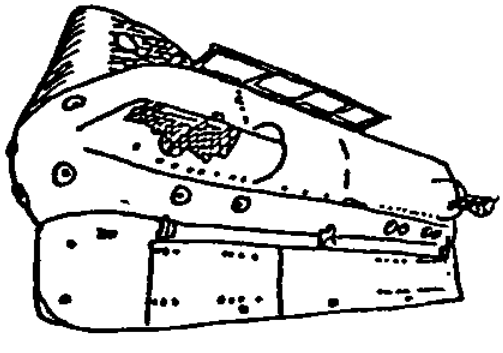
Grados 4-6

Preguntas

¿Qué deberías incluir en tu informe? (Haga una lista en la pizarra (= pizarrón) en la que incluya las fechas, el país, el lugar en donde se realizó la investigación, su importancia para el hombre, la gente más importante que participó, el nombre del barco, eventos especiales o fuera de lo común ocurridos durante el trabajo, etc.)

¿Cuáles son las fuentes que se pueden consultar en busca de información? (Libros, enciclopedias, revistas, posiblemente películas o programas de televisión, artículos en periódicos, etc.)

¿Qué fue lo que le dió la fama a tu personaje o al evento (= hecho) que escogiste? ¿Cuál fue la cualidad tan especial que convirtió a tu personaje o al evento en algo de tanto éxito?



El submarino BEN FRANKLIN fue diseñado para estudiar La Corriente del Golfo.

Sección C: Viajes de descubrimiento

Mural de la exploración oceánica

Grados K–6

Objetivo

El estudiante podrá nombrar en forma cronológica varios hechos (= eventos) importantes que llevaron a la investigación marina a lo que conocemos hoy en día.

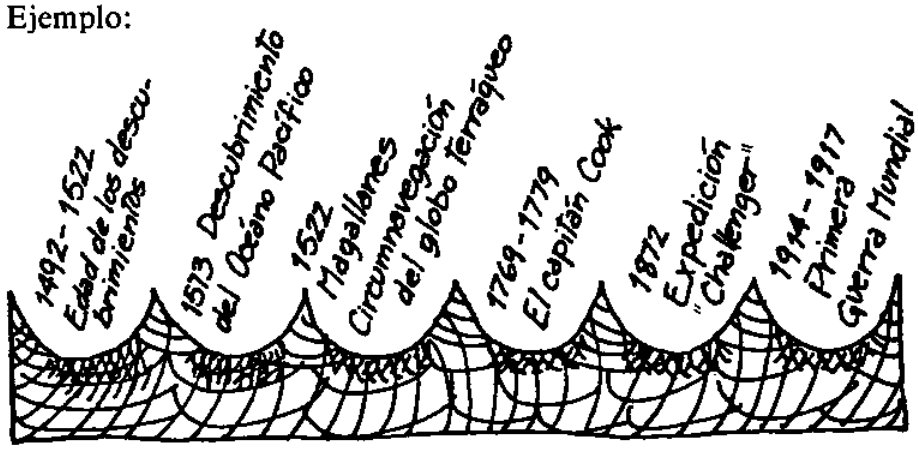
Materiales

Papel de envolver [3 a 5 m. (10 a 15 pies) de largo], lápices de cera (= crayones) o pinturas.

Actividad

Cuelgue en la muralla (= pared) un trozo largo de papel. Deje que los estudiantes hagan un resumen de las contribuciones de la ciencia de la oceanografía en el gráfico. Haga que los estudiantes incluyan ilustraciones.

Ejemplo:



Preguntas

¿Como podemos decidir cuáles eventos podemos incluir en nuestro mural? (Deje que los estudiantes den sus sugerencias.) *¿Deberíamos incluir las fechas? ¿Qué le van a decir las fechas a la gente que vea el mural? ¿Cómo podemos señalar que algunos de los eventos son más importantes que otros?* (Dos maneras para ello serían por medio de ilustraciones y variando el tamaño de las letras.) *¿Cómo podríamos distinguir entre los países representados en cada evento?* (Podemos escribir los nombres y los eventos en un color diferente para cada país, como en rojo para Estados Unidos, en verde para Gran Bretaña, etc.)

Viajes de descubrimiento

Grados 4–6

Objetivo

El estudiante podrá enumerar y/o ilustrar algunos de los cambios que ocurrieron en la geografía como consecuencia del descubrimiento de nuevas tierras.

Materiales

Papel, lápices, lápices de cera [(= crayones) si gusta], libro o mapa en que se muestre el mundo de Magallanes (y do otros exploradores) y el mundo de hoy.

Actividad

Dibuje un mapa del mundo que sea típico de los usados por Magallanes al realizar sus navegaciones. Repita esto con otras exploraciones (de Colón, de Cook, etc.). Compare esto mapas con un mapa de hoy en día. Haga una lista de los cambios que haya observado.

Preguntas

¿Cuáles son algunas de las diferencias más importantes que Ud. observa en cada uno de los mapas? ¿Y las similitudes? (Coloque los mapas en orden cronológico. Los alumnos harán sus propias observaciones. Ellos deberían señalar que en cada mapa van apareciendo nuevos cuerpos de agua y de tierra y que cada mapa mostrará el viejo mundo de Europa y Asia y el Mar Mediterraneo, etc.) *¿Puede Ud. ver cómo un descubrimiento temprano podría ayudar a un explorador años más tarde?* (Las respuestas pueden variar. Los primeros descubrimientos podrían ayudar a los exploradores posteriores al proveerles de informaciones para la navegación y a darles la motivación para aventurarse aún más lejos que antes para descubrir nuevas tierras y océanos.) *¿Cómo podrían haber restringido los viajes los primeros mapas?* (Ellos no mostraban muchos de los lugares lejanos a los cuales la gente hubiese viajando de saber que estos lugares existían. Ellos daban una visión inexacta del mundo, con la tierra vista como si estuviese rodeada por el mar. Con esta visión la gente pensaba que el mar era el límite del mundo y por lo tanto limitaba sus viajes.)

Herramientas del investigador: El disco Secchi

Grados K-6

Objetivo

El estudiante podrá construir herramientas similares a aquellas usadas por el investigador marino.

Materiales

Un trozo de madera de forma circular, de 30 cm. diámetro (madera terciada o prensada), un taladro, como 6 m. (20 pies) de cuerda, un perno, golilla (= arandela) y tuerca, un trozo de plomo de más o menos 5 por 5 cm. pintura esmalte blanca, brocha, regla, solvente para la pintura, papel y lápices.

Actividad

Demuestre cómo se construye un disco Secchi. Pinte el círculo blanco. Cuando la pintura se halla secado perfore un agujero por el centro del disco, dicho agujero deber ser de un tamaño suficiente para pasar el perno. Perfore tres agujeros más, equidistantes y cercanos al borde del disco y de tamaño suficiente para pasar la cuerda a través.

Perfore un agujero por el centro del trozo de plomo. Coloque el perno por arriba en el centro del disco. Ponga el plomo en el perno que asoma por debajo, después la golilla y finalmente la tuerca. Apriételos bien.

Corte tres trozos de cuerda (50 cm. de largo) y fije (= amarre) cada uno de ellos a los agujeros de la periferia. Junte los extermos sueltos y amárrelos. Asegúrese de que el disco cuelga parejo. Amarre el trozo de cuerda restante al nudo.

El disco Secchi se va a ver como éste:

Grados K–6

Actividad (continuación)

Haga que los estudiantes construyan un disco Secchi. Use este disco para medir la claridad del agua. Baje el disco al agua lentamente hasta que ya casi no se vea. Anote esa profundidad. Continúe bajando el disco hasta que éste desaparezca completamente. Súbalo lentamente hasta que se pueda apenas divisar de nuevo. Anote esa profunidad. Saque el promedio de las dos medidas. El resultado es la profunidad usada para determinar la claridad del agua en esa área.

Repita esta operación en diferentes sitios (en mar abierto, desde un muelle, en el puerto) o en diferentes lugares en el mismo istio. Varíe la hora del día en que haga las medidas (y el día del año). Anote las condiciones del día (nublada, con sol, viento, etc.).

Preguntas

¿La claridad del agua varía de un lugar a otro en el mismo cuerpo de agua? (Sí. Dependiendo de donde se hagan las mediciones, puede que haya más o menos sedimentos en suspensión en el agua, así como microorganismos viviendo en ella.) *¿Varía la claridad de un cuerpo de agua a otro?* (Sí. Al igual que los diferentes cuerpos de agua varían en color y temperatura, así también varían ellos en claridad.) *¿Es afectado esto por las nubes y el viento? ¿Cómo?* (Sí. Las nubes limitan la cantidad de luz solar que penetra el agua. El viento causa lo mismo al agitar la superficie del mar lo que causa que los rayos de luz sean reflejados de vuelta a la atmósfera en vez de penetrar el agua.) *¿Afectan también esto la temperatura y la estación del año?* (Sí.) *¿Por qué los científicos se interesan tanto en la claridad del agua?* (Por muchas razones. Algunas cosas que se determinan al medir la claridad incluyan: la cantidad de plancton en el area, la productividad primaria, y la cantidad de sedimentos arrastrados al mar desde tierra.)

Herramientas del investigador: La red de plancton

Grados 4–6

Objetivo

El estudiante aprenderá a usar y a construir herramientas similares a aquellas usadas por el investigador marino.

Materiales

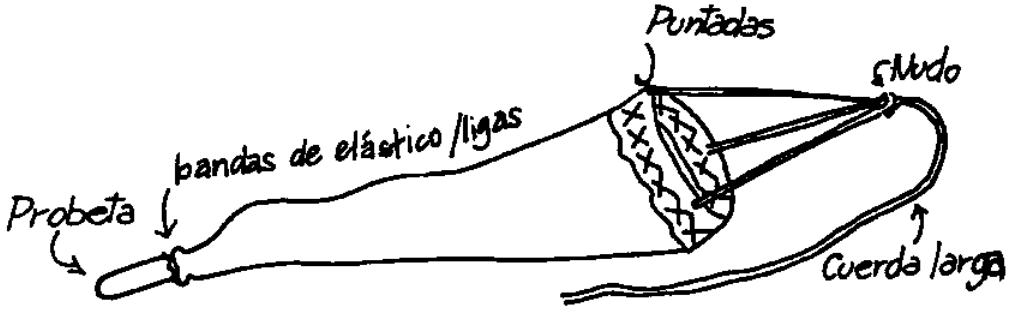
Una media de nylon, un colgador de alambre, un cortaalambres (= un par de alicates), probeta (laboratorio químico), ligas (= bandas de elástico "rubber bands"), algunos frascos (= botes) de vidrio con su tapa, tijeras, alambre delgado, un microscopio, hilo grueso, una aguja grande, una cuerda, un termómetro, papel y lápices.

Actividad

Demuestre cómo se construye una red de plancton. Corte el gancho del colgador de alambre y tírelo. Con el alambre restante forme un círculo del tamaño aproximado de la abertura de la media. Asegure los dos extremos del alambre con el alambre delgado.

Ponga la abertura de la media sobre el círculo de alambre y enseguida vuélvala al revés. Porceda enseguida a asegurar la media al alambre cosiéndola cuidadosamente con el hilo y la aguja.

Abra un agujero pequeñito en el extremo del pie de la media, de un tamaño suficiente para deslizar la probeta en él. Asegure la probeta con las bandas de elástico alrededor del cuello de la probeta.



Grados 4–6

Actividad (continuación)

Corte tres trozos de cuerda de 30 cm. (10 pulgadas) de largo cada uno y amarre un extremo de ellos al círculo de alambre, separadas a ⅓ aproximadamente. Amarre juntos los extremos restantes y asegúrese de que la red cuelgue pareja. Asegure la cuerda larga al nudo. Su red de plancton debería de verse así:

Haga que los estudiantes construyan una red de plancton. Use la red de la siguiente manera.

Baje la red por el costado de un bote que se vaya moviendo y téngala en el agua por un mínimo de 20 minutos. Suba la red lentamente y retire la probeta de ella. Ponga el agua de la probeta en un frasco de vidrio y tápelo. Anote la siguiente información: el lugar en que se tomó la muestra, la hora y la fecha, la temperatura del agua (si tiene un termómetro).

El experimento es aún más interesante si usted puede tomar muestras en diferentes tipos de agua y si después compara dichas muestras (como agua dulce, agua salada, y agua de ríos, de lagunas del océano, etc.).

Cuando vuelva a la sala de clases haga que los estudiantes observen las muestras a través de un microscopio [o a través de una lupa (= lente de aumento) potente si no tiene un microscopio]. Haga que sus alumnos dibujen algunos ejemplos de los que vieron. Dígales que hagan una lista de los diferentes tipos y que los clasifiquen.

Grados 4–6

Preguntas

¿Qué es lo que ves? (Las respuestas variarán. Probablemente los estudiantes verán formas pequeñas e irregulares, las cuales describirán en sus propias palabras. Ellos pueden estar viendo burbujas de aire, motitas de polvo, plancton, etc. El plancton les puede parecer a ellos como florecitas o insectos.) *¿Ud. encontró plancton?* (El plancton existe en casi todo tipo de agua. La mayoría de los componentes del plancton son microscópicos.) *¿Podría identificar el plancton si fuese necesario?* (Los profesores necesitarán tener libros con ilustraciones o dibujos a su disposición. De este modo los estudiantes podrán luego identificar diferentes formas de plancton como diatomeas, dinoflagelados, copépodos, larvas de peces o de crustáceos, etc.) *¿Cuántas clases de plancton ve Ud? ¿Cuáles son sus diferencias y sus similitudes?* (Las respuestas dependerán de lo que los estudiantes vean en sus propias muestras. Probablemente va a haber diferencias en forma y tamaño. Algunos serán similares por el hecho de tener cilios, cuerpos segmentados, etc.) *¿Qué es el plancton?* (El plancton son las plantas y animales que van a la deriva en el agua. Ellos son transportados principalmente por las corrientes. Se puede clasificar al plancton en dos grupos muy amplios: el fitoplancton que son las plantas y el zooplancton que son los animales.) *¿Por qué los científicos deberían interesarse en el plancton?* (Porque el plancton es parte de la cadena alimenticia de la cual depende la vida. Ambos tipos sirven de alimento a animales más grandes, los cuales a su vez sirven de alimento a animales más grandes, los cuales a su vez sirven de alimento a animales aun más grandes y así sigue. Vea la Sexta Unidad, Ecología Marina: Si tú me rascas la espalda, yo rascaré la tuya . . . , de *Húmedo y Salvaje*, "El mar abierto.")

La libertad para explorar

Grados K–6

Objetivo

El estudiante reconocerá la importancia del "*Aqualung*" (=equipo de buceo autónomo) como herramienta usada por el hombre para explorar los océanos.

Materiales

Papel y lápices, lápices de cera (=crayones), arcilla (optativo).

Actividad

Lea y discuta con sus alumnos la historia acerca de Jacques Cousteau y el "aqualung," "Libertad para explorar," en página 46. Haga que los estudiantes escriban una historia de los que ellos harían si tuvieran la oportunidad de pasar un tiempo largo debajo del agua. Algunos de ellos podrían interesarse en escribir o contar de cómo sería la vida si ellos vivieran en una comunidad submarina o si vivieran en un laboratorio marino bajo el mar. Los alumnos de menor edad pueden hacer un dibujo al respecto, mientras que los mayores pueden corroborar su historia con ilustraciones.

La clase en conjunto puede construir una ciudad submarina haciendo uso de la arcilla.

Preguntas

¿Qué es lo que aún evita que podamos sentirnos bajo el agua como en nuestra casa? [La presión, la falta de aire para respirar y/o agallas (gills).] *¿Qué es lo que podemos hacer y sentir cuando usamos el "Aqualung" (equipo de buceo autónomo) que no podríamos experimentar de otro modo?* (La libertad para moverse y explorar bajo el agua, tiempo adecuado para explorar, etc.)

Grados K–6

Preguntas (continuación)

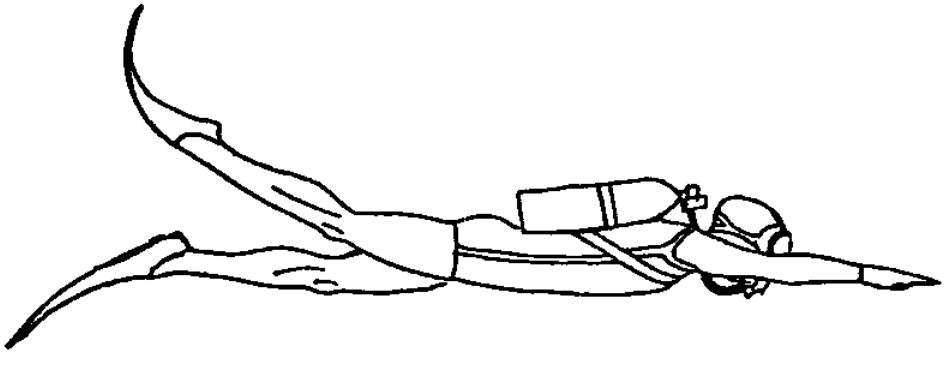
Si Ud. viviera en una comunidad o en un laboratorio submarino ¿qué clases de equipo piensa que podría necesitar? (Las respuestas variarán de acuerdo a la imaginación de los estudiantes. Ellos deberían tener en cuenta, junto con sus propias ideas, aquellos equipos vitales para la vida que proveen de gases para respirar, alimentos para comer y agua para beber; además deben de considerar la protección contra los extremos de presión y temperatura; las necesidades de transporte y comunicación con el mundo exterior, ya sea la superficie del mar o la superficie de la Tierra.) *¿Cómo se vería su vivienda submarina?* (Las respuestas variarán de acuerdo a la imaginación de los estudiantes. Las habitaciones submarinas existentes tienen diferentes diseños y a menudo tienen varios de los siguientes componentes: una cámara grande de paredes gruesas como protección contra la presión del medio ambiente, una ventana transparente de forma de burbuja para poder observar el mundo submarino, brazos como los de un robot para recolectar información, cordones "umbilicales" hacia sistemas de apoyo en la superficie, cámaras y luces para tomar fotografías, etc.) *¿En qué forma es afectado su peso? ¿En qué forma influye eso en la forma que tenemos de movernos?* (Esto depende de si Ud. está dentro de la habitación submarina o afuera, en el agua. Si Ud. se encuentra dentro de la habitación su cuerpo está sumergido en aire como en la superficie. Esto significa que Ud. deberá ser capaz de moverse del mismo modo como se movería en su casa, en tierra firme. Ahora, si Ud. estuviera fuera, en el agua, su cuerpo perdería su peso como en el espacio exterior. Esto significa que Ud. no tendría apoyo para empujar. Por esto si Ud. tratara de mover un objeto pesado bajo del agua se movería Ud. y no el objeto. Además es más cansado moverse en el agua que moverse en el aire debido a la densidad del agua que es mucho mayor. Si los alumnos están interesados ellos pueden investigar acerca del principio de Arquímedes y otras leyes físicas que afectan al medio ambiente submarino y al diseño de equipos para ser usados bajo el agua.)

Grados K–6

La Libertad para Explorar

Durante la Segunda Guerra Mundial un joven francés, Jacques-Yves Cousteau, decidió resolver un problema que le había preocupado por años. El siempre había soñado con explorar el océano sin tener que usar equipos estorbosos. El quería poder nadar con la libertad de un pez. Por eso necesitaba un regulador para su tanque de aire comprimido. Este regulador serviría para regular el flujo de aire comprimido a sus pulmones. Cousteau supo de un ingeniero, Emile Gagnan, que era un experto en el manejo de gases bajo presión. Los dos se reunieron y trabajaron en conjunto en el desarrollo de un regulador que le entregara la cantidad de aire adecuada al buzo (= buceador). Cousteau llamó al aparato completo el "Aqualung."

Cuando él lo probó por primera vez, quedó desilusionado porque el equipo no funcionó cuando él estaba cabeza abajo ("upside down"). Pero después de unos pequeños ajustes, Jacques-Yves Cousteau nadó bajo el agua con la libertad que había anhelado. Podía nadar en cualquier posición y moverse como si perteneciera al mar. Desde 1943 milliones de personas alrededor del mundo han usado el "Aqualung." En los Estados Unidos este equipo es conocido con el nombre de SCUBA, o sea, Self Contained Underwater Breathing Apparatus (Equipo Autónomo de Respiración Submarina).



"De pies a brazas"

Grados 4-6

Objetivo

El estudiante podrá convertir medidas de una unidad a otra (de un sistema a otro) y entender la manera en que están relacionadas.

Materiales

Un relato, un libro o un artículo cuyo tema sea relacionado con la oceanografía (investigación o mito, etc.), papel y lápices, un gráfico (= tabla) con las equivalencias de unidades.

Actividad

Haga que los estudiantes lean o escuchen un relato, un artículo, etc. cuyo tema sea el océano [puede ser algo real o no real (= ficticio)] que contenga algunas medidas en él (brazas, millas, direcciones, velocidad, tiempo, etc.) Haga que los estudiantes conviertan todas las distancias a otra forma, por ejemplo, del sistema decimal al sistema métrico o al sistema náutico, etc.

Preguntas

¿Tienen todos los países el mismo sistema de medidas? (No.) *Nombra algunas de las unidades que nosotros usamos.* (Millas, pulgadas, metros, leguas, nudos.) *¿De qué modo podría una persona entender las medidas usadas en otro país que sean diferentes a las suyas?* (Tendría que llevar una tabla de equivalencias.)

Y los científicos, ¿usan otros tipos de medidas? (Sí.) *¿Cuáles son las que usan los oceanólogos?* [Nudos, brazas, millas náuticas, hora náutica (a base de 8 campanas), etc.] *¿Cuál sería la ventaja de tener un sistema universal?* (Sería mucho más fácil comunicarse con otra gente.)

Las matemáticas y el mar

Grados 4–6

Objetivo

El estudiante se familiarizará con las unidades de las medidas que se usan en la oceanografía y podrá usarlas en idear un problema práctico.

Materiales

Papel y lápices, tabla de equivalencias para convertir las unidades corrientes en unidades náuticas.

Actividad

Organice la clase en grupos diferentes. Cada grupo será responsable de inventar problemas matemáticos que envuelvan el trabajo con unidades náuticas. Si se desea ellos podrán ilustrar su problema con dibujos adecuados. (Esto podría hacerse también en forma individual.) Después de un período de tiempo determinado reuna de nuevo a la clase. Haga que los problemas sean intercambiados entre los diferentes grupos, por un tiempo corto, en el cual cada grupo trate de resolverlos. Después que todos hayan tenido la oportunidad de resolver cada problema, se darán los resultados para designar al vencedor. También se puede asignar distintos sistemas de unidades a los diferentes grupos para que todas las unidades de dichos sistemas sean usadas. Si alguno de los sistemas de medidas es más difícil, se le puede dar un valor más alto como corresponda.

Algunos ejemplos de lo que se puede incluir son: métodos de navegación (direcciones, brújula), medición de corrientes (velocidad y direcciones), medición de temperaturas (incluyendo la conversión de grados Celsio a Fahrenheit y viceversa), variaciones de temperatura de una área a otra y de una estación a otra, medición de salinidad (y la variación en diversas áreas), mediciones de latitud y longitud, cartas de profundidad (= cartas batimétricas) y ubicación de fosas, etc., medición de la claridad del agua, de la velocidad de las embarcaciones (en nudos), etc.

Pregunta

¿Cuáles son algunas de las medidas náuticas que no pueden ser utilizadas en tierra? [En tierra firme no se pueden usar las medidas de salinidad ó la velocidad en nudos, comúnmente no se usan las leguas o las brazadas para medir profundidad. Por otro lado el equivalente a la velocidad y dirección de las corrientes sería la velocidad del viento en tierra (el aire y el agua son ambos fluídos); la claridad del agua sería visibilidad en tierra; otras medidas serían iguales.]

Barcos de investigación

Grados K–6

Objetivo

El estudiante podrá distinguir entre los diferentes tipos de embarcaciones (= barcos) usadas en la investigación a través de la historia.

Materiales

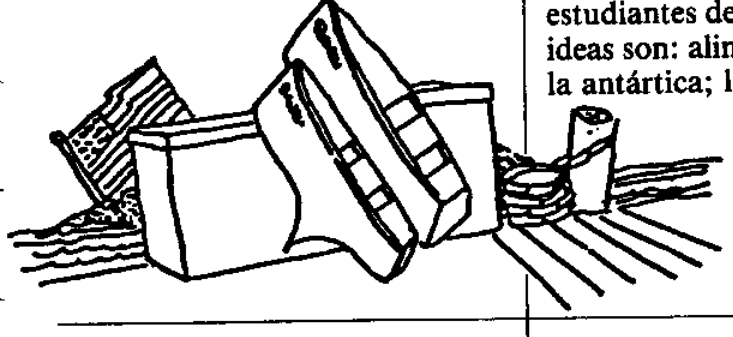
Libros o fotografías de los diferentes barcos de investigación (vea la bibliografía), utensilios para trabajar con arcilla o papel engrudo y agua, alambre (si es necesario) y pinturas.

Actividad

Haga que los estudiantes construyan modelos de un barco de investigación típico de los años 1400 (como los de Magellanes), de los años 1800 (como el "Challenger") y algún modelo más reciente (como de Trieste).

Preguntas

¿Cómo es que la technología ha cambiado la vida de los marineros o de los científicos a través de los siglos? (Trabajo, organizaciones sociales, condiciones de vida, higiene.) *¿Cómo han cambiado las embarcaciones?* (Las embarcaciones han cambiado de diferentes maneras, principalmente por adelantos en la tecnología. Los estudiantes pueden notar las diferencias de tamaño, forma, materiales usados, tipo de propulsión y además en sus capacidades. Por ejemplo, en la última categoría, Magallanes no fue capaz de medir la profundidad de los océanos porque su escandalo no tenia una cuerda suficientemente larga. El *Challenger* fue diseñado como barco oceanográfico y contenía instrumentos sofisticados y otros equipos. El *Trieste* fue un batiscafo y como tal tuvo la capacidad de sumergirse en el punto más profundo del océano, la fosa de las Marianas.) *¿Cuál debería ser, en su opinión, el enfoque que se deberia dar a las futuras exploraciones en el mar?* (Los estudiantes deberán dar sus proprias opiniones y sus razones. Algunas ideas son: alimentos, energía, recursos minerales; investigación básica; la antártica; las afluencias termales, etc.)



¿Has oído lo que están pidiendo en estos días por una "plataforma" continental?

Sección D: Herramientas y barcos del investigador

Travesía del Ártico

Grados 4–6

Objetivo

El estudiante reconocerá algunos términos comunes relativos al Ártico.

Materiales

Una copia dito o a mimeógrafo de la lista de palabras a continuación junto con el juego de la página siguiente para cada estudiante o grupo de ellos.

Actividad

Haga que los estudiantes trabajan en grupo o en forma independiente para encontrar las palabras.

Preguntas

¿Cómo piensa Ud. que sería vivir en el Ártico? (Las respuestas variarán de acuerdo a la imaginación del estudiante o su conocimiento. Algunas ideas relacionadas a los juegos y a los amigos son: No va a haber árboles para trepar o flores que recoger o pasto que cortar. No se podrá ir a nadar, ni siquiera tener peleas con pistolas de agua porque el agua se congelaría en la pistola. Tu perro no podrá salir a jugar contigo afuera a menos que fuera un perro esquimal ("Alaskan Husky"), los cuales tienen una piel muy gruesa. Algunos de sus amigos podrían ser esquimales, los cuales se ven diferentes que nosotros y que seguramente tienen creencias diferentes a las nuestras. Ellos pueden tener canoas hechas de piel de morsa, pueden tallar objetos de colmillos de morsa y disfrutar realmente delicadeces como grasa de ballena y carne cruda de focas y otros mamiferos marinos.) *¿Cómo afectaría el frío a su rutina diaria?* (Los estudiantes deberían dar sus propias ideas. Si su hogar fuese bien aislado contra el frío, la vida podría no ser muy afectada. De todas maneras cada vez que se quisiera salir a jugar habría que arroparse con parkas, botas, mitones, etc. Ellos tendrían que poner atención a los avisos de tormenta y no salir si hay anuncio de una. Si salieran, a pesar de la advertencia, la visibilidad podría ponerse tan mala que podrían no ver su casa a 6 metros de distancia.) *¿Cómo afectaría la cantidad de horas de luz a su rutina diaria?* (Los estudiantes deberían dar sus pro-

Preguntas (continuación)

pias ideas de lo que harían en verano cuando los días son extremadamente largos, con más de 20 horas de luz, y en el invierno cuando las noches son igual de largas. En la noche se podría salir afuera para disfrutar mirando las auroras boreales que son arcos de luz en el cielo. En el interior de la casa durante el día se necesitarían muchos libros o juegos electrónicos. Ellos se sorprenderían extremadamente si supieran que en las regiones árticas se pueden cosechar inmensas sandías y frutillas en verano debido a lo extremadamente largo de los días.)

Procedimiento

Encuentra dentro del cuadrado las palabras que están en la lista siguiente. Encierra en un círculo cada una de las palabras que encuentres. Las palabras se encuentran de arriba abajo y de abajo arriba, de la izquierda a la derecha, de la derecha a la izquierda o en diagonal.

aceite (de foca)
Ártico
bajo cero
bastón
bloques de nieve
Cambridge (bahía)
canoa
caribú
esquimal
estación
focas
fuera de borda (motor)
ganso (silvestres)
glotón
grasa
grietas (en el hielo)
guía
hielo
iglú
lobos
Mackenzie (costa)
mar
osos polar
paila (utensilio de cocina)
parka
pasos (en las montañas)
perros
pescado
petróleo (de quemar)
Rasmussen (ruta de)
ruta (de Rasmussen)
saco de dormir
sol
té
tienda
tierra
tormenta
trineo
tundra

Juego en la página siguiente.

Travesía del Ártico

G	O	E	F	I	P	E	T	R	O	L	E	O	T	C	E	O
R	F	S	L	U	E	E	T	E	S	T	A	C	I	O	N	C
I	U	Q	O	N	R	I	S	T	I	E	N	D	A	R	S	A
E	E	U	J	P	R	U	L	C	B	T	I	E	R	R	A	R
T	R	I	M	S	O	O	T	E	A	R	G	A	N	S	O	I
A	A	M	G	V	S	L	S	A	V	D	L	U	H	Q	U	B
S	D	A	A	R	P	R	A	T	I	C	O	O	I	G	L	U
T	E	L	R	Y	A	A	O	R	E	I	T	R	B	A	I	D
O	B	X	T	M	R	S	B	Z	U	G	O	R	H	O	R	E
R	O	O	I	Y	K	M	A	C	K	E	N	Z	I	E	S	C
M	R	K	C	N	A	U	P	A	I	L	A	P	E	N	P	A
E	D	F	O	C	A	S	B	A	J	O	C	M	L	L	E	N
N	A	P	A	S	O	S	C	E	R	O	E	Ñ	O	L	L	O
T	S	A	C	O	D	E	D	O	R	M	I	R	J	C	H	A
A	B	A	S	T	O	N	E	R	O	S	T	U	N	D	R	A
B	L	O	Q	U	E	S	D	E	N	I	E	V	E	A	S	E

Solución en la página 67.

Sección D: Herramientas y barcos del investigador

Las preocupaciones del capitán del barco

Grados 4-6

Objetivo

El estudiante podrá reconocer algunos de los términos comunes usados en los barcos.

Materiales

Una copia dito o a mimeógrafo de la lista de palabras a continuación junto con el juego de la página siguiente para cada estudiante o grupo de ellos.

Actividad

Dé una copia del juego a cada estudiante para que cada uno pueda encontrar las palabras que están en la lista. El primer grupo (o el individuo) que las encuentre todas, gana.

Pregunta

¿Cómo piensa Ud. que sería estar a bordo de un barco por largo tiempo? (Las respuestas variarán de acuerdo a la imaginación del estudiante o a las historias que hayan leído o a la experiencia de sus padres. La vida a bordo de un barco puede variar de muy aburrida a muy entretenida dependiendo del clima, del tipo y tamaño del barco y del trabajo o razón que Ud. tiene para estar a bordo.)

Grados 4–6

Procedimiento

Encuentra dentro del cuadrado las palabras que están en la lista siguiente. Encierra en un círculo cada una de las palabras que encuentres. Las palabras se encuentran de arriba abajo y de abajo arriba, de la izquierda a la derecha, de la derecha a la izquierda o en diagonal.

babor
bandera
barco
bitácora
bote
braza (medida náutica)
brújula
carga
clima
comida
coordenadas
costa
crucero
cronómetro
cubierta
dirección
espuma
estrella
estribor
girocompás
guardia
instrumentos
mampara
mares (olas)
motor
muelle
náutico
navegar
navío
neblina
nudo
océano
perro (guardián)
popa
posición
puente
puerto
proa
quilla
radar
radio
reloj
remolcador
rotor
sónar
telégrafo
timón
tormenta
vela
velocidad
viento

Juego en la página siguiente

Grados 4–6

Las Preocupaciones del Capitán del Barco

E	B	N	A	U	T	I	C	O	N	A	E	S	P	U	E	R	T	O
V	I	E	N	T	O	B	A	N	D	E	R	A	P	U	E	N	T	E
E	T	C	R	U	C	E	R	O	N	E	B	L	I	N	A	E	O	S
L	A	A	P	R	T	S	B	A	M	U	E	L	L	E	R	R	C	T
O	C	R	A	S	E	G	I	S	Z	E	D	M	R	V	R	I	E	R
C	O	G	I	R	O	C	O	M	P	A	S	O	O	E	P	N	A	E
I	R	A	A	S	R	C	O	S	T	A	D	N	P	T	U	S	N	L
D	A	M	C	O	O	R	D	E	N	A	D	A	S	C	O	T	O	L
A	B	A	O	N	T	O	C	I	C	N	A	V	E	G	A	R	D	A
D	R	M	M	A	O	N	A	L	E	R	R	I	E	U	G	U	I	E
Q	U	P	I	R	R	O	O	B	I	J	A	O	F	L	U	M	R	S
U	J	A	D	T	I	M	O	N	O	M	D	D	M	H	A	E	E	T
I	U	R	A	E	E	E	N	L	L	P	A	S	I	P	R	N	C	R
L	L	A	T	R	A	T	E	L	E	G	R	A	F	O	D	T	C	I
L	A	O	I	T	O	R	M	E	N	T	A	O	E	P	I	O	I	B
A	B	A	B	A	B	O	R	E	S	P	U	M	A	A	A	S	O	O
E	S	C	U	B	I	E	R	T	A	P	O	S	I	C	I	O	N	R

Solución en la página 68.

Sección E: La gente y el mar

La gente y el mar en historias

Grados K–6

Objetivo

El estudiante leerá/escuchará una novela o un relato (=cuento/historia) de gente y el mar, y se dará cuenta de la imaginación del hombre, su curiosidad y su sed de conocimiento. El estudiante podrá ilustrar la novela/el relato haciendo uso de alguna de las artes.

Materiales

Relatos, pinturas, papel mural, papel de dibujo.

Sugerencias:

Kon Tiki, de Thor Heyerdahl. (Vea la película "Kon Tiki" en la sección de recursos al final de esta unidad.)
La Odisea, de Homero.
El mar viviente, de Jacques-Yves Cousteau.
Trabajadores del mar, de Victor Hugo.
Veinte mil leguas de viaje submarino, de Julio Verne.
La expedición de la balsa Ra, de Thor Heyerdahl.

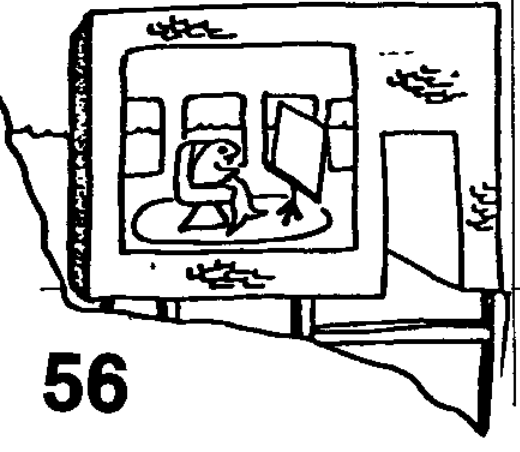
Otros libros que tratan de: La Atlántida, el Monstruo de Loch Ness, los viajes del Capitán Cook, Colón y otros exploradores.

Actividad

Dependiendo de las habilidades de los estudiantes y de los objetetivos del profesor/de la profesora, lea un relato famoso (o una parte) o haga que el estudiante lo lea por sí mismo. Después deje que los estudiantes cuenten el relato de nuevo por medio de una serie de ilustraciones o en un mural.

Preguntas

¿Cuál fue tu parte favorita del relato? ¿Que partes deberíamos incluir en la ilustración? ¿Cómo hicieron que te sintieras los los diferentes pasajes del relato? (Si la clase ha leído más de un relato, compárelo en su estilo, la emoción lograda, la realidad vs. la ficción, recursos emocionales, tipos de vida presentada, personajes principales, etc. *¿Qué o quien fue tu personaje favorito? ¿Por qué?*



Sección E: La gente y el mar

¡Buen viaje!

Grados K–6

Objetivo

Los estudiantes podrán discutir y representar una obra acerca de una de las expediciones oceanográficas famosas.

Materiales

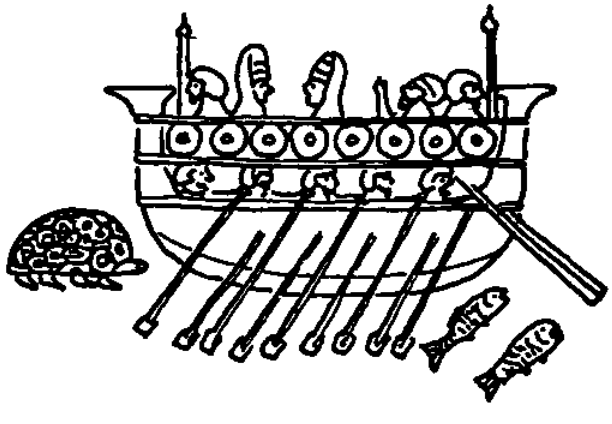
Un relato vestimentas (= disfraces) y escenario adecuado. (Utilice la lista de relatos que se sugirió en la lección previa, "El hombre y el mar en los relatos.")

Actividad

Lea en voz alta el relato de una expedición marítima. (Use de preferencia uno que tenga ilustraciones; vea la bibliografía.) Haga que el grupo organice una representación teatral basada en dicho relato.

Preguntas

¿Con qué dificultades se encontraron los exploradores? ¿Hemos superado dichas dificultades hoy en día? ¿Qué dificultades (=problemas) tenemos todavía? ¿Cuál fue el obstáculo principal que ellos debieron de superar? ¿Qué problemas adicionales tenemos hoy en día? ¿Podrá ayudarnos la tecnología?



Sección E: La gente y el mar

Diseñando la cubierta de un libro

Grados K–6

Objetivo

El estudiante podrá, después de leer o escuchar un relato una acerca del mar, crear una cubierta de libro para ilustrar el relato y podrá escribir un resumen (= sinopsis) de él para despertar el interés de leerlo en otras personas.

Materiales

Un relato, papel de dibujo para diseñar la cubierta del libro, acuarela, marcadores de colores o lápices de cera (= crayones).

Actividad

Léale a la clase un relato cuyo tema sea el hombre y el mar, o haga que ellos mismos lo lean. (Vea la lista de relatos que se sugirió en la lección "La gente y el mar en historias.") Después de que se haya leído el relato haga que los estudiantes diseñen un dibujo para la cubierta del libro. Haga también que escriban un resumen del relato y que escriban dicho resumen en letra de molde en el doblez (= solapa "*flap*") de la cubierta. Otra actividad sugerida es la de averiguar acerca de la vida del autor y escribir un resumen acerca de él para colocarlo en el doblez de la contratapa o en la contratapa misma. Exhiba las cubiertas producidas, en la sala de clases o en la biblioteca de la escuela.

Preguntas

¿Qué parte del relato escogerás para ilustrar la cubierta? ¿Puedes pensar en algún diseño que podría representar el espíritu de todo el libro? (Recuerda que tú quieres lograr que otros se interesen en leer el libro.) *¿Qué es lo que incluirás en tu resumen? Tu resumen, ¿hará que otros se interesen en leer el libro? ¿Quieres contarles el final o prefieres que ellos se interesen en averiguarlo por sí mismos? ¿Qué escribirás acerca de la vida del autor? ¿Ha escrito él/ella otros libros? ¿Le interesaría a la gente conocer estas cosas)?*

Sección E: La gente y el mar

Una vieja historia con un nuevo final

Grados K–6

Objetivo

Después de escuchar/leer un relato acerca del mar, el estudiante creará un final diferente para el relato con objeto de estimular su imaginación y habilidad para terminar un episodio.

Materiales

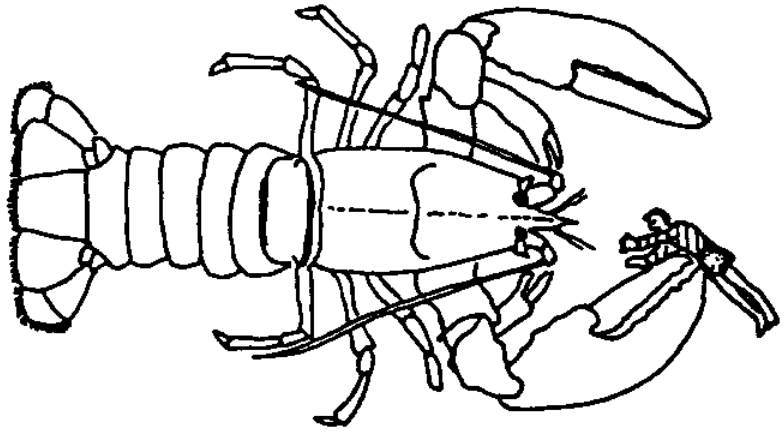
Un relato, papel, y lápices.

Actividad

Lea un relato a la clase acerca del hombre y el mar (o haga que lo lea cada uno individualmente). (Vea la lista de relatos que se sugirió en la lección "La gente y el mar en historias.") Al término de la lectura haga que cada estudiante escriba su propia versión del nuevo final. Comparta estas versiones originales con la clase.

Preguntas

¿Te gustó el relato? ¿Qué te pareció el final? ¿Fue alegre o fue triste? ¿Te hizo pensar? ¿Podrías pensar en un final diferente? ¿Expresa un sentimiento diferente el final tuyo? ¿Podría ser tu final uno que deje al lector con la duda acerca de lo que pasó? (Podría dejar un interrogante o crear la duda.)



Sección E: La gente y el mar

¿Existe realmente el monstruo en Loch Ness?

Grados 4–6

Objetivo

Después de escuchar la leyenda acerca de Nessie, el monstruo de Loch Ness, el estudiante podrá discutir algunos de los métodos científicos que han sido usados para probar la existencia de dicho animal.

Materiales

Revista *National Geographic*, volumen 151, No. 6, junio de 1977. Proyector opaco (si hay, para mostrar las fotos de la revista). Mapa del mundo para ubicar Escocia.

Actividad

Se dice que en Escocia (localizarlo en un mapa) existe un monstruo llamado Nessie que vive en Loch Ness. Hoy día vamos a aprender más acerca de Nessie y de como la ciencia está tratando de ver si realmente existe. ¿Crees tú que existen monstruos que viven en el mar? ¿Has visto alguna vez alguno en las películas? ¿Y en los libros? ¿Y en la vida real?

Utilice la siguiente información acerca de la leyenda. (Por favor vea la introducción a esta unidad en las páginas 13 y 17. El párrafo inicial es, "El Loch Ness de Escocia está encerrado hoy en día. . . ." El párrafo final es, "Un rastreo con red de las profundidades del lago monstruo que. . . .")

Muestre y discuta las fotografías que han sido tomadas en 1934, 1955 y 1972. (Use el proyector opaco y el ejemplar correspondiente de la revista *National Geographic.*)

Al hacer las preguntas que siguen, anime a los estudiantes a que decidan las respuestas por sí mismos y a dar sus propias razones. Algunas ideas se pueden encontrar en la introducción en la página 13, en el párrafo que empieza, "La investigación primaria occure en la frontera . . ." y en la página 17, en el párrafo que comienza, "Al momento de escribirse esto. . . ."

Grados 4-6

Preguntas

¿Comprobaron los científicos de que Nessie existía? ¿Probaron ellos que no *existía?*

¿Piensas que aquella gente que ha divisado a Nessie anteriormente y que cree que existe va a cambiar de opinión debido a la investigación científica realizada?

¿Por qué piensan los científicos que es necesario tener pruebas concretas de que Nessie existe? ¿Por qué no pueden creer ellos que existe basándose solamente en las fotografías y en las veces que se ha visto?

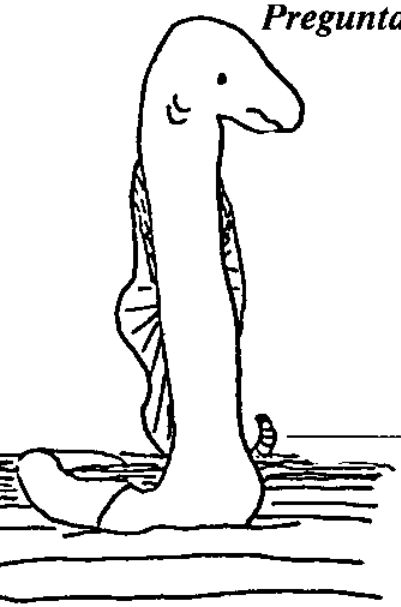
En nuestros tiempos modernos, *¿necesitan los seres humanos la existencia de algo misterioso? ¿Es posible que Nessie exista solamente porque la gente quiere creer que hay un monstruo en las oscuras aguas de Loch Ness?*

Sección E: La gente y el mar

Acerca de las sirenas y otros monstruos del mar

	Grados K–3	Grados 4–6
Objetivo	El estudiante será capaz de expresar su concepto de un monstruo marino a través del arte y el teatro.	El estudiante sera capaz de expresar su concepto de un monstruo marino a través del arte y el teatro.
Materiales	Acuarela y papel. Vasos de papel, marcadores, papel de diferentes colores, pegamento y tijeras.	Arcilla, papel y lápiz.
Actividad	Utilice la siguiente información acerca de los monstruos. (Por favor vea la introducción a esta unidad, páginas 17 y 18. El párrafo inicial es, "La existencia de criaturas fantásticas. . . ." El párrafo final dice "El mar es también un campo de crianza para monstruos misteriosos. . . .") Haga que los estudiantes dibujen sus interpretaciones de un monstruo marino, que lo pinten con acuarela y que digan donde vive, que come, quienes son sus amigos, etc. Lea los poemas (El Kraken, La Sirena, El Tritón) por Alfred, Lord Tennyson a sus estudiantes. Que ellos hagan títeres de los monstruos descritos. La cabeza de los títeres se puede hacer con los vasos invertidos. Las caras se pueden dibujar con los marcadores y se puede cortar bigotes y pelo de papel que se le pegan con el pegamento. Los	Utilice la siguiente información acerca de los monstruos. (Por favor vea la introducción a esta unidad en las páginas 17 y 18. El primer párrafo es, "La existencia de criaturas fantásticas. . . ." El párrafo final empieza, "El mar es también un campo de crianza para monstruos misteriosos. . . .") Haga que los estudiantes creen monstruos mitológicos con la arcilla. Después los pueden exibir con algunas explicaciones escritas, muy imaginativas de como estos monstruos llegaron a existir (de la gente que los "descubrío," donde se les encuentra, que es lo especial en los monstruos, etc.) Lea los poemas (El Kraken, La Sirena, El Tritón) por Alfred, Lord Tennyson a los estudiantes. Haga que formen tres grupos y que cada uno trabaje con uno de los poemas. Cada grupo puede desarrollar una sátira breve para

	Grados K–3	Grados 4–6
Actividad (continuación)	alumnos pueden insertar su mano en el vaso invertido y usar su brazo para mover los títeres cuando el profesor o un alumno de cursos superiores lea los poemas mencionados. Discuta los monstruos marinos utilizando las preguntas dadas a continuación. Anime a los alumnos para que decidan las respuestas por sí mismo y den sus propias razones. Se puede encontrar algunas ideas en la introducción en la página 18, en el párrafo que empieza, "En cualquier caso, la naturaleza no crea monstruos. . . ."	dramatizar su poema, usando cualquier material a disposición en la sala de clases para caracterizarse. Algunos de los estudiantes puede ir leyendo las líneas de los poemas mientras los otros las representan. Discuta las sirenas y otros monstruos marinos usando las preguntas que van a continuación. Anime a los estudiantes a decidir las respuestas por sí mismos y a dar sus propias razones. Se puede encontrar algunas ideas en la introducción en la página 18 con el párrafo que empieza, "El mar es también un campo de crianza para monstruos misteriosos . . . ," refiriéndose a la sirena. Respecto a otros monstruos marinos, a su historia y evidencias, se puede encontrar algunas ideas en la lección precedente, "¿Existe realmente un monstruo en Loch Ness?"
Preguntas	*¿Qué es un monstruo marino? ¿Dónde piensa Ud. que se encontraron estas criaturas? ¿Cerca de tierra? ¿Muy lejos en el océano? ¿Qué tan grande son los monstruos? ¿Por qué es que un elefante no es un monstruo?*	*¿Qué pasó con las sirenas? ¿Piensas que aún existen? ¿Se puede realmente encontrar alguna? ¿Fue la sirena un caso de error de identificación?* *Qué otras historias de monstruos marinos has escuchado? ¿Qué evidencia tenemos que apoye la existencia de sirenas o de otros monstruos marinos?*



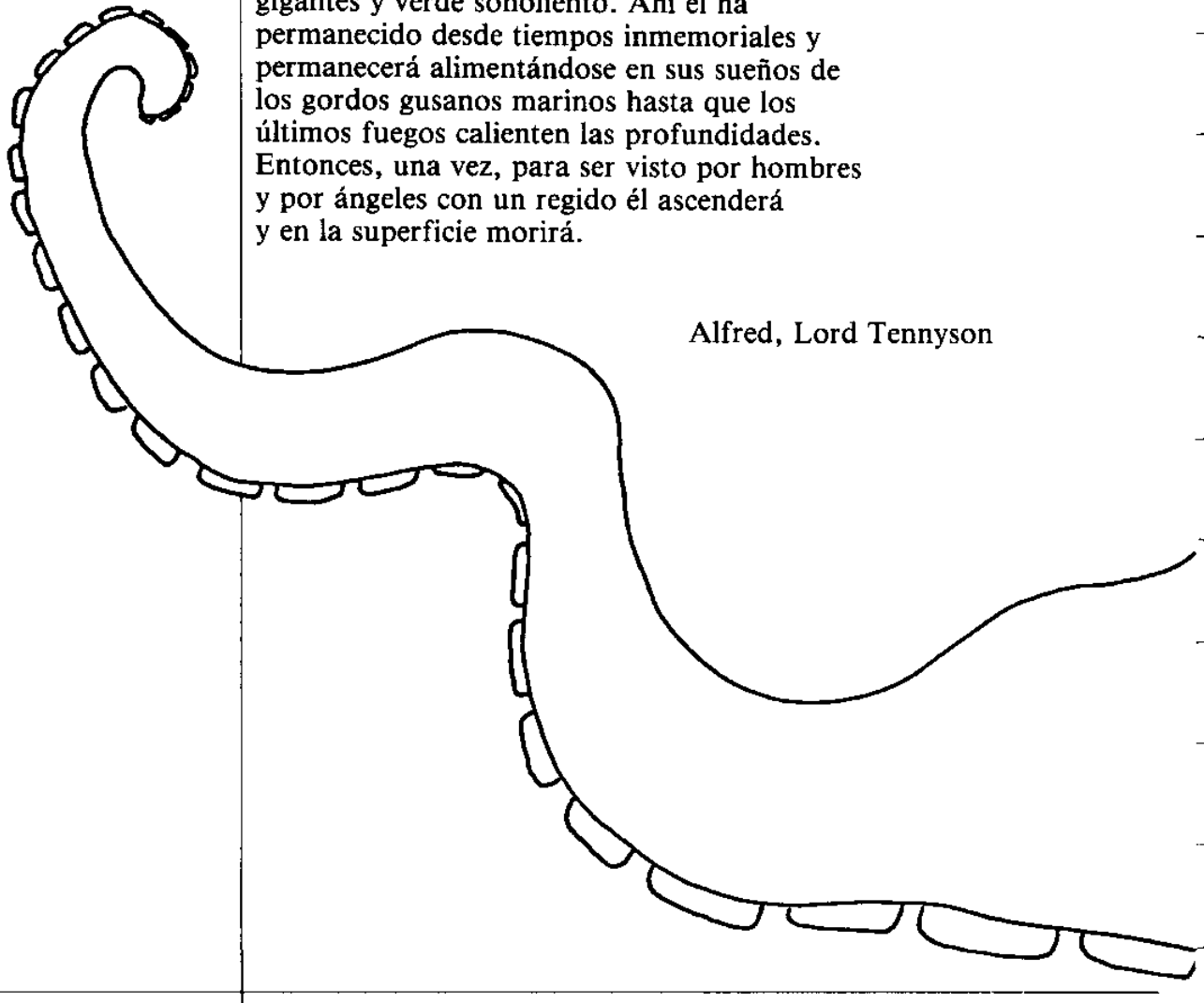
Grados K–6

El Kraken

Debajo de los truenos de las primeras profundidades lejos, muy lejos
bajo el mar abisal,

Se sueño tranquilo, antiguo e ininterrumpido,
el Kraken duerme: las débiles luces del sol
huyen de sus costados sombríos; sobre él
se hinchan esponjas de altura y crecimiento milenarios.
Y muy lejos hacia la luz enfermiza, desde muchos
interesticios y refugios ocultos pólipos
incontables y enormes arremolinan con brazos
gigantes y verde soñoliento. Ahí él ha
permanecido desde tiempos inmemoriales y
permanecerá alimentándose en sus sueños de
los gordos gusanos marinos hasta que los
últimos fuegos calienten las profundidades.
Entonces, una vez, para ser visto por hombres
y por ángeles con un regido él ascenderá
y en la superficie morirá.

Alfred, Lord Tennyson



Grados K-6

La Sirena

¿Quién quisiera ser
una linda sirena,
cantando solitaria,
peinando su cabello
debajo del mar,
en un rizo dorado,
con un peine de perlas
es un trono?

Yo quisiera ser la linda sirena;
yo quisiera cantar a mí misma
el día entero.
Peinaría mi pelo con un peine
de perlas;
y mientras lo peinara aún podría cantar
y decir,
¿quién me quiere? ¿quién no me quiere?
Yo peinaría pelo hasta que
cayeran mis rizos,

tan largos, tan largos.

Y me vería como una fuente de oro

surgiendo solitaria
con un sonido interno elevado,
sobre el trono
en medio de la sala real.

Alfred, Lord Tennyson

Grados K-6

El Tritón

¿Quién quisiera ser
un tritón valiente,
sentado solitario,
cantando solitario
debajo del mar,
con una corona de oro,
en un trono?

Yo sería un tritón valiente;
yo me sentaría y cantaría
el día entero.
Yo llenaría los espacios marinos con
una voz poderosa.
Pero en las noches saldría a rondar
y jugar
con las sirenas, entre las
rocas,
adornando sus cabellos con las blancas
flores del mar;
y sujetándolas
por sus largas trenzas
yo las besaría de nuevo hasta que ellas
me besaran

riendo, riendo,

y luego nos iríamos lejos,
lejos,
hacia los altos y pálidos
bosquecitos marinos

persiguiéndonos el uno al otro, con alegría.

Alfred, Lord Tennyson

Travesía del Ártico

G	O	E	F	I	P	E	T	R	O	L	E	O	T	C	E	O
R	F	S	L	U	E	E	T	E	S	T	A	C	I	O	N	C
I	U	Q	O	N	R	I	S	T	I	E	N	D	A	R	S	A
E	E	U	J	P	R	U	L	C	B	T	I	E	R	R	A	R
T	R	I	M	S	O	O	T	E	A	R	G	A	N	S	O	I
A	A	M	G	V	S	L	S	A	V	D	L	U	H	Q	U	B
S	D	A	A	R	P	R	A	T	I	C	O	O	I	G	L	U
T	E	L	R	Y	A	A	O	R	E	I	T	R	B	A	I	D
O	B	X	T	M	R	S	B	Z	U	G	O	R	H	O	R	E
R	O	O	I	Y	K	M	A	C	K	E	N	Z	I	E	S	C
M	R	K	C	N	A	U	P	A	I	L	A	P	E	N	P	A
E	D	F	O	C	A	S	B	A	J	O	C	M	L	L	E	N
N	A	P	A	S	O	S	C	E	R	O	E	Ñ	O	L	L	O
T	S	A	C	O	D	E	D	O	R	M	I	R	J	C	H	A
A	B	A	S	T	O	N	E	R	O	S	T	U	N	D	R	A
B	L	O	Q	U	E	S	D	E	N	I	E	V	E	A	S	E

Solución al juego de la página 52.

La preocupación del capitán: Su Barco

E	B	N	A	U	T	I	C	O	N	A	E	S	P	U	E	R	T	O
V	I	E	N	T	O	B	A	N	D	E	R	A	P	U	E	N	T	E
E	T	C	R	U	C	E	R	O	N	E	B	L	I	N	A	E	O	S
L	A	A	P	R	T	S	B	A	M	U	E	L	L	E	R	R	C	T
O	C	R	A	S	E	G	I	S	Z	E	D	M	R	V	R	I	E	R
C	O	G	I	R	O	C	O	M	P	A	S	O	O	E	P	N	A	E
I	R	A	A	S	R	C	O	S	T	A	D	N	P	T	U	S	N	L
D	A	M	C	O	O	R	D	E	N	A	D	A	S	C	O	T	O	L
A	B	A	O	N	T	O	C	I	C	N	A	V	E	G	A	R	D	A
D	R	M	M	A	O	N	A	L	E	R	R	I	E	U	G	U	I	E
Q	U	P	I	R	R	O	O	B	I	J	A	O	F	L	U	M	R	S
U	J	A	D	T	I	M	O	N	O	M	D	D	M	H	A	E	E	T
I	U	R	A	E	E	E	N	L	L	P	A	S	I	P	R	N	C	R
L	L	A	T	R	A	T	E	L	E	G	R	A	F	O	D	T	C	I
L	A	O	I	T	O	R	M	E	N	T	A	O	E	P	I	O	I	B
A	B	A	B	A	B	O	R	E	S	P	U	M	A	A	A	S	O	O
E	S	C	U	B	I	E	R	T	A	P	O	S	I	C	I	O	N	R

Solución al juego de la página 55.