PBL 기반 천체관측 프로그램이 초등과학영재의 과학적 탐구능력과 과학적 태도에 미치는 효과

신명렬[1] · 이용섭[2]
[1]울산검단초등학교 · [2]부산교육대학교

The Effect of PBL-based Astronomical Observation Program on Science Process Skills and Scientific Attitudes in Elementary Science-Gifted Students

Myeung-Ryeul Shin[1] · Yong-Seop Lee[2]
[1]Geomdan Elementary school · [2]Busan National University of education

ABSTRACT

The purpose of this study is to examine the effect of PBL-based astronomical observation on the science process skills and scientific attitudes in elementary science-gifted students.

To verify research problems, the subjects of this study were forth-grade students selected from one classes of an elementary science-gifted class in Busan National Universty of education : the research group is composed of twenty students who were participated in PBL-based astronomical observation program. During four weeks, the PBL-based astronomical observation program instruction was executed in the reasearch group.

Post-test showed following results:

First, the research group showed a significant improvement in the science process skill. We look into detailly this, the research group showed a significant improvement in the basis science skill. The sub-factor 'expectation' of the science process skill effects a significant improvement.

Second, the research group showed a significant improvement in the scientific attitudes. In conclusion, PBL-based astronomical observation program was more effective on science process skill and scientific attitudes . However, since the study has a limit on an object of the study and the applied program, the additional studies need to be conducted with an extended comparative group and program.

Key words : PBL(Program based Learning), PBL-based astronomical observation program, science process skill, scientific attitudes

Ⅰ. 서 론

오늘날의 대부분 학자들은 현대사회를 지식기반사회로 규정짓고 있으며, 세계 각국은 지식기반사회의 주도권을 차지하기 위한 무한 경쟁시대에 돌입하고 있다. 그 중에서도 과학기술의 발전은 필수불가결한 요소로 인식하고 있으며 과학기술의 발전을 위해서는 새로운 이론과 기술을 창출할 수 있는 최고급 두뇌집단을 양성하기 위해 노력하고 있다. 그러므로 과학 영재는 국가발전을 위해서는 반드시 육성해야 할 인적 자원이며 과학영재교육에 의한 과학영재의 육성은 과학기술의 발전을 통해 무한경쟁시대에서 국가의 미래를 보장받는 최선의 방법이다.

과학영재교육은 과학 분야에 뛰어난 재능과 흥미를 가진 학생이 그 잠재 능력을 발휘하여 개인의 자

* 교신저자 : 이용섭(earth214@bnue.ac.kr)
2011. 4. 15. (접수) 2011. 4. 25. (1심통과) 2011. 4. 28. (최종통과)

아실현과 국가 사회의 발전에 기여할 수 있는 기회를 제공하기 위해 과학 탐구 능력 및 창의성을 함께 기르는 것을 목적으로 한다. 따라서 과학영재를 위한 프로그램은 영재 교육 대상자의 능력 증진을 극대화할 수 있는 적절한 학습 프로그램과 학습 환경이 필수적이며, 어느 특정 영역의 지식에 대한 이해를 높이는 것뿐만 아니라 고차원적 사고력을 신장시키는 것이 중요하다. 특히 과학영재들은 일반 학생들과 달리 학습속도가 빠르고 독립적인 성격이 강하여 혼자서 수행하는 일을 선호한다는 특성을 가지고 있으며, 창의적인 사고를 할 수 있기 때문에 그에 적절한 교수 전략 및 방법의 활용이 필요하다(김순식, 2010).

과학교과의 성격은 2007년 개정교육과정에서 과학의 기본 개념을 이해하고, 과학적 탐구 능력과 태도를 함양하여 일상생활의 문제를 창의적이고 합리적으로 해결하는 데 필요한 과학적 소양을 기르기 위한 교과로 규정하고 있다. 즉, 초등과학영재를 위한 과학교육은 과학적 지식, 과학적 탐구 능력, 과학적 태도를 함양하여 자신의 잠재된 능력을 개발하여 과학자로서의 기초적인 소양을 쌓을 수 있도록 해야 한다. 이를 위한 효과적인 교수학습방법으로서 소집단 탐구(Small Group Inquire,), Jigsaw, TGT (Team Games Tournament), GI(Group Investigation), LT(Learning Together), STAD(Student Teams Achievement Division), IIM(Independent Inquiry Method) 등 많은 자유탐구 방법들이 제시되고 있으나 실질적인 과학자의 연구과정을 체험하고 과학 탐구 능력의 신장과 과학적 태도 함양을 위해 PBL(문제중심학습 혹은 문제기반학습, Problem Based Learning)을 기반으로 하는 프로그램이 매우 효과적이다. 그러나 연구자들의 많은 노력에도 불과하고 초등과학영재를 대상으로 하는 PBL기반 프로그램의 개발 및 적용을 통해 효과성을 검증하는 다양한 연구는 그다지 많은 편은 아니다(장성진, 2004; 문종성, 2008; 최은열, 2010; 김선희 외, 2006; 최봉선, 2009).

PBL은 구성주의 인식론에 기반을 두고 Barrows (1994)에 의해 환자의 진단과 처방에 의해 효율적으로 환자를 치유하자는데 주안을 두고 활용한 방법이다. 실생활의 문제 상황을 중심으로 학습자 스스로 다양하고 복합적인 정보들을 수집하고 탐구하여 해결해 나가는 자기주도적 학습과정과 학습자들 간의 상호작용을 중심으로 문제를 해결해 나가는 교수·학습과정이다(김선희 외, 2006). 즉 '실세계의 비구조화된 문제로 시작하여 문제를 해결하는 과정을 통해 필요한 지식을 학습자 스스로 배울 수 있도록 이끌어 가는 교육적 접근'이라고 정의할 수 있다(조연순, 2006; 이용섭 외, 2010).

PBL의 특징은 Gallager(1997)는 구조화되지 않은 문제, '이해당사자'로서의 학생, 자기주도적 학습자 등 세 가지로 설명하고 있다. 첫째, PBL은 잘 구조화되지 않은 문제를 통하여 학생들로 하여금 의문을 갖고 문제 해결에 임하도록 하며 이런 과정을 통하여 학생들의 기존 지식을 확장시켜나간다. 둘째, PBL은 학생을 엄선된 이해당사자의 지위에 위치시켜 실제로 문제에 관여한 사람들의 입장에서 문제를 해결하게 하는 것이다. 셋째, PBL은 학생들로 하여금 학습 과정을 스스로 통제하도록 함으로써 점차적으로 능력 있고 자기주도적인 학습자로 성장하도록 하는데 있다.

PBL을 효과적으로 진행하기 위한 교수학습 모형은 Barrows와 Myers의 모형, IMSA(Illonois Mathematics & Science Academy)의 모형, Delsile의 문제중심학습 모형 등이 있으며 이를 정리해보면 PBL 활동은 크게 3단계로 이루어진다. PBL 활동을 위한 준비단계, PBL 활동단계, PBL 활동 후의 평가 및 성찰단계이다. PBL 활동에서 학생들은 개별 학습활동보다는 모둠 학습을 바탕으로 자기주도적인 학습활동이 이루어지며 교사는 학생들의 원활한 활동을 위하여 도우미, 안내자, 촉진자 역할을 하게 된다(이용섭 외, 2010).

본 연구는 과학과의 5학년 지구와 우주영역의 교과내용인 지구와 달, 태양계와 별에 관련된 '천체관측'이라는 주제를 가지고 문제 중심 학습(PBL) 기반 천체관측 프로그램을 개발하여 초등 과학영재 학습에 직접 적용함으로써 초등 과학영재의 과학 탐구 능력 신장과 과학적 태도 형성 얼마나 효과가 있는지 알아보기 위해 수행되었다. 따라서 이를 효과적으로 수행하기 위해 다음과 같이 연구문제를 설정하였다.

첫째, 초등과학영재를 위한 PBL기반 천체관측 프로그램을 어떻게 구안하고 적용할 것인가?

둘째, PBL기반 천체관측 프로그램의 적용이 초등과학영재의 과학탐구능력 신장에 효과가 있는가?

셋째, PBL기반 천체관측 프로그램의 적용이 초등과학영재의 과학적 태도 형성에 효과가 있는가?

Ⅱ. 연구의 방법

1. 연구절차

본 연구를 위하여 연구반의 실험처치를 PBL 기반 천체관측 프로그램을 적용하였다. 실험기간은 2011년 3월 7일부터 4월1일까지 PBL 기반 천체관측 프로그램을 적용한 교수 · 학습을 주당 2시간씩 4주 8차시로 구성하였고 실험처치 프로그램의 내용은 초등학교 과학과 '지구와 우주'영역에서 '지구와 달', '태양계와 별'단원의 내용 중 천체관측과 관련된 내용으로 제한하였다. 수업처지 이전 3월 7일에 과학탐구능력 검사와 과학적 태도 검사지로 사전검사를 실시하였다. 연구반은 PBL 기반 교수학습과정을 준수하여 천체관측 프로그램을 매주 2시간씩 총 8차시에 걸쳐 수업을 실시하였으며 프로그램의 내용은 1-2차시는 문제만나기, 3차시는 문제해결계획 세우기, 4-7차시는 문제해결하기 8차시는 발표 및 평가단계로 구성하였다. 사후검사는 4월 1일에 각각 실시하였으며 과학탐구능력검사와 과학적 태도 검사를 실시하였다.

2. 연구 대상 및 기간

본 연구는 부산교육대학교 부설 인재교육원 과학영재 기초반 학급을 대상으로 2011년 3월 7일부터 4월 1일까지 4주간 8차시 수업을 실시하고 연구를 수행하였다. 과학영재 기초반의 구성원은 모두20명(남 14명, 여 6명)이며, 교수학습조직은 4명 1조로 총 5모둠으로 조직하고 모둠 구성원이 자신의 역할을 설정해 활동할 수 있도록 하였다.

3. 실험 설계

본 연구의 독립변인은 PBL 기반 천체관측 프로그램이며 종속변인 과학탐구능력과 과학적 태도 변화이다.

표 1. 실험설계

G_1	O_1	X_1	O_2

G_1 : 연구반
O_1 : 사전검사(과학탐구능력 검사, 과학적 태도 검사)
X_1 : PBL 기반 천체관측 프로그램
O_2 : 사후검사(과학탐구능력 검사, 과학적 태도 검사)

4. 검사 도구

1) 과학 탐구 능력 검사

본 연구에서 사전 · 사후 과학 탐구 능력을 검사하기 위하여 권재술과 김범기(1994)가 개발한 과학탐구 능력 검사지를 약간의 수정을 거친 뒤 사용하였다. 본 검사지는 초등학교 학생을 대상으로 한 4지 선다형으로 총 30문항으로 이루어져 있고, 과학탐구 능력을 기초탐구능력과 통합탐구능력으로 구분하고 있다. 기초탐구능력은 관찰, 분류, 측정, 추리, 예상의 5개 탐구 요소로 구분하고 있으며, 통합탐구능력은 자료 변환, 자료 해석, 가설 설정, 변인 통제, 일반화의 5개 탐구 요소로 구분되어 있다. 본 검사지의 평균 난이도는 .61, 평균 변별도는 .41, Cronbach's α는 .81이다.

자료의 수집과 분석은 각 문항당 1점씩 30점 만점으로 처리하였으며, 검사시간은 40분이었다. 본 연구에서는 과학탐구능력 검사의 자료 처리는 두 점수 독립 표본간의 차이를 검증하기 위해 SPSS WIN 12.0을 이용하여 *t*검증을 하였다.

2) 과학적 태도 검사

본 연구에 사용한 과학적 태도 검사 도구는 정완호 등(1994)이 개발한 초등학생들의 과학적 태도 측정을 위한 도구이다. 전체 문항에 대한 신뢰도 Cronbach's α 계수는 0.91로 높은 편이며 검사지는 모두 37문항의 리커트 척도로 구성되어 있다. 문항 속성상 인지적 진술, 가치적 진술, 태도적 진술로 나눌 수 있으며, 정직성, 호기심, 객관성, 비판성, 의문성, 자진성, 판단의 보류, 증거의 중시를 기본 요소로 문항이 작성되었다. 한 문항이 과학적 태도 구성요소 중 1-4가지를 동시에 묻는 방식으로 이루어져 있다. 총 문항 중에서 긍정적인 문항은 25개, 부정적인 문항은 12개이다 문항 채점 시 긍정적인 문항의 경우, 매우 그렇다 5점, 그렇다 4점, 보통이다 3점, 아니다 2점, 전혀 아니다 1점으로 하고, 부정적인 문항의 경우는 그와 반대로 전혀 아니다 5점부터 채점하였다. 과학적 태도 검사는 시간제한을 하지 않았다. 본 연구에서는 과학적 태도의 하위 항목을 정직성, 호기심, 비판성, 개방성, 자진성으로 구분하여 검사하였다.

표 2. 탐구능력 검사지의 탐구과정 요소와 관련문항

과학탐구 과정요소	기초탐구능력요소					통합탐구능력요소				
	관찰	분류	측정	추리	예상	자료해석	자료변환	가설설정	변인통제	일반화
관련문항번호	1,4,7	2,5,8	3,6,9	10,12,14	11,13,15	17,18,20	16,19,21	25,27,29	22,23,24	26,28,30

표 3. 과학적 태도 하위영역별 관련 평가 문항

과학적 태도 평가영역				
정직성	호기심	비판성	개방성	자진성
8, 14, 20, 21, 23, 26, 29, 32, 35	1, 2, 3, 6, 7, 8, 10, 12, 13, 15, 18, 19, 20, 22, 24, 25, 27, 28, 30, 31, 33	1, 4, 9, 16, 17, 20, 35	2, 3, 4, 5, 6, 7, 11, 18, 19, 20, 35, 37	1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 10, 12, 13, 14, 16, 18, 19, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 32, 33, 34, 36, 37

Ⅲ. PBL 기반 천체관측 프로그램 구안 및 적용

1. PBL 기반 천체관측 프로그램의 구안

1) 학습목표의 설정

초등과학영재학생을 위한 PBL 기반 천체관측 프로그램의 학습목표 설정을 위해서는 과학과의 교과목표와 과학영재교육의 목표를 살펴보고 이를 토대로 체험과 탐구활동 위주의 천체관측 프로그램의 학습 특색을 반영하여 적합하게 구성하여야 한다. 과학과의 목표는 2007년 개정 교육과정의 구성 방향과 과학과의 성격을 기반으로 설정된 것으로서 크게 총괄목표와 하위 목표로 구성되어 있으며, 총괄 목표에서 달성하고자 하는 궁극적인 목표가 바로 '과학적 소양'이다. 또한 과학영재교육에 대한 기본 입장을 토대로 하여 과학영재 교육에서 추구하는 목표를 추출해 보면 다음과 같이 서술할 수 있다(장병기 외, 2000). 첫째, 과학의 핵심 개념과 원리를 통해 자연 세계를 이해하고, 자연 세계의 다양성과 통일성을 인식하게 한다. 둘째, 과학적 사고방식과 창의적인 태도에 대한 능력을 키우도록 한다. 셋째, 과학, 수학 및 기술이 서로 의존하는 중요한 방식임을 깨닫게 한다. 넷째, 과학, 수학 및 기술도 인간 활동 중의 하나라는 것을 알게 되고, 그 장점과 한계가 시사하는 바를 알게 한다. 다섯째, 과학 지식과 과학적 사고방식을 개인적인 목적뿐만 아니라 사회적인 목적을 위해서 활용할 수 있도록 한다. 여섯째, 과학에 관련된 직업의식으로서 과학자적 자질과 품성을 기르고 과학자로서의 윤리 의식과 사회적 책임을 고취시킨다. 일곱째, 인간 지식의 공유를 위해 다른 사람들과 의사소통하고 협력하는 방식을 터득하게 한다. 그러므로 과학영재교육의 목표는 영재들의 과학적 사고력을 키우고, 과학을 즐길 수 있는 교육 기회를 제공한다.

이를 바탕으로 초등과학영재를 위한 천체관측 프로그램의 학습목표를 상위목표와 하위목표로 설정해 보면 상위목표는 '천체관측활동을 통하여 다양한 천체를 관찰하고 탐구하여 자연 현상에 친숙해지고 더 나아가 과학적 지식의 축적과 자연법칙과 원리의 이해할 수 있는 기회제공하고 과학자로서의 기초적인 소양을 기르는데 있다.'로 설정하고 하위목표를 지식, 탐구, 태도영역으로 설정하고 학습목표를 도출하면 <표 4>와 같다.

2) 학습내용의 선정

PBL 기반 천체관측 프로그램은 학교 교육과정에서 편성된 천문영역의 학습목표와 학습내용을 기초로 하여 천체관측 활동을 중심으로 준비-활동하기-정리 및 발표 등의 3단계로 학습내용을 구성하였다.

3) PBL 기반 문제의 개발

(1) 문제 디자인하기

PBL 문제의 특성은 선행연구 중심으로 살펴보면 해외연구자들은 PBL 문제의 공통적인 특성으로 문제의 비구조화, 실제성, 학습자와의 관련성을 들고 있고 국내 연구자들은 비구조화, 실제성, 구체성, 학습자와의 관련성, 교육과정을 들고 있다. 이를 토대로 구성된 다양한 문제 디자인 방법을 살펴보고 정리해 보면 <그림 1>과 같다(이용섭 외, 2010).

표 4. 천체관측 프로그램의 학습목표 설정

천체관측 프로그램의 학습목표	
천체관측활동을 통하여 다양한 천체를 관찰하고 탐구하여 자연 현상에 친숙해지고 더 나아가 초보적인 과학적 지식과 자연법칙의 원리를 이해할 수 있는 기회를 제공하여 과학자로서의 기초적인 소양을 기르는데 있다.	
지식	1) 태양계에 속해 있는 달과 행성에 대해 설명할 수 있다. 2) 별자리의 종류와 이름을 알고 찾는 방법을 설명할 수 있다. 3) 천체망원경의 종류와 사용법을 설명할 수 있다.
탐구	1) 태양계와 별자리 관측에 필요한 기초 자료를 수집할 수 있다. 2) 알고 있는 지식과 수집한 기초자료를 이용하여 천체관측계획을 수립할 수 있다. 3) 천제망원경을 이용하면 달의 표면을 관측할 수 있다. 4) 밤하늘에서 행성을 찾고 천체망원경으로 관찰할 수 있다. 5) 성도표를 이용하여 북쪽하늘의 별자리를 찾을 수 있다. 6) 성도표를 이용하여 계절의 대표적인 별자리를 찾을 수 있다.
태도	1) 천체관측활동을 통하여 우주에 대한 관심과 호기심을 가질 수 있도록 한다. 2) 천체관측활동을 통하여 자연법칙을 이해하고 탐구하려는 태도를 갖는다. 3) 우주를 향해 나아가려는 의지와 꿈을 가질 수 있도록 한다.

표 5. 천체관측 프로그램의 학습내용

천체관측 프로그램의 학습내용		
천체관측의 준비	천체관측 활동하기	정리 및 발표하기
- 천체관측의 필요성 알아보기 - 태양계와 별자리 알아보기 - 천체망원경 사용법 익히기	- 달과 행성의 관측 - 북쪽하늘의 별자리 관측 - 봄철의 별자리 관측 - 성도표/천체망원경 이용하기	- 천체관측 결과보고서 쓰기 - 천체관측 발표하기 - 활동 평가 하기

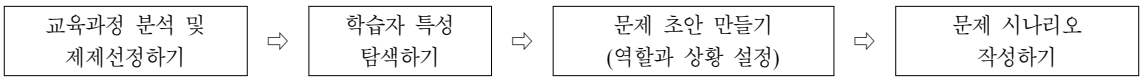

그림 1. 문제디자인 방법

가) 교육과정 분석 및 제재 선정하기

교육과정 분석을 위하여 교과서와 교사용 지도서 및 교육과정 해설서를 참고하여 국가수준의 교육과정에 제시된 천문영역의 주제를 파악하고 이를 토대로 천체관측 프로그램의 수업주제를 구성하면 다음과 같다.

나) 학습자 특성

학습자들은 초등학교 4학년 과학영재반 학생들로서 학부모들은 대졸이상이 부: 75% 모: 65% 이며 나머지는 고졸 이상의 학력으로 학생들의 학습에 도움을 줄 수 있는 것으로 나타났다. 학생들의 과목별 선호도는 과학 100%, 수학, 체육 25%, 영어 10%,

표 6. 천체관측 프로그램의 주제선정

천체관측 프로그램 (8차시)	- 왜 천체관측을 해야 할까요? - 천체관측 경영대회 계획을 세워보아요? - 천체관측기구의 종류 및 사용법을 배워보아요? - 달과 행성의 특징과 위치를 알고 천체망원경으로 관측해 볼까요? - 북쪽하늘의 별자리의 특징과 위치 알고 직접 관측해 볼까요? - 계절의 별자리의 특징과 위치를 알고 직접 관측해 볼까요? - 달과 행성, 별자리에 대해 정리해 볼까요? - 발표 자료를 만들어 친구들에게 발표 합시다.

사회, 국어, 미술 5% 등이고 장래희망은 과학자 70%, 의사, 기술자 10%, 기타 10%등으로 나타나 과학과 관련 과목과 직종에 많은 흥미와 관심을 가진 것으로 나타났다.

다) 문제 초안 만들기

▸ 주제: 태양이네 가족과 함께하는 별빛축제에서 입상시켜라!

▸ 배역: 선생님, 태양, 혜성, 유성, 구름, 그 외 학급어린이

▸ 줄거리 : 태양이네 학급은 4월 과학의 달을 맞아 별빛축제를 개최하기로 하였다. 가족들을 초청해서 다 같이 천체망원경을 이용하여 천체관측을 하고 그 결과를 발표해 상을 주기로 하였다. 선생님으로부터 별빛축제 과제를 받은 학급 친구들은 과학영재반에 다니고 있는 태양이에게 도움을 청하고 태양이는 과학영재반 친구들과 함께 별빛축제 준비계획을 수립하려고 한다. 별빛축제를 성공적으로 개최하고 결과발표를 통해 입상하려면 어떻게 해야 할까?

라) 잠정적 문제 확정하기

학습동기를 부여하기 위해 과학영재반 어린이들에게 태양이가 별빛축제를 성공적으로 개최하고 결과발표를 통해 우수한 성적을 거두기 위해 어떻게 해야 하는지 도움을 요청하는 편지형식을 사용하였다. 내용 속에는 별빛축제를 개최하기 위해 천체관측계획의 수립, 천체관측에 필요한 태양계와 별자리에 대한 지식, 성도표와 천체망원경 사용법, 천체관측시 주의할 점 등에 대해 미리 과학영재반 어린이들이 천체관측을 실시해보고 결과를 정리해서 태양이에게 별빛축제에 대한 자료를 보내줄 수 있도록 한다.

마) 문제 시나리오 작성

> 과학영재반 어린이 여러분 안녕하세요?
> 저는 부산시 영도구에 살고 있는 한태양이라고 합니다. 저는 과학에 대해 관심이 많아 장래희망이 과학자랍니다. 그래서 과학영재반에서 공부하고 있는 여러분들이 얼마나 부러운지 몰라요. 그런데 오늘 저에게 한 가지 고민이 생겼답니다. 오늘 우리 학급에서는 4월 과학의 달 행사에 대해 학급토의가 있었답니다. 구름이는 책읽기를 좋아해서 과학토론행사를 하자고 하였으며, 유성이는 과학상자 만들기 의견을 내었습니다. 하지만 저는 겨울방학때 다녀온 별마루 천문대에서 경험한 천체관측행사가 떠올랐습니다. 그 곳에서 달 표면을 천체망원경으로 관측하였으며, 목성과 위성들, 오리온자리의 대성운 등을 관측할 수 있었습니다. 너무나 환성적인 모습이 떠올라 이번 과학에 날 행사에 밤하늘을 관측하는 천체관측활동을 하는 게 어떻겠냐고 의견을 냈습니다. 제 의견을 들은 선생님과 학급 친구들은 아주 새롭고 재미있는 의견이라며 찬성하였고 제 짝 구름이는 이왕이면 가족들과 같이 천체관측을 하고 그 결과를 가지고 시상했으면 좋겠다는 의견이 나왔습니다. 결국 우리 반 과학의 달 행사는 천체관측을 하기로 했고 행사 제목도 “가족과 함께하는 별빛축제”라고 멋지게 정했습니다. 하지만 우리 반 학생들은 제목 설정 외에는 그 어떤 계획도 세울 수가 없었습니다. 왜냐하면 천체관측에 대해서는 왜 하는지, 어떤 준비를 하고 무엇을 관측하며, 천체관측기기는 어떻게 다루는지 그리고 결과는 어떻게 정리해서 발표해야 할지 잘 모르기 때문입니다. 과학영재반 여러분! 저는 가족과 함께하는 별빛축제에서 좋은 결과를 얻고 싶어요. 제발 저희 조가 천체관측행사에서 멋지게 상을 받을 수 있도록 도와주세요. 어떻게 해야 할까요?

2. PBL 기반 천체관측 프로그램의 적용

1) 교수학습조직

PBL 기반 천체관측 프로그램에서의 학습구조는 협동학습형태로 구성한다. PBL 활동을 원활히 하기 위해서는 협동학습의 4가지 기본 원리를 적용하여 긍정적인 상호의존, 개인적인 책임감 부여, 동등한 참여, 동시 다발적 상호작용이 가능하도록 과학영재반 학생들을 4인 1조 총 5조로 구성하고 문제를 해결할 수 있도록 한다.

표 7. 모둠의 구성 및 역할 분담

역할	카시오페이아	은하계	갈릴레이	크리스탈	알파
이끔이	조○○	김○○	신○○	최○○	김○○
점검이	서○○	정○○	김○○	안○○	박○○
칭찬이	강○○	주○○	하○○	송○○	이○○
섬김이	박○○	박○○	오○○	공○○	이○○

2) 교수학습계획

PBL은 문제 만나기, 문제 해결 계획 세우기, 문제 해결하기, 발표 및 평가하기 등의 과정으로 이루어진다(이용섭 외, 2010). 이를 바탕으로 천체관측 프로그램 교수학습계획을 수립해 보면 <표 8>과 같다.

표 8. PBL기반 천체관측 프로그램 교수학습 계획

단 계		프로그램 내용	차 시
문제만나기	동기유발	왜 천체관측을 해야 하는가?	1
	문제제시	상황에 따른 문제 제시	2
	문제파악	관련 지식 및 탐구할 내용 파악	
문제해결계획	계획세우기	천체관측 대상 선정하기 천체관측 방법 결정하기	3
문제해결하기	탐색하기	천체관측 대상 관련 지식 알아보기	4
		천체관측기기 및 천체망원경 사용법 익히기	5
		천체관측의 실시	6
	재탐색하기/해결책 고안	발표자료 정리, 발표방법 및 순서 정하기	7
발표 및 평가	해결책 발표	해당 내용 프리젠테이션발표 및 산출물제출	8
	해결책 평가	자기평가 및 동료평가	

3) 수업의 실제

(1) 문제 만나기(1～2차시)

'문제 만나기' 단계는 PBL학습에서 특징적인 과정으로 학생들이 문제를 해결하고자 하는 의욕을 자극하고 호기심을 이끌며 문제를 통해 학습의 필요성을 느끼게 하는 중요한 과정이다. 따라서 호기심을 자극할 수 있는 자료를 동영상과 플래시 자료를 개발한 후 제시하였다.

가) 동기유발(1차시)

천체관측에 대한 흥미와 '동기부여'가 이루어 질 수 있도록 왜 인간은 천체관측을 해야 하는가?란 주제로 동영상 및 역사자료, 신화 및 이슈 등을 소재로 자연스럽게 천체관측에 흥미를 갖도록 하였다. 이 수업을 통해 학습자들은 천체관측에 의해 인류는 시간과 역사를 구분하고 문화와 과학기술의 발전의 동력으로 삼았으며, 끊임없는 외계세계로부터의 위협을 이겨낼 수 있고 자연법칙의 원리를 파악하여 자연재해로부터 인류를 보호할 수 있었으며 결국 천문학의 강국이 그 시대를 이끌고 있음을 이해하고 천체관측에 대한 동기를 가질 수 있도록 하였다.

나) 문제제시 및 문제파악(2차시)

PBL 학습은 문제로 시작되는 학습으로 문제는 곧 학습의 동기이자 출발점으로 비구조화된 문제에서 다양한 활동이 전개될 수 있다. 본시학습에서는 학급 과학행사로 천체관측행사를 준비해야하는 학생의 문제 상황을 제시하였으며 편지형식으로 제작되어 과학영재반 학생들에게 도움을 요청하는 내용으로 실제감을 줄 수 있도록 구성하였다.

문제해결을 위한 문제파악은 제시된 문제를 확인하고 그에 따라 문제를 해결하기 위해 알고 있는 천문지식과 알아야 할 천문지식으로 구분하여 조별 브레인 라이팅법을 통해 문제 해결의 실마리를 찾아보고 이를 통해 해결방법을 탐색할 수 있도록 하였다.

(2) 문제해결계획 수립하기(3차시)

문제해결을 위한 계획 수립을 위하여 모둠별로 브레인 스토밍을 이용하여 해결방법을 생각하게 하고 이를 바탕으로 '히트 기법'과 '하이 라이팅 기법'을 활용하여 알아야 될 천문지식, 천체관측에 준비단계, 천체관측 실시단계, 천체관측 정리단계 등 활동단계별로 분류하여 문제해결 계획표를 작성하여 활용하였고 원활한 계획수립을 위하여 학생들에게 지원될 수 있는 천문기자재와 천체망원경에 대한 정보를 제공하였다.

(3) 문제 해결하기(4～7차시)

가) 탐색 1단계(4차시)

탐색 1단계는 천체관측 대상물 관련지식 알아보기 활동이 주된 내용이다. 활동은 과제학습으로 진행되었으며 학생들은 각자 달과 행성, 북쪽하늘의 별자리, 계절의 별자리, 천체관측방법 등의 소주제별로 자료를 수집하고 조사하여 파일로 작성한 후 상호간에 교환하여 각자 관련 보고서를 작성하여 제출 하도록 하였다.

나) 탐색 2단계(5차시)

탐색 2단계는 천체망원경 사용법 익히기 활동으

표 9. 천체관측의 실시

날 짜	모둠명	천체 관측 대상물	준비물
3월 ○○일	○○모둠	달표면, 토성, 큰곰자리, 오리온 자리	성도표, 천체망원경, 렌턴, 천체관측보고서, 디지털카메라, 천체관측일지, 필기도구 등
3월 ○○일	◎◎모둠	달표면, 토성, 작은곰 자리, 쌍둥이 자리	
3월 ○○일	▲▲모둠	달표면, 토성, 처녀자리, 사자자리	
3월 ○○일	□□모둠	달표면, 토성, 쌍둥이자리, 사자자리	
3월 ○○일	◇◇모둠	달표면, 토성, 목동자리, 사자자리,처녀자리	

로 진행되었다. 천체관측을 실시하는데 있어 학생들이 가장 흥미롭게 생각하는 천체망원경의 종류, 제원과 명칭, 조립방법, 사용방법에 대해 차례대로 익히고 직접 실습하는 과정으로 진행되었다.

다) 탐색 3단계(6차시)

탐색 3단계는 천체관측을 실시하였다. 천체관측 일시는 모둠별로 실시하였고 장소는 부산교육대학교 본관 옥상에서 다음과 같이 실시하였다.

라) 재탐색하기(7차시)

재탐색하기는 모둠별 관찰결과를 토대로 천체관측보고서를 작성하고 다양한 활동결과를 기록하고 정리하는 활동을 하였다. 모둠별로 천체관측내용과 천체관측을 통해 알게된 것, 또 앞으로 더 알아보고 싶은 것 등으로 정리하고 천체관측 활동에 대한 소감을 발표할 수 있도록 상호간에 의견을 교환할 수 있도록 하였다.

(4) 발표 및 평가하기(8차시)

천체관측 활동을 통하여 수집된 다양한 지식과 정보를 가지고 해결책을 만들어 태양이네 학급에 보낼 자료를 만들어 발표하는 형식으로 진행하였다. 프리젠테이션 자료를 작성하여 다양한 사진자료와 함께 작성하여 모둠별로 발표하였으며 활동 장면 등을 담아 사실감과 친밀감을 높이도록 하였다. 발표 후 상호 평가 및 프로그램 평가를 통해 다양한 의견을 교환하도록 하여 탐구활동에 대한 절차와 중요성을 확인할 수 있도록 하였다.

Ⅳ. 연구의 결과 및 논의

본 연구는 초등과학영재를 위한 PBL 기반 천체관측 프로그램이 과학탐구능력 및 과학적 태도에 미치는 효과를 알아보기 위해 초등과학영재학생들에게 과학탐구능력검사와 과학태도검사를 PBL 기반 천체관측 프로그램 수업의 사전, 사후에 실시하여 수집한 정량적 자료를 SPSSWIN 12.0 프로그램을 사용하여 단일집단 종속표본 t검증을 실시하였다.

1. 과학 탐구 능력 분석

1) 기초탐구능력

본 연구의 과학탐구능력 중 기초탐구능력의 효과 검증을 위해 하위영역별로 살펴보면 '관찰'영역에 있어서 연구반의 사전, 사후 평균(M)은 2.20, 2.35이고, 표준편차는 .70, .59이다. 유의수준 .05에서 유의미한 차이(t=1.143, p=.267)가 없는 것으로 나타났다(p>.05). '분류'영역에 있어서는 연구반의 사전, 사후 평균(M)은 1.95, 1.90이고, 표준편차는 .69, .69이다. 유의수준 .05에서 유의미한 차이(t=.271, p=.789)가 없는 것으로 나타났다(p>.05). '측정'영역에 있어서는 연구반의 사전, 사후 평균(M)은 2.15, 2.40이고, 표준편차는 .59, .82이다. 유의수준 .05에서 유의미한 차이(t=1.228, p=.234)가 없는 것으로 나타났다(p>.05). 추리'영역에 있어서는 연구반의 사전, 사후 평균(M)은 1.95, 2.00이고, 표준편차는 .60, .56이다. 유의수준 .05에서 유의미한 차이(t=.370, p=.716)가 없는 것으로 나타났다(p>.05). '예상'영역에 있어서는 연구반의 사전, 사후 평균(M)은 2.50, 2.85이고, 표준편차는 .61, .37이다. 유의수준 .05에서 유의미한 차이(t=2.666, p=.015)가 있는 것으로 나타났다(p<.05). 따라서 하위영역의 합인 기초탐구능력에 있어서는 연구반의 사전, 사후 평균(M)은 10.75, 11.50이고, 표준편차는 1.37, 1.15이다. 유의수준 .05에서 유의미한 차이(t=2.116, p=.048)가 있는 것으로 나타났다(p<.05).

2) 통합탐구능력

과학탐구능력 중 통합탐구능력의 효과 검증을 위해 하위영역별로 살펴보면 '자료해석'영역에 있어서 연구반의 사전, 사후 평균(M)은 1.55, 1.70이고, 표준

표 10. 과학탐구능력 검사 기초탐구능력 하위요소 t 검증 결과(p<.05)

구 분	점수	N(명)	M(평균)	SD(표준편차)	t	p
관찰(①)	사전점수	20	2.20	.70	1.143	.267
	사후점수	20	2.35	.59		
분류(②)	사전점수	20	1.95	.69	.271	.789
	사후점수	20	1.90	.64		
측정(③)	사전점수	20	2.15	.59	1.228	.234
	사후점수	20	2.40	.82		
추리(④)	사전점수	20	1.95	.60	.370	.716
	사후점수	20	2.00	.56		
예상(⑤)	사전점수	20	2.50	.61	2.666	.015
	사후점수	20	2.85	.37		
기초탐구능력 (①+②+③+④+⑤)	사전점수	20	10.75	1.37	2.116	.048
	사후점수	20	11.50	1.15		

편차는 .94, .80이다. 유의수준 .05에서 유의미한 차이(t=.767, p=.453)가 없는 것으로 나타났다(p>.05). '자료변환'영역에 있어서는 연구반의 사전, 사후 평균(M)은 1.80, 2.20이고, 표준편차는 .83, .52이다. 유의수준 .05에서 유의미한 차이(t=2.373, p=.028)가 있는 것으로 나타났다(p<.05). '가설설정'영역에 있어서는 연구반의 사전, 사후 평균(M)은 1.70, 2.05이고, 표준편차는 .92, .76이다. 유의수준 .05에서 유의미한 차이(t=1.324, p=.201)가 없는 것으로 나타났다(p>.05). '변인통제'영역에 있어서는 연구반의 사전, 사후 평균(M)은 2.35, 2.35이고, 표준편차는 .67, .49이다. 유의수준 .05에서 유의미한 차이(t=.000, p=1.000)가 없는 것으로 나타났다(p>.05). '일반화'영역에 있어서는 연구반의 사전, 사후 평균(M)은 2.35, 2.30이고, 표준편차는 .58, .73이다. 유의수준 .05에서 유의미한 차이(t=.237, p=.815)가 없는 것으로 나타났다(p>.05). 따라서 통합탐구능력에 있어서는 연구반의 사전, 사후 평균(M)은 9.75, 10.60이고, 표준편차는 2.20, 1.66이다. 유의수준 .05에서 유의미한 차이(t=1.590, p=.148)가 없는 것으로 나타났다(p>.05).

3) 과학탐구능력

과학탐구능력에 있어서 연구반의 사전, 사후점수 평균은 20.50, 22.10 이고 표준편차는 2.70, 1.77이다. 유의수준(.05)에서 유의미한 차이(t=2.346, p=.030)가 났다. 이것은 PBL 기반 천체관측 프로그램이 과학탐구능력에 효과가 있다는 것을 의미한다. PBL 기반 학습이 과학탐구능력 신장에 효과가 있었다는 점에서 성은모(2003), 문종성(2008)의 선행연구 결과와 일치한다.

표 11. 과학탐구능력 검사 통합탐구능력 하위요소 t 검증 결과(p<.05)

구 분	점수	N(명)	M(평균)	SD(표준편차)	t	p
자료해석(①)	사전점수	20	1.55	.94	.767	.453
	사후점수	20	1.70	.80		
자료변환(②)	사전점수	20	1.80	.83	2.373	.028
	사후점수	20	2.20	.52		
가설설정(③)	사전점수	20	1.70	.92	1.324	.201
	사후점수	20	2.05	.76		
변인통제(④)	사전점수	20	2.35	.67	.000	1.000
	사후점수	20	2.35	.49		
일반화(⑤)	사전점수	20	2.35	.58	.237	.815
	사후점수	20	2.30	.73		
통합탐구능력 (①+②+③+④+⑤)	사전점수	20	9.75	2.20	1.509	.148
	사후점수	20	10.60	1.66		

표 12. 과학탐구능력 검사 t 검증 결과(p<.05)

구 분	점수	N(명)	M(평균)	SD(표준편차)	t	p
기초탐구능력(①)	사전점수	20	10.75	1.37	2.116	.048
	사후점수	20	11.50	1.15		
통합탐구능력(②)	사전점수	20	9.75	2.20	1.509	.148
	사후점수	20	10.60	1.66		
과학탐구능력 (①+②)	사전점수	20	20.50	2.70	2.346	.030
	사후점수	20	22.10	1.77		

2. 과학적 태도 분석

과학적 태도의 하위영역인 '정직성'에 있어서 연구반의 사전점수와 사후점수의 평균은 37.45, 39.45이고, 표준편차(SD)는 6.00, 5.82이다. 유의수준 (.50)에서 유의미한 차이(t=2.571, p=.019)가 있는 것으로 나타났다(p<.50). '호기심'에 있어서 연구반의 사전점수와 사후점수의 평균은 93.30, 91.95이고, 표준편자(SD)는 10.20, 9.51이다. 유의수준 (.50)에서 유의미한 차이(t=1.461, p=.160)가 없는 것으로 나타났다(p>.50). '비판성'에 있어서는 연구반의 사전점수와 사후점수의 평균은 32.10, 32.40이고, 표준편차(SD)는 3.48, 3.94이다. 유의수준 (.50)에서 유의미한 차이(t= .661, p=.516)가 없는 것으로 나타났다(p>.50). '개방성'에 있어서는 연구반의 사전점수와 사후점수의 평균은 47.70, 54.60이고, 표준편자(SD)는 5.62, 5.76이다. 유의수준 (.50)에서 유의미한 차이(10.446, .000)가 있는 것으로 나타났다(p<.50). '자진성'에 있어서는 연구반의 사전점수와 사후점수의 평균은 121.60, 127.20이고, 표준편차(SD)는 13.48, 13.11이다. 유의수준 (.50)에서 유의미한 차이(t=3.848, p=.001)가 있는 것으로 나타났다(p<.50). 하위영역의 총 점수를 바탕으로 연구반의 과학적 태도 사전점수와 사후점수의 평균은 332.15, 345.60이고, 표준편차(SD)는 37.01, 36.91이다. 유의수준 (.50)에서 유의미한 차이(t=3.566, p=.002)가 있는 것으로 나타났다(p<.50). 이러한 연구는 홍기칠(2008), 김세린(2010)의 선행연구 결과와 일치한다.

Ⅴ. 결론 및 제언

1. 결론

본 연구는 PBL 기반 천체관측 프로그램이 초등과학영재의 과학탐구능력과 과학적 태도에미치는 효과를 알아보기 위하여 진행되었다. 효과적인 연구의 수행을 위하여 다음과 같이 연구문제를 설정하여 추진하였다. 첫째, 초등과학영재를 위한 PBL 기반 천체관측 프로그램을 어떻게 구안하고 개발하여 적용할 것인가? 둘째, PBL 기반 천체관측 프로그램이 초등과학영재의 과학탐구능력 신장에 미치는 효

표 13. 과학적 태도 검사 t 검증 결과(p<.05)

구 분	점수	N(명)	M(평균)	SD(표준편차)	t	p
정직성(①)	사전점수	20	37.45	6.00	2.571	.019
	사후점수	20	39.45	5.82		
호기심(②)	사전점수	20	93.30	10.20	1.461	.160
	사후점수	20	91.95	9.51		
비판성(③)	사전점수	20	32.10	3.48	.661	.516
	사후점수	20	32.40	3.94		
개방성(④)	사전점수	20	47.70	5.62	10.446	.000
	사후점수	20	54.60	5.76		
자진성(⑤)	사전점수	20	121.60	13.38	3.848	.001
	사후점수	20	127.20	13.11		
과학적 태도 (①+②+③+④+⑤)	사전점수	20	332.15	37.01	3.566	.002
	사후점수	20	345.60	36.91		

과 어떠한가? 셋째, PBL 기반 천체관측 프로그램이 초등과학영재의 과학적 태도 형성에 미치는 효과는 어떠한가? 연구의 효과적인 수행을 위하여 먼저 선행연구와 교육과정분석을 통하여 PBL 기반 천체관측 프로그램을 개발한 후 부산교육대학교 과학영재반(초등 4학년)학생들을 연구대상으로 하여 4주 8차시 수업을 적용하였고, 수업 전, 후에 과학탐구능력과 과학적 태도에 관한 사전, 사후검사를 실시하여 그 효과를 분석하였다. 연구의 추진결과는 다음과 같다.

첫째, PBL 기반 천체관측 프로그램을 어떻게 개발하고 구안할 것인가의 연구결과는 교육과정분석을 통하여 프로그램의 목표와 학습내용을 선정하였고 선행연구 분석을 통한 문제개발은 문제디자인 과정을 적용하여 문제 시나리오를 구성하고 PBL 교수학습과정을 적용하여 문제만나기(2차시), 문제해결 계획하기(1차시), 문제해결하기(4차시), 발표 및 정리(1차시) 등 총 4단계 8차시로 프로그램을 구성하여 개발하였다.

둘째, PBL 기반 천체관측 프로그램은 초등과학영재들의 과학탐구능력 신장에 미치는 효과는 어떠한가의 연구결과는 과학탐구능력의 하위요소 중 기초탐구능력에는 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났으며 통합탐구능력에는 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다. 또한 과학탐구능력에는 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다. 그러므로 PBL 기반 천체관측 프로그램은 초등과학영재들의 과학탐구능력 신장에는 긍정적인 효과가 있는 것으로 나타났다.

셋째, PBL 기반 천체관측 프로그램은 초등과학영재들의 과학적 태도 함양에 미치는 효과가 어떠한가의 연구결과는 과학적 태도의 하위요소 중 정직성, 개방성, 자진성에는 유의미한 차이가 있었으며, 호기심과 비판성에는 유의미한 차이가 없다고 나타났고 과학적 태도는 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다. 그러므로 PBL 기반 천체관측 프로그램은 초등과학영재들의 과학적 태도 함양에 긍정적인 효과가 있는 것으로 나타났다.

2. 제언

이상과 같이 PBL 기반 천체관측 프로그램은 초등과학영재의 과학탐구능력을 신장시킬 수 있으며 과학적 태도 형성에 효과적인 교수학습방법임을 시사하고 있다. 그러나 연구의 추진과정에서 드러난 몇 가지 문제점과 시사점에 대해 제언하고자 한다.

첫째, 문제의 디자인 과정에서 초등과학영재들이 직접 참여시키는 문제이다. 본 연구에서 문제를 디자인할 때, 초등과학영재들의 역할과 참여가 어느 정도 제한되어 있었다. 따라서 최초 프로그램의 계획단계에서부터 초등과학영재들의 관심과 흥미분야를 반영하여 구성한다면 학습자의 흥미와 동기유발을 극대화할 수 있을 것이다.

둘째, PBL 기반 천체관측 프로그램의 탐색단계에서 천체망원경 등 천체관측기구를 능숙하게 다룰 수 있는 시간과 학습내용이 제공되어져야 하겠다. 천체망원경이나 쌍안경, 그리고 별자리 판 같은 경우는 초등과학영재들이 주변에서 쉽게 접하지 못하기 때문에 자유탐색만으로 기능을 익히기 어렵고 프로그램 수업에서는 제한된 시간으로 인해 충분히 숙달할 수 있는 기회를 제공할 수 없었다. 따라서 천체관측기구를 사용할 수 있는 기능을 익힐 수 있는 충분한 시간이 프로그램에 반영되어야 하겠다.

셋째, PBL 기반 학습에서 정리 및 발표 단계의 충분한 시간과 차시배정을 통하여 과학탐구능력의 하위요소인 통합탐구능력을 신장할 수 있도록 해야 할 것이다. 본 연구에서 실시된 PBL 기반 천체관측 프로그램은 체험위주, 실습위주로 구성되어 초등과학영재들의 특성에 맞는 내용으로 구성되었으나, 프로그램의 정리 및 발표 단계를 1차시로 구성하여 다양한 탐구활동이 진행되지 못했다. 그러므로 PBL 학습과정에서 정리 및 발표 단계 활동에 충분한 시간과 차시배정을 통하여 학습이 이뤄져야 하겠다.

참 고 문 헌

권재술, 김범기(1994). 초·중학생들의 과학탐구능력 측정도구의 개발. 한국과학교육학회지. 14(3), 251-264

김선희, 김언주, 박은희, 심재영(2006). PBL 프로그램이 창의성 및 창의적 문제해결력 향상에 미치는 효과. 아동교육, 15(3), 285-297

김세린(2010) 문제중심학습을 적용한 과학수업이 초등학생의 과학학습에 미치는 영향. 서울교육대학교 교육대학원 석사학위논문.

김순식(2010). 문제발견 중심의 과학 탐구수업이 영재학생들에게 미치는 효과. 한국영재교육학회, 9(2), 37-63

문종성(2008). 초등 과학영재의 창의력 신장을 위한 과학수사 PBL 프로그램의 개발 및 적용. 한국교육대학교 대학원 석사학위논문.

박미진, 홍순원, 이상균, 박윤희, 이상봉, 손성현, 이용섭

(2010). 초등과학과 교재연구 및 지도법-지구우주 분야. 한울기획.
성은모(2003). 인터넷 활용 문제중심 탐구학습이 과학탐구능력, 학업성취도, 파지에 미치는 효과. 경인교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
윤병호(1992). 국민학생의 과학적 태도 측정을 위한 도구개발. 한국교원대학교 석사학위논문.
이용섭, 이순연, 김대성, 정상영, 백호정, 조용남, 김묘정(2010). 초등학교 과학과의 자유탐구를 위한 PBL의 이론과 적용. 부산 : 으뜸출판사. 19-20, 27.
장병기, 이대형, 김남일, 이면우(2000). 초등학교 과학영재아를 위한 특별 프로그램 개발 연구. 과학교육연구, 23, 21-34.
장성진(2004). 과학영재교육을 위한 문제중심학습 적용 효과 : '생물의 특성'을 주제로. 부산대학교 교육대학원 석사학위논문.
정완호, 허명, 윤병호(1994). 국민학생의 과학적 태도 측정을 위한 도구개발. 과학교육, 14(3), 265-271.
조연순(2006). 문제중심학습의 이론과 실제. 서울 : 학지사. 16-17, 294.
최봉선(2009). PBL 기반 구성주의적 유아 교육 프로그램의 개발 연구. 아동교육, 18(1), pp.267-283
최은열(2010). PBL기반 과학영재프로그램이 초등학생의 창의성에 미치는 효과. 서울교육대학교 교육대학원. 석사학위논문.
홍기철(2008). 문제중심학습이 효과에 관한 메타분석. 교육과학연구, 39(3), 79-110
Barrows, H. S. (1994). The tutorial process. Springfield, IL: Southen Illinois Unversity School of Medicine.
Gallagher, S. A. (1997). Problem-based learning: What did it come from, what does it do, and where is it going? Jouranal for the Education of the Gifted, 20, 332-362.