

예비수학교사교육에서 중고등학교 학생의 오개념 지도 방안 활성화를 위한 PBL 적용 사례 연구¹⁾

이동명²⁾ · 고호경³⁾ · 장윤영⁴⁾

본고는 예비교사 교육에서 중고등학교 학생들의 수학적 오개념을 바로잡을 수 있는 지도가 보다 효과적으로 이루어질 수 있도록 적용한 사례연구이다. 이에 따라 먼저 선행 연구와 문헌 검토를 통하여 학생들의 오개념들을 영역별로 파악하고 예비교사들에게 이를 지도할 수 있는 방안을 구안하도록 하였다. 이러한 교수학습 방법을 구안하는 데 있어 PBL에 따라 예비교사들은 지도방안을 구안하였으며 이를 통하여 중고등학교 학생들의 수학적 오개념을 이해하고 오개념을 바로잡을 수 있는 수학적 개념을 파악해 나감과 동시에 다양한 수학교육 이론을 적용한 교수학습 지도방안을 제시할 수 있었다. 또한 예비교사들은 PBL을 통해 자기주도적 학습 경험 뿐만 아니라 협동학습 방법과 그 중요도에 대한 인식이 달라졌음을 알 수 있었다.

주요용어 : 예비수학교사교육, PBL, 수학적 오개념

I. 서론

21세기의 소위 지식기반 사회에서 성공적인 삶의 영위를 위해서는 개인에게 부딪혀오는 복잡 다양한 문제들을 스스로 해결할 수 있는 능력을 필요로 한다. 특히, 요즘 사회에서 등장하는 문제들은 수학을 비롯한 여러 분야의 지식이 복합적으로 작용하고 있어 학생들로 하여금 이런 실제적인 문제해결 능력을 습득케 하기 위해서는 학교수학의 성격도 문제해결의 본래 의미에 충실한 문제해결 교육을 추구하고자 하는 움직임이 활발하다(이봉주·고호경, 2009). 제7차 수학과 교육과정에서 21세기 지식 기반 사회에 적합한 인재는 자율적이고 창의적인 인간으로 학교 교육을 공급자 중심에서 수요자 중심으로 관점을 전환시키고 학생 선택의 자율권을 확대하였다는 점에서 긍정적인 기여를 하였으나 수학적 추론 능력, 의사소통 능력, 문제해결력과 같은 수학적 능력의 신장시키는 데는 다소 미흡하였다는 반성의 목소리도 있다(교육과학기술부, 2009). 이에 따라 제7차 개정 수학교육과정에서는 수학적 능력 신장을 계속 강조하고 있으며 이를 개선하기 위한 다양한 교수·학습방법이 강구되었다. 예를 들어 학생들이 수학 수업을 통해 다양한 상황을 수학적 언어를 써서 표현하거나, 이해하고

1) 이 논문은 2009학년도 원광대학교 교비지원에 의해서 연구되었음.

2) 원광대학교 (dmlee@wku.ac.kr)

3) 원광대학교 (koho@wku.ac.kr)

4) 서울강월초등학교 (deresa417@hanmail.net)

토론하는 능력을 기르는 방법을 반영하도록 하였다. 이와 같은 방법은 학습자의 능동적 학습 참여가 이루어져야 가능한 교수학습 방안이라 할 수 있다.

학습자의 능동적인 학습 참여를 위한 수학 수업은 학생의 특성을 고려하여 발견 학습, 탐구 학습, 협동 학습, 개별 학습, 설명 학습, 설명식 교수 등을 활용할 수 있으나 특정한 한 방법만을 활용하는 수업이 아닌 모든 수업 방법이 함께 어우러진 형태의 수업 방법도 활용할 수 있도록 권장하고 있다(교육과학기술부, 2009).

학습자의 능동적인 학습 참여를 위한 방법은 결국 학습자가 수업에서 주인공이 되는 것이다. 이를 위한 방안 중 하나가 학습자가 주어진 실제적인 문제 상황을 해결하기 위해 학습 목표를 정하고, 팀별·개인별 학습을 통해 관련 지식을 익히는 학습방안일 것이다. 이와 같이 문제 해결 과정이 중심이 되는 학습모형 PBL(Problem Based Learning : PBL)은 비구조화된 문제를 통해 합리적인 의사결정을 위한 충분한 의사소통, 수학적 추론 능력, 문제해결 과정을 통한 문제해결력과 같은 수학적 능력이 질적으로 상당히 발전된 결과를 얻을 수 있어(김선희·김언주·박은희·심재영, 2006) 시사하는 점이 크다고 할 수 있다.

본고에서 일컫는 문제중심학습(Problem-Based Learning)이란 교수자가 직접적으로 새로운 개념과 기능을 수업의 도입이나 전개 단계에서 설명하는 방식을 지양하고 때로는 학습 환경에 따라 소강의가 먼저 이루어 질 수 있으며 학습자로 하여금 먼저 문제적인 상황에 놓이게 함으로써 학습자 혼자 또는 소집단 협동을 통해 문제를 해결하는 과정에서 새로운 개념과 기능을 획득하도록 하는 수업의 형태를 의미한다. 따라서 예비교사들에게 중·고등학교 학생들이 보이는 오개념 상황을 제시하고 이를 예비교사들이 개별 혹은 협동학습을 통해 적절한 수학교육이론을 병행하여 가르칠 수 있는 방안을 구체화시키도록 하면서 이론과 실재를 함께 익히도록 하였다.

교사교육에서 학생의 오개념을 이해하고 이를 지도하기 위한 다양한 교수학습을 구안하는 일은 예비교사들이 학생들을 가르칠 때 실제적인 도움이 되는 학습 내용이라 할 수 있다. 이 때 학습자에게 주어지는 ‘문제’란 본고에서는 교수·학습 차원에서 ‘중·고등학교 학생들이 갖고 있는 수학적 오개념을 어떻게 지도할 것인가’이며 이를 위한 ‘문제 해결’이란 구체적이고 실천적인 지도안을 작성하여 학생들의 오개념 지도 방안을 마련하고 이를 수업 시연을 통해 실현시키는 것이다. 이러한 학습 과정에서 능동적인 학습자의 학습참여를 위해 PBL은 다양한 교수·학습의 한 방법 중의 하나일 수 있다.

본 연구에서는 PBL을 통해 예비교사들이 과제 수행이후 중·고등학교 학생들의 오개념을 어떻게 인식하며 이를 지도하기 위하여 수학교육 이론을 접목시키는 것에 대한 인식변화와 과제 수행 단계에서의 학습 활동과 협동학습에 대한 인식은 어떻게 변하는가를 기술하고자 한다.

본고는 예비교사 교육에서 중·고등학교 학생들이 보이는 오개념을 파악하고 이를 교수 학습으로 연계시키는 것에 대한 중요성을 나타낼 수 있음을 물론, 문제해결 과정에서 문제해결의 성공과 어려움 등을 파악함으로써 예비교사의 교수·학습의 방향 제시하고 이에 대한 논의를 이끌어 갈 수 있을 것이다. 나아가서 본 연구는 사범 대학 수업 방법 개선 및 수업 발전에 시사점을 줄 것으로 기대한다.

II. 문제중심학습(Problem-Based Learning)

구성주의의 학습원리가 PBL(Problem-Based Learning)의 특성과 일치하는 것이 발견되면서 PBL은 구성주의를 기반으로 한 학습 모형으로 정립하게 되었다고 말할 수 있다. PBL의 개념 및 특징을 살펴보고자 한다.

1. PBL의 개념 및 특징

문제중심학습(Problem-Based Learning)은 1960년대 캐나다 McMaster 의과대학에서 시도되었다. 학습해야 할 지식의 폭발적인 증가, 교육과정의 분절(fragmentation), 학생들의 문제 해결 능력과 비판적 사고 능력의 부족에 대한 반성을 그 이유를 들 수 있다. 이후 여러 의과 대학으로 퍼져나간 후 PBL이라는 이름하에 하나의 새로운 학습 패러다임, 혹은 학습 방식으로 소개된 것이 80년대 중반(Barrows, 1985)이다. PBL은 교육을 위한 교육이라고 할 수 있었던 기존 교육의 문제점을 극복하고 지식기반사회에서 요구하는 학습 환경으로 대두되었다.

PBL이 90년대 중반쯤 우리나라에 소개된 과정을 보면 PBL은 학교보다는 오히려 기업에서 먼저 받아들여졌다. 의과 대학에서는 PBL이 거의 모든 대학의 필수 항목처럼 받아들여 이뤄지고 있으며, 간호대학의 경우는 한라대학이 PBL 특성화 사업을 하면서 그곳을 중심으로 PBL에 대한 이해와 실천이 확산되어 가고 있다고 하였다(강인애·정준환·정득년, 2007).

PBL은 다양한 분야에서 실시되고 있는 만큼 PBL의 개념에 대한 정의도 다양하게 접근되고 있다. PBL이 구성주의 이론의 관점에서 설명되어지지 않고 Project Based Learning, Scenario Based Learning, Story Based Learning, Action Learning 으로 다양하게 연구되어지는 것은 ‘학습자 중심 환경’으로서의 이해와 실천이 아니라 하나의 새로운 교육적 기법이나 기술로서 받아들여진 까닭으로 보여진다. 그러므로 PBL을 한다고 해서 수업의 주도권이 학생이 아닌 교사에게 있다면 PBL이라고 말할 수 없다.

조연순(2006)은 PBL을 ‘실세계의 비구조화된 문제로 시작하여 문제를 해결하는 과정을 통해 필요한 지식을 학습자 스스로 배울 수 있도록 이끌어 가는 교육적 접근’이라고 정의하면서 ‘교수방법과 교육과정’의 포괄적 개념으로 설명한다.

본 연구에서의 PBL은 비구조화된 실생활 문제로 설계된 교육과정을 토대로 내용지식, 비판적 사고, 문제 해결 기술을 사용하도록 장려하여 학습자 스스로 배울 수 있도록 이끌어 가는 교수방법’이라는 통합적 관점을 수용하였다.

Carderio & Cambell(1996)은 PBL의 특징을 다섯 가지로 말하였다. 첫째, 학습은문제에서 출발한다. 둘째, 학생은 문제 해결의 전문가로 본다. 셋째, 지식은 문제들을 중심으로 하여 조직된 지식이다. 넷째, 학생들은 자신의 수업에 책임을 지고 있음을 가정한다. 다섯째, 학습의 대부분은 소집단 상황에서 일어나기 때문에 자기 주도적인 학습이 일어난다.

강인애 외 6인(2007)은 교사의 역할을 강조하여 다섯 가지를 말하고 있다. 첫째, 지식을 설명하는 것이 아닌 ‘문제’를 제시하여 수업을 시작한다. 둘째, ‘문제’는 학생의 활동에 중심이 맞춰진다. 셋째, 문제를 해결하는 과정을 통해 새로운 지식과 문제 해결력, 비판적 사고력을 습득한다. 넷째, 협동학습과 개별학습이 강조된다. 다섯째, 교수자의 역할은 문제 제작

과 제시, 학습촉진자, 학습 자원 제공자의 역할을 한다.

PBL의 특징은 현실에 바탕을 둔 비구조화된 문제, 학생의 자기 주도적 학습과 협동학습의 과제수행, 안내 역할로서의 교사의 역할 등으로 요약할 수 있다.

2. PBL의 구성 요소

본 절에서는 PBL의 구성요소로 문제, 개별학습과 소집단 협동학습에서의 학생의 역할, 교사의 태도 및 역할을 알아보고 수학교육과 관련된 선행 연구들을 살펴보고자 한다.

1) 문제

Krulik & Rudnik(1984)은 ‘문제’란 어떤 해답을 요구하는 상황으로써, 그 상황은 물음의 형태로 학생들에게 받아들여져야 하며 학생들이 곧바로 해에 이르는 올바른 길을 찾지 못하고 당황하거나 어떤 장벽을 느껴야 하며, 학생들이 새로운 풀이 방법을 고안하여 시행함으로써 탐구하는 과정에 들어가야 한다고 주장한다. 따라서 ‘문제’는 학습자 개개인이 갖고 있는 수학적 지식이나 이해력, 인지능력이나 과거의 경험 등의 차이로 인해 모든 학습자들의 수준에서 공통적으로 정의될 수 없기 때문에, 동일한 상황이라도 학습자의 능력 수준에 따라 질문, 연습, 문제와 같은 세 가지의 의미를 갖는다고 보고 있다(남승인, 류성림, 2002, 재인용). PBL에서의 ‘문제’의 특성을 살펴보면 조연순(2006)은 문제의 특성을 ‘비구조화된 문제’, ‘실제적인 문제’, ‘학습자를 고려한 문제’, ‘교육과정에 기초한 문제’의 네 가지 요소로 정리하였으며 강인애(1997)는 학생이 살아가는 현실 세계에서 존재하는 ‘문제’를 다루면서 체험적으로 학습을 하는 것을 강조한다고 하였다.

PBL의 성공적 적용은 문제 또는 과제의 개발에 달려 있다고 할 만큼 문제 개발은 그만큼 중요하다고 하였다. PBL 문제는 ‘실제성’, ‘맥락성’, ‘비구조화’라는 특성을 지니게 된다. 비구조화된 문제의 특성은 처음 직면했을 때 분명하게 문제 상황을 파악하기 어려우며 문제 해결을 위해 고려해야 할 상황과 조건들이 있어서 학습자들이 혼란에 빠지게 되며 특정한 상황에 맞는 해결안이 학습자마다 달라 정답이 존재하기 보다는 가장 적합한 것을 선택해야 하는 것을 의미한다.

2) 학생의 역할

문제가 제시 된 후 학생은 나름대로 문제를 정의한 후 학습에 필요한 가설을 설정하여 연구 주제를 찾는 순환적 과정이 시작된다. 학생들은 문제를 해결하는 과정에서 한계에 부딪치면 과정을 수정하고 교사의 간섭 없이 다른 해결 방안을 선택하여 제한된 시간 내에 의사 결정을 하게 된다. 이러한 과정은 전문가들이 연구하는 방법과 같은 것이다(Gallagher, Stepien, & Rosenthal, 1992).

소집단에서 ‘시나리오’ 혹은 ‘서술적 실제 상황’이 읽혀지고, 구성원들은 시나리오에서 주어진 ‘사실(알고 있는 것)’을 확인한다. 그때, 그들은 이러한 사실들과 관련된 이유에 대한 그들의 ‘아이디어들(가정들 혹은 생각들)’을 제시한다. 다음에 그들은 배워야 할 필요가 있으면서 그들의 아이디어들이 유효한지를 증명해 주는 ‘학습 요소들’을 확인한다.

학생들은 필요한 정보를 얻기 위하여 인터넷, 도서관, 지역 연구소, 교사들, 혹은 각 분야의 전문가 등의 다양한 학습자원들로부터 접근하게 된다. PBL에서 학생들은 대개 소집단의 일원으로서 협동학습을 통해서 학습한다. PBL에서의 협동학습은 대단히 중요하다.

학습 사례에서 학습 요소들이 확인될 때 각 구성원은 학습 과제의 작은 부분을 맡을 것이고, 구성원 각자는 그러한 과제들의 ‘정복자’가 되어 자신의 위치로 돌아온다. PBL에서 학생들은 지속적으로 그들 구성원들과 학습하는 것을 의사소통해야 하기 때문에 숙련된 의사소통자로 되어 간다고 인식하게 된다(김부윤·정두영·정원경, 2005).

3) 교수자의 역할

학습자 중심의 PBL 교육환경을 실천하고자 하는 교사의 태도로 Bridges 와 Hallinger(1995)는 ‘인내와 확신’ 이라고 하였다(강인애 외 2인, 2007, 재인용).

PBL환경은 학습자 주도적 환경이고 또한 협동학습 환경이다 보니 기존의 교실 분위기와 다를 수 밖에 없다. 학생들의 자율성이 많은 비구조적 학습 환경에서 혼란스러울 수 밖에 없는데 교사는 이 혼란을 당연한 것임을 이해하고 그것에 대한 확신적인 태도를 보여 혼란을 견디어 낼 수 있는 인내가 요구된다고 하였다.

PBL 환경에 대한 확신과 초기 학습자들의 불안, 좌절에 대한 인내는 결국 학습자들에 대하여 더욱 적극적인 관심과 지원, 도움이 필요하다는 것을 말한다. 이 혼란을 통해 학습이 이루어지고, 이런 혼란을 통해 결국은 학습자 중심적 환경이 실천될 수 있음을 알 수 있게 된다.

PBL에서 교사의 역할은 구성주의적 학습 환경에서 요구되는 교사의 역할과 거의 유사하다. 학습의 촉진자(facilitator)이며 동료학습자(co-learner)의 입장이다.

PBL에서의 교사는 학습과정을 촉진하는 그룹학습 촉진자이다. 교사들은 학습 자원들을 효과적으로 활용하기 위한 다양한 전략들을 안내한다. 그들 역할의 일부는 전략들에 대한 긍정적인 피드백을 수행하는 것이고, 그룹 상호작용 기술을 촉진시키는 것이고 협동을 조장하고 학습이 진행되는 동안 경쟁적이지 않도록 하는 것이다. 교사는 학생들에게 개방된 질문을 함으로써 그들의 사고를 확장하도록, 아이디어를 구성하고 그 아이디어로부터 근거 있는 추측을 하도록, 자료의 불충분한 정보에 대해 비판적인 사고를 하도록 발문해야 한다(김부윤 외2인, 2005).

PBL의 교사에게 요구되는 리더십은 무엇인지 강인애 외2인(2007)은 우선 PBL 환경을 통해 어떤 학습 목표를 달성하고자 하는지에 대한 명확한 방향성과 목적성을 지니는 것이다. 그런 다음 그것을 학습자들과 공유하기 위한 수단으로서 학습자들과의 상호 작용 기술이 요구된다. 이 상호 작용 기술에 해당하는 것이 바로 INSPIRE 라는 일곱 가지 특성이라고 볼 수 있다. 이때 INSPIRE의 의미가 제시하는 바는 뛰어난 교사는 학습자들의 인지적/ 지식적 발달과 변화 측면뿐만 아니라 동기적, 감성적 측면에도 똑같은 비중으로 관심을 둔다는 것이다. 즉 훌륭한 교사의 교수법의 특성은 바로 ‘인지적(지식적)측면과 동기적(감성적, 정서적)측면의 상호 연계성(상호 작용)’이라는 것이다. PBL의 교사에게 요구되는 것은 학습자들에 대한 진실한 ‘믿음과 신뢰’, 그리고 ‘존중’이 전제되어야 한다는 주장이 되풀이되어 강조되는 것이다. PBL 단계별 필요한 교사의 역할(강인애 외 2인, 2007)은 다음과 같다.

PBL프로그램을 ‘개발’하는 과정 중에 교사가 고려해야 할 사항은 첫째, 학습 목표 결정하는 것이다. 둘째, PBL 과제를 선정하는 것이다. 셋째, PBL과제에 대한 학습 자료와 전략의 검토와 준비를 하는 것이다. 넷째, PBL과제를 위한 수업 준비의 과정(인력 자원의 준비, 물리적 환경 준비와 필수 장비의 이용 계획 등)이 있다.

일단 문제가 결정되어 수업 할 준비가 되고 난 뒤 PBL프로그램을 ‘진행’하는 과정 중에 이루어지는 교사의 역할은 다음과 같다. 첫째, PBL방식에 대한 소개 및 과제를 소개(교사와

학습자의 역할 포함)한다. 둘째, 학습자들의 학습 모둠을 구성(다양한 배경 혹은 동일한 성격의 모둠 일지를 결정)한다. 셋째, 주어진 과제해결에 필요한 효율적 시간 관리 및 이용에 대한 강조한다. 넷째, 다양한 학습 자원의 충분한 활용 및 탐색을 격려 및 지도를 한다. 다섯째, 개인 학습 과제 도출 및 진행에 대한 도움을 준다. 여섯째, 개별 학습 시간과 함께 모둠 학습 과정 중에도 자기 성찰적 사고와 활동을 적극 권장 및 지도를 한다. 일곱째, 개별 학습 과 모둠 학습 과정 모두 상호 작용이 활발하도록 지도한다. 여덟째, 과정 관찰자 및 학습 과정 관리자로서의 역할 수행한다. 아홉째, 학습자들의 과제에 대한 피드백 제공(내용 전문가나 다른 관련자들과 종합적 피드백 제공)을 한다. 열 번째, 종합정리(debriefing) 등으로 요약할 수 있다.

2. PBL의 전개 과정

PBL의 전개 과정 역시 다른 여러 가지 상황이 주어지면 그 상황에 맞는 형태의 PBL전개 과정이 조금씩 차이를 나타내고 있다.

Barrows와 Myers(1993)의 과정은 주로 의과대학에서 주로 사용되었는데 문제제시, 토의를 거쳐 가설을 생성, 각자 맡은 부분에 대한 자료를 수집하고 연구하는 개별학습, 다시 소그룹 협동학습을 통해 자료의 유용성에 대하여 평가한다. Barrows와 Tamblyn(1980)이 제시한 전개 과정의 차이를 보면 소집단 협동학습이 강조되었음을 알 수 있다.

초·중등학교에서는 Delisle(1997)의 과정을 많이 사용하고 있는데 Barrows와 Myers(1993)의 과정을 기초로 개발되었다. 이 모형에서는 먼저 문제가 제시되고, 문제 해결을 위하여 ‘아이디어’, ‘알고 있는 것’, ‘알아야 할 것’, ‘정보수집 방법’의 네 가지로 구성된 문제 해결계획표를 작성하면서 전체적인 계획을 세우게 된다. 다음으로 학생들은 문제를 재확인하고 다양한 자원을 이용하여 자유롭게 탐색한다. 이 과정에서 학생들은 처음에 작성한 문제 해결계획표를 참고하면서 문제를 해결하기 위해 수정하거나 보완해야 할 내용을 추가하거나 삭제하고 문제 해결계획표의 내용을 재구성하여 재탐색한다. 이 과정을 마친 후, 학생들은 문제 해결안을 소집단별로 결정하고 문제 해결의 전 과정과 문제 해결의 효과성에 대해 스스로 평가한다(김경희, 2007).

조연순(2006)은 우리나라의 초등학생들에게 적용 가능한 과정을 제시하였는데 이 과정은 문제만나기 단계, 문제 해결계획 단계, 탐색 및 재탐색 단계, 해결책 단계, 발표 및 평가 단계의 5단계로 구성하였다.

강인애 외 2인(2007)은 자기 주도적 학습과 모둠 학습으로 나누어 과제가 주어지면 목표를 설정한다. 주어진 과제를 ‘가설/해결안’, ‘알고 있는 사실들’, ‘더 알아야 할 사항들’의 세 단계에 따라 나눈 후 개인 과제 혹은 모둠 과제로 구분하고 발표와 평가로 3단계로 하였다.

각 활동 단계별로 체계화되어 있으며, 문제 해결을 위해 문제 해결계획서를 활용하였다. 또한 PBL 과정에서 학생들이 문제를 해결하기 위해 숨겨진 정보와 지식을 점검하고 반성하는 활동을 통해 탐색 결과를 수정 · 보완할 수 있도록 계획과 탐색 단계가 순환과정으로 구성되어 있으며, 문제 해결안을 결정할 때 소집단의 협동학습을 하는 것을 알 수 있었다.

첫 번째 단계로 문제 제시 단계로 문제를 파악하고 학습 목표를 결정, 과제수행계획서를 작성한다. 두 번째로 문제를 해결하기 위한 개별학습을 통해 탐색 및 재탐색을 한 후 소집단 협동학습을 통해 문제를 해결, 세 번째 마지막으로 해결안을 발표하고 평가하는 순으로 하였다.

본 연구는 강인애 외 2인의 PBL 과정(2007)을 적용하였다. 그 과정은 문제 제시, 과제 수행, 발표 및 평가 3단계로 각각의 하위단계로는 문제 제시에서는 동기 유발하기, 문제 파악하기, 과제 수행 계획 세우기이며 과제 수행에서는 문제 해결 모색하기, 결과정리하기이다. 마지막 단계에서 발표 및 평가로 나누어진다. 다음 단계별 학생들의 학습 활동을 살펴보자.

1) 문제 제시

문제 제시 단계는 주어진 문제를 자신의 문제로 인식하는 것으로부터 수업이 시작된다. PBL 문제가 가지고 있는 특성(비구조적, 실제적, 맥락적 등)에 비추어 볼 때, 주어진 문제를 곧바로 이해하기에는 어려움이 있다(강인애 외 2인, 2007).

PBL에서는 학생들에게 문제 해결을 위하여 과학자, 건축가, 경찰관 등 일상 생활에서의 역할(Delisle, 1997)로서의 ‘문제’를 ‘자신의 것’으로 받아들이는 중요한 의미를 가지게 된다.

‘동기 유발하기’ 과정에서는 소수의 학생들에게만 국한되지 않고 모든 학생이 문제와 관련 지어 자신의 경험을 생각하고 참여할 수 있도록 하는 것이 중요하기 때문에 이를 고려하여 다양한 자료를 준비해 두는 것이 좋다. PBL에서의 문제는 실제적 성격을 가지고 있기 때문에 학습자가 학습과정에 적극적으로 참여하고 탐색할 수 있는 학습 환경을 제공해야 한다. 따라서 학생들이 문제를 다양한 관점에서 파악하고, 문제 해결의 실마리를 찾아서 범위를 좁혀가는 활동이 ‘문제 파악하기’ 과정을 통해 전개된다.

‘문제 파악하기’ 과정에서 문제를 파악 하는 요령은 첫째, 문제의 전체 내용을 먼저 파악하고 세부적인 내용을 살핀다. 둘째, 문제에 등장하는 주인공이 처한 상황을 파악한다. 셋째, 문제 속에 모르는 단어나 전문 용어가 나오면 그냥 지나치지 않는다. 넷째, 문제를 통해 알게 된 ‘사실’을 정리한다. 다섯째, 문제를 해결하기 위해 ‘더 알아야 할 내용’이 무엇인지 파악한다. 여섯째, 문제 파악을 위한 동료 간의 정보 및 의견 교환을 한다. 일곱째, 문제 파악이 제대로 이루어지지 않을 때는 도움을 구한다. ‘문제’를 파악하기 위한 일련의 학습 과정을 거친 이후에는 ‘과제 수행 계획 세우기’로 이어진다. ‘과제 수행 계획 세우기’는 모둠 단위로 이루어지며 구성원 간의 토의, 토론 과정을 통해 완성된다. ‘과제 수행 계획서’에는 ‘가설/해결안(ideas)’, ‘알고 있는 사실들(facts)’, ‘더 알아야 할 사항들(learning issues)’을 기본 요소를 담고 있으며, 모둠원 간의 원활한 협동과 효과적인 과제 수행을 위해 역할 분담과 학습 일정 등도 포함되어 있다.

‘가설/해결안(ideas)’은 문제를 해결하기 위한 생각들, 가정들, 해결 방법 등이 포함되며, ‘알고 있는 사실들(facts)’은 구성주의에서 말하는 ‘기존의 개념, 지식, 기술로부터 후속 학습이 비롯’라는 학습 원칙이 적용되는 항목이라고 말할 수 있다. 좀 더 넓은 의미에서 ‘학습의 출발은 학습자의 수준, 배경, 지식, 관심에서 출발한다.’와 연관 지을 수도 있다. 따라서 ‘이미 알고 있는 사실’에서는 주어진 문제로부터 알 수 있는 사실 외에 자신이 어디선가 듣거나 본 사실, 자신이 직·간접적으로 경험했던 사실 등을 기록하면 된다. ‘더 알아야 할 사항들(learning issues)’은 문제를 해결하기 위해 학습자가 알아야 할 지식, 태도, 기술 등이며 PBL 과정을 통해 학습자가 궁극적으로 습득해야 할 사항들이 포함되어 있다. 학생들이 도출한 학습 목표를 토대로 문제 해결을 위해 구체적으로 어떤 지식이 필요하며 무엇을 배워야 할지, 또한 어떤 정보가 필요한지 학습할 주제를 정리하고 고민하는 과정이라고 말할 수 있다. 이후 ‘더 알아야 할 사항들(learning issues)’이 확정하면, 그것을 모둠 내에서 각자 개인 과제, 혹은 모둠 공동 과제로 적절히 구분하여 수행 할 수 있도록 하는데, 이러한 과정을 과제 수행을 위한 ‘역할분담’이라고 할 수 있다. 역할 분담이 제대로 이루어지면 학

생들의 ‘무임승차’를 예방하고, 모든 학생이 학습활동에 골고루 참여할 수 있도록 만들기 때문에 중요한 과정이라고 말할 수 있다.

2) 과제 수행 과정

‘과제 수행 과정’은 ‘문제 해결 모색하기’과정과 이를 바탕으로 문제 해결안을 완성하는 ‘결과정리 하기’과정으로 크게 나눌 수 있다.

‘문제 해결 모색하기’는 문제 해결을 위한 학생들의 본격적인 탐구와 탐색이 이루어지면서 ‘문제’에서 요구하는 결과물을 고안하기 위한 다양한 활동들이 전개되며, ‘문제’의 내용이나 성격에 따라 전문가와의 인터뷰, 실험, 체험, 관련 기관 방문, 설문 등 다양한 방법으로 이루어 질 수 있다. 이 때 개별적인 정보 탐색과 자료 수집이 이루어지는 ‘개별 문제 해결 모색하기’와 모둠원 간의 정보 공유와 의견 교환, 분석, 평가 등이 이루어지는 ‘모둠 문제 해결 모색하기’, 그리고 모둠 전체 의견을 종합하고 결정하는 ‘모둠 토론 결과 정리하기’순으로 진행된다.

‘개별 문제 해결 모색하기’는 각자 문제를 해결하기 위하여 자기 주도적인 개별학습을 진행하는 과정이다. ‘과제수행계획’을 통해 모둠 구성원 각자에게 부여된 역할에 따라 탐구 및 탐색 활동이 전개되는데, 주어진 과제를 해결하기 위해서 정보를 탐색하고 자료를 수집하고, 다른 사람의 의견을 조사하는 등의 활동이 이루어진다.

‘모둠 문제 해결 모색하기’에서는 문제 해결을 위해 팀 단위로 정보 및 자료 공유, 의견 교환 등이 상호 공유되고, 이 과정을 통해 모둠 구성원들이 올린 정보에 대한 적합성을 판단하는 작업도 이루어진다. 학습자는 기존의 지식과 경험을 적용하면서 문제에 함축된 이유, 과정 그리고 해결 등에 대해서 생각해 보고 비판적으로 분석하게 되며, 이를 바탕으로 추가적으로 알아야 할 학습 내용에 대한 재탐색을 하게 된다.

‘모둠 토론 결과 정리하기’는 문제 해결 모색 과정을 통해 탐색한 정보 및 수집한 자료, 의견 중에서 최종 문제 해결안을 도출하는 데 필요한 정보 및 의견을 선별하고 종합하여 최종적으로 정리하는 과정이다. ‘결과 정리하기’ 과정에서는 문제 해결을 위해 개별적으로, 혹은 모둠별로 진행된 수행 과정을 종합하고, 여러 과정을 통해 선별한 정보 및 의견 등을 토대로 문제에서 요구하는 가시적인 형태의 결과물을 도출하는 과정이라고 말할 수 있다.

‘결과 정리하기’는 수행 결과, 혹은 성과물을 문제에서 요구하는 형태의 결과물로 완성하기 위해 구체적인 밑그림을 그려보는 ‘문제 해결책 고안하기’와 이러한 밑그림을 바탕으로 가시적이며 구체적인 형태의 학습결과물을 완성하는 ‘학습 결과물 완성하기’로 구분해서 살펴볼 수 있다.

‘문제 해결책 고안하기’는 문제에서 요구하는 방법들을 연구하면서 자연스럽게 이러한 과정을 발판으로 수행결과를 종합하고 문제에서 요구하는 형태의 결과물을 구체화시키기 위한 전략과 방법을 통해 시나리오(scenario), 스토리보드(storyboard), 콘티(continuty)등의 다양한 성격의 밑그림을 완성하게 된다.

‘학습 결과물 완성하기’에서 최종 결과물을 완성하기 위한 세부적인 설계도인 문제 해결책을 기반으로 구체적인 결과물을 완성하게 된다. 학생들은 지금까지 거쳐 온 과정과 마찬가지로 모둠원 간의 협업을 바탕으로 여러 가지 종류의 자원, 기술을 활용하여 학습 결과물을 완성하게 된다. 좋은 자원과 문제 해결책을 가지고 있더라도 이를 구체적으로 실현시킬 수 있는 기술이 부족하다면 만족스러운 결과를 얻기 힘들다. 하지만 PBL을 계속하다보면 다양한 형태의 학습 결과물을 만들 수 있게 된다(강인애 외2인, 2007).

3) 발표 및 평가

‘발표 및 평가’ 과정은 ‘과제 수행 과정’을 거치면서 어렵게 완성한 학습 결과물을 해당 문제 상황에 맞게 다양한 형식으로 발표하고 공유하는 절차인 ‘발표하기’와 스스로 만든 기준에 따라 학습과정과 결과에 대해 자기 평가, 동료평가, 모둠 평가 등의 절차를 하는 ‘평가하기’로 나누어진다.

평가는 학습 과정 평가와 학습 결과 평가로 다시 나누어지는데 학습 과정평가로 포트폴리오 평가, 자기평가, 동료평가, 관찰평가 등이 있다. 학습 결과 평가에서는 퀴즈(Quiz), 개념 지도(concept mapping), 논술(essay), 산출물 평가, 성찰저널(Reflective Journal)등이 있다.

Ⅲ. 연구내용

본고에서는 ‘과제제시’, ‘문제해결과정’, ‘발표 및 평가’의 단계별로 구분하지 않고 실제로 수업을 통해서 실시하였던 PBL 활동 과정 이후 학생들이 보이는 특징을 나타내고자 하였다. 따라서 수업에 참여한 예비교사들이 PBL을 통한 문제해결 과정에서 보여주는 활동을 관찰한 것과 학생들의 자기 보고서를 토대로 어떠한 변화와 인지적 특성을 나타내는지 보고자 한다.

1. 문제해결 과정에서 PBL 적용

(1) PBL활동 내용

본 연구의 대상자는 사범대학 2~4학년 예비교사들로 정규 과목 강의 시간 중 모두 14주에 걸쳐 PBL 활동을 하였다. 매 차시 학생들로 하여금 먼저 PBL 활동에 따라 문제를 해결하도록 안내되었다. 협동으로 문제 해결하는 시간은 특별히 제한하지 않았고, 해결의 종료에 대해서도 학생들의 의지에 맡겼으며, 학생들이 어려움을 겪는 과정에서 교수자는 학생들이 직면한 어려움과 부합된 교과내용이나 교수이론 중 일부를 상기시키며 예비교사들의 사고를 독려하였다. 그러나 이러한 과정에서 교수자는 어떠한 직접적인 방안을 제공한 바 없으며, 단지 예비교사들이 중고등학생들의 수학적 사고를 점검 혹은 실험하고 이에 대한 실천을 강화할 수 있도록 안내한 바이다. PBL로 진행되는 수업에서의 내용과 역할은 [표 II-1]과 같다.

또한 예비교사들이 진행한 PBL 과정은 다음과 같다;

- 초기활동
- 문제제시 및 문제에의 접근
- 문제에서 요구하는 학습 내용 추론(오개념을 포함한 수학 내용, 교수이론 및 방법론)
- 자기주도학습
- 문제해결을 위한 새로운 지식의 적용 및 문제해결계획에 대한 반추
- 문제의 해결안(수학교수학습 지도안) 작성
- 문제의 해결안 발표(수업 시연) 및 종합정리

[표 II-1] PBL 진행수업의 내용 및 역할

구분	특징
문제	<ul style="list-style-type: none"> 문제를 통해 수업이 시작. 비구조화되고 실생활적인 문제로 중·고등학생들이 보이는 수학적 오류 제시
학생 (예비교사)	<ul style="list-style-type: none"> 능동적이고 적극적인 문제 해결활동 참여 자기 주도적 학습과 소집단 협동학습을 함께 함 활동 속에서 수학 내용 지식 및 수학 교수·학습 방법 습득
교수자	<ul style="list-style-type: none"> 문제 상황 제시 인지적 조력과 안내자, 촉진자 역할을 수행 학습과정 및 결과를 평가

(2) PBL활동에서 제시된 문제

PBL 활동의 문제해결과정에서 예비교사들이 해결해야하는 문제란 중고등학생들이 보이는 수학적 오류를 일컫는다. 예비교사들에게 제공되었던 오류들은 크게 수와 연산, 대수, 함수, 기하, 증명, 미분과 적분, 확률 통계 등 7개의 대 영역으로 나누어 각각 중고등학생들이 범하기 쉬운 내용들을 정리하여 상황으로 제공되었다. 예비교사들이 해결해야 할 문제로서 제시된 중·고등 학생들이 보이는 수학적 오류 상황을 정리한 것은 [표 II-2]와 같다. 이러한 오류는 수학적 내용을 근거로 실제 교수·학습 상황에서 발생할 수 있는 상황으로 제시되었다.

[표 II-2] PBL 활동의 문제해결과정에서 예비교사들에게 제시된 오류 내용

영역	오류 내용
수와 연산	<ul style="list-style-type: none"> 유리수의 사칙연산에 관한 오류 근삿값과 순환소수에 관한 오류 무리수와 실수에 관한 오류 <ul style="list-style-type: none"> 제곱근 정의 및 성질에 관한 오류 제곱근의 덧셈, 뺄셈, 곱셈 나눗셈에 관한 오류 실수의 대소 비교에서 생기는 오류 복소수에 관한 오류 균 연산에 관한 오류 명제의 부정에 관한 오류
대수	<ul style="list-style-type: none"> 수 체계 이해의 오류 변수 개념의 오류 집합단원에서 문자로 이루어진 집합과 그러한 집합의 연산에서의 오류 식의 계산에서의 오류 등식 및 부등식에 관한 이해에서의 오류

영역	오류 내용
	<ul style="list-style-type: none"> • 거듭제곱에 관한 이해에서의 오류 • 방정식의 해에 관한 오류 • 점의 변환과 식의 변환의 오류 • 실수의 연산의 성질과 관련된 오류 • 산술에서 대수로의 이행에서의 오류 • 절댓값과 관련된 오류 • 대수방정식 풀이과정에서 발생하는 오류
함수	<ul style="list-style-type: none"> • 함수의 정의에 대한 오개념 • 함수의 대수적 표상에 대한 오개념 • 함수의 그래프적 표상에 대한 오개념 • 그래프 정보 해석의 오류 • 일차방정식과 일차함수의 관계 해석상의 오류 • 질적 함수의 해석에서 나타난 오류 • 이차함수의 식의 변형과정에서의 오류 • 매개변수 개념에 대한 오류 • 호도법의 정리, 정의에 대한 오류
기하	<ul style="list-style-type: none"> • 원의 정의 • 원의 정의로부터 방정식을 유도 • 무게 중심의 오개념 • 꼬인 위치에 있는 두 직선이 이루는 각에 관한 오개념 • 공간에서 점과 직선 사이 거리에 관한 오개념 • 이면각의 크기에 관한 오개념 • 공간에 있는 도형의 평면위로 잘못된 정사영 • 좌표평면과 좌표공간의 구별되는 성질 판단의 오류 • 공간능력의 과정에서 오는 오류 - 평면 상(像)으로 지각하는 오류 - 평면기하적 사고로 인한 오류 - 좌표공간의 도입과 지각과정에서의 오류 - 입체도형 분석과정에서의 오류
증명	<ul style="list-style-type: none"> • 수치적으로만 접근하려는 오류 • 가정을 잘 이용하지 못하는 오류 • 문제의 가정을 무시하고 도형의 직관적인 요소에만 집착하여 기인하는 오류 • 필요한 정리나 정의를 잘못 선택하는 경우 • 연산자의 잘못된 실행 • 증명 과정의 일부 생략 • 결론을 바르게 내리지 못하는 경우의 오류 • 논리적 추론의 결여

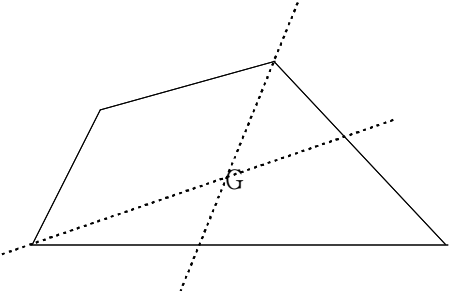
영역	오류 내용
	<ul style="list-style-type: none"> • 수학적 귀납법에 대한 이해의 오류 • 과장된 일반화의 오류
미분과 적분	<ul style="list-style-type: none"> • 수렴의 오개념 • 수열의 각 항들은 수렴값과 같아질 수 없다고 생각하는 경우 • 미분계수의 오개념 • 함수 $f(x)$의 그래프로부터 도함수 $f'(x)$의 그래프 그리기 • 부정적분과 적분사이의 관계의 오개념 • 미분과 적분사이의 관계 이해 결여
확률 통계	<ul style="list-style-type: none"> • 순서를 고려하지 않아 발생하는 오류 • 최근 효과로 인한 오류 • 습관적으로 대칭성을 가정함으로써 범하는 오류 • 조건부 확률의 사용 오류 • 이항분포와 이에 따르는 확률분포그래프의 오개념 • 확률의 정의에 의한 오개념

위와 같은 주제의 오류 내용을 다음과 같은 상황으로서 예비교사들에게 제공하고 이를 바로 잡기 위한 교수·학습을 구안하도록 하였다. 이를 위하여 예비교사들은 PBL 활동을 통해 적절한 수학교수학습 이론을 찾고 그 이론에 맞게 교수·학습안을 구상하였으며 조별로 수업 시나리오를 작성하여 발표시간에 수업 시연을 하였다. [표 II-3]와 [표 II-4]은 예비교사들에게 제공되었던 문제로서의 학생오류 예시와 이를 해결하기 위한 수행계획서이다.

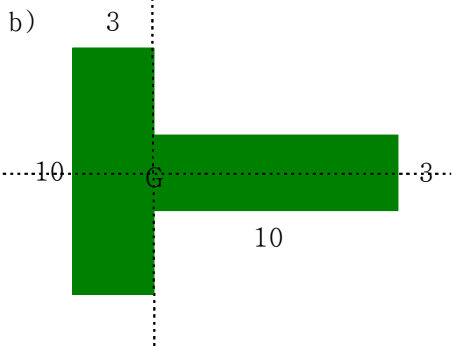
[표 II-3] 예비교사들에게 문제로 제공된 중고등학교 학생들의 오류 예시

교사: 왜 무게중심을 다음과 같이 잡았나요?
 학생: a 도형은 두 삼각형의 중선을 그려서 중선을 그어 그 교점을 잡았고요.
 b 도형은 넓이가 반이 되는 선을 각각 그어서 교점을 잡은 거예요.

a)



b)



교사: 그럼 실제로 자신이 찾은 무게 중심으로 균형을 이루었는지 확인해 보세요.
 학생: (도형을 올려서 연필 위에 세워 본 후) 균형을 못 잡는데요...

[표 II-4] 예비교사들이 작성한 PBL 연습문제 과제 수행계획서 예시

가설/해결안 (IDEAS)	이미 알고 있는 사실들 (FACTS)	더 알아야 할 것 (LEARNING ISSUES)
<ul style="list-style-type: none"> 중학교때 무게중심을 중선의 교점으로만 다루었기 때문에 오개념이 생겼다(가설) 학생들이 스스로 탐구해 나가면서 무게 중심의 원리와 실제 무게중심을 찾아나가도록 해야 한다. 직접 중고등학생들에게 제시하여 어떻게 반응하는지 알아본다. 직접 학습해 보면서 겪을 수 있는 오류가 무엇인지 찾아본다. 	<ul style="list-style-type: none"> 삼각형의 무게중심 오개념 <ul style="list-style-type: none"> - 삼각형의 넓이를 이등분한다는 것은 중선이 가진 중요한 기하학적 성질이며, 무게가 넓이에 비례한다는 것도 옳다. -중선이 삼각형의 넓이를 이등분하는 것이 중선 위에서 삼각형이 평형을 이루는 원인은 아니다. -무게 중심은 넓이를 이등분하는 직선의 교점이라는 것이 일종의 오개념이다. 	<ul style="list-style-type: none"> 학생들이 다각형의 무게중심을 구하는 전략 <ul style="list-style-type: none"> - 중선전략, - 넓이 이등분 전략, - 산술평균 전략 물리적인 현상의 수학적 탐구 물리적인 현상으로부터 직관적으로 추상된 원리가 무게 중심의 위치를 규정하는 수학적 탐구 방안을 찾아야 함 학생 스스로 실험을 통해 무게 중심의 원리를 탐구해 나갈 수 있는 수학교수 방법론의 이론을 찾는다. <ul style="list-style-type: none"> -탐구 학습 방법론 -구성주의에 입각한 교수 학습 방법

2. PBL 활동을 통한 예비교사들의 변화

1) 중고등학교 학생들의 오류에 대한 예비교사들의 인식 변화

중고등학교 학생들이 보이는 오류를 ‘문제’상황으로 주어지고 그 문제를 해결하는 방안을 찾는 과정에서 예비교사들은 “우선, 이번 수업을 듣기 전에는 오개념의 의미도 제대로 알지 못했다”으나 이번 수업을 통해 “학생들은 다양한 종류의 오개념을 갖고 있다는 것을 알게 되었다”고 하였으며 사실 자신들 “역시 상당한 부분에 대해서 오개념을 갖고 있었고 그것을 이 수업을 통해서 이번에서야 알게 되었다” 고 하였다.

오개념을 지도하는 PBL활동에서 학생들이 자주 겪는 오개념들을 알아보면서 무척이나 놀라웠다. 내가 중고등학교 시절에 한번쯤은 헛갈리거나 생각해보았던 내용들이었기 때문이다. 나는 이제 충분한 전공지식을 배웠다고 생각했는데! ... 부끄럽고 충격적인 것은 아직도 우리들이 이런 오개념을 갖고 있는 부분이 상당 수 있다는 점이다.(B그룹 자체평가지 중 일부 발췌)

또한 예비교사들은 교사의 입장에서만 학생들을 가르치는 것이 아닌 학생의 입장을 고려해야한다는 반응을 보였다. “가르치는 입장의 사람은 자신의 인지를 바탕으로 학생에게 지식을 구성시키려” 하지만 가르치는 입장에서는 “당연한 것처럼 보였으나, 학생을 가르치는 입장에서의 인지와 가르침을 받는 입장에서의 학생의 인지가 다르기 때문에 무턱대고 교사의 인지를 기준으로 학생을 가르치려고 한다면 학생들은 올바른 지식을 구성하지 못할 것” 이므로 “학생을 교수함에 있어서 학생의 입장에 우선하여 생각을 해야 할 것이다. 가르치는

입장에서는 당연하게 생각되는 것이 학생의 입장에서 기존에 알지 못했던 새로운 지식이기 때문에 오류가 쉽게 발생 할 수 있다”고 피력하며, 예비교사 교육에서부터 그러한 교육이 이루어져야 할 필요성을 절감하였다고 밝히고 있다.

… 나의 지적수준에서 생각하지 말고 철저하게 학생의 수준에 맞추어서 생각해보아야 할 것 같다. 나의 지적인 수준에 맞추어 이런 식으로, 이러한 형태로 가르치면 될 것이라고 생각했던 것도 학생들에게는 어려움으로 다가올 수 있다고 생각하니 교사라는 직업이 참으로 어렵다고 생각되었다.(예비교사 I의 자체평가지 중 일부 발췌)

또한 예비교사들은 “확률과 통계 단원을 준비하면서 학문적인 수학 내용 부분과 교수학적 부분의 분명한 차이를 많이 느꼈다”고 지적하면서 “다양한 수학 이론에 대한 지식의 습득은 교사로서 반드시 숙지해야 할 부분이고 수업 현장에서 학생들이 어떠한 생각을 하며 이를 바탕으로 지도할 수 있는 방안을 늘 생각해 봐야 할 것”이라고 하였으며 “학생들의 오류의 원천과 형태를 파악해 각각의 오류에 대하여 학생들에게 좀 더 정확한 피드백을 제공해 줄 수 있는 교수학습 방안을 찾아내려는 활동에서 효과적인 학습이 된 것 같다”고 하였다. 또한 “오류 유형은 종종 내재하는 수학적 개념의 잘못된 이해, 문제해결 전략의 부족이나 미성숙한 문제풀이 전략을 드러내게 한다는 점”을 여러 면에서 인지할 수 있었으며 “오류 유형에서 드러난 학생들의 사고과정의 결합의 발견은 다음에 교사가 되어 교수 계획을 수립하는 데에 많은 도움을 줄 수 있을 것이라고 확신한다”고 하였다.

2) PBL 활동에 대한 예비교사들의 인식의 변화

대부분의 예비교사들은 학생들의 오개념을 문제상황으로 주고 이를 해결하기 위한 PBL 활동에 대하여 처음에는 어려워하고 무엇을 어찌 해결해 나가야 할지 몰라 하는 반응을 보였다. “구성주의뿐만 아니라 적합하고 훌륭한 여러 수학교수 이론들이 있지만, 그 이론들을 수업에 전반적으로 도입하기란 쉽지 않고 무엇을 어찌해야 할지 모르겠다”고 하였다. 대부분의 수학교육 이론을 이론으로만 접했지 그것을 수업에, 특히 학생들의 오개념을 바로잡기 위하여 단지 설명하는 것 외의 다양한 이론을 찾고 적절한 교수학습 방안을 구안하는 것에 대하여 어려워하였다.

PBL 활동 자체가 사실 나에게 생소한 느낌 있었다. 활동적인 예체능 과목이 아닌 수학 과목에서 협동학습으로 수업 방법으로 정하고 필요한 내용을 스스로 찾고...(예비교사 A의 자체평가지 중 일부 발췌)

여러 명에서 하는 일이다 보니 역시 많은 것들이 힘들었습니다. 가장 큰 것은 일의 분배였습니다. … 두 번째는 의견 충돌이었습니다. 서로의 시각이 다르다보니 생각도 다르고 같은 단어를 써도 그 의미를 다르게 말하다보니 진행하는데 힘들었습니다..(예비교사 B의 자체평가지 중 일부 발췌)

그러나 헛수가 거듭될수록 예비교사들은 서로간의 “부딪치면서 서로를 이해하는 방법을 배워 나갔다”고 하였다.

교사가 학교에서 수학교육의 목표를 수행한다는 것은 “수학적으로 강력한-교사나 동료들과 자신이 배우고 있는 수학에 관하여 의사소통 할 수 있고, 자신 있게 논박할 수 있으며

혼자서 혹은 동료들과 복합적 사고와 추론적 전략들이 필요한 문제를 해결할 수 있는 - 학생들을 창출하는 것이다(Smith, 2003, p.1)." 이러한 목적을 향하여 예비교사 교육은 나아가야 한다. 그러나 예비교사 혼자 이러한 목적을 달성하기 위한 노력을 온전히 기울이는 것은 어렵고 벅찬 길일 뿐 아니라 정확한 목적지를 향하고 있는지도 분명하지 않을 수 있다.

따라서 바로 이러한 교사의 활동에 도움을 주고자 하는 것이 PBL 활동을 도입한 소기 목적이라 할 수 있다. 실제로 예비교사들은 나중에 자신들이 해 낸 결과물에 대하여 상당한 자신감을 보였으며 그것이 협동학습을 통하지 않았음 도저히 불가능하였을 것이라고 하였다.

... 그리고 이러한 학습방법을 통해서 다양하고 창의적이며 주도적인 학습자가 될 것이라고 확신한다.(예비교사 A의 자체평가지 중 일부 발췌)

협동학습을 이렇게 직접해보니 나중에 교단에 섰을 때 학생들의 협동학습을 어떻게 지도해야 할지 그림이 섰고 또한 학생과 교사와의 호흡이 중요하다는 걸 알았다.(예비교사 E의 자체평가지 중 일부 발췌)

오개념을 지도하기 위한 지도안을 구성하기 위해 한자리에 모였을 때 내용을 공부하고 이론을 적용하는 부분에서도 많은 시간이 걸렸습니다. 특히 심화미적분이 워낙에 알고리즘적인 과목이라 저희조차도 암기위주의 수업을 받아왔기 때문입니다. 하지만 구성주의자로서 지금까지 받아온 수업방식 그래도 학생에게 전달할 수는 없는 노릇이었습니다. ... PBL 활동 덕분에 협동학습을 하면서 제가 생각하지 못했던 이론들과 교수 방법들을 접하면서 감탄을 자아냈습니다. 협동학습이 아니었음 꿈도 못 꾸었을 작품들이 나왔다고 생각합니다.(예비교사 J의 자체평가지 중 일부 발췌)

수학교육 이론을 적용하는 부분에서 예비교사들은 다양한 이론을 수업 시연에 적용해 보려 시도하였고 이러한 점이 초기에 많은 어려움으로 작용한 것으로 보인다.

구성주의라는 안경을 쓰고 보았고, 이론을 접목시켜서 지도안을 짤 때에도 구성주의적 관점으로 수업을 할 때에 도움이 되는 여러 이론들을 접목시켜 보려고 했다. 지금 생각해보면 쉬운 일이 아니었던 것 같았다. 이론은 정말 말 그대로 추상적인 생각뿐이지만 수업은 실제기 때문이다.(예비교사 C의 소감문 중 일부 발췌)

이제껏 계속 수업을 받기만 하면서 수학교육에 있어서 여러 종류의 이론을 배우기만 했다. 이번 수업지도안을 짜면서 실제로 이제껏 내가 배웠던 이론을 지도안에 적용시킬 기회가 온 것이었다. 그런데 실제로 이론을 적용시키려 하니 경험이 부족해서 그런 것 인지는 몰라도 상당히 난해 했다. 이런 경우에 이런 이론을 쓰고 저런 경우에는 저런 이론을 쓰고 ... 이런 것을 정함에 있어서 내가 잘 하고 있는 것 인지 하는 애매한 생각이 들었다.(예비교사 D의 소감문 중 일부 발췌)

이미 함수에 대한 개념도 알고 있고, 수교론을 통해 각 이론도 배웠지만, 둘을 합쳐서 생각하는 것은 쉽지만은 않다. 어떻게 해야 하는 것인지...힘들다!(예비교사 F의 소감문 중 일부 발췌)

그러나 다양한 수학교육이론을 단지 이론으로서가 아니라 실제에 적용하는 것을 수업시연을 통해 구현해 본 예비교사들은 이론으로서가 아니라 실제로 적용할 수 있는 가능성을 찾은 것으로 보인다.

여러 오개념들이 존재하는 단원에서는 시간과 노력이 많이 소요 되더라도, ...구성주의적 관점과 단원에 맞는 다양한 교구도 사용해서 적용도 해보았으며, 그 밖의 반힐레, 딘즈 등의 이론들을 접목시켜서 효과적인 교수방법을 사용해보니 많은 이론들이 무엇을 의미하며 어떤 면에서는 모두 학생들의 수학적 사고력이나 수학을 수학답게 하도록 한다는 것에는 비슷한 측면들이 많다는 것을 느꼈다.(예비교사 C의 자체평가지 중 일부 발췌)

이번 지도안을 작성하고 이론을 접목시키는데 있어서 부족한 점이 적지 않았지만 이러한 경험을 토대로 다음에 수업지도안 작성에 있어서는 한 단계 발전되게 잘 수 있겠다는 자신감이 생겼다.(예비교사 D의 자체평가지 중 일부 발췌)

조원들끼리 오랜 시간동안 이야기해보고 또 생각해보고 나니 각 단원마다 수업을 효율적으로 이끌어나가기에 적합한 이론이 있다는 걸 알았다. 어떤 수업에서는 유의미학습이론을 적용하면 더 효과적이고 또 다른 수업에서는 유의미학습이론보다는 구성주의식 수업학습이론을 적용하는 것이 더 효율적이라는 것이다. 지금 여러 가지 수학교수학습이론을 배우고 있지만 이런 이론들을 아는 것보다 더 중요한 것은 수업에 맞게 잘 적용시키는 것이다.(예비교사 F의 자체평가지 중 일부 발췌)

예비교사들은 실제적으로 학생들의 오류를 다양한 수학 교육 이론에 접목하여 지도안을 작성하고 수업시연을 할 수 있었으며, 이러한 일련의 과정을 통해 성취감과 자신감 또한 가져나갈 수 있었다.

‘아, 내가 수학교육을 공부했었구나’하는 희열감? 성취감?을 느끼게 했던 부분이 이론접목 시키기였다. 물론 한편으론 ‘내가 아직 부족하구나’ 하고 반성도 했었다. 사실 처음에는 이론과 실제의 차이를 정확하게 몰라서 해했던 것은 사실인데 이론을 접목시키면서 그 점이 확실하게 되었던 것 같다.(예비교사 G의 자체평가지 중 일부 발췌)

수학교육에서의 구성주의의 의미를 살펴보면 새로운 지식을 능동적으로 구성하기 위해 학생에 의한 수학 지식의 자주적 구성으로 학생이 수학 지식을 능동적으로 재발명해 나감으로써 수학 지식을 구성하는 것을 의미하는 것이라고 보았다(박영배, 2004). 학습자에게 유의미한 상황 속에서 학습자 개개인의 환경과 사전 경험에 영향을 받아 지식을 구성해 가고 의미를 만들어 가도록 하는 방법이 제안되고 있는 것이다. 그러한 구성주의 이론을 예비교사들은 “이론적으로는 알았으나 어떻게 적용하는 것인지는 몰랐다”고 하였으나 “PBL활동을 통해서 학습자 스스로 능동적으로 학습하여 의미를 창출 할 수 있도록 돕는 교수- 학습 방법인 구성주의적 시각에서 이론을 접목시키려 노력하였는데 쉽진 않았지만 매우 의미 있는 활동을 학습 한 것 같다”는 반응을 나타내었다.

IV. 결론

Dewey는 교사교육에 있어서 능동적인 탐구의 중요성을 강조하면서, 더불어 그러한 사고를 할 수 있는 환경의 제공을 중시하였다(고호경, 2005). 이러한 환경은 “각 구성원이 어떤 공동의 활동으로 서로 연결되면서 함께 공유하고 참여할 수 있는(Dewey, 1944, p.22)” 교육적 환경이 우선 되어야 한다는 것이다. 또한 그 속에는 “새로운 탐구거리의 문제가 제기되면서, 기존의 습관과 충분히 연결되어 있어서 효율적인 반응을 일으키는(Dewey, 1944, p.274)” 환경을 제시해야 한다고 하였다.

교사 중심의 수업이 학생에 의한 수학 지식의 자주적 구성을 방해한다고 단정 지을 수 없지만, Steffe(1991)는 구성주의에서 ‘의미 있는’ 수학에 대해 ‘학생의 수학’, ‘학생을 위한 수학’, ‘질차적·기능적 조절’, ‘동화 능력’, ‘목표 지향적 활동’, ‘교사가 알아야 할 지식으로서의 학생의 수학 지식’, ‘목표 지향적 활동으로서의 교수·학습’, ‘교수·학습의 환경’, ‘교수·학습의 방법’이라고 하는 아홉 가지 관점(박영배, 2004; 재인용)을 말하였다. 이와 같은 구성주의적 관점을 잘 반영한 교수-학습 모형 또한 ‘문제중심학습(Problem-Based Learning)’이다. 이때 PBL이 가지고 있는 지식관은 실제의 세계가 존재하는 않는다는 급진적 구성주의의 지식관의 입장과는 다른 차이를 가지고 있다. 왜냐하면 PBL의 특징 중 하나인 ‘교육과정 관련 문제를 다룸으로 교과내용을 중시한다’는 것, 학습자가 의미를 갖는 것을 모두 지식으로 인정해야 하나 소집단 협동학습 방법을 사용함으로써 문제를 해결해 나가는 데 유용하거나 활성화되기 위한 방법을 사용하는 것, ‘지식’이 학습자마다 자신의 경험에 입각한 개인적인 신념 그 이상의 것으로 실제의 세계를 인정하는 점에서 그 이유를 들 수 있다(조연순, 2006).

따라서 PBL은 예비교사인 학습자가 배워야 할 ‘지식’을 심리학적 학습이론을 토대로 예비교사인 학습자의 경험에 기초하여 능동적으로 구성될 수 있도록 유도함과 동시에 학습 대상인 지식을 개인적 수준을 넘어서 전문적이고 실제적인 지식으로 또한 전문가 입장에서 문제를 해결하기 위한 방안이라 볼 수 있다.

예비교사들에게 PBL 활동에서 ‘문제’로 제공된 중·고등학교 학생들의 수학적 오개념을 통해서 많은 예비교사들은 자신들이 학생시절 가졌던 오개념들을 현재의 학생들도 가질 수 있다는 데에 놀라워하였으며 이를 지도하는 방안을 구안하는데 상당한 관심을 가졌다. “예를 들어 조건사건을 파악하지 못하는 데서 생기는 오류, 독립과 종속을 구분하지 못해서 생기는 오류 같은 것들은 학생시절 많이 헛갈려 했던 부분인데 교사들이 이를 학생들에게 지도할 때 이러한 오개념을 고려해서 가르쳐야 하는 것에 놀라웠고 흥미로웠다”고 하였다. 또한 이러한 오개념들은 “사전에 지도하지 않으면 나중에 관련된 다른 개념들을 배울 때 또다시 오개념을 유발하기 때문에 매 단계에 있어서 반드시 극복하고 넘어가야 할 것이다”고 하였으며 예비교사들은 앞으로 학생들을 지도함에 있어서 오개념이 얼마나 치명적 요소인지 알게 되었고 이러한 오개념의 수정에 항상 유의해야 한다는 것을 알 수 있는 소중한 시간이었다고 하였다.

또한 예비교사들에게 수학 교육 이론을 적용한 지도방안을 구안하는 과정에서 처음에는 어려움과 낮은 자신감을 내보였다. 그러나 횡수를 거듭할수록 조금씩 이론을 적용하며 내용에 적합한 교수학습 방법을 찾아 적용해 나갈 수 있었다. 예비교사들은 학생들의 오류를 수

정하기 위한 적절한 수학 교수학습 이론을 적용하는 데 있어 “모든 접선 오개념을 완벽하게 학생들에게 이해시키기에는 조금 부족해보이긴 했으나, 적어도 우리가 선택한 오개념을 바로잡아주기에는 더없이 완벽한 방법이었다”며 자신감을 나타내었다.

또한 우리나라 교실 환경에 맞는 새로운 이론 정립에 대한 필요성도 표출하였는데, 적절한 이론을 도입하여 적용하는 것도 필요한 일이나 그보다 우리 실정에 맞는 이론의 개발도 필요하다는 것이다.

‘Swan의 모델’과 ‘G.Polya의 문제해결’ 2가지 이론을 적용하였다. ... 수업지도안의 가장 비중이 많은 전개2에 ‘Swan의 모델 4단계’를 전개1은 ‘G.Polya의 문제해결’을 토대로 각각 접목시켰다. 하지만 이론은 이론일 뿐 실제 수업 상황에서는 그렇게 되기 힘들었다. 그래서 이론을 그대로 접목 시키지는 못하였고 수업의 일부 과정에서만 그 이론을 토대로 준비하였고 적용하였다. ... 역시 우리나라 교육과정과 수학교수 학습 상황에 적용하기 좋은 이론이 필요하다는 것도 느꼈다.(A그룹 자체평가지 중 일부 발췌)

PBL 활동 중 협동학습을 하면서 예비교사들은 “만약 이 지도안을 혼자 작성한다면 너무나도 어려웠을 것이라”고 하면서 “지도안을 작성하면서 봉착했던 여러 가지 난관들을 조원끼리 서로 상의하고 토의를 하면서 개선해 나갈 수 있었으며, 최종적인 지도안이 나올 때마다 느낀 점은 개별학습이었다면 이 정도 수준의 지도안은 작성하기 힘들었을 것이다”는 점을 강조하였다.

그러나 “이를 보다 학생의 입장에서 이해를 시킬 수 있는 자세한 설명과 방법, 그리고 예가 많이 교사용 지도서 등에 제시해 주는 것이 필요하다”고 덧붙였다.

결론적으로, 수학교육의 중요한 목표 중의 하나인 문제해결력을 향상시키기 위해서 예비수학교사들에게 있어서의 또 하나의 ‘문제’인 ‘학생들의 수학적 오류’를 지도하기 위한 수학적 지식과 교수학적 지식과 기술을 지탱하고 발동시키는 능력의 신장은 매우 중요한 것이고, 이러한 능력을 신장시키기 위해서는 PBL 활동을 통하여 예비교사들 스스로 협동학습과 자기주도적 학습을 통하여 필요한 지식을 얻고 이를 수업시연을 통하여 연습을 시키는 것도 하나의 좋은 방법이라고 할 수 있다.

참고문헌

- 강인애(1997). 왜 구성주의인가?: 정보화시대와 학습자 중심의 교육환경. 서울: 문음사
- 강인애, 정준환, 정득년 (2007). PBL의 실천적 이해. 서울: 문음사
- 강인애, 정득년, 이길수, 안성경, 한경옥, 광지은, 유수진 (2007). 2007 초등 수업 전문성 신장 PBL 심화과정 직무 연수. 서울특별시 교육연수원, 59-68
- 고호경(2005). 현장 중심 수학 교사 교육의 철학적 배경에 관한 고찰. 한국수학교수학회논문집, 8(4). 495-508.
- 김부윤, 정두영, 정원경 (2005). 문제중심학습(PBL)을 통한 수학적 태도 변화에 대한 연구. 한국수학교육학회 시리즈 E, 19(1), 253-267.
- 김선희, 김언주, 박은희, 심재영(2006). PBL 프로그램이 창의성 및 창의적 문제해결력 향상에 미치는 효과. 유아교육. 15(3). 285-297
- 교육과학기술부(2009). 초등학교 교육과정 해설(IV)

- 박영배(2004). 수학교수학습의 구성주의적 전개. 서울: 경문사
- 이봉주, 고희경(2009). 메타인지적 활동의 훈련을 통한 문제해결 과정에서의 사고 과정 분석 사례 연구. 한국학교수학회논문집, 12(3). 291-306
- 조연순 (2006). 문제중심학습의 이론과 실제. 서울: 학지사
- 남승인, 류성립 (2002). 문제 해결학습의 원리와 방법. 서울: 형설출판사
- Barrows, H. S. (1985). How to design a problem-based curriculum for pre-clinical Years, New York: Springer Publishing Co.
- Barrows, H. S., & Mayers, A. C. (1993). Problem-based learning in secondary schools. Unpublished monograph. Spring institute. Lanphier higher school and southern illinois unversity medical school.
- Barrows, H. S. and R. M. Tamblyn (1980). problem-based learning: an approach to medical education. New York: Springer Publishing Co.
- Bridges, E, & Hallinger, P. (1995). Implementing problem learning in the leadership development. OR: ERIC.
- Cordeiro, P &Campell, B. (1996). Increasing the trauirynsfer of learning through problem-based Learning in educational administration. ERIC. ED. 396434.
- Delisle. R. (1997). How to use problem-based learning in the classroom. Alexandria. VA: Association for Supervision and Carriculum Development.
- Dewey, J. (1944). Democracy and education. N.Y.: The Macmillan Company. (Original work published 1916)
- Gallagher, S. A., Stepien, W. J., & Rosental, H. (1992). The Effect of problem-based learning on problem solving. Gifted Child Ouarterly, 36(4), 195-200.
- Krulik & Rudnik, J. A (1987). Problem solving, Newton: Aliyn and Bacon, Inc. (1984). A sourcebook for teaching problem solving Newton: Allyn and Bacon, Inc.
- Nodding, N. (1990). Constructivism in mathematics education. In JRME Monograph 4(pp. 7-18). National Council of Teachers of Mathematics.
- Smith, M. S. (2003). Practice-based professional development for teachers of mathematics. Reston: The National Council of Teachers of Mathematics, INC.
- Von Glaserfeld, E. (1991). Abstraction, Re-Presentation, and Reflection: An Interpretation of Experience and Piaget's Approach. In L. P. Steffe(Ed.), Epistemological Foundations of Mathematical Experience(pp. 45-67). Springer-Verlag, New York Inc.

The Case Study of PBL Application for Improving Teaching Method for Teaching Misconception of Middle & High School Students in Teacher Education

Lee, Dong Myung⁵⁾ · Ko, Ho Kyoung⁶⁾ · Jang, Yun Young⁷⁾

Abstract

This paper is the case study how we can apply the appropriate teaching method in order to correct the misconception of middle and high school students in preservice teachers' education. Through the review of previous research and literature, we categorized students' misconception and sought the teaching method to teach preservice teachers. During this process, we did according to PBL and preservice teachers also tried to find the teaching method for students. And thus we were able to suggest the appropriate teaching method which was effective in correcting the misconception of middle & high school students along with their fine understanding of mathematical concepts. Further, preservice teachers acknowledged cooperative teaching & learning and the importance of it as well as the self-directed teaching and learning.

Key Words : Preservice math teacher, PBL, Math misconception

5) Wonkwang University (dmlee@wku.ac.kr)

6) Wonkwang University (koho@wku.ac.kr)

7) Kangwol elementary school (deresa417@hanmail.net)