

학생 주도적 학습을 위한 수학 교수 학습법

단국대학교 수학교육과 김창일

단국대학교 대학원 전영주

Abstract

For this purpose, most of all, we thought over the theoretical background for the application of Web-resources to the teaching and learning program at the school mathematics. Second, we looked into the applied class and the class pattern with the internet. And then, we arranged the cases using the internet web materials. The last, we mentioned what the matters of learning based on the web are and what the teacher's roles are.

0. 서론

우리는 '21세기 지식, 정보화사회'라는 말을 흔히 사용하고 있지만 진작 이 말 뒤에 숨어 있는 '수학의 활약'이 있음을 아는 이는 별로 없다. 신용카드와 예금인출, e-mail 주고받기, 핸드폰 사용, 전자상거래 등 현대인에게 빼놓을 수 없는 이 모든 것들을 가능하게 해주는 것은 전세계에서 통용되는 '공개키 암호'원리다. 그리고 이 원리는 수학의 '소인수분해이론'을 기본으로 한다. 또한 범인 색출에 이용되는 지문 감식 프로그램과 최근 발표된 인간 게놈프로젝트 역시 '수열이론'이 없었다면 불가능했다. 뿐만 아니라 날씨 예측과 금융시장 등 우리 생활의 대부분엔 수학이 자리잡고 있다. 그중 0101덩어리로 뭉친 컴퓨터 세상을 빼놓고는 이야기를 할 수 없다. 신나는 매트릭스와 놀라운 상상력을 보여 주었던 유라기공원의 멋진 장면들, 이 모든 것들이 이진법이 만든 컴퓨터 디지털 세계인 것이다[1].

지식 정보화 사회로의 변화를 주도하고 있는 핵심에는 컴퓨터와 통신기술 그리고 그 기저에는 수학이 있다. 수학은 정보통신과 분리해서 생각할 수 없는 것이다. 지식 정보화 사회에서 정보를 이해하는 능력, 얻어진 정보를 타당한지 판단하는 능력, 정보를 다른 사람과 직접 또는 간접으로 교환하는 능력, 실생활에서 다른 교과 영역의 문제를 구성하고 해결하는 능력 등을 위하여 수학적 힘(mathematical power)의 필요성이 강조되고 있다.

이러한 수학적 힘을 기르는데 있어 인터넷은 학습자들에게 새로운 환경에 맞는 지식과 경험을 제공해 주며, 정보 통신 기술의 교육적 활용 가능성을 넓혀 보다 교육의 질을 개선할 수 있는 기회를 제공한다.

인터넷이란 컴퓨터들의 연결망이다. 서로 연결된 컴퓨터들은 서로의 파일들, 즉 정보를 교환할 수 있으며 사용자들의 아이디어를 상호 교환할 수도 있다. 현재 1백명당 인터넷 이용자(2000년 1월 기준)에서 우리나라는 23.2명으로 1위였다. 다음으로 스웨덴(23.0), 덴마크(21.3), 캐나다(20.2), 미국(18.2) 등의 순이었다. 한국은 웹사이트수 연평균 증가율도 1천7백 65.8%로 2위 독일(5백77.4%)에 압도적으로 앞섰다. 또 한국은 초고속 인터넷 보급률(2000년 12월 기준)도 인구 1백명당 9.2명으로 경제협력개발기구(OECD) 29개국 가운데 인터넷 보급률과 웹사이트수 증가율 등에서 1위이다[2].

이러한 통계는 교육자들에게 상당한 의미를 부여하는데, 인터넷 사용자와 웹 제공자(world wide web server)들의 증가는 그만큼 인터넷의 유용성과 효율성이 증가하고 있다는 것을 보여 주기 때문이다. 이처럼 인터넷은 풍부한 자원을 교사와 학습자에게 연결시켜 정보를 제공하고, 지식 안내자로서의 역할을 감당할 수 있게 활용하여, 전통적인 수단이 아닌 다른 방법과 수단으로 학습 지도의 융통성을 갖도록 한다. 인터넷은 교육자들에게 있어선 자원탐색과 학생아이디어 개발에, 그리고 학습자들에게 있어서는 배움의 기회 균등(equity)을 제공할 수 있는 바람직한 학습도구이고 학습의 장(場)인 것이다[3].

본고에서는 이와 같이 유용한 인터넷의 웹 자원을 학교 수학에서 교수·학습 방안으로 적용하기 위하여 먼저 이론적 배경을 살펴보고, 둘째, 인터넷 활용 수업과 수업모형을 살펴 본 후 필자의 인터넷 Web 자료 활용 사례를 정리해 보았다. 그리고 마지막으로 웹 기반 학습의 문제점과 교사의 역할이 무엇인가로 매듭을 짓고자 한다.

1. 이론적 배경

1.1. 컴퓨터 학습과 그 관련 이론

컴퓨터의 기능에 따라 컴퓨터의 활용이 달라지는 것과는 달리 컴퓨터를 개념화하는 방법의 차이로 인해서 컴퓨터는 다르게 활용되었다. 연합주의 이론에서는 자극-반응의 본드를 형성하고 강화하는 수단으로서, 인지심리학에 바탕을 둔 정보처리 이론에서는 자동화의 개발을 위한 수단으로서 훈련을 시키기 위해 컴퓨터를 단순 계산 기능의 숙달을 위한 도구로 활용했다. 철학적 심리학적 입장의 구성주의적 관점에서 학습을 보기 시작하면서 수학교육에서 컴퓨터의 활용은 단계별로 제시되는 문제를 해결해나가는 식의 CAI 학습프로그램에서 아동이 컴퓨터 환경에서 능동적으로 탐구하면서 자신의 지식을 구성해 나갈 수 있는 마이크로 환경을 구축해 주는 매체로 자리잡게 되었다[4].

1) 행동주의 학습이론

행동주의 심리에 의하면 학습은 새로운 행동 습관이 환경내의 사물 또는 사태들에 의해 조형될 때 일어난다고 본다. 따라서 행동주의 이론에서는 학습을 서로 무관했던 자극과 반응 사이에 연합 관계가 형성되는 것으로 개념화하고 있다. 행동주의자들에 의하면 자극과 반응의 연합이 이루어지는데 있어서 중요한 것은 조건화이며, 이 조건화를 가능케 하는 구성 개념으로써 가장 강조되고 있는 것이 강화(reinforcement)이다.

행동주의 학습이론에서는 학습이 일어났다는 징표로서 관찰할 수 있는 행동의 변화를 중요시하고 있다. 이러한 행동 변화는 4가지 서로 다른 학습 과정을 통해서 일어난다. 인접(contiguity), 고전적 조건화, 자동적 조건화(operant conditioning), 대리 학습 또는 관찰 학습 등이 있다.

여기서 인접의 원리는 두 감각이 동시에 되풀이해서 일어날 때 그들을 연합된다는 것을 말한다. 그 후에 한가지 감각(자극)이 일어나면 다른 것이 기억될 것이다(반응).

연합주의 학습원리를 가장 분명하게 확립한 사람은 Clark Hull과 그의 동료인 Kenneth Spence이다. 그들은 많은 동물 실험 데이터를 분석하고 추리하여 실험실 장면의 행동에 관하여 예언을 할 수 있는 습관강도, 욕구 및 제지와 같은 가설화된 변인들에 기초하여 행동 법칙을 유도했다.

초기 행동주의자인 John B. Watson의 전통을 따랐던 과학자이면서 철학자인 B. F. Skinner가 행동주의의 대표적 인물이라 볼 수 있는데, 그는 유기체의 행동은 자신이 처한 환경적 맥락과 자신의 학습사의 함수라고 주장했다(Skinner, 1938, 1953). Skinner와 그의 제자들은 인간 학습에서 행동주의 원리들의 잠재적인 유용성을 인식하고, 프로그램 설계에 그 원리들을 성공적으로 적용했다. 예를 들어, 행동주의 원리는 정신 장애와 정신 지체자들의 지역 치료시설에서 처음 적용되었다. 즉, 행동적 목표의 상세화와 환경의 조직화는 폭넓은 범위의 문제를 다루기 위하여 매우 유용한 것으로 나타났으며, 곧 이어서 행동적 원리들이 교육에 적용되었다. 그것들은 학급관리(Baer, Wolf, & Risley, 1968; Homme, Csanyi, Gonzales, & Rechs, 1968)와 교수기계(Holland & Skinner, 1961; Skinner, 1968)와 같은 공학에 적용되었다[5].

위에서 살펴 본 행동주의 학습이론에 근거하여 현재 적용되고 있는 CAI 학습원리는 다음과 같다.

- ① 접근 연합의 원리로 학습자의 반응에 따라 자극이 즉시 제시되어야 한다.
- ② 반복의 원리와 자극과 반응은 지속적으로 반복 연습되어야 한다. 연습은 학습을 신장시키고 기억을 증가시킨다.

③ 피드백과 강화의 원리로 학습자가 자기의 반응이 맞았는지 틀렸는지 알아야 한다. 피드백 작용이 바로 위와 같이 필요한 정보를 학습자에게 제공한다. 피드백과 더불어, 강화는 반응이 다시 발생할 가능성을 높여준다. 피드백 작용은 오답 뒤에 바로 오는 경우에 더욱 가치가 있는데, 만약 피드백 작용이 없으면 잘못된 반응이 다시 반복될 수 있기 때문이다.

④ 학습이 단서의 조장과 쇠퇴 원리로 학습의 단서의 조장과 쇠퇴의 원리 학습에 대한 단서를 제시하고, 점차 이를 제거함으로써 학습자의 올바른 반응을 유도한다.

결과적으로 행동주의 이론은 행동이 일어나는 이유를 설명하려고, 외연적으로 관찰할 수 있는 행동에 중점을 두고 있다.

2) 정보처리이론

정보처리 이론의 기초를 이루는 기본 가정은, 인간의 기억은 활동적이고 복잡하며, 정보를 조직하고 처리한다는 것이다. 인간의 기억은 수동적인 저장소가 아니라, 조직화되고 능동적인 시스템이다. 따라서, 인간 기억은 의미 있는 정보로 처리되고 전이될 수 있는 감각자료를 능동적으로 선택한 후, 나중에 활용하기 위해 정보를 축적한다는 것이다.

정보의 저장 형태에는 두 가지 견해가 있다. 정보가 영상적 또는 언어적 형태로 장기기억 속에 저장된다는 Paivio의 이중부호모델(dual-code model)과 정보가 전형적인 '언어관계'로 묘사되어 언어적인 연결망 형태로 저장된다는 언어적 망상조직 모델(verbal network models)이다.

Gagné[6]에 의하면 정보가 투입으로부터 산출로의 일련의 변환과정을 거치는 체제라면 어느 것이나 정보처리 관점에서 분석될 수 있다. 전화체제, 텔레비전 체제, 컴퓨터 체제들은 모두 정보처리 체제이다. 특히 컴퓨터 체제는 정보처리 이론 유추의 원천인데 그것은 컴퓨터의 행동이 때로는 인간과 거의 유사할 정도로 매우 복잡하기 때문이다.

정보처리 이론에서는 학습의 과정을 자극에 주의를 기울이기, 자극을 약호화(encoding)하기, 정보를 저장하고 재생하기 등의 세 단계로 설명하고 있다.

자극에 주의를 기울이기 단계는 외부로부터 수용되는 정보가 먼저 시각, 청각, 촉각, 후각, 미각 등의 감각기관에 의해 물리적 에너지의 형태로 인지되는 과정을 말한다. 자극들의 부호화(encoding stimuli) 단계는 인지된 정보가 비활성화된 상태로 장기 기억 속에 남아 있을 경우 저장되기 위해 처리되는 과정(부호화)을 말하며, 이 때 자극들이 전이되어서 저장된다면, 나중에 용이하게 기억된다. 정보의 저장과 인출단계는 정보가 기억 속에 저장되고 인출되는 과정을 말한다. 정보는 모든 내용들이 상세하게 저장되기보다는 기본이 되는 핵심요소(key elements)만이 장기 기억 속에 저장되어 유지된다. 그러므로, 재생(recall)과정도 장기 저장 속에 존재하고 있는 관계(relationship)의 인출이라기보다는, 관계-구조화된 문장만큼의 구조화 과정이라고 할 수 있다.

정보처리 이론에서 말하는 수업의 주요한 목적은, 학습자가 풍부한 지식을 갖도록 하고, 스스로 학습하고, 문제와 관련된 내용에 대해 효과적으로 의사결정을 할 수 있는 전략을 길러주는 것이다. 그러므로, 성공적인 수업을 위해서는 수업이 학생들의 기존 지식과 관련되어서, 그 영역을 확장시켜 지식의 양을 풍부하게 해 주어야 한다.

마찬가지로, 수학, 물리, 컴퓨터 프로그래밍, 사회, 회계학 등과 같이 특성이 강한 학문의 수업 목적들도 학생이 이전에 경험했던 것과 다른 새로운 지식 영역에 대해 학생들의 이해가 용이하도록 해 주어야 한다. 다시 말해, 문제해결은 물론이요, 스키마의 활성화와 계발이 수업의 중요한 목적인 것이다.

3) 구성주의

구성주의(constructivism)란 객관주의적 인식론에 반대되는 이론으로 스위스의 심리학자 삐아제(Jean Piaget, 1896~1980)의 지식이론에 근거를 두고 M.I.T 대학의 페퍼트(Seymour Papert)에 의해 개발된 교육이론으로, 지식의 습득은 학습자의 개인적인 경험으로 이루어지며 개인에 따라 상대적이고 다양하게 구성된다고 주장한다.

구성주의에서는 지식을 개인의 사회적 경험을 바탕으로 하여 개인의 인지적 작용에 의해 지속적으로 구성 또는 재구성되는 것으로 보고 있다. 따라서 지식은 특정한 사회, 문화, 역사, 상황 등을 반영한 것으로 개인에게 의미 있고 타당하고 적합한 것이면 모두 진리이며 지식이라고 본다.

이러한 입장을 반영한 교수설계의 기본 원리는 다음과 같다.

① 지식은 개인의 경험으로부터 구성되며, 학습이란 개인의 해석에 의해 이루어지므로 지식은 교사에 의해 전달되는 것이 아니라 학생 스스로가 능동적으로 구성한다.

② 사물이나 사건의 의미는 다양한 관점에서 해석하는 것이므로, 다른 사람의 다양한 관점을 수용하려면 협동학습이 이루어져야 한다.

③ 학습은 학습될 내용이 활용될 실제 상황에서 이루어져야 가장 효과적이므로 학습환경은 실제와 유사하게 구성되어야 한다.

④ 성취도만으로 학습평가가 이루어져서는 안되며, 과제의 수행 과정에서 연속적으로 이루어져야 한다.

학습목표나 평가가 학습이 이루어지기 전에 수업설계자나 교사에 의해 미리 정해지는 것이 아니고 학생들이 과제를 가지고 문제를 풀어 가는 과정 중에 도출(emerging)되어 학생 스스로 그 목표를 설정한다는 것이 구성주의의 입장이다[7].

구성주의가 웹 기반 교육의 이론적 근거로 언급되는 것은 두 가지 이유로 설명될 수 있

다. 첫째, 구성주의에 대한 활발한 논의 및 연구 시점과 웹 기반 교육의 등장이 동시대에 이루어졌기 때문이다. 둘째, 기존의 학습 이론 및 학습 환경은 학습자 주도로 이루어지는 웹 기반 교육을 지원하지 못하는 반면 구성주의는 학습자 중심의 교육이론이기 때문이다[8].

1.2. 웹 기반 학습과 그 관련 이론

수업은 학습자가 특정한 조건하에서 행동의 변화를 일으킬 수 있도록 환경을 계획적으로 조작하는 과정이고 학습은 학습자가 어떤 상황을 반복적으로 경험함으로써 그 상황에 대한 학습자의 행동에 변화가 오는 것을 의미한다고 볼 수 있다. 수업은 교사가 학습자의 학습과 성을 돕는 활동으로 학습자들은 프로그램 학습자료나 교과서와 참고서를 가지고 자기수업을 할 수 있다. 그러나 수업을 하였다고 반드시 학습이 이루어지는 것은 아니며 반대로 수업하지 않은 것들을 학습자는 학습할 수도 있다. 교수·학습은 교사와 학습자간의 상호작용을 원칙으로 하지만, 자료·학습자 상호작용에 의해서도 이루어진다. 이런 맥락에서 공학의 발달은 학습의 성과를 높이는 데 크게 이바지하고 있다[9].

학습은 능동적이며, 개별성을 지닌다. 따라서 학습이 유의미하게 이루어지려면 학습과제에 주목하고, 그 과제를 성취하고자 하는 동기가 유발되어야 한다. 학습의 내적 과정을 활성화하고 지속시키려면, 이를 위한 외적 자극을 적절히 제공해 주는 것이 필요하다. 이 목적을 위한 외적 자극을 마련해 주는 것이 바로 수업이다.

이러한 점에서 Web은 수업과 학습의 장점들을 살려줄 수 있는 하나의 서비스이다. 정보통신의 급속한 발전으로 교사와 학생사이의 시간과 공간의 개념을 없애, 원하는 시간에 원하는 장소에서 교수·학습을 할 수 있기 때문이다.

Ritchie & Hoffman[10]는 웹 기반 수업은 특정한 그리고 미리 계획된 방법으로써 학습자의 지식이나 능력을 육성하기 위한 의도적인 상호작용을 웹을 통하여 전달하는 활동이라고 정의하였다. 또, Smith와 Regan(1993)에 따르면 “수업은 정보의 전달이며 학습자가 의도적이고 구체적인 학습목표를 획득하도록 도와주는 활동이다.”라고 지적한다. 네트워크 자체가 하나의 수업으로 활용되는 형태의 대표적인 예로는 웹 기반 수업이다. 설계가 잘된 웹 기반 수업은 어떠한 주제에서건 학습자 주도적(self-Directed)이고 학습자의 속도에 맞는(self-paced) 교수 방법을 제공한다. 즉, 웹 기반 수업은 웹에 기초한 새로운 교수 모형이다. McManus(1996)는 웹을 웹 기반 수업에 활용해야만 하는 이유에 대해서 다음과 같이 언급한다.

웹은 구조화의 방법과 제시되는 방법에 따라서 새로운 교수 방법을 표현할 수 있다. 웹상의 정보는 노드와 링크가 확대된 것일지라도 상당히 구조화되어 있다. 그리고 더욱 전통적인 지식의 영역을 표현한다. 웹을 이용해서 교사나 설계자는 학습을 안내할 수 있는 지도를 만들 수 있다. 학습 지도들을 만드는 작업은 곧 웹 페이지를 만드는 것이다. 이는 아

주 간단한 작업이며, HTML이라고 불리는 간단한 언어를 익히면 쉽게 할 수 있다([9]에서 재인용).

Web은 동시적 커뮤니케이션 통로와 다양한 학습지원 도구를 제공한다. 이런 Web을 이용한 교육은 학교 교육을 보충하고 심화할 수 있는 하나의 대안으로 여겨지고 있다. 그러나 Web 상에서 이루어지는 학습은 학생 스스로의 학습 조절 능력이 무엇보다도 중요하기 때문에 웹을 이용한 교육을 통해 올바른 성과를 거두기 위해서는 학생의 자기 주도적 학습 능력을 개발하는 것이 무엇보다도 중요하다[11].

결국 정보화 시대에 요구되는 새로운 교육 패러다임은 '지식은 학생 스스로 조작을 통해 얻어진다'는 구성주의의 이론적 측면과 컴퓨터를 이용한 정보통신 기술이라는 기술적 측면의 조화를 이끌어 내고자 하는 것이다.

2. 본론

2.1. 인터넷 활용 수업

수업은 일정하게 정해진 목표에 도달하기 위한 활동이며, 계획적이고 의도적으로 조작하는 과정이다. 이 과정을 과학적 합리적으로 구성하여 최적의 학습상황을 구현하게 하는 것이 수업설계(instruction design)이다. 교사의 입장에서 효과적인 수업설계를 위해서는 교수-학습 상황에 맞는 교수매체를 활용하는 것이 필요하다. 교수매체는 교사의 언어 중심의 강의를 통해 전달할 수 없는 내용을 학습자에게 효과적으로 전달하게 하는 역할을 한다.

여기서 교수매체를 어떤 시각에서 인식할 것인가를 짚고 넘어갈 필요가 있다. 전통적인 교수공학에 의하면 대부분의 학습자료는 수업의 보조자료로서의 역할을 할 따름이다. 그러나 정보통신 혁명이 가속화되면서 교육 패러다임에 큰 변화가 생기면서부터는 이러한 시각이 바뀌고 있다. Kaput([4]에서 재인용)은 Olds, Schwartz와 Willie의 연구를 인용하면서 컴퓨터의 활용을 다섯 가지로 소개하고 있다. 교육 매체로서 컴퓨터 활용의 기본적인 유형은 게임, 개인교사, 시뮬레이션으로 나눌 수 있는데, Olds, Schwartz와 Willie는 매체로서의 컴퓨터 활용에 도구와 도구제작자의 역할을 포함시켰다. 이런 분류는 Taylor의 교사, 학생, 도구로 구별한 것과 크게 다르지 않다. 그리고 백영균[9]은 학습자료에 대한 관점을 도구적(tool) 관점, 교수적(tutorial) 관점, 피교수적(tutee) 관점으로 나누어 설명하고 있다.

인터넷의 등장은 교수매체의 피교수적 상황을 가속화시켜 주는 주요한 변수가 된다. 물론 어떻게 활용할 것인가에 따라 교수가 주도하는 수업의 교수매체가 될 수도 있고, 학습자의 자기 주도적 매체로도 활용될 수 있을 것이다. 물론 이는 학습환경과 밀접한 관련이 있기 때문에 현재와 미래의 상황이 달라질 수 있을 것이다. 인터넷을 활용한 수업의 형태를 학습

상황과 연관지어 볼 때, 크게 두 가지 경우가 있을 수 있다.

1) 학교수업과의 연동학습

정부는 교단선진화 사업을 2000년도까지는 완료시킬 예정이며 교실망 사업도 2002년까지 완성하여 전국 10,402개교에 2개의 멀티미디어 교실을 구축, 전 학교를 네트워크로 연결할 예정이다. 학교수업에서 인터넷을 활용하기 위한 교육환경은 지역별, 학교별로 차이가 있는데, 여건을 고려한 가능한 방식은 크게 3가지이다.

(1) 교실에 1대의 PC가 설치된 경우

(2) 모둠 분반별로 각각의 PC가 설치된 경우(한 교실당 6대 정도)

(3) 1인 1대 PC 사용이 가능한 멀티미디어교실

위의 세 경우 중 (1)은 교단선진화 매체에 네트워크가 연결되어 있어 교실 수업 중에 필요에 따라 인터넷을 활용할 수 있다. 교사와 학생이 이동하지 않고 인터넷을 활용할 수 있으며 교사의 교수력을 강화시켜주는 장점이 있다. CD-ROM이나 그밖에 자료제시형 매체와 적절히 섞어 활용하면 수업효과가 크다. 그러나 교사 주도의 보여 주기식 수업에 머물 가능성이 있으므로 학습자를 수동적 위치에 묶어 두는 단점이 있다. (2)는 학생 7-8명이 한 조가 되어서 협동학습을 할 수 있다. 그러나 주도적인 몇 몇의 학생에 의한 협동학습이 될 가능성이 있으므로 교사의 세심한 관찰과 조력이 필요하다. 잘못 운영할 경우 교실이 매우 소란스러우며 학습목표에서 이탈할 가능성이 크다. (3)은 수업 전에 교사, 학생이 이동해야 하는 불편함이 있으며, 컴퓨터 조작 미숙이나 기기 고장으로 수업이 원만하게 이루어지지 않을 수도 있다. 이론상으로 볼 때, 모든 학생들이 1인 1대의 컴퓨터를 보유하고 있으므로 수업목표에 따른 자기 주도적 학습을 할 수 있는 장점이 있는 반면 학습목표에서 벗어날 위험이 (2)보다도 더 많다. 간혹, 학습자가 의도적이든 의도적이지 않든 간에 음란물 사이트에 접속할 가능성이 있으므로 학교 서버에 음란물 차단 프로그램을 셋팅해 놓는 것이 좋다. 만약 학교에서 멀티미디어 교실을 방과후에도 개방해 놓는다면 학습자에게 자기 주도적 학습을 할 수 있는 과제를 미리 부여하고 스스로 탐구학습을 할 수 있게 한다.

다음은 인터넷을 교실수업과 연동 할 경우 고려하여야 할 사항이다. 인터넷을 수업시간에 활용한다고 해서 1시간 수업을 전적으로 인터넷에 의존해서는 안 된다. 어떤 매체를 수업에 도입하든 매체 당 20분을 넘겨서는 곤란하다. 아무리 첨단매체라 하더라도 오랜 시간동안의 사용은 학습자의 인지적 능력을 둔화시킬 수 있다. 또한 한 교과목에서만 인터넷을 사용하는 것이 아니라, 모든 교과목에 걸쳐 이를 활용한다면 오히려 학습자는 교사에게 핵심적인 내용만을 전달해 달라고 요구할 지도 모른다. 그러므로 강의식 수업과 매체활용 수업의 비율을 적절히 조화시키는 수업설계가 요망된다.

2) 가상학교를 활용한 개별학습

가상학교를 활용한 개별학습은 교실수업과는 별개로 운영된다. 이른바 무형식교육이나 재택 수업과 같은 것이 이에 해당된다. 현재와 같은 정보인프라로는 어렵지만, 향후 전 세계가 하나의 망으로 신속하게 연결된다고 보면 실현될 가능성이 높다. 이미 이러한 조짐은 대학을 중심으로 시도되고 있다. 이른바 가상대학의 출현이 그것이다. 미국의 경우 1,218개('97년 10월 기준-미국 대학교육협의회 자료)의 가상대학이 운영 중에 있으며, 국내에서도 '98년 1학기부터 50여 대학이 컨소시엄 형태로 참가하여 15개 가상대학을 시범운영하고 있으며, 실험기간을 거쳐 향후 2000년부터 학력을 정식으로 인정할 예정이다. 고등학교의 경우, 미국은 이미 학교수업과 연동해서 실시하고 있다. 대표적인 예로 Monta Vista High School, Cyberspace Middle School, 초등학교 splash 등을 들 수 있다. 국내에는 서울대학교 사범대학과 유니텔이 협력하여 사이버 스쿨을 운영 중에 있다. 그밖에 미래넷-한양대 교육공학연구소, 대교컴퓨터, 마이다스 동아일보-종로학원 등에서 문제은행 중심의 「온라인 과외」를 준비중에 있다. 우리나라의 경우, 아직은 가상학교가 정규 학력을 인정받지 못하고 있다. 미국의 경우 학위를 인정하고 있는 추세이며, 우리나라 가상대학도 곧 학위인정문제를 법제화할 가능성이 있다. 이런 입장에서 볼 때, 현행 검정고시 지원자들이 학원에서 혹은 개인적으로 공부하는 어려움을 가상학교를 통해서 대신할 수 있다.

가상학교의 운영방식은 크게 두 가지로 나누어 질 것이다. 하나는 정규 학교 교육과정과 같은 체제로 운영되는 것이며, 또 하나는 교육목표가 설정되지 않은 무형식교육을 지향하는 방식이다. 전자는 정규학교에서 학습자에 대한 학습서비스 차원에서 물리적인 학교 공간과 병행하여 운영하는 경우와 비영리 기관에서 학교를 대신하는 새로운 형태의 가상학교를 설립하여 운영하는 경우로 나눌 수 있다. 후자는 졸업장보다는 학력 신장에 뜻이 있는 학습자를 위해 강좌를 개설해 놓고, 정규 학교교육 수강생이든 그렇지 않은 간에 정보 제공료를 받고 수업하는 형식을 취할 것이다. 아마 2010년에는 이런 형태의 교육이 보편화될 가능성이 높으며, 그 매개체는 인터넷이 될 것이다.

2.2. 인터넷 활용 수업모형

인터넷을 활용한 수업은 일반 매체를 활용하는 경우와는 달리, 정형화된 모형을 창출하기가 힘들다. 그것은 학년(초·중·고), 교과목, 단원, 학습환경에 따라서 많은 변인이 있기 때문이다. 인터넷을 수업에 활용하는 방법은 첫째 홈페이지를 구축하여 활용하는 방법과 둘째, 수업시간에 필요한 내용만을 필요할 때마다 불러 사용하는 방법이 있다. 보다 효과적이고 체계적으로 지속적인 활용을 하기 위해서는 학교 홈페이지가 구축되어 있어야 하고, 홈페이지 속에 디지털화 된 학습지가 탑재되어 있어야 한다. 그렇게 해야만 일회성에 그치지 않고 다른 학교와 상호교류 속에 서로의 자료를 공유할 수가 있다. 그리고 현재 인터넷이 web으로 통합되고 있으며 그룹웨어에 의한 Internet으로 바뀌고 있는 점을 고려할 때는 WBI(Web-based Instruction) 중심으로 수업하는 것이 바람직하다.

1) 인터넷 활용의 교수학습 모형

일반적으로 인터넷은 문제해결능력, 비판적 사고, 창의적 사고, 열린 사고, 실제적 수행능력, 정보기술 활용능력을 도모하는데 적절하다고 지적한다. 즉 학습자가 학습내용 설정과 방법 모색에 있어 자기 주도적, 구성적 활동을 하는데 가장 효과적이라는 것이다.

따라서 교과교육 교수학습에 있어서도 인터넷의 특성을 최적화하는 방향으로 운영될 필요가 있으며 아래의 조건을 고려하여 수업에 투입되는 것이 좋다.

(1) 과제의 성격: 구조화된 문제, 비구조화된 문제

학습과제는 구조화된 문제와 비구조화된 문제가 있는데 단원의 성격을 고려하여 선택한다. 구조화된 문제는 개념이나 원리의 적용을 요구하는 문제로 초기의 상태가 잘 정의되고 도달하고자 하는 목표가 명확하게 드러나는 것으로, 대부분 교과서에 나오는 응용문제나 단순한 적용문제들이 여기에 속한다. 반면 비구조화된 문제는 문제와 관련된 상황이나 요소가 잘 정의되어 있지 않고, 문제 상황이나 문제 해결에 필요한 정보가 충분히 포함되어 있지 않은 경우로 일상 생활에서 직면하는 문제와 같은 맥락이지만, 일상 생활과 연결되어 있기 때문에 훨씬 흥미 있고 학습자에게 유의미한 것이다.

(2) 교수학습 형태: 개별학습, 협동학습, 상호작용학습

개별학습은 학습자 개개인이 동일 과제를 각각의 문제해결 방식으로 수행하는 방법이다. 가령 교사는 같은 주제를 구성원들에게 제시하고 학습자는 주어진 과제를 자신의 능력에 맞게 풀어 가는 것이다. 일반적으로 활용되는 숙제(리포트)가 여기에 포함된다. 협동학습은 학습자가 소집단을 구성하여 구성원간 협력을 통해 문제를 해결하는 학습방법이다. 협동학습은 서로의 협조와 도움을 통해 학습성취능력이 향상될 수 있으며 협력적 경험을 통해 사회적·정의적 협력기술이 발달될 수 있다는 점, 그리고 실제 상황에서와 유사한 형태의 학습과정을 경험할 수 있다는 점을 장점으로 들 수 있다. 상호작용 학습은 개개인이 공동의 주제를 두고 학급 구성원간의 상호작용을 통해서 문제를 해결하는 방법이다. 가령 교사가 특정한 주제를 제시하면 학습자는 각각의 인지적·정의적 판단에 근거하여 과제해결에 참여하고 그 결과를 모두가 공유하는 방식이다. 인터넷을 통한 전자글쓰기가 여기에 포함될 수 있으며 국어교과 수업에서 유용하게 사용될 수 있다.

(3) 교수학습모형: 자원기반 학습모형

인터넷을 활용한 교수학습 모형으로는 자원기반 학습모형(resource based learning)이 있다. 자원기반 학습모형은 집단 교육의 상황에서 계획된 학습 자원과 상호작용 미디어와 기술의 통합을 통해 학습자 중심의 학습을 촉진하기 위한 일련의 통합된 전략들을 말한다. 이 모형은 학습자가 학습에 대한 책임감을 가지고 다양한 자원을 활용하여 과제나 교육내용에

대한 현실적 감각을 보다 증대시키는 것을 지향하는 학습모형으로써 '정보확인 - 정보수집 - 정보분석 - 정보사용 - 결과 발표'의 다섯 단계의 학습자 탐구수행의 과정을 기초로 하고 있다. 이는 학습자의 탐구심을 자극하고 다양한 정보활용능력과 배양하는데 적절하게 활용될 수 있다. 인터넷 매체언어의 교과 활용은 단원의 성격과 목표, 학습내용, 학습형태 등을 고려하되 인터넷의 특성과 부합되는 과제를 중심으로 이루어져야 한다. 자원기반 학습모형의 탐구수행 과정을 기반으로 과제의 성격, 교수학습형태를 고려하여 3단계 인터넷 매체언어 활용 교수학습모형을 제시한다. 이 모형은 '과제제시 - 자료생성(언어정보탐색, 언어정보분석, 언어정보산출) - 자료공유'의 절차모형에 따라 이루어지지만 단계적, 제한적 범위 내에서 활동되는 것이 바람직하다.

2) 인터넷을 활용한 교수학습의 실례

인터넷 활용 수업은 환경에 따라 크게 세 가지 형태로 나누어 볼 수 있다. 광주 주월초등학교(<http://www.chuwol-e.ed.kwangju.kr/index.html>)의 보고를 소개하면 아래와 같다[12].

(1) 일반교실에서의 활용 수업 (교수용 컴퓨터 1 대만 있는 교실의 경우)

주로 교사가 교수용(제시용)으로 수업에 이용하는 경우이다. 일반 교실에서는 수업 내용과 관련한 멀티미디어 자료 또는 인터넷 정보의 제시를 통한 강의법과 교사에 의해 토론이 유도되는 토론식 수업 방법을 적용한다. 사전에 에듀넷·인터넷을 접속해서 학습에 필요한 정보를 검색하고, 자료를 다운 받아 교사용 컴퓨터(또는 서버)에 저장하거나, 웹사이트를 북마크 하였다가 활용한다. 또 CD-ROM 타이틀로 만들거나 파워포인트 등의 저작도구를 이용하여 만든 자료, 전자교과서 등도 교사용 컴퓨터(또는 서버)에 탑재하여 활용한다. 이 경우 43" TV화면에 제시하여 사용하게 됨으로 사전에 자료를 검토하고 작동 절차를 익히며, 필요한 경우 검색한 자료를 사전에 프린트하여 학생들에게 나누어주고 수업에 활용한다.

(2) 열린 정보실에서의 활용 수업 (학생용 컴퓨터가 6~8대인 교실의 경우)

학생용 컴퓨터가 6~8대 준비되어 있는 열린 정보실에서는 학년별로 열린 수업의 모둠별 활동을 전개한다. 교사 중심의 정보가 제시되고 전달되는 것을 포함해 학습자가 모둠별로 탐색하고 문제를 해결하여 필요한 자료를 스스로 만들어 가는 학습자 중심으로의 전환이 점차 확대되어 가는 과정을 중시한다. 따라서 교사가 수업에 필요한 사이트 정보를 제공해 주거나, 학생들이 모둠별로 교육정보를 검색 사이트에 접속하여 직접 학습에 필요한 정보를 찾도록 하여, 이를 탐색·분석·종합하여 웹 에디터나 저작도구를 이용하여 보고서를 작성하고 보고 활동을 전개한다. 그리고 양질의 생성된 정보는 서버에 탑재하여 공유한다.

(3) 교육정보실 또는 컴퓨터실에서의 활용수업(학생 1인이 1컴퓨터를 사용하는 교실의 경우)

멀티미디어 프로그램, 에듀넷·인터넷을 이용하여 학습자 중심의 개별 수업이 가능한 형태로 교사는 학습 목표, Link된 사이트 정보와 검색엔진, 해결 방법만을 제시해 주고, 학습자는 스스로 원하는 자료를 찾아 탐색하고, 분석, 종합하여 웹 페이지 또는 프리젠테이션을 제작하여 보고하는 활동을 함으로써 모든 학습자가 정보 탐색 및 생성 능력을 습득할 수 있게 하며, 생성된 양질의 정보를 서버에 탑재하여 모든 학습자가 공유하게 한다. 또 전자우편을 통해 부여된 자율 학습 과제 또는 평가 문항을 해결하고, 결과물을 전자우편을 통하여 제출한다. 교육정보실 서버에 탑재된 자료나 인터넷 정보자료를 찾아 학습자료로 활용하고, 대화방 기능을 이용해 의사 교환 및 온라인 학습에 참여한다. 또한 교사가 부여한 학습 과제의 해결을 위해 토론 마당에서 토론을 한다. 전자교과서, Link된 사이트 정보와 검색 엔진을 이용하여 선택적인 보충·심화 학습을 한다. 이 때 교사는 원격제어 모니터링 프로그램으로 학습자의 학습 상황을 교사의 컴퓨터에서 점검하고, 우수 활동 사례를 학습자 전체에게 제시하여 소개하고, 학습자의 질문에 답하며 오류 처치를 위한 개별 지도를 한다. 학급 담임 교사와 온라인 학교 운영 담당교사는 수업 전에 에듀넷을 비롯한 컴퓨터 통신망의 자료를 사전 검색해 수집 가능한 과제를 선정하는 등 준비 작업을 철저히 한다. 또한 매주 활동 상황에 대한 점검을 실시하고 인터넷 검색 활동의 전반적인 학습 상황을 지도한다.

2.3. 인터넷 웹 자료 활용 사례

월드 와이드 웹 자원을 이용한 교수학습은 교사 입장에서 교수 방법을 현대화하고 효율적인 학습 효과를 거둘 수 있도록 하며, 학생들의 사고 능력을 신장시킬 수 있는 기회를 제공한다. 반면에 학생 입장에서는 구체적인 조작 활동을 통하여 학생들 스스로 수학 지식을 구성하는 학생 중심적 수학교육을 받을 수 있다. 또한, 최근 학교현장에서는 컴퓨터의 급속한 보급과 인터넷 콘텐츠의 개발로 컴퓨터를 활용한 수학교육에 많은 관심을 쏟고 있다. 이런 관심은 급변하는 정보화사회에서 기술공학이 중요한 역할을 담당하고 있으며, 이런 기술공학은 컴퓨터를 중심으로 우리의 학교교육을 포함한 사회 전반에 큰 영향력을 미치고 있다. 이러한 인터넷의 Web 자료 활용 방법을 아래의 세 가지에 초점에 맞추어 실시해 보았다.

첫째, 조작을 통해 학생들 스스로 개념과 원리를 '구성'하도록 한다.

둘째, '수학을 왜 배울까?', '수학이 어디에 쓸모가 있나?'라는 반응을 보이는 학생들에게 미리 선수학습을 통해 도움을 준다.

셋째, 정보화 사회에 적응할 수 있는 hardware적 기술과 software적 사고법의 중요성 일깨워 준다.

1) 스스로 하는 수학학습 설계

웹 자원을 이용한 학습이 좋은 결실을 얻을 수 있도록 내용과 실천으로 나누어 다음과 같이 설계하였다.

(1) 내용면

- (가) 스스로 지식 구성
- (나) 선수학습 도움주기
- (대) 하드웨어적 기술과 소프트웨어적 사고

(2) 실천면

- (가) 교수-학습의 전략
 - ① 웹 자원의 Animation을 통한 시각적 사고로 스스로 문제해결하기
 - ② 협동학습(Jigsaw, TGT 등)을 통한 지식의 공유
 - ③ 학습 소감문(학생)을 통한 학생들과의 만남 그리고 반성
 - ④ 관찰기록(교사)을 통한 자기 성찰과 피드백
- (나) 선수학습
- (대) 정보화 능력 향상 방안과 창의성 개발
 - ① 웹 자원 활용 능력 배양
 - ② E-mail 패러다임
 - ③ 창의성 개발

2) 스스로 하는 수학학습의 실천

(1) 교수-학습의 전략

- (가) 웹 자원의 Animation을 통한 시각적 사고로 스스로 문제해결하기

컴퓨터의 애니메이션이나 시뮬레이션 기능은 수학의 연역적인 방법을 귀납적으로 바꾸어 학생들이 스스로가 활동을 통하여 지식을 구성할 수 있도록 도움을 주었다.

수학의 복잡하고 추상적인 개념들을 이해하고 적용하는데 시각적인 표현이 도움이 된다는 가정 하에 그림이나 그래프 등이 시각적 보조 수단(visual aids)이라는 이름으로 사용되어 왔다. 또한 도형의 시각적 표현은 시각적 인식 능력과 관련하여 기하학적 개념을 형성하고 기하학적 정리들을 문제해결

학생 주도적 학습을 위한 수학 교수 학습법

에 적용하는데 영향을 끼친다. 이에 시각적인 사고(visual thinking)는 실제적으로 보이는 영상, 상상
에 의한 영상, 그리는 영상(drawing) 모두를 그 대상으로 하여 그 영상들을 조작하여 패턴을 찾거나,
시각적으로 암기하기, 삼각법으로 표현된 공간도형을 이해하기, 시각적으로 추론하거나 종합하는 것
등이다.

이러한 컴퓨터 웹 자원의 애니메이션을 조작하면서 ‘무엇을’, ‘어떻게’, ‘왜’라는 사고를 갖고, 문제
해결을 해나가면서 스스로 지식을 구성할 수 있도록 하였다.

처음에는 웹사이트를 찾는 것부터 시작하여 애니메이션을 어떻게 조작할 것인지, 그리고 거기서
무엇을 해결하고 어떤 결과를 얻을 수 있는가에 대한 기초가 전혀 이루어지지 않았다. 하지만 컴퓨터
수업이 한 두 시간 지남에 따라 학생들이 수업 전에 미리 교실에 들어와 컴퓨터를 켜고, 웹사이트를
찾아 애니메이션을 조작해보면서 고민을 하고, 수업이 진행되면서 궁금한 것들을 하나씩 질문하기 시
작하였다. 뿐만 아니라 학생들 스스로의 지식 구성이 점차 향상되어 가는 것을 체험할 수 있었다.

또한 웹 자원에서의 애니메이션을 통한(예를 들면, 학생들 스스로가 a, b, c의 임의의 값
을 대입시켜 보면서, 자료1) 시각적 사고로 문제를 해결하는 능력은 교사가 분필을 사용하
여 설명하는 것보다 뛰어났으며, 교사가 설명하지 않은 부분까지도 혼자서 지식을 습득하는
성향을 나타내기도 하였다. 그리고 가장 중요한 것은 스스로 해 보겠다는 의지가 나타났으
며, 이러한 의지가 꾸준히 증가했다는데 의의가 있었다.

아래 표에서 볼 수 있듯이 컴퓨터 수업이후 평소보다 학생들 스스로가 수학학습을 해보겠
다는 변화된 모습을 찾을 수 있었다.

<표 1> 스스로 수학학습을 해 보겠다

분류	수업 전		수업 후		증감(%)
	명수	백분율	명수	백분율	
스스로	13	18	21	30	12
아직도	58	82	50	70	-12
계	71	100	71	100	

<자료 1> 웹에서의 애니메이션 Example

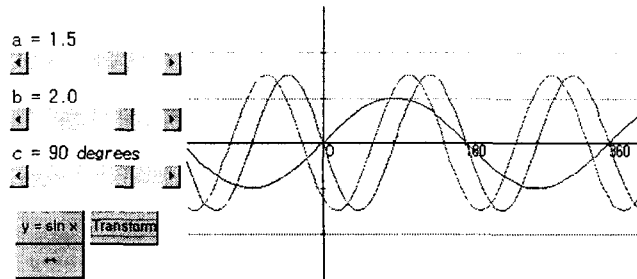
문 제	다음 함수 $y=\sin x$ 에서 $y=1.5 \sin x$ 의 그래프와 $y=1.5 \sin 2x$ 의 그래프 그리고 $y=1.5 \sin 2(x-\pi/2)$ 의 그래프를 비교해 보라.
-----	---

◆ 함수 $y=a \sin b(x-c)$ 의 그래프

1. 이 애플릿은 함수 $y=a \sin b(x-c)$ 의 그래프를 보여준다.
2. a, b and c의 값의 변화를 주고 그래프를 살펴본다.
3. "Transform"의 버튼을 누르면 변화하는 과정이 나타난다.

$$y=\sin x \rightarrow y=a \sin x \rightarrow y=a \sin bx \rightarrow y=a \sin b(x-c).$$

[단계1] $y=\sin x \rightarrow$ [단계2] $y=1.5 \sin x \rightarrow$ [단계3] $y=1.5 \sin 2x \rightarrow$ [단계4]가 애니메이션 되면서(아래 그림) 한 눈에 변화되는 과정을 볼 수 있게 해준다. 따라서 학생들은 시각화를 통해 삼각함수의 다양한 변화를 조작하며 스스로 개념과 원리를 구성할 수 있게 된다.



(나) 협동학습(Jigsaw, TGT 등)을 통한 지식의 공유

① 직소우 학습(과제 분담 학습)

직소우 학습은 경쟁이 없는 상태에서 개인 상호가 정보원, 학습 주체자가 되어, 협력 학습에 의한 수업 방법으로 학생 상호간에 가르치고 배우는 상호 의존적인 소집단 학습이다. 직소우 학습에서 좀 더 발전시킨 직소우Ⅱ가 있으나 우리 학생들의 실정에 맞는 직소우 학습을 변형 선택하였다.

먼저, 1개조에 6명씩 부진아와 우수아를 고루 배치하여 6개조(부록)를 편성하고 각 개인에게 고유 번호를 부여한다. 자신의 번호에 해당되는 조를 찾아가서 조별로 다르게 부여된 과제를 상호 토론을 통하여 정리를 한다. 정리가 끝나면 원래의 조로 돌아가서 정리된 내용을 전달 협의한다. 즉, 동일한 학습 목표에 따른 난이도가 다른 3개의 문제를 교사가 제시하면 학생들은 자신의 번호에 해당되는 조를 찾아가서 새로운 조(동일집단)를 형성하여 문제를 풀고 다시 원래 조로 돌아온다. 자신이 풀고 온 문제를 조원들에게 발표를 하여 상호 보완을 한다.

이 학습은 경쟁이 없는 상태에서 개개인이 정보원, 학습 주체자가 되어 서로 협력하는 상호 의존적인 학습 형태이기 때문에 자신에게 맡겨진 과제에 대하여 충실하게 임하게 되고, 누구나 가르치는 입장에 서게 됨에 따라 발표에 자신이 없는 학생들도 차츰 발표의 기회를 가지게 됨과 동시에 자신감을 얻게 되어 개별 학습의 효과를 거둘 수 있다.

이러한 협동적인 교실 구조를 경험한 학생들은 같은 주제에 대해 제한된 시간 내에 협동적인 전략을 더 잘 찾아낸다. 장기적으로 우리 다음 세대들이 모든 상황을 잘 대처해나갈 수 있도록 돕기 위하여 경쟁적, 개인적인 학습 상황과 함께 협동적이며 상호 의존적인 학습 상황들을 경험할 수 있도록 해주어야 할 것이다.

학생들이 초등학교와 중학교를 거치면서 직소우 수업에 익숙하지 못하여 시작 단계에서 어려움이 있었다. 그렇지만 새로운 학습 방법에 대한 흥미와 학생들이 서로 배움을 나누어 줄 수 있다는 생각에 적응하는 시간이 예상 밖으로 얼마 걸리지 않았다. 무엇보다도 학습이 뒤쳐진 학생들은 수업시간에 대체적으로 집중하지 못하여 학습 참여도가 떨어지는 것에 비해 이러한 학습방법은 본인이 열심히 하지 않으면 안 된다는 책임감과 함께 학습에서 소외되지 않고 학습의 주체라는 주인의식을 갖게 된 것이 가장 큰 수확이었다.

직소우 학습을 하는데 있어 학생들의 수준에 따라 적절한 문항수와 문제의 난이도를 조절하고 충분한 시간을 주어 스스로 해결 할 수 있도록 배려하였다. 특히 하(下) 수준에 있는 학생은 수학의 기초가 부족하므로 학습에 흥미를 유발 할 수 있도록 컴퓨터 조작 중심 문제로 제시하였다.(자료2)

② TGT 학습(팀 게임 토너먼트 학습)

TGT 학습은 학습과제를 조별 중심으로 연구하게 한 뒤, 토너먼트 방식으로 학습내용을 심화시키는 구체적인 교수-학습 방법이다. 이 학습은 모든 학생에게 최고 점수를 얻을 수 있는 기회를 동등하게 부여하며, 모든 학생에게 보상을 받을 수 있는 기회를 동등하게 부여한다. 또 조별 중심의 보상으로 학생에게 성취 동기를 불러일으킨다. 그러면서 '경쟁' 원리를 수업에 도입하여 학생들의 적극적인 수업 참여를 유도할 수 있다. 뿐만 아니라 '협동'의 원리를 수업에 활용함으로써, 사회성(책임감)을 습득할 수 있도록 하고, 협동학습의 단점인 무임승객 효과(free-rider effect), 봉 효과(sucker effect)를 보완할 수 있다.

TGT 학습을 하면서 지나친 경쟁 심리를 유발하여 궁극적인 학습 목표를 망각할 우려가 있었다. 그것은 자칫 학생들의 사행심을 조작하는 것은 아닌지 그리고 보상을 강조하다 보니 보상이 없으면 학습 참여도가 떨어지는 것은 아닌가 조심스러웠다. 하지만 이러한 문제점을 안고 시도해본 TGT 학습은 대단원 정리에 상당한 학습 효과가 있음을 알 수 있었다. 그리고 학생들은 그 동안 학습한 개념들을 서로 연관짓고, 관련 개념들을 구분하고 정리할 수 있는 기회를 제공받을 수 있었다.

<자료 2> 직소우 학습지의 예

지도일시	2001년 7월 4일 수요일	학년	2학년	지도교사	전영주
교과	수학 I	단원	삼각함수의 그래프(sin 함수)		
학습주제	웹 자원 속에서 Computer Animations을 이용한 삼각함수의 그래프				학습모형
학습목표	삼각함수의 그래프의 변화를 설명할 수 있다.				jigsaw

		학습 내용	전문가 집단 에서 얻은 결과	본래의 조에서 얻은 결과
변 화 준 수		<p>◆ The graph of $y = \sin x$</p> <p>[설명] 이 애플릿은 $y = \sin x$의 그래프의 변화를 보여 준다. [활동] "Draw" 또는 "+", "-" 버튼을 눌러 그래프를 그려 본다.</p>		
	1	[문1] $y = \sin x$ 의 그래프의 변화를 확인하고, 조원끼리 토론하여 변화의 결론을 얻어 보아라.		
	2	[문2] $y = \sin 2x$, $y = 2\sin x$ 의 그래프를 그려보아라. [문3] [문1], [문2]에서 얻은 자료를 토대로 $y = a\sin bx$ 에서 a , b 는 무엇을 결정하는가?		
중	3	[문1] $y = \sin x$ 의 그래프의 변화를 확인하고, 조원끼리 토론하여 변화의 결론을 얻어 보아라.		
	4	[문2] $y = \cos x$ 의 그래프의 변화를 유추하고 그래프를 그려 보라. [문3] $y = \tan x$ 의 그래프의 변화를 유추하고 그래프를 그려 보라.		
하	5	[문1] $y = \sin x$ 의 그래프의 변화를 확인하고, 조원끼리 토론하여 변화의 결론을 얻어 보아라.		
	6	[문2] $y = \sin x$ 의 그래프를 실생활에서 찾아 볼 수 있는가?		

(타) 학습 소감문을 통한 학생들과의 만남 그리고 학생들의 반성

학생들의 학습 경험을 요약해서 교사가 다음 학습에 도움을 받을 수 있는 장치를 마련하였다. 교수-학습에서 교사가 기능들을 얼마나 잘 활용하고 유효 적절하게 투입하였는지 학생들을 통해 수업을 돌아보는 것이었다. 소감문을 한 장씩 읽어 내려가면서 학생들과 수업 중 못 다한 이야기를 나누는 것과 같은 착각을 했다. 이미 글을 통해 학생들과 대화가 이루어지는 것이었다.

소감문을 읽어 내려가며 '무엇을 배웠습니다', '이번 수업은 이랬습니다', '선생님! 이렇게 해 주셨으면 해요' 등의 질문과 대답을 통해 학습 내용과 학습할 내용에 대해 반성과 발전계획을 세우는 것이었다.

학생 주도적 학습을 위한 수학 교수 학습법

학습 소감문은 학생들에게도 반성할 수 있도록 해주었다. ‘오늘 수업 시간에 나는 이랬지’, ‘더 열심히 했어야 하는데...’ 등 등.

소감문을 통해 수업 중 자신의 모습을 되돌아보는 것이며, 현재 학습을 다음 학습과 연관시키는 권한을 학생에게 부여함으로써 보다 중요한 목표를 달성할 수 있게 해 주었다.

<자료 3> 학습소감문의 예

일시	2001년 7월 4일 5교시	장소	컴퓨터실
단원명	미분계수	담당선생님	전 영 주
작성자	제 2 학년 7 반 6 번 이훈 김 원 호		
학 습 소 감 기 록 관			
<p>컴퓨터로 수학공부를 한다는 것이 잘 안될 것이라고 생각했는데 직접 보고 나니 까 이해하기 쉽고 좋았다. (중략) 나는 그때 컴퓨터를 보고 이것저것 만졌는데 누르는 데로 그래프가 움직이면서 값이 많이 바뀌었다. 그래서 재미있어서 수학 을 듣기도 하고 공부를 했는데 너무 재미있었다. 그리고 수학은 아주 알하는 것 보다는 조금이나도 듣는게 낫다고 느꼈다.</p>			

(라) 관찰기록(교사)을 통한 자기 성찰과 피드백

교사는 앞에서 언급한 것처럼 수업 중 발생하는 여러 가지 일들을 잘 관찰하고, 기록하면서 관찰기록을 통한 자기 성찰과 피드백을 할 수 있도록 해야한다. 그것은 배우나 talent가 수없이 자신의 연기를 모니터 함으로써 본인연기의 장·단점을 파악하고, 단점을 보완해 나아가며 자신의 능력을 십분 발휘하도록 하는 것처럼, 본인도 수업의 녹화방송(관찰기록지)을 보면서 수업 중 잘못 되었던 것을 시정해 나가며, 똑같은 오류를 범하지 않도록 노력하고 있다. 관찰일지는 본인의 자기 성찰의 시간을 시작하는 동시에 훌륭한 수업 평가이다.(자료 4)

(2) 선수학습

초등학교의 30%학생들이, 중학교에서는 50%, 고등학교에서는 70%정도가 수학을 포기한다고 하는 것은 이미 잘 알려진 사실이다. 그러나 교사가 이러한 학생들을 방치한다는 것은 책임회피이므로 학생의 학습동기를 유도하고 기초형성을 도와줄 수 있는 선수학습 자료를 제공하는 것은 반드시 필요한 일이다.

선수학습 자료는 학생들이 필요로 하는 기초적인 자료를 제시하였다.(자료5)

<자료 4> 관찰기록의 예

일시	2001년 7월 4일 5교시	장소	컴퓨터실
수업학급	제 2학년 6, 7반	작성자	전 영 주
단원명	미분계수의 기하학적 의미	차시	4/24
수업형태	직소우 학습		
수업 관찰 기록 판			
<p>오늘 수업은 컴퓨터 애니메이션을 이용한 미적분학의 새로운 접근이라는 주제를 가지고 수업을 실시하여 하였다. (중간 생략)</p> <p>이 번 컴퓨터를 활용한 교수-학습 활동은 만족할 만 하였다. 학생들 스스로 조작을 통한 학습의 목표를 인지하고 문제 해결을 위해 협동하는 모습은 참으로 아늑하기까지 했다. 특히, 기수나 영기는 생활 면에서 소신하고, 학습도 뒤쳐진 에도 불구하고 적극적인 참여로 나의 마음을 들뜨게 만들었다. 기수, 영기 하이팅!</p> <p>학생들의 수업 참여는 교사의 역할에 달려 있다고 본다. 스스로 참여하고 스스로 터득하는 교수-학습, 이것이 자기 주도적 학습이 아닐까? 하지만 부족한 점도 있었다. 인터넷을 많이 접해보지 못한 학생은 사이트를 찾는 데 시간을 낭비하고, 자신의 문제를 해결 한 후, 다른 조원에게 전달하는 과정에서 약간의 학습목표의 방향을 잃기도 하였다. 그렇지만 그것은 어디까지나 시행 초기의 시행착오라고 믿고 있다. 오늘 수업은 나쁘대도 만족하였다.</p>			

<자료 5> 선수학습지의 예

자 료	<p>아래 빈칸에 임의의 숫자를 넣어 애니메이션 시켜보자.</p> <div style="text-align: center;"> </div> <p>▣ $\cos x$, $\tan x$의 애니메이션은 각 해당 그림을 클릭 하면 된다.</p>
----------------	--

활동 1	다음 빈칸(예 30°)에 값을 넣어 보아 $\sin x$, $\cos x$, $\tan x$ 의 값을 찾아보고 선수학습지 I 과 비교하여 보자.					
활동 2	아래 표를 완성하라.					
		0°	30°	45°	60°	90°
	$\sin x$					
	$\cos x$					
	$\tan x$					

※ <http://www.ies.co.jp/math/java/trig/index.html>. 참조

(3) 정보화 능력 향상 방안과 창의성 개발

(가) 웹 자원 활용 능력 배양

웹 자원 활용 능력은 문제가 주어졌을 때 이를 해결하기 위한 첫 단계로서, PC 통신 자료실이나 웹사이트를 활용한 검색, 또는 인터넷 검색 엔진을 활용하거나 직접 정보를 갖고 있는 사람과의 정보 교환 등을 통해 다양한 정보를 찾아보는 유형을 말하는 것으로서 두 가지 측면에서 접근하였다.

첫째, 학생들이 WBI 학습자료를 어디에서 찾게 할 것인가?

둘째, WBI 학습자료를 찾도록 하여 어떻게 활용할 것인가?

먼저 학습자료를 찾기 위해 <http://mathlove.com>, <http://www.ies.co.jp/math/java> 등 30여 곳 정도의 웹사이트를 소개하였다. 특히, <http://www.ies.co.jp/math/java>와 우리나라의 www.openedu.co.kr은 상당한 양의 자바 프로그램이 있어 학습에 많은 도움을 받을 수 있었다.

그리고 WBI는 수업 중 학습한 내용과 관련된 문제를 웹의 자료 검색을 통하여 해결하도록 Homework로 제시하고, 수업 중 다루기 어려운 수학적 문제와 이산 수학과 관련된 문제를 수학과 자료실에 올려놓아 수시로 활용하도록 하였다. 뿐만 아니라 학교 수학과정의 편협성을 벗어나 새로운 수학의 맛을 느끼도록 배려하였다. 그리고 주어진 문제가 어려워 혼자 해결이 안 되는 경우에는 친구들과 서로 토론하고 의견을 나누는 협동학습 통해 해결하도록 하였다. 이것들은 모두 학생들의 '수학력(數學力)'을 육성하는데 주안점을 두고 있다.

(나) E-mail 패러다임

현 교육은 교사의 중심의 수업방법으로 학력의 개인차는 더욱 심화되어, 대다수의 학생들이 수학교과에 대한 흥미나 학습의욕을 상실하고 있으며, 학습 과정에 탐구적인 사고 활동

이 소홀히 다루어짐으로써 학생들의 기초학력 신장과 문제를 스스로 해결할 수 있는 능력을 배양하기란 기대하기 어려운 실정이다. 이러한 문제점을 부분적으로 해소하고 개선하는 방안을 모색하였다.

그 결과 예전의 서당교육인 개별화 교육을-학생들을 지도하는 것이 아니고 학생을 지도하는 멘투멘 학습-새로운 시대에 맞게 일대일 및 개별화 된 교수-학습을 E-mail 패러다임이라 하여 시도하게 되었다.

교수-학습은 의사소통 과정에서 촉진되는데, 컴퓨터 통신은 의사소통이 인쇄된 텍스트를 수반하게 되어 있으므로 이 기법을 효과적으로 지원할 수 있는 것이다. 또한 E-mail 사용은 정보화 능력 향상 방안의 첫 번째 단추 역할을 맡고 있다.

E-mail은 과제 제출이나 수업 중 의문 사항 그리고 가정이나 학교에서 스스로 공부하는 가운데 발생하게 되는 여러 궁금증을 메일교환을 통하여 해결함과 동시에 쌍방이 참여하는 교수학습이라는 장점을 충분히 활용할 수 있었다. 뿐만 아니라 발표력이 부족한 학생들도 차츰 의사소통 능력은 물론 학업에 대한 태도, 자신감 등에서 현저한 변화가 있었다.

(대) 창의성 개발

과학 기술과 정보화 사회로의 급진전은 모든 이들에게 첨단 과학에 대한 지식과 기능을 요구하게 되고, 이러한 능력의 부족은 새로운 형태의 문맹을 의미하고 있다. 또한 국제 사회에 적응하고 경쟁력을 키우기 위해서는 창의적인 사고 개발이 절실히 요구되고 있다.

학생들의 창의성을 길러주고 가르치기 위해서는 먼저 학생들의 내적인 동기를 유발시키는 것이 중요하다. 내적 동기 유발은 직접적으로 가르치거나, 내적으로 동기 유발되도록 말하는 것이 불가능하다. 그러므로 그들 스스로 호기심, 흥미, 즐거움, 개인적인 도전 의식을 자유롭게 표현함으로써 내적 동기 유발을 일으킬 수 있도록 도와주었고, 발문을 통해서도 학생들의 창의성이 개발되도록 유도하였다.

발문은 오랫동안 중요한 교수전략으로 간주되어 왔다. 발문법이란 교사가 학생에게 발문을 함으로써 학생의 사고를 명료하게 하고 나아가 학생의 사고를 확장·발전시키는 기능을 하는 방법을 말한다.

교사는 발문을 통하여 학생의 잠재능력을 표현하고 언어발달 자극은 물론 학생의 사고를 촉진시키기 위해 다양한 발문을 사용해 왔다. 수업이란 발문으로 시작해서 발문으로 끝난다고 해도 과언이 아니다. 발문법이 교육 방법으로 채택된 역사는 오래되었다. 소크라테스는 이 발문법을 산파법(産婆法), 플라톤은 대화법이라고 불렀다.

창의성 개발을 위한 발문방법으로 먼저 내용이나 단어를 선정한 후 학생들의 확산적인 사고가 일어날 수 있는 발문을 미리 만들었다. 그래서 발문을 통하여 학생들이 다양하고 깊은 사고의 과정 속에서 수업이 진행되고 있다는 생각을 갖도록 지도하였다.

2.4. 웹 자원을 이용한 학습의 문제점과 교사의 역할

웹 자원을 이용한 학습은 여러 매력적인 장점에도 불구하고, 문제점을 안고 있다. 백영균 [9]은 웹 기반 학습의 문제들을 교육적, 공학적, 조직적, 제도적, 문화적인 문제의 다섯 영역으로 나누어 제시하면서 다음과 같이 설명하고 있다.

첫째, 교육적인 문제로 제기한 것은 매체의 역할이다. 웹이 단순히 학습의 내용을 전달하는 운반자의 역할을 하는 것이 아니라 학습의 환경이며 기존의 교실과 같은 것이다. 즉, 웹은 가상의 교실이며 이 가상의 공간에서 방향감 상실 문제를 극복해야한다. 뿐만 아니라 학습자들이 고립되어 연결되지 않았다는 심리적 압박감이 있다. 이러한 학습자를 고려한 상황에서 충분한 연구와 검증을 통하여 해결되어야 한다.

둘째, 공학적인 문제는 통신망의 속도, 학습자의 접근의 문제, 이에 관련된 비용의 문제이다.

셋째, 조직적인 문제는 웹 기반학습의 코스를 준비하는 것으로서 웹 관련 상호작용과 과업의 형태, 그리고 학습에 포함되어야 할 상호작용 등의 계획과 관련하여 고려되어야 할 조직적 문제로 지원의 문제가 있다.

넷째, 현장에서의 제도적인 문제는 교사가 웹 기반 학습을 준비하는 데 소요되는 시간이다. 새로운 학습에 대한 사전 작업뿐만 아니라, 최신 공학적 상태의 유지와 그리고 장비 및 시설에 대해 알고 어떻게 작동하는가를 아는 것이다.

다섯째, 문화적인 문제는 상호작용과 의사소통의 문제가 있다. 언어의 선택과 사용에 있어 지역, 나라간의 문제를 해결할 수 있도록 적어도 웹 기반 학습 사이트의 다중언어 번역이 지원되어야 한다.

지금까지의 인터넷 활용수업의 교육적 효과가 시범학교를 중심으로 검증되었을 뿐이며, 이것도 다분히 작위적인 평가기준에 의해 긍정적인 결론짓는 것은 경계할 필요가 있다. 몇 시간의 시범수업을 위해 담당교사가 흘린 땀방울과 주위의 기술적 지원, 학습자의 초기 호기심을 고려하지 않은 수업평가는 많은 문제점이 있다. 몇몇 학교의 사례를 두고 마치 모든 것이 그렇게 될 것인 양 홍보하는 교육부의 목소리를 듣기 전에 열악한 우리의 학교 교육환경을 먼저 되돌아 볼 필요가 있다.

또, 인터넷이 수업에 활용되기 위해서는 합당한 이유가 있어야 한다. 이에 는 교육철학적 배경, 교육정책, 그리고 다양한 사회적 변인이 뒷받침되어야 한다. 현 단계에서 볼 때, 구성주의가 인터넷을 교실공간에 끌어드리게 하는 철학적 기반이 되고 있으며, 정부의 교육개혁 정책이 이를 뒷받침하고 있다. 앞으로의 사회가 소품종 대량생산의 산업사회에서 다품종 소

량생산의 지식정보사회로의 변화되는 것도 주요한 사회적 요인이라 할 것이다. 나아가 자라나는 학습자가 영상세대라는 것도 교수·학습의 상황 속에서 고려되어야 하는 변인 중의 하나이다.

이런 관점에서 볼 때, 인터넷을 수업에 활용할 것인가 아닌가의 문제는 수업에 필요한 도구적 차원이 아닌 학습모델의 변화에서 이해할 필요가 있다. 이미 많은 학자들이 인터넷의 활용을 교육 패러다임의 변화 차원에서 이해하고 있는 것이 그 단적인 예이다.

한편, 이러한 학습을 함에 있어 교사는 다양한 형태의 생생한 자료를 제공하고, 교사 상호간 정보의 공유를 통해 학습 자료의 양적 업그레이드와 동시에 질적인 향상을 도모해야 한다. 그리고 인터넷 활용교육에 대한 올바른 인식을 갖추고 있어야 한다. 인터넷 활용 교육이 왜 중요한지, 어떠한 경우에 활용하여야 하는지에 대한 인식이 올바르게 정립돼 있어야 하는 것이다. 교과에 따라, 달성하고자 하는 목표에 따라 인터넷을 활용하는 것이 오히려 비효과적인 경우도 많다. 무조건적으로 인터넷을 활용하는 것만이 능사는 아닌 것이다.

3. 결론

컴퓨터 기능과 인터넷이 발달할수록 교육에 활용할 수 있는 잠재력 또한 커진다. 최근 들어 웹상의 교수학습 자료를 활용한 수업에 대한 관심이 높아지고 그에 대한 현장에서의 실천은 좀 더 효과적인 학습환경을 제공한다는 의미에서 매우 좋은 것이라 할 수 있다.

그것은 지금까지의 수학교육이 '수학은 추상적인 교과'라는 인식을 벗어나지 못하고 수학에 대한 흥미를 상실케 하고 우리의 생활과 수학은 전혀 별개의 것이라는 식의 발상을 하게끔 만들었다면, 앞으로의 수학은 학생들이 실제적이고 구체적인 자료를 애니메이션 또는 시뮬레이션을 시켜봄으로써 역동적인 학습 환경을 경험하고, 웹의 다양한 상호작용 활동을 통한 지금껏 버려진 수학적 관심을 되찾고 정보화 사회가 원하는 합리적인 인간으로서 필요한 정보 입수, 분석, 종합, 판단, 반성할 수 있는 능력을 발휘 할 수 있게 해주어야 한다.

또한, 지식 정보화 시대에 다른 나라보다 앞서기 위해서는 문제의 본질을 정확히 파악한 후 올바른 추진 방향과 고도의 집중력으로 아이디어를 개발하는 창의성을 필요로 한다. 이러한 창의성은 분필을 이용한 문제 풀이 위주의 주입식 수업을 통해서만 만들어 질 수 없다는 것은 너무도 자명하다. 지금의 교실수업은 분명 잘못 이루어지고 있지만 수업이 잘못 되고 있음을 느끼지 못하는 실정이다.

교실 수업 개선을 위한 방법으로 효과적인 웹사이트의 활용을 위해서는 첫째, 열려 있는 웹 자원을 자유롭게 볼 수 있는 교육환경이 되도록 각 학교에는 기술적, 경제적인 뒷받침이 가능하면 빨리 뒤따라야 한다. 둘째, 웹 자원의 규모와 종류가 방대하고 유해한 정보 또한 많으므로 학생들을 적절하고 유익한 웹사이트에로의 안내자적인 교사의 역할이 필요하다.

또한, 우리의 웹 자료를 정리하여 국제적인 정보망에 알리는 것 또한 바람직하다고 본다. 마지막으로 지루하게 느껴지는 수학학습을 자발적이고 흥미를 통한 스스로의 학습으로 찾아내어 창의력 개발에 영향을 줄 수 있도록, 여러 가지 프로그램과 자료를 누구나 쉽게 사용할 수 있도록 교사와 교육 당국은 최선을 다해 준비해야 한다.

웹을 이용한 학습이 학생들에게 있어 방대한 도서관 그 이상이 되게 하기 위해서 교사는 학습 목적을 명확히 제시하고, 학생들 스스로가 책임성과 자발성을 갖고 필요한 것을 찾아나가도록 도와주어야 한다. 또한 웹 자원을 이용한 협동학습을 통해 생존 경쟁의 시대에 혼자만 살아 남는 방법을 가르치는 것이 아니라 정보의 공유를 통한 학습 과정에서 서로를 존중하고 아껴주는 마음을 갖는 자연스런 인성교육 실천 학습으로 옮겨질 수 있도록 해야 한다.

참고 문헌

1. MBC 스페셜, “수학괴담,” available at <http://www.imbc.com/tv/culture/index.html> Ritch, 2001.
2. 중앙일보, available at <http://techpress.joins.com>, 2000.
3. 노선숙, “월드 와이드 웹 자원을 이용한 통신교육,” 대한수학교육학회지 Vol.V No. 2 (1995), 61-70.
4. 류희찬, 권성룡, “컴퓨터를 활용한 수학학습에서의 사회적 측면,” 대한수학교육학회지 Vol. IX No. 1(1999), 263-273.
5. 이신동 외, 교수-학습의 이해, 상조사, 1999.
6. Gagné, E. D., *The Cognitive Psychology of School Learning*, Little Brown, Boston, 1985.
7. 이태욱, 컴퓨터 교육론, 좋은 소프트, 1999.
8. 이현희, 황부현, “교사 에이전트 활용한 웹 기반 단계별 원격 교육 시스템의 설계,” 정보처리학회 춘계학술발표논문집, 2000.
9. 백영균, 웹 기반 학습의 설계, 양서원, 1999.
10. Ritchie Donn C. and Bob Hoffman, available at <http://edweb.sdsu.edu/clrit/learningtree/DCD/wwwInstrdesign/Instruction.html>, 1996.
11. 김선익, “시스템의 설계 및 구현,” 한국학고수학회 논문집 제 4 권 제 1 호(2001), 69-79.
12. 조배원, “전자수업안·학습지 활용을 통한 수업의 질 향상,” 인터넷을 활용한 수업개선 세미나, 교육개발원, 1998.