

# Science Teachers Using the Internet: Issues and Opportunities for Teaching and Learning

Rosanne W. Fortner

The Ohio State University

# Science Teachers Using the Internet: Issues and Opportunities for Teaching and Learning

Rosanne W. Fortner

The Ohio State University

## ABSTRACT

According to a 1995 report from the Office of Technology Assessment, U.S. schools overall have about one computer for every nine students, and 35% of schools now have access to some kind of computer network. While computer experts and other "connected" groups may see this as cause for great joy, a sign that education is ready to take dramatically new and exciting roads to science literacy and career preparation, those implementing teacher education and curriculum development programs with electronic linkages often note that we may be going too fast on the famous information superhighway. For example, only 3% of actual classrooms have access to the internet, and access is limited mainly by school infrastructure. Most teachers, asked what technology they want most in their classrooms, respond that a telephone would be wonderful! There are, however, classrooms that are linking to each other, to the environment, to scientists, and to science databases through other exciting technologies. The range of possibilities for electronic learning in science includes environmental data collection and international sharing, with data monitored by scientists; CD-ROMs delivering interdisciplinary Earth systems data for classroom use; and teacher education



programs to assist teachers as they prepare for the opportunities ahead.

## Introduction

The history of computing has been a short but exciting one, according to *Business Week* magazine (3 April 1995). In the 1970s, clusters of terminals shared access to a mainframe or a minicomputer. Software was not user-friendly, and communication was very slow. There were practically no compatible files across systems. In the 1980s the relatively inexpensive personal computer brought computing to the people. This was a period of tremendous growth and creativity, but computing was "generally done in isolation, with only limited data. Local-area networks helped users reach beyond their desktops, but only to other users and resources within their organizations." The 1990s brought networked computing, and now near the end of the decade the Internet promises to put an entire world of information within reach of the desktop computer.

From the beginning of this revolution, teachers have seen the potential of the computer as an instructional tool for enhancement of teaching and learning. The struggle to gain access to and utilize the technology, however, has been based not only on new competition for limited education funding but also on the new competition it creates for limited teacher time. A number of studies have been done to document the level of teacher use of computers and related technologies, and the barriers to increasing that level of use. This report will focus on the issues and opportunities for networking as a means of enhancing interdisciplinary science, particularly Earth Systems education. Data reported are from studies of teachers and schools in the United States in the mid 1990s. The focus is primarily on teachers because

"All the center of effective use of instructional technology is the teacher. For students to become comfortable and effective users of various technologies, teachers must be able to make wise, informed decisions about technology" (OTA, 1995).

What factors determine whether teachers will make use of electronic networks?

In 1995 the U.S. Office of Technology Assessment (OTA) conducted a study at the request of Congress and produced a report entitled *Teachers and Technology-Making the Connection*. In brief, teachers must be convinced of

- \* the relevance of the technology to their curriculum,
- \* their competence to use the technology,
- \* availability of and access to the hardware, and
- \* support for their efforts-academically, financially, and administratively.

Thus, according to OTA, effective use of technology for education requires the factors in Figure 1.

This report deals with the key factors.

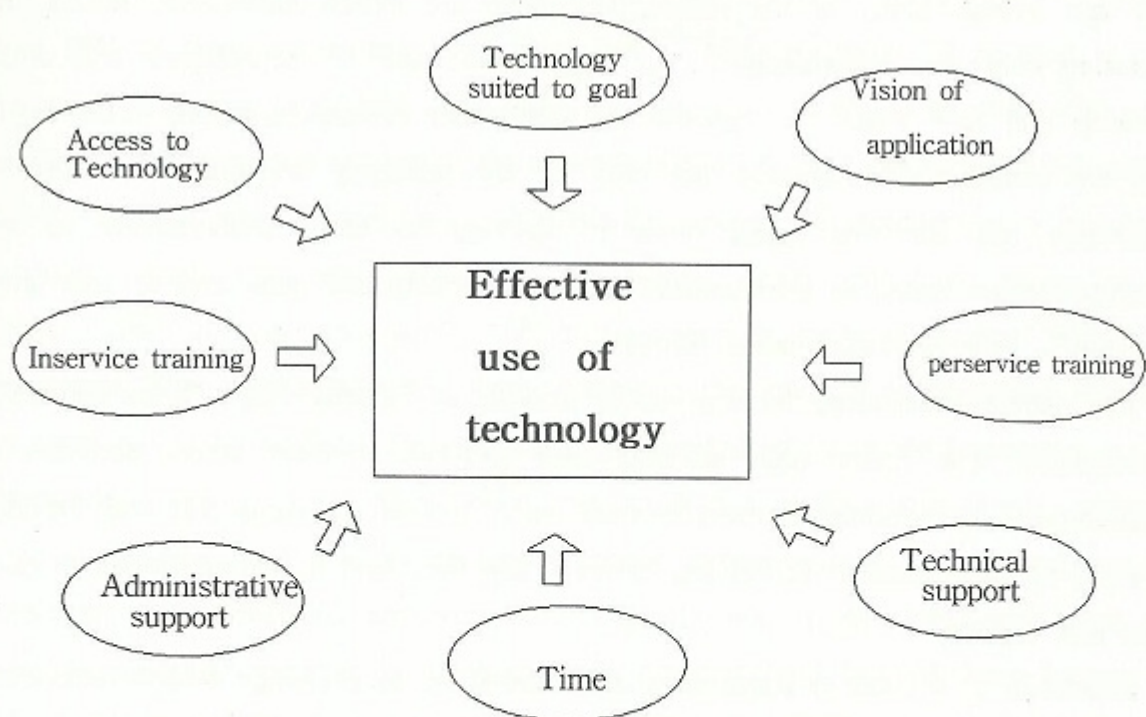


Figure 1. Factors influencing the use of technology in education. Source : OTA, 1995.



### **Why does technology lack appeal for some teachers?**

Computer zealots sometimes overlook the fact that teachers who are reluctant to "get into technology" may not see how it can enhance their teaching. This may not be the result of lack of information, and it is certainly not an anti-progress approach. Numerous teachers simply feel that the traditional education techniques are not broken, so they do not need to be fixed! As some Figure 1 factors indicate, their vision of computer applications does not match their goals for the curriculum, and their experience has provided them with many possible reasons not to adopt electronic learning tools. They may feel for example that many topics are not appropriate for technology, or standardized tests do not reward technology use, or the diversity of student learning styles can be addressed with teaching aids that are more easily available.

It is not our task as science educators to change the minds of such teachers as if they are wrong. Many of the issues they raise are indeed unresolved. Rather, it is important that we demonstrate through appropriate use of technologies and through research that new ways can enhance learning under certain conditions. This requires that we identify and capitalize not only on the academic enhancements offered by computers but also the social ones, in learning to work cooperatively to solve computer-based tasks, to electronically share and manipulate data, and to seek groups that can become new information sources.

The relevant technology for a group of students in Virginia was a 35mm camera and a telephone. The junior high students took pictures of their school activities and neighborhood, and exchanged them by mail with a school in Bosnia that was introduced to them by their Bosnian school bus driver. Then they held a conference call to talk to their new friends.

Relevance to a class in Kamchatka was offered by an exchange teacher who missed his telephone. The junior high students took pictures of their school activities and neighborhood, and exchanged them by mail with a school in Bosnia that was introduced

to them by their Bosnian school bus driver. Then they held a conference call to talk to their new friends.

Relevance to a class in Kamchatka was offered by an exchange teacher who missed his home school. He arranged with a teacher at home in Minnesota to exchange simple science information by way of the Internet. While this was higher technology, the importance of it was not the computer but the social contact and the cultural awareness that came with knowing things like what people eat, what animals are pets, how cold or hot does it get, how we get to school, and such, for people in very different regions. To listen in on their learning, use internet address <http://www.ties.k12.mn.us/kamkids/>

#### **How much technology is available to schools? (ACCESS issues)**

OTA reported that there were about 5.8 million computers in U.S. schools by spring of 1995, which averages out to one computer for about every nine students. However, almost 50% of those computers were older 8-bit models incapable of running modern software or accepting large files. The most common form of access to other computers is a modem, but only one teacher in eight has a phone line that can be used for outside calls. In fact, the most desired piece of hardware among U.S. teachers is a telephone. For those schools that have networking capabilities, nearly half have access to the internet, mostly through commercial subscription services such as America Online or Compuserve. That access most frequently occurs in the school's media center (library), so it tends not to be available for instruction but designated for student research.

Networking access on its most basic level involves a modem with proper cables to link to a computer, and a telephone line. A phone system with a switchboard will not be helpful, as interruptions are common. A private line is preferred, and when the modem is engaged there can be no voice calls made on that line. Modems for use on the internet should have the highest speed available, with 2400baud as a minimum and 14,400 or higher preferred. This will enable the information to be transferred quickly



enough to prevent boredom and wasted time. The computer needs to have a fairly large random access memory (RAM), preferably 8 megabytes or more to hold the networking software and some images. As in all computer applications, networking benefits from having the largest amount of memory and fastest speed of processing that the user can afford. It is a serious problem for most schools to maintain adequate hardware for this need.

Even if the hardware is available, a major barrier to its use is having someone available to explain it and fix it. Technology support is even more expensive than hardware purchase, and the support expert has to be able to change with upgraded equipment as well! Many schools find that the students themselves are experts on the computers, and teachers who are willing to learn from them demonstrate that learning is a lifelong activity, not just a transfer of information from the older people to the younger.

New methods are now available for downloading segments of the internet onto floppy disks. Using special software available on the internet, teachers have begun to compile lessons that are flexible enough to anticipate student searching techniques, yet they operate without being on-line. This also prevents students from exploring undesirable web sites.

Other alternatives to actual networking are becoming more available. Databases that are too large or have high traffic (too frequently accessed during school time to be realistically used on-line in schools) can be stored in huge quantities, along with interpretive software and downloadable files, on compact discs(CD-ROM). An excellent example of this technology is the Joint Educational Initiative (JEI), a cooperative product of several Earth systems agencies in the U.S. The CDs contain information from NASA space probes, remotely sensed images from satellites, geophysical data, weather and climate data back to the 1800s, oceanographic data, and such. Prices are kept low so teachers can afford to purchase the sets, many universities and data providers also have

the capability of writing customized CDs for special purposes.

### How do teachers use networking? (PROCESS issues)

The OTA (1995) did a study of how teachers who were already on-line were using their networking opportunities (Figure 2). Most of the teachers were using electronic mail, many were searching for information they needed for their own studies, and some were finding materials that their students or colleagues needed from on-line sources.

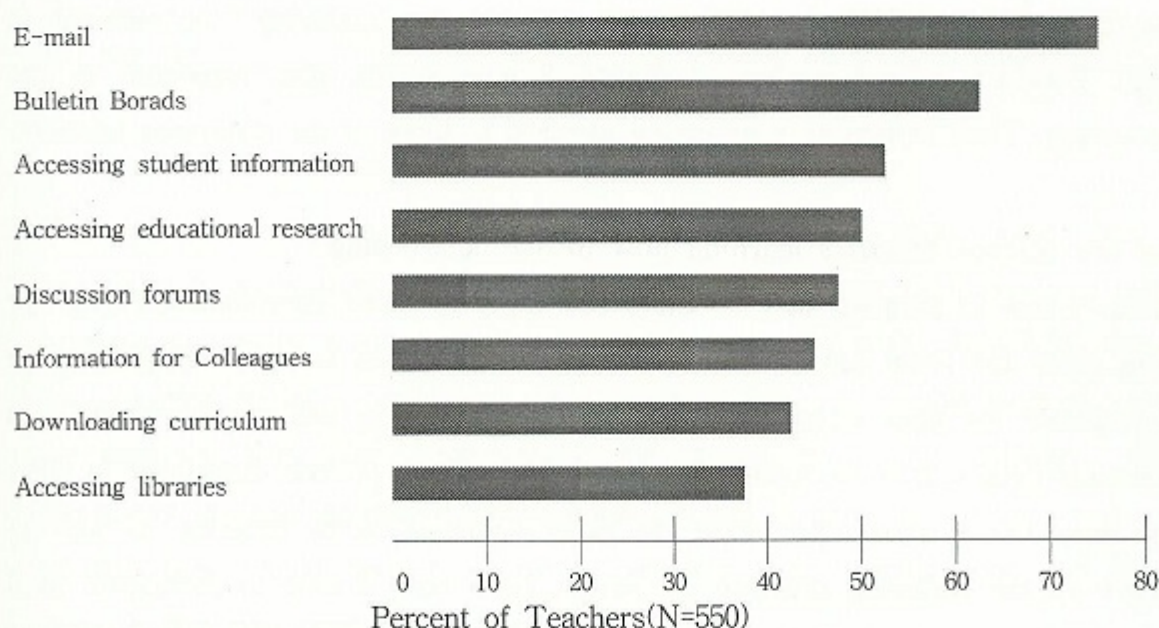


Figure 2. How U.S. teachers use their time on-line(1993 study from OTA)

This national study of U.S. schools' use of technology confirms the findings of smaller studies of science teachers conducted at Ohio State (Landis, et al, 1994). Science teachers in the OSU study were contacted through on-line bulletin boards and asked to respond to items that would assess their use of the technology. Because of the sampling



method, the teachers were a biased group, an elite of computer users who were self-selected by their contact with the networks at that opportune time. Nevertheless, among pre-college teachers the 11 U.S. and four international respondents claimed that they used their networks (some by modem and some direct lines) both at home and at work. Half of the respondents became computer users since the 1970s and the other half in the 1980s; network use began in the late 1980s for most. Time on line varied greatly. For international users the range was 2-10 hours per week; for U.S. users most were in the same range but two people reported over 20 hours of network time per week. The greatest current use (1994) was for e-mail, followed by "exploring" for material to download. Fourteen college teachers, including 6 international, also responded to the on-line survey. Their responses were nearly identical to those of the classroom teachers.

#### **How are science teachers learning how to use networking?**

A project now in progress at Ohio State University is called Environmental Data for Teaching about the Great Lakes (Fortner, 1995). The processes used in this project are being evaluated for their effectiveness in getting teachers to use environmental data from multiple data sources, including that which is available on line. Beginning in 1993, teachers from the 8 states that border the Great Lakes of North America, as well as teachers from the bordering province in Canada, have been invited to participate in a summer workshop at Ohio State. Experienced teachers who are working on graduate degrees there serve as the instructors, under the leadership of Dr. Fortner. In this data-rich Earth Systems Education workshop they learn how interdisciplinary science data are collected to answer serious environmental questions, and where those data can be obtained for use in their classes. They use printed materials, data on CD-ROMs, and on-line sources of data from both the Internet and from direct-dial sources. Types of data and their applications include such Earth Systems information as those in Table 1.

Table 1. Sample list of environmental data and their application to Earth systems questions

Data set	Earth systems topic
Breeding Bird Survey	Changes in migratory species over time; habitat loss
Water levels in the Great Lakes	Changes in precipitation patterns; relation to El Nino
Catfish facial deformities	Level of toxic chemicals in feeding areas
Decline in fish catch	Water temperature changes; overfishing; competition
Spread of nonindigenous species	Human contribution to population distribution
Toxic Release Inventory	Chemical contamination of environmental regions
Satellite images of lakes and shore	Changing patterns of land use; algae productivity, etc.
Aerial photos of shoreline	Water currents; effects of shore protection devices
Fossil fuel use	Air quality, greenhouse gas production, etc.

The teachers in their workshops are introduced to the data sources and given opportunities to apply their learning in the development of new Earth systems questions and means of seeking answers to them. They are provided with "Tool Kits" consisting of an important question, preliminary data, reference lists, and sample internet sites, plus some analysis tools like spreadsheets and image processing software. Working cooperatively in small groups, they use their tool kits to generate solutions and suggest what else they would need to know to complete their investigations. An important outcome is that new questions are generated!

It is important to note that teachers in the workshop are not expected to find the answers that the workshop leaders had already identified! Instead, like real scientists seeking answers, they consult as many data sources as possible, test several hypotheses, and arrive at a tentative solution that might explain some of the relationships they have observed. This is difficult for some teachers who have been educated that there is a right answer for science questions. Many believe that if they do not find such an answer and have it confirmed by the instructor, they have failed at their task. The



workshop challenges them to rethink their definition of science and experience how it really works.

Once they have become alert to the possibilities of using environmental data from many sources, the workshop participants are provided with funding to do workshops on their own and introduce this skill to other teachers. Each participant is expected to involve at least 20 other teachers in such programs, at least to the extent that they all become aware of what Great Lakes environmental data are available and how to apply them in Earth systems education. This is an ambitious project whose full results may not be known for several years as participating teachers become more adept at seeking the available data sources and applying them. Evaluation of the first year's workshop is in progress by Miller(1996).

#### **What information resources are available to assist with science networking? (SUCCESS stories)**

people who are already networking for science. Data-sharing over the modem connections and now by internet has been going on in science classes and with special science support since the late 1980s, but now the Internet browsers have made access much simpler and possibilities have grown. Internet addresses are given in the reference list for some of these examples. For instance, the Global Rivers Environmental Education Network(GREEN) has volunteers who collect water quality data on many rivers and streams throughout the world. They share their data either on-line or through printed communication, occasionally getting together in person to discuss issues that have arisen such as the source of new pollutants in their stream. While this is more of an activist network, a number of schools also contribute data to the extent that the work contributes to their classroom lessons.

Another rapidly growing network is GLOBE, which stands for Global Learning and Observations to Benefit the Environment. GLOBE is an initiative begun by U.S. Vice

President Al Gore as a means of linking students to real scientists and collect data the scientists can use to study Earth systems. Data are collected in an area near the school that is the size of a pixel on a satellite image(30×30m), and they consist of ground truth for what the satellite images are reporting. Students follow specific protocols designed by the scientists, and enter their data into a computer for transmittal to GLOBE Central for compiling and processing. Specific data include site description such as elevation, latitude and longitude, soil type, tree size and species, and ground cover, plus the more changeable data such as weather(air temperature, wind speed and direction, precipitation, etc.), soil moisture, water temperature in nearby streams, cloud type and cover. GLOBE teachers use the data in their teaching, and students can access all or part of the data sent in on-line by other GLOBE schools throughout the world. Science thus reported begins to have greater relevance to students, because they participated in its collection and can begin to know how that dataset will vary by global region. At the time of this writing(April 1996), Hansung Science High School is the only Korean school participating in GLOBE , along with 1020 schools in 34 countries.

In other cases, science institutions are reaching out and making their data and their scientists available on line to students. Argonne National Laboratory "has a bulletin board service for students to "Ask a Scientist." The University of California at Berkeley offers direct links to schools from its telescopes through its "Hands on Universe" project. Woods Hole Oceanographic Institution has linked its undersea explorations with science museums in North America through Project JASON, through which students can watch the remote submersible explore underwater in nearly real time. The list of science resources for data and networking grows daily!

To assist science teachers with developing ideas and expertise in using the internet for Earth systems education, the OSU project provides copies of some useful reference booklets. The National oceanic and Atmospheric Administration in the U.S. Department of Commerce distributes a book of activities for use on the Macintosh(NOAA, 1993). As



part of a grant from the U.S. Environmental Protection Agency, the National Consortium for Environmental Education and Training prepared a booklet to help teachers get started on Using Computers in Environmental Education(NCEET, 1995).

In all, the opportunities for teaching and learning science through the Internet and other data sources are increasing daily. At the same time, the issues that accompany those opportunities are changing. Concerns about access are greatest in the mid-1990s, but those will give way to issues of process as teachers are challenged to confront their own perceptions of what a successful science lesson involves. If the main task given to students on the Internet is to look for a predetermined answer, we will have failed, and we need not have used technology at all to do that. The beauty and excitement of the Internet is based on its potential for use as a data-seeking tool and communication strategy that takes learning beyond what a textbook can provide. It can indeed be education's access to the world if we first learn, then teach students to follow through with

ACCESS--> PROCESS-->SUCCESS

### References

- Special Issue: How technology is transforming teaching. 1995. *Educational Leadership* 53(2), October.
- Fortner, R. W. 1995. Earth system changes: use of science data in environmental education. *International Research in Geographical and Environmental Education* 4(1):107-115.
- Landis, C., T. Murphy, T. Shretter and D.L. Haury. 1995. A study of science educators' use of the Internet. *Journal of science Education and Technology* 4(3):181-190.

- Miller, H. 1996. Evaluation of the impact of teacher education in environmental data use. Unpublished MS Thesis. Columbus: The Ohio State University.
- National Oceanic and Atmospheric Administration. 1993. *Internet activities using scientific data*. Silver Spring, MD : NOAA.
- Riley, R. W. 1995-96. Connecting classrooms, computers, and communities. *Issues in Science and Technology*. Winter. p. 49-52.
- Rohwedder, W. and A. Alm. 1994. *Using computers in environmental education: Interactive multi-media and on-line learning*. Ann Arbor, MI: National Consortium for Environmental Education and Training.
- OTA. 1995. *Teachers and Technology-Making the Connection*. Washington, DC: Office of Technology Assessment, U.S. Congress.

Internet addresses for programs cited:

Argonne Ask a Scientist	<a href="http://nuke.handheld.com/">http://nuke.handheld.com/</a>
Breeding Bird Survey	<a href="http://www.im.nbs.gov/bbs/bbs.htm/">http://www.im.nbs.gov/bbs/bbs.htm/</a>
Earth Systems Education	(under development; search within <a href="http://www.ag.ohio-state.edu/~ohfourh">http://www.ag.ohio-state.edu/~ohfourh</a> )
EE Link	<a href="http://www.nceet.snre.umich.edu">http://www.nceet.snre.umich.edu</a>
GLOBE	<a href="http://globe.fsl.noaa.gov/">http://globe.fsl.noaa.gov/</a>
Great Lakes environment	<a href="http://www.great-lakes.net">http://www.great-lakes.net</a>
Great Lakes Forecasting System	<a href="http://glfs.eng.ohio-state.edu/">http://glfs.eng.ohio-state.edu/</a>
GREEN	<a href="http://www.igc.apc.org/green/green.htm/">http:// www.igc.apc.org/green/green.htm/</a>
Hands on Universe	<a href="http://hou.lbl.gov/houtitle.htm/">http://hou.lbl.gov/houtitle.htm/</a>
Kamchatka kids	<a href="http://www.ties.kl2.mn.us/kamkids/">http://www.ties.kl2.mn.us/kamkids/</a>
Project JASON	<a href="http://seawifs.gsfc.nasa.gov/scripts.JASON.html">http://seawifs.gsfc.nasa.gov/scripts.JASON.html</a>



## 인터넷을 사용하는 과학교사들: 교수와 학습을 위한 문제와 기회들

Rosanne W. Fortner  
(The Ohio State Univ.)

### < 요약 >

1995년 기술평가원으로부터 보고된 바에 따르면, 대부분의 미국 학교들이 학생 9명당 약 1대의 컴퓨터를 갖고 있고, 현재 35%의 학교들이 몇 종류의 컴퓨터 망에 접근할 수 있다고 한다. 이것은 컴퓨터 전문가와 다른 관련 단체들이 상당히 기뻐할 만한 이유라 할 수 있지만, 교육이 극적으로 과학 교육과 직업 준비를 위해 새롭고 흥미로운 방법을 제공할 준비가 되어 있다는 표시로 볼 수 있다. 전자기술과 연결된 그러한 교사 교육의 실행과 교육과정 개발 프로그램은 흔히 뛰어난 정보 고속도로망 때문에 일이 너무 빨리 진행될 수 있음에 주의하도록 지적해 준다. 예를 들어, 단지 실제 수업의 3%만이 인터넷에 접근하며, 접근은 주로 학교의 조직 내로 제한된다. 대부분의 교사들은, 교실에서 가장 필요한 것이 어떤 기술인지 질문 받을 경우, 전화가 있으면 좋겠다고 답한다. 그러나 다른 훌륭한 기술들을 통해서 과학적 자료, 과학자, 환경, 그리고 서로 서로와 연결하고 있는 교실들이 있다. 과학에서 전자기술적 학습이 가능한 범위는 환경 자료 수집, 과학자에 의해 모니터된 자료의 국제적인 공유, 교실에서의 사용을 위한 간학문적 Earth system 자료를 전달해주는 CD-ROMs, 그리고 미리 잘 준비된 교사들을 도울 수 있는 교사 교육 프로그램 등을 포함한다.

### 서 론

Business Week Magazine(1995.4.3)에 의하면 컴퓨터 사용의 역사는 짧지만 흥미로운 일이다. 1970년대에 단말장치들을 사용하여 컴퓨터본체 또는 소형 컴퓨터에 접근할 수 있게 되었다.

소프트웨어는 사용자에게 친숙하지 않았고 컴퓨터와의 언어소통은 매우 느렸다. 실제로 시스템 전체에 알맞는 화일이 없었다. 1980년대에 비교적 값싼 개인용 컴퓨터의 사용이 가능해졌다. 이것은 상당한 발전과 혁신의 기간이었지만 컴퓨터의 사용은 대체로 제한된 자료를 가지고 독자적으로 사용되었다. 국소-지역 Network는 사용자로 하여금 개인용 컴퓨터의 한계를 넘어서도록 도와주었지만 그것은 단지 그 조직체 내의 정보나 다른 사용자들과의 연결에만 가능하였다. 1990년대는 통신망에 의한 컴퓨터의 사용이 가능해졌고 90년대 말까지는 개인용 컴퓨터를 사용하여 전 세계의 어떠한 정보에도 접근이 가능해질 것 같다.

이러한 컴퓨터 혁명이 시작되면서, 교사들은 교수-학습의 강화를 위한 수업 매체로 컴퓨터의 활용 가능성을 기대하게 되었다. 그러나 기술을 접하고 이용하기 위한 노력은 제한된 교육 자금 경쟁 뿐만 아니라 제한된 교사 시간을 많이 확보하려는 새로운 경쟁을 초래하게 되었다. 많은 연구들은 컴퓨터와 그 관련된 기술에 대한 교사들의 사용 수준과 사용수준을 높이는데 관여하는 장애요인을 알아보려 하였다. 이 보고서는 많은 학문과 연관될 수 있는 과학, 특별히 Earth Systems의 강화 수단으로서 통신망에 대한 기회와 문제들에 초점을 둘 것이다. 보고된 자료는 1990년대 중반 미국의 교사들과 학교에 대한 연구결과로부터 나온 것이다. 우선 교사들에게 초점을 둔 이유는 수업기술의 효과적 사용의 주체가 교사이기 때문이다. 학생들로 하여금 다양한 기술들을 자유롭게 효과적으로 사용할 수 있도록 하기 위하여, 교사들은 과학기술에 대해 현명하고 박식한 결단을 내릴 수 있어야만 한다(OTA, 1995).

#### 교사들이 전자 NETWORKING을 이용하게 되는 것은 어떤 요인 때문인가?

1995년 미국 과학기술 평가국(OTA)은 의회의 요청에 따라 한 연구를 수행하여 “교사와 기술-연관짓기”라는 제목의 보고서를 제출했다. 요약하면, 교사들은 다음 사항에 대한 확신이 있어야 한다.

- \* 그들의 교육과정과 기술의 관련성
- \* 기술을 사용하기 위한 그들의 역량
- \* 하드웨어의 유용성과 하드웨어로의 접근성, 그리고
- \* 그들의 학문적, 경제적 노력에 대한 지원과 관리

OTA에 따르면, 교육을 위한 기술의 효과적 사용은 그림1에 있는 요인들을 요구한다.

이 보고서는 주요 요인들을 다룰 것이다.



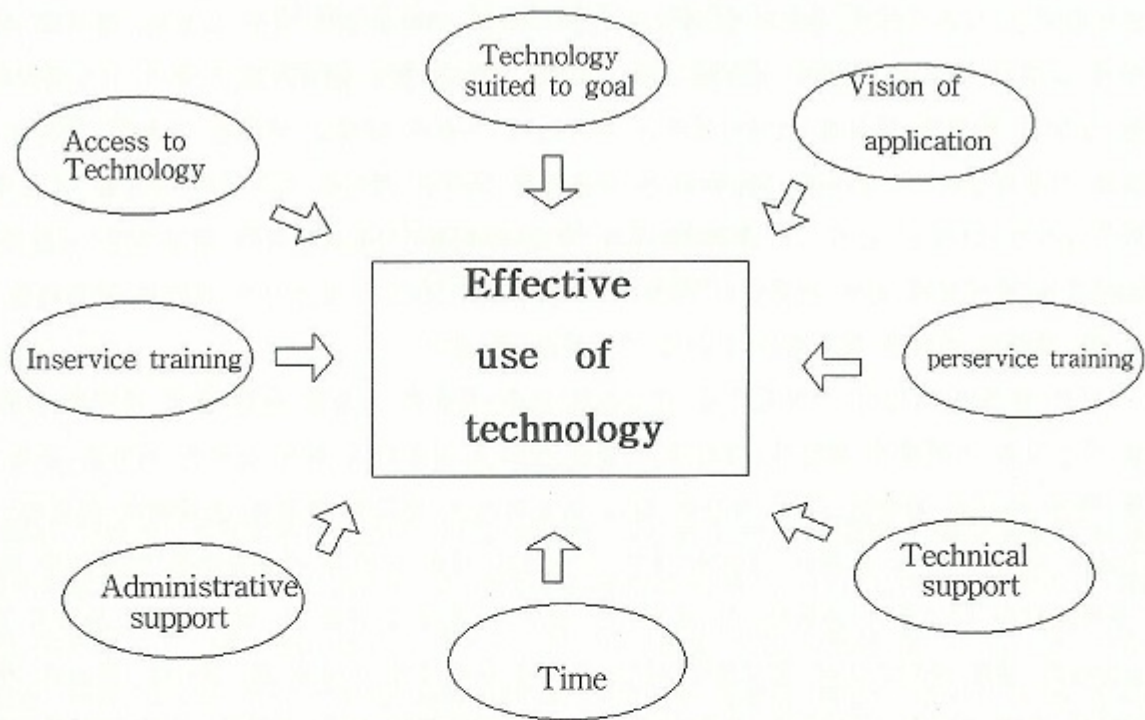


그림 1. 교육에 있어 기술의 사용에 영향을 미치는 요인들. 제공: OTA,1995.

#### 왜 일부 교사들이 기술 부족을 호소하는가?

컴퓨터 열광자들은 때때로 기술을 배우기 꺼리는 교사들이 컴퓨터가 얼마나 그들의 교수를 강화시킬 수 있는가를 모를 수 있다는 사실을 간과한다. 이것은 정보 부족의 결과가 아니고, 확실히 역행적인 방법도 아니다. 많은 교사들은 전통적 교육 방법들이 효력을 잃지 않았고 따라서 다른 것에 집착할 필요가 없다!고 단순히 느낀다. 그림1의 몇몇 요인들이 가리키듯이, 컴퓨터 적용에 대한 교사들의 전망이 교육과정상에 있는 그들의 목표와 부합되지 않고, 그들의 경험으로부터 컴퓨터 학습 매체들을 사용하지 않아도 좋으리만큼 많은 그럴듯한 이유를 찾을 수 있었다. 예를 들어, 교사들은 많은 학습 주제들이 그러한 기술을 적용하기에 알맞지 않고, 또는 표준화 검사에서 기술사용의 효과를 얻을 수 없다거나, 또는 학생의 학습 스타일이 다양하기 때문에 좀 더 쉽게 이용할 수 있는 교수 보조매체가 필요하다고 느낄지도 모른다.

마치 그들이 잘못된 것처럼 그러한 교사들의 생각을 변화시키려 하는 것은 과학교육자인 우리들이 해결해야 할 과제가 아니다. 그들이 제기했던 많은 문제들은 사실 해결되지 않았다. 오히려, 우리가 기술의 적절한 사용을 통해서 그리고 어떤 조건하에서 학습을 강화할 수 있는 새로운 방법에 대한 연구를 통해서 입증해 보일 수 있다는 것이 중요하다. 이것은 우리가 컴퓨터에 기초한 과제를 해결하기 위한 협동적인 학습, 전자공학적으로 자료를 분담하고 처리하기 위한 학습, 그리고 새로운 정보의 원천이 될 수 있는 집단을 찾기 위한 학습을 이행하면서, 컴퓨터에 의해서 제공된 학문적 강화뿐만 아니라 사회적 측면의 강화에 대해 확인하고 이용할 수 있기를 요구한다.

버지니아의 한 학생 그룹을 위해 관련된 기술은 35mm 카메라와 한 대의 전화였다. 고교2학년 학생들은 그들의 학교활동과 이웃에 대한 사진을 찍었고, 보스니아 사람인 그들의 학교 버스 기사에 의해 소개된 보스니아의 한 학교와 우편으로 그것들을 교환했다. 그리고나서 그들은 새로운 친구들과 이야기 하기 위한 회의를 소집하였다.

캄차카의 한 학급과 관련된 기술은 전화를 그리워하는 교환 교사에 의해 제공되었다. 고교 2학년 학생들은 그들의 학교 활동과 이웃에 대한 사진을 찍었고, 보스니아 사람인 그들의 학교 버스 기사에 의해 소개된 보스니아의 한 학교와 우편으로 그것들을 교환했다. 그 다음 그들은 새로운 친구들과 말하기 위한 회의를 소집하였다.

캄차카의 한 학급과 관련된 기술은 그의 모교를 그리워하는 교환 교사에 의해 제공되었다. 그는 미네소타 고향에 있는 한 교사와 함께 계획하여 인터넷을 통하여 간단한 과학정보를 교환하였다. 이것은 보다 높은 수준의 기술이지만, 그 중요성은 컴퓨터가 아니라 아주 다른 지역의 사람들에 대하여, 무엇을 먹는지, 어떤 동물이 애완동물인지, 얼마나 춥거나 더운지, 우리가 어떻게 학교에 갈 수 있는지 등과 같은 것을 아는 사회적 접촉과 문화적 인식에 있다. 그들의 학습에 대해서 들으려면 인터넷주소 <http://www.ties.k12.mn.us/kamkids/>를 사용하라.

#### 얼마나 많은 기술이 학교에 유용한가?(접근문제)

OTA는 1995년 봄경 미국 학교에 약 580만대의 컴퓨터가 있다고 보고했는데, 이것은 평균적으로 학생 9명당 1대의 컴퓨터가 있는 셈이다. 하지만, 이러한 컴퓨터의 거의 50%는 최근의 소프트웨어를 실행하거나 큰 파일을 읽을 수 없는 구형 8비트 모델이다. 다른 컴퓨터에 접근하는 가장 공통적인 형태는 모뎀이지만, 단지 8명당 1명의 교사만이 외부와 연결되는 전화선을 갖고



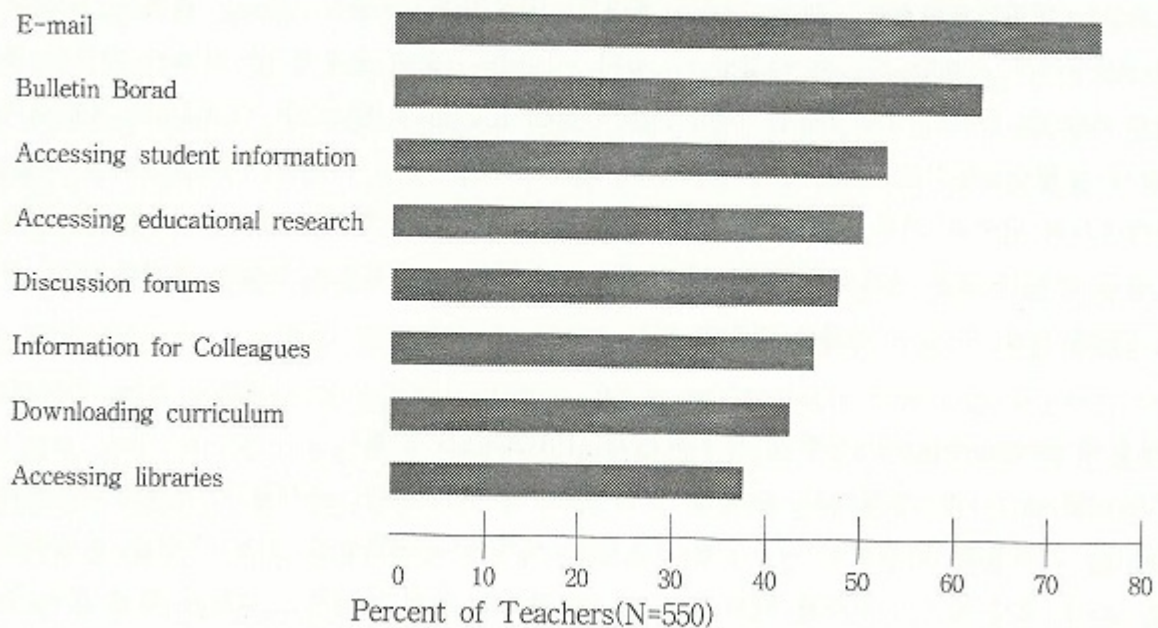


Figure 2. How U.S. teachers use their time on-line(1993 study from OTA)

#### 과학교사들은 Networking 사용법을 어떻게 배우는가?

오하이오 주립 대학에서 현재 진행되고 있는 한 연구는 "5대호에 대한 교수를 위한 환경 자료"라 불리운다(Fortner, 1995). 이 연구에서 사용된 과정은, 온라인에 이용될 수 있는 자료를 포함한 다양한 자료의 정보처로부터 얻은 환경 자료를 교사가 사용함에 있어 그 효율성을 평가하려는 것이다. 1993년이 시작되면서, 북미의 5대호에 인접한 8개주의 교사들과 캐나다 국경 지방의 교사들이 오하이오 주의 여름 강습회에 참가하도록 초청되었다. 거기서 석사 학위를 위해 연구하는 숙련된 교사들은 Dr. Fortner의 지도하에 수업진행자로서 봉사했다.

자료가 풍부한 이러한 Earth 시스템 교육 강습회에서, 그들은 타학문과 연관이 많은 과학 자료가 중요한 환경적 질문에 답하기 어떻게 수집되는가를 배웠고, 그러한 자료들은 그들의 수업 중 사용을 위해 어디서 얻을 수 있는지를 배웠다. 그들은 인쇄된 자료들, CD-ROM상의 자료들 그리고 인터넷과 지도자의 정보로부터 얻은 온라인 정보처를 사용했다. 자료의 형태와 그것의 적용은 표1에 있는 것들과 같은 Earth 시스템 정보를 포함한다.

표 1. 환경 자료 표집목록과 Earth 시스템 질문에 대한 적용

자료 세트	Earth 시스템 주제
번식하는 새 조사	철지난 이주 種의 변화; 서식지 상실
5대호의 물 수위	강수량 변화; 엘니뇨와 관련
메기류 물고기의 얼굴 기형	급식 지역의 독성 화학 수준
물고기 포획량 감소	물 온도 변화; 물고기 남획; 경쟁
비토착산 種의 확장	인구 분포에 따른 사람의 기여
유독성 방출 목록	환경 구역의 화학적 오염
호수와 기슭의 인공위성 영상	땅 사용 양상 변화; 藻類생산력 등
기슭 모양의 항공사진	물 흐름; 물가 보호 장치의 효과
화석 연료 사용	공기 질, 온실 기체 생산 등

강습회에서 교사들은 자료의 정보원을 소개받았고 새로운 Earth 시스템 질문과 그것들에 대한 답을 찾는 방법들의 개발에 그들이 배운 것을 적용할 수 있는 기회를 부여받았다. 그들은 중요한 질문, 예비 자료, 참고 목록들, 표본 인터넷 위치, 그리고 스프레드 쉬트같은 분석도구 그리고 영상 처리 프로그램으로 구성된 “도구 세트(Tool Kits)”를 제공받았다. 소집단 내에서 협동적으로 활동하면서 그들은 해답을 찾기 위해 도구 세트를 사용했고, 그들의 조사를 완성하기 위해 그 밖에 알아야 할 것들을 제안했다. 중요한 결과는 새로운 질문들이 만들어 졌다는 것이다!

강습회에 참가한 교사들이 이미 강습회 지도자들이 맞다고 생각하는 답을 찾으리라 기대되지 않았음을 주목할 필요가 있다. 대신에 실제 과학자들이 답을 찾는 것과 같이 가능한 한 많은 자료 정보처를 조사하고, 몇 개의 가설들을 시험하여 그들이 관찰했던 몇몇 관계를 설명할 수 있는 일시적인 답을 얻게 된다. 과학적 질문에는 정확한 답이 있다고 교육을 받아 왔던 일부 교사들의 경우는 이렇게 하는 것이 어렵다. 많은 사람들은 만약 그들이 그러한 답을 찾지 못하고 수업진행자에 의해서 답을 확인하게 된다면 과제 수행에서 실패했다고 생각한다. 강습회는 그들에게 과학에 대한 그들의 정의를 재음미해 보게하고 그것이 실제 어떻게 작용하는지 경험해 보도록 권한다.

일단 그들이 많은 정보처로부터 얻은 환경 자료의 이용 가능성에 주의를 기울리 하지 않는



다면, 강습회 참가자들은 그들 자신의 강습회를 열 수 있는 자금을 제공받고 다른 교사들에게 이러한 기술을 소개할 수 있게 된다. 각 참가자들은 그러한 프로그램에서 최소 20명의 다른 교사들로 구성되도록 하는 것이 바람직한데, 적어도 그들 모두가 어떤 5대호의 환경 자료가 유용하고 Earth시스템 교육 내에서 그것들을 어떻게 적용해야 하는지를 인식하게 될 수 있을 정도가 되어야 한다. 이것은 참가하는 교사들이 이용가능한 자료 정보처를 찾고 그것을 적용하는데 좀더 익숙해질 때까지 몇 년간은 이 연구의 완전한 결과가 알려지지 않을 수도 있는 야심찬 연구라 할 수 있다. 첫째의 강습회 평가는 Miller(1996)에 의해 진행되고 있다.

#### 과학의 Networking을 위하여 어떤 정보들이 이용가능 한가?(SUCCESS이야기들)

사람들은 이미 과학에 Networking을 사용하고 있다. 모델 연결과 현재의 인터넷을 통한 자료-나눔은 1980년대 후기 이후 특별한 과학적 지원과 함께 과학 수업에서 이루어지고 있지만, 현재는 인터넷 초보자들도 더 쉽게 접근할 수 있도록 하였고 가능성이 증대되었다. 인터넷 주소들이 이러한 몇 개의 예를 위해 참고 목록에 주어졌다. 예를 들면, "세계 강 환경 교육 네트워크(GREEN)"은 세계 도처의 강과 하천들의 수질 자료를 모으는 지원자들을 가지고 있다. 그들은 자료를 온라인 또는 인쇄된 통신을 통해 나누고, 때때로 하천에 발생한 새로운 오염물질의 근원에 관한 문제들을 토의하기 위해 개별적으로 만나기도 한다. 이것은 Network를 통한 활동 그 이상이라 할 수 있지만, 많은 학교들또한 연구가 그들 수업에 기여할 수 있을 정도로 자료에 기여하는 바가 있다.

빠르게 성장하는 또다른 Network는 "환경을 이롭게 하기 위한 세계적 학습과 관찰"인 GLOBE이다. GLOBE는 미국 Vice President Al Earth 시스템에 의해 최초로 시작되었다. 자료들은 인공위성 영상에 있는 한 화소(30\*30m) 정도의 크기를 갖는 학교주변 지역에서 수집되는데, 인공위성의 영상은 땅의 실태에 대한 보고를 위한 것이다. 학생들은 과학자들에 의해 고안된 특별한 프로토콜을 따르게 되고 그들의 자료는 편집과 처리를 위해 GLOBE 중앙의 컴퓨터에 입력되어 진다. 특별한 자료는 고도, 위도, 경도, 토양 형태, 나무 크기와 종, 지구 표면, 그리고 날씨(기온, 풍속, 풍향, 강수량 등), 토양 수분, 인근 하천의 수온, 구름 형태와 표면과 같이 좀더 쉽게 변할 수 있는 자료들을 포함한다. GLOBE의 교사들은 학습에 이러한 자료들을 사용하고, 학생들은 세계 도처의 다른 GLOBE 학교들에 의해 온라인으로 보내진 자료의 전체 또는 일부를 접할 수 있다. 따라서 보고된 과학은 학생들과 보다 큰 관련성을 갖게 된다. 왜냐하면

학생들은 자료 수집에 참가하게 되고 자료 세트가 세계 각 지역에 따라 어떻게 변화하는지를 알 수 있게 되기 때문이다. 이 글을 쓰고 있을 즈음(1996.4), 한성 과학 고등학교는 34개국 1,020개 학교와 더불어 GLOBE에 참여하고 있는 유일한 한국 학교이다.

다른 경우는, 과학 학회가 직접 자료를 만들고 그 학회의 과학자들을 온라인을 통해 학생들에게 연결시켜 준다. Argonne 국립 도서관은 학생들을 위해 “과학자에게 질문”을 위한 게시판 서비스제도를 갖고 있다. 버클리에 있는 캘리포니아 대학은 “우주를 손에(Hands on Universe)” 계획을 통해 망원경과 학교를 직접 연결해 준다. Woods Hole 해양학 학회는 JASON 계획을 통해 북미 과학 박물관과 해저 탐사를 선으로 연결했는데, 이를 통해 학생들은 실제와 거의 유사하게 무선 잠수정을 통해 수중 탐사를 할 수 있다. 자료수집과 Networking을 위한 과학 정보처들의 목록이 매일 많아지고 있다.

Earth 시스템 교육에 대한 인터넷을 사용함에 있어 발전적 아이디어와 전문적 지식으로 과학 교사들을 돕기 위하여, OSU 계획은 몇 가지 유용한 참고 소책자들을 제공했다. 미국 무역부의 국가 해양 대기국은 매킨토시 사용을 위한 활용 책자를 분배했다(NOAA, 1993). 미국 환경보호 협회로부터의 보조금 일부에 의해, 환경 교육과 훈련을 위한 국가 협회는 환경 교육에 컴퓨터를 사용하기 시작한 교사들을 돕기 위해 소책자를 준비했다(NCEE, 1995).

결국, 인터넷과 다른 자료 정보원들을 통해서 과학 교수-학습을 할 수 있는 기회는 매일 증가하고 있다. 동시에 이러한 기회에 수반되는 문제들도 변화하고 있다. 접근에 관한 관심은 1990년대 중반에 가장 컸었지만, 성공적인 과학 수업이 어떤 요소를 포함하는지에 대한 교사의 자각에 직면하도록 도전을 받게 되면 그들의 관심은 과정으로 바뀐다. 만일 인터넷에서 학생들에게 주어진 주된 과제가 해결되지 않은 답을 찾는 것이라면, 이것은 실패한 것이나 다름 없고, 결국 그렇게 하는 데는 전혀 이런 기술을 사용할 필요가 없게 된다. 인터넷이 주는 황홀함과 흥분은 교과서의 범주를 벗어난 것들에 대한 학습에 있어 자료를 찾는 도구와 대화전략으로 사용될 수 있는 그 가능성에 기초해 있다. 만일 우리가 먼저 배우고, 그런 다음

접근(access) ----> 과정(process) ----> 성공(success)

의 절차에 따라 학생들을 가르친다면 세계로의 교육적 접근이 실제로 가능해질 수 있다.