

컴퓨터를 활용한 수학과 수업 모형

순천대학교 수학교육과 강윤수

Abstract

The main purpose of this study is to classify types of class using computer in the school mathematics classroom. For this purpose, we will first survey the Tyler's theory relate to the curriculum model and its details. Then we will investigate the crucial points using computer in the school mathematics classroom in the viewpoint of Glaser's teaching model. From this, we will device several types of mathematics class using computer.

0. 서론

'90년대 이후로 각급 학교에 컴퓨터¹⁾가 보급되고 미국과 캐나다 그리고 유럽을 중심으로 교육용 소프트웨어의 개발이 본격화되면서 세계적으로 수학교육에서의 컴퓨터 활용가능성에 관한 논의가 활발해졌다. 국내에서도 '90년대 중반 이후 컴퓨터를 활용한 수학교육에 관한 연구가 활발해지면서 다양한 형태의 연구결과들이 산출되고 있다. 나일주는 교육계에 불어 오고 있는 이러한 바람을 잠시후면 멈추게 될 "지나가는 바람"이 아니라 계속해서 우리 주위에 남게될 "새로운 환경"으로 될 가능성이 많다고 전망했으며[3], 엘빈토플러는 이러한 새로운 흐름을 농업혁명, 산업혁명에 비교되는 "정보의 혁명"이라고 평가하고 이를 제3의 물결이라고 불렀다. 최근에 컴퓨터에 의해 빠르게 변화하고 있는 사회 환경을 감안하면 이들의 예측은 비교적 정확하며 앞으로도 컴퓨터는 우리의 환경을 변화시킬 수 있는 요인 가운데 가장 중추적인 역할을 할 것이 분명해 보인다. 이처럼 컴퓨터의 발달이 우리가 처한 환경을 급속하게 변화시키고 있지만 그로 인한 폐해 또한 만만치 않아서 컴퓨터 환경에 관한 찬,반 양론 간의 논쟁이 치열하다. 이러한 상황은 교육과 관련해서도 예외가 아니어서 다양

1) 여기서 말한 컴퓨터는 교육용 소프트웨어를 구동시키고 교육적으로 활용하는데 필요한 주변기기를 포함한 컴퓨터 매체와 컴퓨터와 비슷한 기능을 갖고 있는 휴대형 테크놀로지를 포함하는 의미로 활용된다.

한 형태의 논쟁을 야기시키고 있다.

교육에서의 컴퓨터 활용가능성에 관해 비판적인 시각을 가진 입장에서는 문제해결 과정에서 길러지기를 희망하는 논리적 사고력, 창의력 등이 컴퓨터의 활용으로 인해 침해될 수 있다고 생각한다. 반면에 컴퓨터의 활용 가능성에 긍정적인 시각을 가진 입장에서는 단순한 계산과정이나 반복 시행되는 작업을 컴퓨터가 대신해주기 때문에 오히려 논리적으로 사고하고 창의력을 신장시킬 수 있는 학습과정을 구현해 볼 수 있는 여유를 갖게 된다고 주장한다. 같은 상황을 정반대로 인식하는 이러한 첨예한 관점의 차이는 쉽게 해소될 것 같지 않다. 왜냐 하면, 컴퓨터는 교육적 목적에 비추어 장,단점을 동시에 갖고 있어서 어느 한쪽이 맞다는 연구결과를 도출하기가 쉽지 않기 때문이다.

Larsen의 다음과 같은 주장을 보면 이러한 논쟁이 소모적일 수 있음을 알 수 있다[4]. 그는 컴퓨터는 하나의 도구이며, 도구는 그것을 사용하는 사람이 그것을 사용함으로써 무엇을 성취할 수 있을 것인가 하는 기대에 의하여 정의된다고 보았다. 따라서 그는 컴퓨터의 교육적 활용을 논할 때 컴퓨터의 본질과 특성을 바탕으로 교육적 특징과 활용을 논하기 보다는 그것을 활용하려는 배경에 깔려있는 교육적 의도의 질에서부터 출발하여 논의가 전개되어야 한다고 주장하였다. 즉, “교육에서 컴퓨터를 어디서 어떻게 활용하여야 할 것인가?”라는 질문 이전에 “교육적 목적을 달성하기 위하여 어떤 도구들이 필요할 것인가?”라는 질문이 먼저 다루어져야 한다는 것이다.

따라서 “수학교육에서 컴퓨터를 활용하는 것이 교육적으로 합당한가?”와 같은 논의보다는 “수학교육의 특정한 분야에서 특정한 소프트웨어나 테크놀로지의 활용이 교육적으로 효과가 있을 것인가?”와 같은 논의가 더 바람직하다고 볼 수 있다.

이러한 관점에서 본 연구에서는 컴퓨터의 교육적인 유용성에 관한 논의에 구속되지 않고 컴퓨터를 활용하려고 하는 입장에서 고려해야 할 시사점을 중심으로 논의를 진행시키고자 한다. 본 연구에서 다루어질 내용은 다음과 같다.

첫째, 교육과정 모형의 전형으로 받아들여지는 Tyler의 교육과정 모형과 이 모형의 각 요소를 상세화한 Tyler의 이론을 바탕으로 수학교육에서 컴퓨터를 활용하고자 할 때, 유의해야 할 시사점을 살펴볼 것이다.

둘째, 각 단원의 수업 계획을 고안할 때 유용한 Glaser의 교수모형을 바탕으로 컴퓨터를 활용한 수업 계획 과정에서 고려해야 할 사항들을 살펴볼 것이다.

셋째, 위의 두 과정으로부터 추출된 이론적 근거를 바탕으로 컴퓨터 등과 같은 테크놀로지를 활용한 수학과 수업 형태를 분류하고 이들의 활용 방안을 고찰해 보고자 한다.

1. 교육과정 모형과 컴퓨터 활용 방안

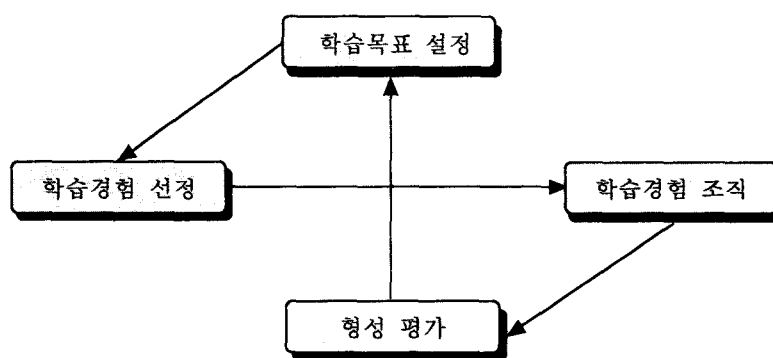
(1). 타일러의 교육과정 모형과 컴퓨터

여기서는 일반적으로 교육과정에 관한 한 타일러(Tyler)가 제시한 교육과정 모형이 전형으로 받아들여지고 있는 바, 이를 살펴본 다음 실제적인 교수-학습 상황으로 제한하여 구체적인 수업에 관한 교육과정 모형을 정하고자 한다. 그런 후에, 타일러가 구체화한 교육과정 모형의 각 요소별 이론적 근거를 바탕으로 컴퓨터를 활용한 수업에서 유의해야 할 시사점을 살펴보고자 한다.

일반적으로 타일러는 다음과 같은 질문들을 통해 교육과정의 기본요소를 교육목표의 설정, 학습경험의 선정, 학습경험의 조직, 학습성과의 평가로 구분하여 설명하고 있다[6, p. 1].

- 학교에서 달성하고자 하는 교육목표는 무엇인가?
- 이러한 목표를 달성하기 위하여 학습경험의 선정은 어떻게 이루어져야 하는가?
- 이러한 학습경험을 효과적으로 조직하는 방법은 무엇인가?
- 교육목표의 달성여부를 어떻게 평가할 수 있는가?

타일러의 교육 과정 모형을 구체적인 수업 계획에 적용하면 다음과 같은 모형을 얻을 수 있다.



이 모형에서 화살표는 순서를 나타내지만 '평가'결과가 '목표설정'에 피드백이 되므로 각 요소들은 순환적 관계를 유지하고 있다.

여기서는 이 모형을 수업에 관한 표준적인 교육과정 모형으로 받아들여서, 교육과정 모형을 제시하고 그 모형의 각 요소를 상세화한 타일러의 관점을 바탕으로 컴퓨터를 활용한 수

업을 계획할 때 고려해야 할 시사점을 각 요소별로 나눠서 살펴보고자 한다.

• 학습목표 설정

이 모형에 따르면 학습목표가 무엇보다 가장 먼저 정해져야 한다.

Tyler에 의하면 교육목표의 선정은 학습자의 필요나 흥미, 사회의 요구, 교과서의 성격 등을 고려해 잠정적인 교육목표를 결정하고 교육철학과 학습심리가 최종적인 교육목표의 설정을 위한 체의 역할을 해야 한다고 주장하였다. 이러한 일반적인 교육목표 설정의 준거는 그대로 학습목표의 설정에도 적용될 수 있다.

다만 특정한 수업 계획에서 컴퓨터를 활용하고자 하는 의도를 갖고 있다면 다음과 같은 점에 주의해야 할 것이다. 다시 말하면, 특정한 수업에서의 컴퓨터 활용계획 여부에 상관없이 학습목표가 설정되어야 한다는 것이다. 이는 매 차시의 학습목표가 독립적으로 결정될 수 없고, 교육과정의 목표, 대·중 단원의 목표 등과 위계적 계통을 가지는 것으로 교사가 특정한 수업을 계획하기 이전에 이미 결정되어 있음을 의미한다.

예를 들어, '이차방정식의 해'를 지도하는 단원에서 'TI-92계산기를 활용하여 이차방정식의 해를 구할 수 있다' 등과 같은 학습목표는 적절하지 않다. 이러한 경우에는 '이차방정식의 해를 구할 수 있다' 등과 같은 학습목표에 대해서, '컴퓨터의 활용이 주어진 학습목표의 달성에 더 효과적인가'라는 것으로 컴퓨터의 활용 여부를 결정하는 준거를 삼아야 할 것이다.

• 학습경험 선정

타일러는 '학습경험'을 '학습자와 그를 둘러싸고 있는 환경 속의 여러 외적 조건들 사이에서 벌어지는 상호작용을 의미한다.'고 규정하였다[6, p. 63]. 다시 말하면, 학습은 학습자가 겪는 경험과 학습자의 능동적인 활동을 통해서 일어난다고 볼 수 있다. 이러한 입장에서 본다면 컴퓨터를 활용한 수업도 학습자의 활동을 전제로 할 때만 의미가 있게 된다. 따라서 컴퓨터 활용 계획을 세우는 교사는 어떤 방법으로 학생들의 활동을 유도할 것인지를 고민해야 하고 이러한 맥락에서 컴퓨터의 활용 효과를 평가해야 할 것이다.

한편, 타일러는 학습경험 선정을 위한 일반원칙으로 기회의 원칙, 만족의 원칙, 가능성의 원칙, 다경험의 원칙을 들고 있다. 이러한 타일러의 관점을 바탕으로 수업계획 과정에서 컴퓨터를 포함한 다양한 형태의 테크놀로지를 활용하고자 할 때, 고려해야 할 시사점을 살펴보면 다음과 같다.

우선, 학습자 스스로 경험해 볼 수 있는 기회가 학습경험 속에 내포되어 있어야 한다는 측면에서 보면 교사의 통제 하에서 활용되는 컴퓨터보다는 학습자들이 직접 조작해 볼 수 있도록 구성된 컴퓨터 학습 환경이 더 바람직하다.

둘째로, 교육목표가 시사하는 행동을 학습자들이 수행하는 과정에서 만족감을 느끼고 학

습경험에서의 요구가 학습자의 능력범위 안에 있어야 한다는 측면에서 컴퓨터를 활용한 학습환경을 살펴보면, 학습자 스스로가 컴퓨터를 활용하는 과정에서 컴퓨터의 유용성을 인정해서 만족할 수 있도록 해야 하며 조작과정이 지나치게 어려워 좌절하는 일이 없도록 유의해야 한다.

셋째로, 다성과의 원칙은 동일한 조건이라면 전이효과가 높은 학습경험을 선택하라는 것인 바, 활용하고자 하는 컴퓨터 소프트웨어나 테크놀로지의 선정 과정에서는 특정한 소영역에만 유용한 것은 배제하고 타 교과와의 연계성이나 좀 더 다양한 영역에 고루 활용될 수 있는 것을 선정해야 한다. 따라서 중간과정을 숨긴 채, 입력과 출력 결과만 보여주는 방식의 테크놀로지보다는 중간과정을 드러내어 학습자의 탐구심을 자극할 수 있는 탐구형 소프트웨어가 더 바람직하다. 이는 동일한 소프트웨어를 활용한 경우에도 적용 가능한 준거로 교과내에서의 구조적 관계, 타 교과와 연계된 통합교과형 학습 형태로 컴퓨터를 활용하는 것이 더 바람직하다고 볼 수 있다.

• 학습경험 조직

타일러는 학습경험의 효과적인 조직을 위하여 반드시 고려해야 할 준거로 계속성, 계열성, 통합성을 제시하였다.²⁾ 이 준거들을 바탕으로 컴퓨터 활용 계획을 세운다면 다음과 같은 점들에 유의해야 할 것이다.

첫째, 수 개념, 인수분해, 함수와 그래프, 극한 개념 등 수직적 수학적 과정에 반복적으로 등장하는 개념들의 지도과정에 컴퓨터를 활용하고자 한다면, 일회성으로 끝나서는 안되며 전체적인 맥락에서 지도계획을 세워야 한다.

둘째, 나선형 교육과정의 원리를 고려해야 한다. 즉, 단순한 내용으로부터 복잡한 내용으로, 구체적인 개념에서 추상적인 개념으로 진행되는 지도계획을 세워야 한다. 따라서 시각적 효과를 겨냥해서 미리 구성된 내용을 일회성으로 단순히 보여주는 식의 활용 방법은 피해야 한다.

셋째, 컴퓨터가 갖는 장점을 최대한 활용하여 통합교과형 학습 환경을 조성해줘야 한다. 타 교과나 일상생활과 관련된 자료를 분석하는 학습경험의 장을 제공함으로써 수학적 문제해결 능력이 타 교과나 일상생활의 문제해결에 활용될 수 있도록 해야 한다. 이로 인해 학

2) 타일러는 이 준거들을 다음과 같이 설명하였다.

- 계속성: 중요한 경험요소는 어느 정도 계속해서 반복되도록 조직하는 것
- 계열성: 같은 내용의 단순한 반복이 아니라 점차적으로 경험의 수준을 높여서 더욱 깊이 있고 폭넓은 학습경험을 할 수 있도록 조직하는 것
- 통합성: 각 학습경험을 단편적으로 구획(區劃)시키는 것이 아니라, 횡적으로 상호 조화롭게 연결 지어 조직하는 것

생들로 하여금 통합된 지식을 형성시킬 수 있다.

• 형성 평가

타일러는 평가의 개념을 '교육목표에서 제시된 학습자 행동양식의 바람직한 방향으로의 변화가 실제로 어느 정도 일어났는가를 결정하기 위한 과정'이라고 규정하였다. 그리고 위의 모형에 따르면, 평가 결과는 다시 학습목표의 설정에 피드백이 된다. 특히, 매 시간의 성취도를 평가하는 형성평가일 경우에는 이후의 학습경험의 선정과 조직에 중요한 자료로 활용되므로 학습목표에 제시된, 내용과 행동 영역에 관한 목표의 달성 여부를 제대로 확인할 수 있는 평가도구가 개발되어야 한다. 이 점에서 컴퓨터는 평가도구의 개발에 중요한 기능을 할 수 있다. 평가와 관련된 컴퓨터의 활용가능성³⁾을 살펴보면 다음과 같다.

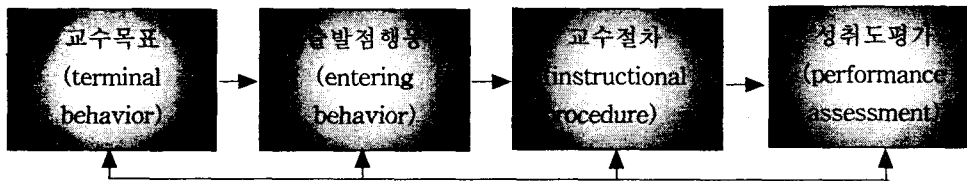
첫째, 지필 평가의 경우는 학습자의 변화된 행동을 실질적으로 평가하기가 쉽지 않다. 그러나 컴퓨터를 활용한 평가는 대개 문제해결 과정에서 나타나는 오류를 수정하지 않고는 정답에 이르기 어려우므로 내용과 행동영역에 대한 학습자의 성취도를 비교적 빠른 시간에 확인할 수 있다.

둘째, 컴퓨터를 활용한 평가는 각 차시의 평가간 연계가 용이하고 각 학습자들의 평가 결과에 관한 파일링이 쉬워 학습자들의 성취도 변화 상황을 체계적으로 관리할 수 있다.

셋째, 수학과관련 소프트웨어들의 장점을 적절히 활용하면 확산적 사고나 통합교과적 사고에 도움이 될만한 평가도구를 개발할 수 있다.

(2) Glaser의 교수모델과 컴퓨터

한편, Robert Glaser는 교사가 학습과정을 조직하는데 매우 유익한 교수모델을 제시하였다[2, pp. 27-27]. 그는 교수과정을 교수목표, 출발점 행동, 교수절차, 성취도평가 등과 같이 4개의 요소로 구분하고 다음과 같은 교수모형을 제시하였다.



이 모델은 교수목표에서 출발하여 성취도 평가로 진행되는 계열을 갖지만 각 단계를 연결

3) 컴퓨터를 활용한 평가도구의 개발에 관한 연구는 쉽지 않으며 많은 노력이 필요하다. 여기서 제기된 주장은 구체적인 평가도구에 관한 논의가 아니며 컴퓨터를 활용한 수업의 효과를 분석하는 과정에서 컴퓨터가 갖는 장점이 어떻게 활용될 수 있는지를 말하고자 하는 것임.

해주는 feedback loops가 있어서 각 단계에서 얻어진 정보는 그 전 단계를 조정할 수 있음을 나타내준다.

위에서 제시한 타일러의 모형이 교육과정 전체의 계획에서부터 특정 수업의 계획에 이르기까지 고루 적용될 수 있는데 반해 Glaser가 제시한 교수모형은 일차함수나 이차방정식 등과 같은 한 단원의 지도 계획에 관계된 것으로 볼 수 있다. 그리고 두 모형에서 첫 번째와 네 번째 요소인 목표 설정과 성취도 평가는 일치하고 있으며 두 번째와 세 번째 요소는 서로 다른 의미를 갖고 있다. 말하자면, Glaser의 모형이 실제적인 수업 계획에 관련된 내용을 포함하고 있는 반면에 타일러의 모형에서는 다양한 수준의 교육과정 계획에서 공통적으로 고려되어야 할 일반적인 요소들을 포함하고 있다고 볼 수 있다.

Glaser가 제시한 교수모형에 근거해 컴퓨터를 활용한 수업을 계획하고자 할 때 고려해야 할 시사점을 살펴보기로 하자. 하지만 이미 언급한 바와 같이 교수목표와 성취도 평가에 관련된 내용은 타일러의 경우와 일치하므로 여기서는 출발점 행동과 교수절차에 관련된 내용을 살펴보기로 한다.

• 출발점 행동

이 요소는 학습장면으로 학습자를 이끄는 데 필요한 절차로서 수업 계획과 관련된 선수학습 요인의 확인, 동기유발, 선수학습 요인과 수업 계획의 연계성 추구 등이 이 요소에 포함될 수 있다. 만일 수업 계획 과정에서 컴퓨터 등과 같은 테크놀로지를 활용하고자 할 때는 위에서 제시한 구성요소에 테크놀로지에 관련된 선행학습이 추가되어야 한다. 이 때, 주의해야 할 요인을 간추려보면 다음과 같다.

수업 계획에 관련된 테크놀로지의 활용법을 선행학습으로 지도하고자 할 때, '메타인지적 이동'⁴⁾이 일어나지 않도록 해야 한다. 즉, 수업계획에 포함된 학습요소에 관한 관심이 학습과정에서 도구로 활용될 테크놀로지로 치우치는 것을 주의해야 한다. 컴퓨터 등과 같은 형태의 테크놀로지는 대개 다양한 기능을 갖고 있어서 적절한 통제장치를 마련하지 않으면 학습자들의 관심을 분산시킬 가능성이 있다. 따라서 수업계획에 포함된 내용에 관련된 기능 외에 추가적인 기능을 알게 한다면 계획된 수업을 진행하는데 오히려 장애요인으로 작용될 수 있다. 예를 들어, 일차함수 그래프의 기울기에 관한 내용을 학습하는데 LiveMath 등과 같은 소프트웨어를 활용하고자 할 때, 임의의 함수에 관한 그래프를 그릴 수 있는 기능을 익히게 한다면 학생들은 2차, 3차 함수 등에 관한 그래프를 그려보고 그 과정에서 나타나는 궁금증을 해소하려고 노력할 수 있다. 따라서 이와 같은 경우에는 $y = ax + b$ 와 같은 일차

4) 교사는 어떤 수학적 지식의 교육이 제대로 이루어지지 않는 경우, 이를 더 잘 이해시키기 위해 적당한 교수학적 장치를 고안하게 된다. 그런데 이 장치를 이용하여 수업을 할 때, 교사의 교수학적 노력의 초점이 그가 가르쳐야 할 수학적 지식 그 자체로부터 자신이 만든 교수학적 장치로 이동하는 경우가 있다. 이와 같이 교수학적 장치 그 자체가 교수의 대상이 되어 버리는 것을 일컬어 Brousseau는 '메타인지적 이동'이라고 불렀다([1] 참조).

함수식을 주고 a 값을 적당히 변형시키면서 그 결과로 나타나는 그래프의 변화를 관찰함으로써 a 가 어떤 역할을 하는지를 탐구하게 하는 것이 바람직한 방법이다.

• 교수절차

이 요소는 실제로 교수-학습이 진행되는 과정에 관계되는 것으로서 가르쳐질 학습내용의 성격이나 교수-학습 목표에 따라 다양한 형태의 모델을 설정할 수 있다.

일반적으로 교수-학습의 형태는 사회형태(S_i)와 예상되는 학생의 자발성의 정도(G_j)에 따라 총 아홉 가지의 교수형태로 분류된다[2, pp. 35-38]. 즉, 사회형태를 학급전체의 지도(S_1), 소집단지도(S_2), 개별지도(S_3)로 분류하고, 예상되는 학생의 자발성의 정도를 '교수된다'(G_1), '발견하도록 조종된다'(G_2), '충동을 받는다'(G_3)로 분류하면, 이들로부터 (S_1, G_1) , (S_1, G_2) , ..., (S_3, G_3) 와 같은 아홉 가지의 교수형태가 얻어진다.

이상과 같은 교수형태들 중에서 컴퓨터 등과 같은 테크놀로지를 활용하고자 할 때, 도입해 볼 수 있는 교수형태 세 가지를 선택하면, 다음과 같다.

(S_1, G_1) : 교사가 정해진 내용을 강의하는 형태

(S_2, G_2) : 학급이 소집단으로 나뉘어 각자의 과제를 수행하고 교사는 필요에 따라 도움을 주는 형태

(S_3, G_2) : 학생은 자신의 과제를 수행하고 교사는 학생 사이를 돌며 자극과 도움을 준다.

하지만 이러한 분류는 단순히 '사회형태'와 '학생의 자발성의 정도'를 감안한 형태 분류이며 컴퓨터를 활용한 수업의 경우에는 컴퓨터를 도입한 목적과 컴퓨터의 역할에 따라 좀 더 세분화된 수업의 형태가 얻어진다.

2. 컴퓨터를 활용한 수학과 수업 유형

여기서는 앞에서 이미 언급한 내용을 바탕으로 수학교실에서 컴퓨터를 활용하고자 할 때 활용 가능한 수업 유형을 제시하고, 각 유형의 활용 과정에서 고려해야 할 유의점을 살펴보기로 한다.

컴퓨터는 대개 사용자의 의지대로 활용할 수 있다는 관점에서 도구로 지각된다. 특히 교육에서의 컴퓨터의 활용은 컴퓨터를 도구로 활용함을 의미하는 것이 일반적이다.

이에 반해, 도구의 차원을 넘어 인간과 동반적 관계를 맺을 수 있는 존재로 인정해야 한

다는 관점도 있다. 즉, 문자나 활자의 발명으로 지식, 사상 등에 관한 인간의 의사소통 능력은 도약의 계기를 맞게 되었으나, 현대에 와서는 컴퓨터가 등장함으로써 이전과는 비교되지 않는 획기적인 방식으로 정보를 수집하고 저장, 배포하는 기능을 맡게 되었다. 따라서 인간은 자신의 두뇌 밖에까지 확장하여 지식을 저장하고 활용할 수 있게 되었다. 이런 관점에서 본다면 컴퓨터는 더 이상 도구적인 역할에 머무르지 않고 인간두뇌의 확장이라고 볼 수 있을 것이며 인간과 동반자적 관계임을 말해준다.

인간과 컴퓨터의 관계를 규정하는 이러한 두 가지의 관점은 컴퓨터를 활용하는 방법과 목적의 중요한 기준이 된다. 즉, 복잡한 산술적 계산을 위해 계산기를 활용하거나 교사가 미리 구성해 놓은 자료를 프리젠테이션으로 보여 주는 과정에서의 컴퓨터의 활용은 도구적인 관점(소극적 활용)으로 봐야 한다. 하지만 LiveMath를 활용해서 이차함수의 그래프를 그리고 기울기나 상수의 값을 변형시켜 봄으로써 함수의 기울기나 함수 그래프의 절편의 의미를 탐구하는 것은 컴퓨터를 단순히 도구적으로만 활용하였다고 보기 어렵다(적극적 활용).

이렇게 컴퓨터의 역할을 규정하는 관점을 반영하면 '사회형태'와 '학습자의 참여 정도'에 따라 분류된 수업의 형태가 더 세분화된다. 여기서는 이미 분류되어 있는 세 가지 수업 형태에 컴퓨터의 역할에 관한 관점 즉, 도구적 관점에서의 '소극적 활용(P)'과 동반적 관점에서의 '적극적 활용(A)'을 반영하여 구성된 컴퓨터를 활용한 수업의 유형을 제시하고 활용 방안을 살펴보고자 한다.

• (S_1, G_1, P)

이 경우는 전통적인 설명식 수업에 컴퓨터를 도입한 형태로 개개인 학생들에게 컴퓨터가 보급되지 않은 상황에서 교사가 컴퓨터를 조작하고 학생들은 스크린을 보면서 교사의 설명을 듣는 형태이다. 이러한 형태의 수업에서 컴퓨터는 교사가 미리 준비한 교수내용이나 소프트웨어의 작동 상황을 출력해 보여주는 도구적 기능을 하며 컴퓨터는 전적으로 교사의 통제 하에 놓이게 되므로 학생들과 컴퓨터간의 교류를 통한 학습 효과는 기대하기 힘들다. 따라서 이러한 형태의 수업의 효과는 학습내용을 계열화하고 컴퓨터가 갖는 장점을 잘 이해하여 치밀하게 수업을 계획할 수 있는 교사에 의해서만 보장될 수 있다.

따라서 이러한 형태의 수업에서는 컴퓨터를 활용하고자 하는 목적이 단순히 시각적 효과에 국한되는 것을 경계해야 하며 지필 환경에서 구축하기 힘든 수업환경을 컴퓨터의 도움으로 구현해 보는 것이 되어야 한다.

• (S_1, G_1, A)

이 형태의 수업에서는 교사가 수업장면에서 컴퓨터를 도입하지만 컴퓨터와 학생들간, 그리고 교사와 컴퓨터간의 교류가 가능한 환경을 구성한다는 면에서 위에서 제시한 모형과 차이를 나타낸다. 다시 말하면, 교사가 미리 계획한 순서에 따라 컴퓨터를 통제하는 방식이 아

컴퓨터를 활용한 수학과 수업 모형

니며 학생들의 반응이나 인지 수준에 따라 다양한 장면이 연출되는 형태를 말한다. 예를 들어, GSP를 활용하여 삼각형을 작도하고 세 각을 측정하여 그 합이 180° 임을 보여주는 것은 소극적 활용에 해당되며 삼각형을 다양한 형태로 변형시키면서 세 내각의 합이 일정하다는 것을 학습자 스스로 발견하게 하는 방식은 전자보다 더 적극적인 활용이 된다.

• (S_2, G_2, P)

이 모형은 학습자 군을 몇 개의 모둠으로 나누어 모둠별로 배정된 컴퓨터를 활용해서 이미 교사에 의해 해결방법이 계획된 학습지를 해결해 가는 형태로 모둠을 나누는 방식이나 활용되어지는 소프트웨어의 종류에 따라 다양한 형태의 수업 방식이 계획될 수 있다. 하지만 이 형태의 수업에서는 컴퓨터와 학습자간의 교류가 제한되며 컴퓨터는 교사에 의해 제시된 학습지나 과제를 수행하는 과정에서 도구적인 역할을 수행할 뿐이다.

• (S_2, G_2, A)

이 모형은 위의 모형과 외형적으로는 같지만 교수-학습 과정에서의 컴퓨터의 역할이 다르다. 이를테면, 위의 모형에서와 같이 교사가 미리 고안한 학습지를 활용하여 수업을 진행하더라도 학습지에는 문제의 해결과정에 관한 구체적인 안내가 없다. 이는 교사가 컴퓨터 활용에 관한 부분적인 권한을 학습자에게 이양한다는 것을 뜻하며 이로써 학습자는 컴퓨터와의 의사소통이 가능하고 이 과정에서 학습 목표를 달성하기 위한 단서를 확보해야 한다. 이러한 형태의 수업에서는 학습자간 혹은 모둠간 문제해결 방법이 다양하므로 그 결과를 비교하고 분석하는 과정에서의 수학적 의사소통이 매우 중요한 역할을 한다.

• (S_3, G_2, P)

이 모형은 학생들에게 개인용 컴퓨터가 주어진 상황에서만 가능한 수업 형태로서 학습내용의 위계를 잘 조직하여 체계적으로 계열화한 학습지의 고안을 전제로 한다. 이러한 형태의 수업 모형에서 특히 주의해야 할 점은 교사와 학습자간 혹은 학습자들간의 수학적 의사소통 경로가 제한되므로 위에서 제시한 여러 모형들에 비해 학습과정에서 학습자들에게서 오개념이 생길 가능성이 가장 많다는 것이다. 이는 대부분의 학습자들이 컴퓨터가 산출한 결과를 지나치게 신뢰한다는 연구 결과[5]를 감안하더라도 신중하지 않으면 안 된다. 이러한 위험요인에도 불구하고 이 모형은 진정한 의미의 수준별 학습 모형에 가까우며 활용되는 소프트웨어의 특징과 기능이 학습내용과 잘 어울린다면 학습 효과를 극대화시킬 수 있는 수업 형태가 될 수 있다.

• (S_3, G_2, A)

이 모형은 탐구형 활동지의 개발 및 학습내용과 관련된 학습자들의 탐구 의지를 전제로 하

지만 요즘처럼 자기주도적 학습이 강조되고 있는 교육상황에서 컴퓨터를 활용한 수업 모형으로선 가장 이상적인 형태가 될 수 있다. 이러한 형태의 수업 모형에서 교사는 학생들의 학습 진행 정도를 둘러보고 이를 정리해주는 역할에 머물러야 하며 가능한 한 학생들의 학습과정에 무리하게 끼여들지 않도록 주의해야 한다. 또한 이러한 형태의 수업 모형에는 요구된 연산을 자동으로 수행하여 단선적으로 결과만 보여주는 형태의 소프트웨어는 어울리지 않으며, 학습자들의 다양한 문제해결 방식에 나름대로의 산출물을 제시할 수 있도록 고안된 탐구형 소프트웨어가 요구된다. 예를 들면, 대수 영역 특히, 함수 영역에서의 LiveMath, 기하영역에서의 LOGO와 GSP 등과 같은 소프트웨어와 대수와 기하영역에서 유용하게 활용될 수 있는 TI-92와 같은 휴대형 테크놀로지 등이 이 모형과 조화를 이룰 수 있다고 생각한다.

3. 요약 및 제언

본 연구는 수학교실에서의 컴퓨터 등과 같은 테크놀로지를 활용한 수업 모형을 고안하는데 목적을 두었다.

이를 위해, 우선 교육과정 모형을 제시하고 이를 상세화한 타일러의 이론을 살펴보고 그가 제시한 교육과정 계획 과정에서의 준거들을 바탕으로 컴퓨터를 활용한 수업을 계획하는 과정에서 유의해야 할 시사점들을 살펴보았다.

그런 후에, Glaser가 제시한 교수모델의 네 요소 중에서 타일러가 제시한 일반적인 교육과정 모형의 요소와 구분된 ‘출발점 행동’과 ‘교수절차’에 관해 언급하였다. ‘출발점 행동’과 관련해서는 ‘메타인지적 이동’을 지적함으로써 컴퓨터를 활용한 수업 계획이 일반적인 수업의 계획과 다른 점을 살펴보았다. 또한 ‘교수절차’에 관해서는 수업에 관계된 수많은 변인들 중에서 본 연구에서 관심을 두고 있는 수업 형태와 관계된 변인인 ‘사회형태’와 ‘학생의 자발적 참여 정도’에 따른 여러 가지 수업의 형태를 소개하고 우리의 교육환경을 고려하여 세 가지 수업 형태를 추출하였다.

제2장에서는 이상에서 요약한 수업 모형과 관련된 이론적 근거를 바탕으로 컴퓨터 등과 같은 테크놀로지를 활용한 수학과 수업 모형을 제시하였다. 이 모형들은 위에서 언급한 두 가지의 변인 즉, ‘사회형태’와 ‘학생의 자발적 참여 정도’에 ‘활용자의 관점’이라는 새로운 변인을 첨가하여 고안되었다. 여기서 새로이 첨가된 ‘활용자의 관점’이라는 변인은 컴퓨터를 활용한 수업의 형태와 효과를 다양하게 변화시킬 수 있는 가장 중요한 변인이라고 생각되며 다른 두 변인이 외형적으로 드러날 수 있는데 반해 이것은 교사의 교육적 가치관에 따라 달라질 수 있는 내재적 변인이다.

따라서 수학교실에서 컴퓨터를 활용한 수업을 새로이 시도하려는 교사는 이미 정해져있는 교육(학습)목표를 준거로 수업 계획을 구성해야 하며 교육적으로 온당하지 못한 자의적인 판단으로 인해서 교육의 질이 손상될 우려가 있음을 항상 경계해야 한다. 교사가 계획하고

진행하는 때 시간의 교수-학습 상황에 관해 교육적 평가를 하는 것은 매우 힘들뿐만 아니라 의미 없는 일일 수 있지만 기존의 형식을 탈피한 새로운 시도에 대해서는 교육적인 평가가 뒤따라야 한다. 이런 의미에서 수학교실에서 컴퓨터를 활용하려는 다양한 형태의 새로운 시도는 여러 경로를 통해 공개되어 교육적 타당성을 검증 받아야 하며 이 과정에서 누적된 자료는 수학교육에서 컴퓨터 등과 같은 테크놀로지를 활용한 교육 효과에 관련된 좀 더 일반적인 연구 결과를 산출하는데 근거로 활용되어야 한다.

참고 문헌

1. 강완, “수학적 지식의 교수학적 변환,” 수학교육 30(3)(1991), 71-89.
2. 김웅태 외, 수학교육학개론, 서울대학교출판부, 1997.
3. 나일주, “컴퓨터를 통한 수업과 학습,” 교육진흥 3(1)(1990), 22-35.
4. Larson, S., *Computers in education: A critical view*. In Sendov, A. & Stanchev, D.(Eds.), *Children in an information age*, New York: Pergamon Press, 1985.
5. Timnick, L., “Electronic bullies,” *Psychology Today* 16(1982), 10-15.
6. Tyler, R.W., *Basic Principles of Curriculum and Instruction*, Chicago: University of Chicago Press, 1949.