

자유탐구 기법을 활용한 수업이 과학 창의적 문제해결력 및 과학적 탐구능력에 미치는 효과

이용섭^{1*} · 김순식¹ · 이상균²

¹부산교육대학교 · ²웅천초등학교

The Effect of Science Creative Problem Solving Ability and Science Process Skills Using Free Inquiry Method

Yong-Seob Lee^{1*} · Soon-Shik Kim¹ · Sang-Gyun Lee²

¹Busan National University of Education · ²Woong Chun Elementary School

ABSTRACT

The purpose of this study is to make a Result analysis on the Free Inquiry Method of Elementary school student. Also, this study investigates how free inquiry activities effect the science creative problem solving ability and science process skills of Elementary school student. For this study 150, third year, elementary School students from Busan City were selected.

The Inquiry examined the effectiveness of each of the following free inquiry methods: the Program Based Learning method, the Project method, the Independent Investigation Method, the Small Group Inquiry Method, and the Science Notebooks Method. The students were divided into groups in which they incorporated the respective methods into their practice.

Test showed the following results:

First, the Science Notebooks Method activities proved to be much more effective than the Program Based Learning method, the Project method, the Independent Investigation Method, the Small Group Inquiry Method, and the Science Notebooks Method in terms of developing on science creative problem solving ability. Second, the Project method activities proved to be much more effective than the Program Based Learning method, the Independent Investigation Method, the Small Group Inquiry Method, the Science Notebooks Method in terms of developing on science process skills.

Key words : Free Inquiry Method, Program Based Learning method, the Independent Investigation Method, the Small Group Inquiry Method, the Science Notebooks Method

I. 서 론

과학 기술 기반의 미래 사회에 능동적으로 대비하기 위해서는 무엇보다도 과학적 소양을 지니도록 하는 것이 필수적이다(교육과학기술부, 2010). 이러한 내용은 과학적 소양이 미래의 무한 경쟁 사회에서 국가 경쟁력을 확보하는 데 필수적으로 과학적 기초 소양 교육이 필요함을 강조하고 있다. 특히 과

학적 기초 소양에서는 과학적 탐구능력과 과학 창의적 문제해결력이 중요하다고 볼 수 있다. 2007년 개정 과학과 교육과정에서는 과학적 탐구능력을 향상시키기 위한 한 방법으로 자유탐구를 제시하고 있다. 자유탐구는 3학년부터 10학년까지 매 학년별로 최소한 6차시의 자유탐구를 실시하기로 되어있다. 이러한 자유탐구는 학생들의 과학에 대한 흥미와 창의력을 제고하고, 종합적 과학탐구의 기회를

* 교신저자 : 이용섭(earth214@bnue.ac.kr)

2011. 8. 12 (접수) 2011. 8. 24 (1심통과) 2011. 8. 27 (게재확정)

확대하며, 교육과정 운영의 자율화, 지역화, 개방화를 위해 신실하였다(교육과학기술부, 2010).

그 동안 과학과에서는 과학탐구활동은 강조되어 왔지만 실행 측면에서 제대로 이루어지지 않은 점이 많았다고 볼 수 있다. 제7차 교육과정의 과학과에서 제시된 탐구활동은 내용이나 개념의 이해를 돕기 위한 1~2차시 정도의 탐구활동인 경우가 대부분으로 재량활동 또는 방학과제로 부여되어 실행되는 경우가 많았다. 이러한 탐구활동에서는 학생이 문제 인식단계에서 가설설정, 탐구 설계 및 수행, 결과 해석 및 결론 도출 등의 다양한 문제를 종합적으로 탐구하는 기회를 갖지 못하고 자기주도적 탐구를 수행하기 어렵다(교육과학기술부, 2010). 즉 학생들이 자기 주도적 탐구활동을 수행하기가 어려웠다고 볼 수 있다. 그 결과 PISA나 TIMSS 등의 교육성취도 국제 비교 연구(김경희 등, 2008)에서 우리나라 학생들은 과학에 대한 자신감, 과학에 대한 가치 인식, 과학에 대한 흥미 등에서 매우 낮은 성취수준을 나타내고 있다.

2007년 개정 과학과 교육과정에서는 자유탐구를 통한 과학탐구능력 및 과학 창의적 문제해결력 향상에 주안점을 두고 있으며, 이를 위해 과학적 소양 함양을 위한 과학교육의 강화가 시급한 실정이다. 그러므로 최근의 자유탐구에 대한 선행연구(김숙경, 2010; 김재윤, 2010; 고경석, 2009; 신영민, 2009; 배준모, 2009; 윤진숙, 2009; 이경학 등, 2010; 이정화, 2010; 임수진, 2009; 장진아, 2009; 전영석과 전민지, 2009; 정현철, 2007; 황현정과 전영석, 2009; Alberto, 2005; Bailey & Unwin, 2008; Keller, 2005; Koray et al., 2008; Loyens, 2008)가 국내·외에서 다양하게 이루어지고 있으며 자유탐구 방법 및 평가 연구(이회란, 2009; 전민지, 2009)에서는 다양한 자유탐구 방법과 평가방안을 제시하고 있고 자유탐구 수행시 어려움에 대한 연구(전영석과 전민지, 2009; 임성만 등, 2010)와 자유탐구에 대한 프로그램 개발에 관한 연구(윤진숙, 2009)가 진행되었다. 이러한 선행연구들은 다양한 자유탐구의 방법과 적용에 대한 연구를 제언하고 있다.

자유탐구가 제대로 이루어지기 위해서는 자유탐구의 방법적 측면에서 다양하게 접근할 필요가 있다. 교육과학기술부(2010)에 의하면 자유탐구는 다양한 방법으로 지도할 수 있지만 소집단 탐구(Small Group Investigation)기법을 사용하면 효율적으로 지

도할 수 있다고 제시하고 있다. 소집단 탐구기법은 협동학습기법 중의 하나로 학생들에게 넓고 다양한 학습 경험을 제공하기 위해 설계된 것이다. 이것은 이미 정해진 지식이나 기능 습득보다는 여러 측면의 문제를 해결하기 위해서 정보를 습득, 분석, 종합하는 통합적 학습으로 적합하며, 주제 선정, 탐구 방법 선정, 정보 수집 및 분석, 결과 발표 등에 대해서 학생들에게 최대한 책임과 자유를 부여하는 방식이다. 그러나 자유탐구는 개인 또는 소집단이 다양한 주제를 선정하여 여러 가지 탐구방법으로 접근하는 것으로 2007년 개정 교육과정의 과학과 교사용 지도서에서 제시하고 있는 소집단 탐구 방법으로는 부족함이 있다고 본다. 자유탐구는 학생 스스로 탐구 주제를 선정하고 다양한 탐구활동을 하게 함으로써 과학 창의적 문제해결력과 과학탐구능력을 기르고자 하는데 있으므로 다양한 여러 가지 탐구방법을 제시할 필요가 있다.

따라서 본 연구에서는 이러한 취지를 고려하여 초등학교 학생들에게 자유탐구에 대한 다양한 탐구방법을 제시하고 실행하여 그 효과를 밝혀보고자 한다. 이러한 연구의 목적을 달성하기 위하여 다음과 같은 연구문제를 설정하였다.

첫째, 자유탐구방법에 따라 학생들의 과학 창의적 문제해결력은 어떠한가?

둘째, 자유탐구방법에 따라 학생들의 과학적 탐구능력은 어떠한가?

II. 연구 방법

1. 연구 절차

본 연구는 자유탐구의 다양한 탐구방법에 대한 효과검증을 위하여 초등 3학년 학생들에게 PBL(Problem-Based Learning) 학습법, PROJECT 학습법, IIM(Independent Investigation Method) 학습법, 소집단 탐구기법(Small Group Inquiry Method), 사이언스 노트북(Science NoteBooks)을 안내하였다. 그리고 자유탐구를 시행하기 전에 자유탐구에 대한 탐구방법을 안내하고 숙지하게 하였다. 탐구주제는 3학년 ‘지구와 달’ 단원을 선정하였다. 본 단원을 재구성하고 지정된 과학수업 및 특별활동 시간을 활용하여 주당 3시간씩 16주간으로 총 48차시를 실시하였다.

특히 자유탐구에 대한 탐구방법에 대하여 개인

또는 모듈별로 자유탐구 학습법을 숙지하는데 일정한 시간(3주간)을 부여하였다. 또한 초등학교 학생들에게 사전·사후에 과학 창의적 문제해결력 검사와 과학적 탐구능력 검사를 측정하여 그 결과를 해석하였다.

2. 연구 대상

연구 대상은 본 연구에 협력할 수 있는 대학원생이 재직하고 있는 C초등학교 3학년 5개반으로 학급당 인원은 30명이며, 총 150명을 선정하였다. 학급별 탐구방법을 선정하였다. 선정된 탐구방법에 따라 개인탐구 혹은 소집단 탐구(2-6명)으로 구성하였다.

3. 검사 도구 및 자료 처리

과학 창의적 문제해결력 검사는 한국교육개발원(1997)에서 개발한 검사도구이다. 초등 2-3학년용, 초등 4-6학년용, 중등 1-3학년용, 고등 1-2학년용으로 개발되었으며, 본 연구에서 사용한 초등 2-3학년용의 B형의 문항내적 일관성의 신뢰도는 .54이다.

과학적 탐구능력 검사 문항은 권재술과 김범기(1994)가 개발한 과학탐구능력검사 도구를 사용했다. 이 검사 도구는 과학탐구능력을 기초탐구능력(관찰, 분류, 측정, 예상, 추리)과 통합탐구능력(자료 해석, 변인 통제, 일반화)로 구분하고 있다. 각 탐구유형별 3개의 문항으로 객관식의 4지 선택형으로 모두 30문항으로 구성되어 있다. 예비 검사 결과 과학탐구능력 검사의 문항의 신뢰도 분포는 Cronbach's α 로 .692~.738로 양호하였다.

인식설문 조사는 자유탐구 방법에 대한 학생들의 인식을 살펴보고자 탐구수업에 대한 흥미도, 적극적인 참여도, 탐구과정 이해도, 자유탐구 구성원간의 친밀도, 다음 차시에 대한 기대 등으로 구성된 5문항을 자체 제작하여 전문가 집단에 의뢰하여 내용타당성 검증을 거쳤다. 검사도구 측정결과의 자료처리는 통계패키지 SPSS 17.0을 사용하여 결과를 처리하였다.

4. 수업 과정 및 처치

본 연구자는 B시의 C초등학교 담임교사와 자유탐구 방법에 대한 세미나를 5회에 걸쳐 개최하였다. 자유탐구 방법(PBL 학습법, PROJECT 학습법, IIM

학습법, 소집단 탐구기법, 사이언스 노트북)에 대한 탐구과정 및 적용사례로 심도 있는 토의-토론을 하였다. 특히 자유탐구 방법에 대한 담임교사의 연구 분야 및 수업적용에 대한 의견변인을 통제할 수 있도록 논의하였다. 자유탐구 방법에 대한 안내 교재는 전반부에 PBL 학습법, PROJECT 학습법, IIM 학습법, 소집단 탐구기법, 사이언스 노트북의 이론적 내용과 예시를 제공하고 있으며, 교재의 후반부는 활동보고서 양식을 제공하여 관찰 보고서를 작성할 수 있도록 지면을 제공하고 있다.

연구의 실험을 지정받은 담임교사는 연구 분야(자유탐구 방법)를 선정하여 선정된 자유탐구 방법에 대해 발표형식의 세미나를 통해 탐구방법에 대한 전문성을 습득하도록 최대한 지원하였다. 각 학급에서는 담임이 선정한 자유탐구 방법을 학생들이 숙지할 수 있도록 3주간의 시간을 할애하였다. 자유탐구의 수업적용에서 현장체험 활동을 위한 모둠은 개인 또는 그룹(3-4명)으로 구성하고 사전협의의 거쳐 현장체험 중심의 탐구활동이 이루어지도록 하였다. 학생들의 탐구방법(PBL 학습법, PROJECT 학습법, IIM 학습법, 소집단 탐구기법, 사이언스 노트북)에 대한 토론 시간이 주어졌으며, 현장탐방을 위한 준비물 등에 대한 협의 시간도 제공하였다. ‘지구와 달’ 단원은 이론적 내용도 중요하지만 실제적인 체험학습의 중요성을 생각하여 망월(10월 4일(일요일)-보름)에 C초등학교 운동장에서 망원경(굴절망원경 5대)을 설치하여 학부모와 함께하는 야간 천체관측을 실시하였다.

또한 수업적용 전후에 발생할 수 있는 변인에 대해 논의하여 각 담임 교사들이 맡은 자유탐구 방법에 대해 수업적용 방법에서 일어나는 사례에 대해 해결하도록 하였다(인원수 적정성, 탐구과정에서 어려움 직면 등). 그러나 각 담임 교사가 수업에서 해결이 어려운 상황이 발생했을 경우는 본 연구자를 포함한 5명의 교사가 협의를 거쳐 해결하였다. 자유탐구에 대한 주제는 초등과학 ‘지구와 달’ 단원을 선정하여 대(大) 주제에서 소(小) 주제를 개인 또는 소집단이 설정하도록 하였다. 수업 적용은 정규 과학시간의 특별활동 시간을 활용하도록 하였다. 수업 적용 과정에서 2회에 걸쳐 탐구과정의 진행상황 및 문제점에 대하여 논의하는 시간을 가졌다. 개인 또는 소집단으로 구성하여 자유탐구를 실시하였으며 사전·사후 검사(과학 창의적 문제해결력 검사, 과학

표 1. 학습활동 내용

순	자유탐구 학습주제	활 동 내 용	비 고
1	담임교사와의 세미나	· 자유탐구 방법에 대한 안내 및 숙지하기	
2	단원도입	· 옛날 사람들이 생각한 달 모양 이야기하기 · 노랫말 속의 달 표현(달에 대한 이야기 등) - 상상하기	
3	달의 모양	· 달의 모양을 알 수 있는 방법 토의하기 · 우주선에서 본 달의 모습 알기	
4	달의 표면 모습 관찰하기	· 달 관찰하기 · 망원경으로 본 달 사진과 우주선에서 본 달 사진 비교하기 · 지구의 모습과 비교하기	C초등학교 운동장
5	하룻밤 동안의 달의 움직임	· 보름달 관찰하기 · 일정한 시간 간격으로 위치 변화 알아보기	
6	여러 날 동안의 달의 모양과 위치 변화	· 여러 날 동안 달 관찰하기 · 달의 모양과 위치 변화 알아보기	
7	달 탐사 계획세우기	· 탐사 계획 세우기 · 인터넷을 이용하여 달에 관한 내용 조사하기	

적 탐구능력 검사)를 실시하였다. 시간은 각 검사도구마다 50분간 실시하였다. 다음은 자유탐구 학습활동 내용이다(표 1).

위의 학습내용에 따라 개인 또는 모둠별 학습이 이루어졌다. 학급 담임이 5가지 자유탐구 방법 중에서 1가지 탐구방법을 선정하고 나면 선정된 담임의 반(예, PBL 탐구반)에서는 개인 혹은 소집단으로 인원을 구성하여 탐구를 실시하게 하였다. 그리고 현장체험 중심의 탐구활동을 위해서는 사전협의의 충분한 거치도록 하였다. 학습방법에 대한 이론적 부분에 대해서는 전체적인 안내를 듣고 개인 또는 모둠별로 학습방법의 이론적 부분에 대한 토의를 충

분히 하도록 하였으며 같은 학습방법에 대해 선호를 하는 학생끼리 모둠을 구성하도록 유도하였다. 학습방법에 따른 학습 단계 및 내용은 다음과 같다(표 2).

다음은 학생들이 개인 또는 소집단 그룹으로 자유탐구 탐구방법에 따라 탐구한 사례를 설명해 본다.

1) PBL 탐구(1유형)

PBL 탐구 A모듬의 인원은 6명으로 구성하였고, 수업분위기 조성을 위해서는 모듬원 구성원끼리 탐구 전에 준비해야 할 준비물에 대하여 토의하였으며, 탐구 장소에서 해야 할 일 등에 대하여 의논하

표 2. 자유탐구 학습방법

구 분	PBL 탐구 (Koray et al., 2008)	Project 탐구 (김대현과 임채성, 1999)	IIM 탐구 (Cindy & Virginia, 2003)	소집단 탐구 (과학기술부, 2008)	Science Notebooks 탐구 (Butler & Nesbit, 2008)
조원구성	2-6명	2-6명	2-6명	2-6명	2-6명
도입 (계획 단계)	· 수업 분위기 조성 단계	· 학습과정 준비하기 · 주제 결정하기	· 주제 선정하기	· 주제 선정 및 소집단 구성	· 주제 선정 및 소집단 구성
수업 전개 과정 (탐구 수행)	· 문제제시 단계 · 잠정적 문제해결 시도 단계 · 자율학습 단계 · 협동학습 및 토의 학습 단계 · 토론결과 발표 학습 단계	· 활동 계획하기 · 탐구 및 표현하기	· 목표 설정하기 · 조사하기 · 정리하기 · 목표 평가하기 · 산출물 만들기	· 탐구 계획 수립 · 탐구 수행 및 중간 점검 · 최종 보고서 작성	· 계획세우기 · 자료 찾기 · 탐구하기 · 결과정리
정리 (결과 발표)	· 정리 및 평가	· 마무리하기 · 평가하기	· 발표하기	· 최종 보고서 발표 · 평가	· 발표 · 평가

는 시간을 가졌다. 본 PBL 학습방법에서 문제의 제시는 ‘달의 모양은 어떠한지?’로 설정하였다. 문제의 제시에 대한 세부 내용으로는 ‘옛날 사람들이 생각한 달의 모습은 어떠한지?’이며 잠정적 문제해결 시도 단계에서 옛날 사람들이 생각한 달의 모습에는 ‘토끼가 방아를 찧는 모습이 들어있다.’고 설정하였다. 자율학습 단계에서는 가족끼리 과학관 탐방, 어린이 회관 탐방, 가족과 함께하는 자율적인 탐방을 하도록 하였으며, 탐방장소 등도 참고 도서 및 인터넷 검색으로 설정하게 하였다. 협동학습 및 토의학습 단계에서는 조원들이 수집한 자료를 바탕으로 주제에 대하여 토의하도록 하였다. 토론결과 발표학습 단계에서는 발표의 형식(보드판, PPT 등)에 대하여 토의하고 발표자와 보조자를 선정하여 주제 발표를 하도록 하였다. 정리 및 평가 단계에서는 조별평가, 개별 평가 형식의 성찰단계를 거쳤다.

2) Project 탐구(2유형)

Project 탐구 A모둠의 인원은 6명으로 구성하였다. 프로젝트 학습에서는 학습과정을 어떻게 준비하느냐가 매우 중요하다. 따라서 모둠에서 학습과정의 준비를 위한 토의를 거쳤다. 본 모둠은 지구에서 달까지의 거리 계산으로 문제를 설정하였다. 모둠별 인원이 6명이므로 3명씩 2개의 소모둠을 편성하여 1모둠은 달까지의 거리 계산 방법, 2모둠은 지구에서 달까지의 거리를 계산할 수 있는 조건 등에 대하여 조사하기로 하였다. 탐구 및 표현하기 단계에서는 지구에서 달까지 거리를 계산하기 위하여 무엇이 필요한지 설명하게 하였다. 지구에서 달까지 거리를 계산하는 과정은 다른 소모둠에서 설명하였다. 평가하기 단계에서는 지구에서 달까지 계산한 값이 전문서적에서 제시하고 있는 값과 일치 또는 유사한지 검증하는 절차를 거쳤다.

3) IIM 탐구(3유형)

IIM 탐구 A모둠의 인원은 4명으로 구성하였고, IIM의 학습지 개발이 잘 되어 있어 탐구학습지 양식의 순서로 탐구과정을 진행하는 것이 도움이 될 것이라 생각하였다. 주제는 달의 크리에이터 형성과정 및 크리에이터 이름에 대한 것을 설정하였다. 2개의 소모둠으로 구성하여 첫째 모둠은 달의 크리에이터 생성과정에 대한 조사를 하고, 둘째 모둠은 달의 크리에이터 이름에 대한 조사를 실시하기로 하였다.

그리고 각 소모둠별로 조사시간을 정하여 조사하였다. IIM의 학습지 양식에 맞게 조사할 목표의 개수를 설정하고, 자신이 조사한 내용은 타인이 이미 조사한 내용을 모방하지 않겠다는 약속에 따라 조사(탐구)를 하였다. 각 소모둠에서 조사한 내용을 바탕으로 토의를 거쳐 산출물을 만들었다. 만든 산출물을 근거로 PPT를 만들어 발표하였다.

4) 소집단 탐구(4유형)

소집단 탐구A 모둠은 소집단(6명)을 구성하여 탐구하고자 하는 주제를 설정하였다. ‘우주에서의 달’에 대한 주제를 설정하고 우주 속에서 달의 존재 가치에 대한 내용을 탐구하기로 하였다. 먼저 탐구 과정을 리스트로 만들기로 하였다. 탐구과정의 순서는 달의 생성, 지구와 달의 관계, 미래의 달과 지구의 관계, 지구에서 일어나고 있는 달의 영향 등으로 순서를 정하였다. 탐구과정이 순서별로 진행되어가면서 ‘올바른 탐구를 하고 있는가?’, ‘언고자 하는 탐구내용이 있는가?’ 등에 대한 중간 점검의 단계를 거쳤다. 모둠원들이 조사한 내용으로는 미래의 달이 차츰 지구로부터 멀어져 달이 없어질 것이라는 내용도 있었다. 그리고 달이 없다면 우주 공간의 많은 운석들이 지구와 바로 충돌할 것이라는 내용도 있었다. 탐구방법이 초등학교 수준보다도 폭넓은 내용을 포함하고 있어 진지하게 탐구하는 모습을 볼 수 있었다. 최종 단계에서는 탐구주제를 해결하는 과정과 결과를 가지고 평가하는 단계를 거쳐 최종보고서를 만들어 발표하게 하였다. 또한 이러한 일련의 탐구과정을 거쳐 나타난 결과물과 탐구과정에서 비롯된 여러 가지 논점과 느낀 점으로 모둠별, 개인별 평가를 하였다.

5) 사이언스 노트북(5유형)

사이언스 노트북의 탐구A 모둠은 소집단(4명)을 구성하여 탐구하고자 하는 주제를 설정하였다. 사이언스 노트북의 탐구방법은 실험의 과정에서 일어나는 가설설정, 변인통제 등으로 과정중심의 실험에 대한 결과에 대해 논의하는 과정을 거치는 방법이라고 볼 수 있다. 이러한 방법으로 주제에 대해 순차적이고 점진적인 접근방법을 통해 탐구할 수 있도록 ‘달의 위상 변화’를 주제로 설정하였다. 그러나 우주 공간에서 일어나는 공간적 지각 개념을 습득해야 달의 위상 변화를 이해할 수 있다고 볼 때 초

등학교 3학년 수준에서는 매우 어렵게 느껴지는 주제로 해석된다. 그러므로 각 모듈별로 탐구계획을 세우고 모듈의 구성원이 탐구내용에 대한 분담으로 자료 찾기를 하였으며, 찾은 자료를 정리하는 과정을 거치게 하였다. 그리고 달의 위상 변화를 바탕으로 체계적이고 순차적인 설명이 될 수 있도록 달의 위상 변화에 대해 PPT를 만들어 발표하였으며 학급에 대한 모듈별 평가 후 개인별, 모듈별 평가를 실시하였다.

달의 표면 관찰에 대한 활동은 C초등학교 운동장에서 다음과 같이 실시하였다. 그림 1은 달 표면 관찰활동 모습이며, 그림 2는 달의 모습을 관찰한 후 발표하는 모습이다. 그림 3은 자유탐구에서의 성찰일기 내용의 일부이다.

III. 연구 결과 및 논의

본 연구는 자유탐구 주제에 따른 학습방법에 관한 연구로서 자유탐구에서 한가지 주제를 설정하여 탐구방법{1유형; PBL(Problem-Based Learning) 학습

법, 2유형; PROJECT 학습법, 3유형; IIM(Independent Investigation Method) 학습법, 4유형; 소집단 탐구 기법(Small Group Inquiry Method), 5유형; 사이언스 노트북(Science NoteBooks)}에 따라 과학 창의적 문제해결력과 과학적 탐구능력에 미치는 효과를 검증해보고자 하였다. 자유탐구의 실행결과는 다음과 같다.

1. 과학 창의적 문제해결력 검사

표 3에 의하면 사전-사후의 과학 창의적 문제해결력 검사에서 PBL, IIM, SN의 탐구방법은 유의 확률 5%에서 유의미한 차이가 있었다. 따라서 자유탐구의 PBL, IIM, SN은 과학 창의적 문제해결력을 향상시키는데 효과가 있는 것으로 나타났다. 즉 과학 창의적 문제해결력을 향상시키기 위해서는 자유탐구의 활동에서 PBL, IIM, SN 탐구방법을 활용하는 것이 도움을 준다는 것을 알 수 있다.

다음은 자유탐구 방법에서 어떤 탐구방법이 상대적으로 과학 창의적 문제해결력을 향상시키는가를 알아보기 위하여 다음과 같이 자료를 제시하였다. 표 4에서 보는 바와 같이 $F=1.912$, 유의확률=.112로



그림 1. 달 관찰하기



그림 2. 발표 및 평가하기

평가 목적	평가	평가 결과
탐구 주제를 자유롭게 선정하였는가?	4	달 탐구 주제를 자유롭게 선정하였다.
이름 붙이기 등 구체적인 탐구방법이 있는가?	5	달 탐구 주제를 자유롭게 선정하였다.
주제에 관심을 가지려고 노력하였는가?	5	달 탐구 주제를 자유롭게 선정하였다.
주제내용을 바탕으로 보고서용 자료를 찾았는가?	4	달 탐구 주제를 자유롭게 선정하였다.
창의적이고 적절한 방법으로 발표하였는가?	5	달 탐구 주제를 자유롭게 선정하였다.

자유탐구 성찰일기

자유탐구 활동을 통해 무엇을 배우고 느꼈습니까?
(주제 선정하기, 계획 세우기, 정보 수집, 발표하기 등의 과정 포함)

창해 앞에서는 사람들이 얽매고 있던 달이 변화하는 이유를 알게 되었다. 원래대로라면 검색해 놓은 내용이 많았지만 다른 방법으로 창의적으로 하는 생각과 발표하면서 흥미를 느꼈다. 달과 지구는 4백만 초이 나란한 것을 그리고 주제는 어떻게든 찾아냈다. 인터넷과 PPT를 통해 달의 모습을 알게 되었다. 그리고 인터넷의 검색을 통해 달의 모습을 알게 되었다. 그리고 인터넷의 검색을 통해 달의 모습을 알게 되었다. 그리고 인터넷의 검색을 통해 달의 모습을 알게 되었다.

자유탐구 활동을 통해 나의 기여도는 무엇입니까?
주제 선정과 발표까지 힘들었는데도 불구하고 내용을 알차게 정리하여 발표할 수 있었고, 다들 많이 칭찬을 해주셔서 기쁘게 생각한다.

자유탐구 성찰일기

자유탐구 활동을 통해 무엇을 배우고 느꼈습니까?
(주제 선정하기, 계획 세우기, 정보 수집, 발표하기 등의 과정 포함)

창해 앞에서는 사람들이 얽매고 있던 달이 변화하는 이유를 알게 되었다. 원래대로라면 검색해 놓은 내용이 많았지만 다른 방법으로 창의적으로 하는 생각과 발표하면서 흥미를 느꼈다. 달과 지구는 4백만 초이 나란한 것을 그리고 주제는 어떻게든 찾아냈다. 인터넷과 PPT를 통해 달의 모습을 알게 되었다. 그리고 인터넷의 검색을 통해 달의 모습을 알게 되었다. 그리고 인터넷의 검색을 통해 달의 모습을 알게 되었다.

자유탐구 활동을 통해 나의 기여도는 무엇입니까?
주제 선정과 발표까지 힘들었는데도 불구하고 내용을 알차게 정리하여 발표할 수 있었고, 다들 많이 칭찬을 해주셔서 기쁘게 생각한다.

그림 3. 평가(자기 모듈) 및 성찰일기

표 3. 과학 창의적 문제해결력 검사 결과

유형	자유탐구 방법	과학 창의적 문제해결력	M	N	SD	t	p
1	PBL (문제중심학습)	사전검사	34.00	30	9.60	2.563	.016
		사후검사	38.33	30	8.94		
2	Project (프로젝트 학습방법)	사전검사	35.00	30	9.47	.191	.850
		사후검사	35.33	30	11.37		
3	IIM (독자적 탐구방법)	사전검사	35.00	30	9.65	2.673	.012
		사후검사	39.33	30	9.98		
4	SGIM (소집단 탐구기법)	사전검사	34.67	30	9.55	.087	.932
		사후검사	34.83	30	12.14		
5	SN (사이언스 노트북)	사전검사	35.83	30	9.29	2.551	.016
		사후검사	40.677	30	6.91		

표 4. 과학 창의적 문제해결력 검사 결과

구 분	제곱합	자유도	평균제곱	F	유의확률
집단-간	770.667	4	192.667	1.912	.112
집단-내	14610.833	145	100.764		
합 계	15381.500	149			

자유탐구 방법간에는 특별한 차이를 보이지 않았다.

그림 4에서 보듯이 자유탐구 방법이 과학 창의적 문제해결력에 미치는 가지적인 효과는 5유형(사이언스 노트북)의 탐구방법이 가장 높은 점수를 나타내는 반면 2유형(프로젝트 학습법), 4유형(소집단 탐구기법)에서는 다른 자유탐구의 탐구방법에 비해 미미한 영향이 있다는 것을 알 수 있다.

2. 과학적 탐구능력 검사

표 5에 의하면 사전-사후의 과학적 탐구능력 검사에서 PBL, Project, IIM, SGIM, SN의 탐구방법은 유의확률 5%에서 유의미한 차이가 있었다. 따라서

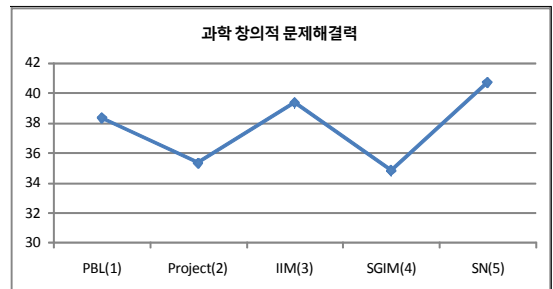


그림 4. 자유탐구 방법이 과학 창의적 문제해결력에 미치는 가지적인 효과

자유탐구의 PBL, Project, IIM, SGIM, SN은 과학적 탐구능력을 향상시키는데 효과가 있는 것으로 나타났다. 즉 과학적 탐구능력을 향상시키기 위해서는 자유탐구의 활동에서 PBL, Project, IIM, SGIM, SN의 탐구방법을 활용하는 것이 도움이 된다는 것을 알 수 있다.

다음은 자유탐구 방법에서 어떤 탐구방법이 상대적으로 과학적 탐구능력을 향상시키는가를 알아볼

표 5. 과학적 탐구능력 검사 결과

유형	자유탐구 방법	과학탐구능력	M	N	SD	t	p
1	PBL (문제중심학습)	사전검사	102.00	30	27.47	2.509	.018
		사후검사	107.67	30	25.92		
2	Project (프로젝트 학습방법)	사전검사	106.67	30	28.78	2.616	.014
		사후검사	113.67	30	24.60		
3	IIM (독자적 탐구방법)	사전검사	104.00	30	26.41	4.650	.000
		사후검사	112.50	30	23.48		
4	SGIM (소집단 탐구기법)	사전검사	104.00	30	25.58	2.565	.016
		사후검사	111.00	30	25.54		
5	SN (사이언스 노트북)	사전검사	103.17	30	26.18	3.217	.003
		사후검사	110.00	30	25.12		

수 있도록 자료를 다음과 같이 제시하였다. 표 6에서 보는 바와 같이 $F=.259$, 유의확률=.904로 자유탐구 방법간에는 특별한 차이를 보이지 않았다. 그러나 그림 5에 나타나듯이 가시적인 자유탐구 방법간에는 Project 탐구방법이 PBL, IIM, SGIM, SN에 비해 과학적 탐구능력을 향상시키고 있음을 알 수 있다.

그림 5에서 보듯이 자유탐구 방법에서 과학적 탐구능력에 미치는 가시적인 효과는 2유형(프로젝트 학습법)의 탐구방법이 가장 효과적으로 나타나는 반면 1유형(문제중심 학습법), 3유형(독자적 탐구 학습법), 4유형(소집단 탐구기법), 5유형(사이언스 노트북 학습법)에서는 과학적 탐구능력에 미치는 효과가 다른 자유탐구의 탐구방법에 비해 미미한 영향이 있었다는 것을 알 수 있다. 그리고 특히 자유탐구 방법 중에서 PBL 학습법이 가장 효과가 적은 것으로 나타났다. 이는 자유탐구를 시행함에 있어 과학적 탐구능력을 향상시키고자 할 때는 PBL 학습법이 무리가 있음을 암시하고 있다.

이와 같이 나타난 결과로 논의를 해보면 지금까지의 교육과정에서는 자유탐구를 부각하지 않았으므로 자유탐구에 대한 학습의 중요성은 미미하게 조명될 수밖에 없었다. 기존의 초등과학과에서도 자유탐구에 대한 학습은 해오고 있었으나 교육과정상 자유탐구에 대한 명시가 없어 시간이 확보되지 않았으며, 따라서 교사들의 개인적 역량으로 지도되어 졌다고 볼 수 있다. 그리하여 제7차 교육과정에서

자유탐구 형식으로 해오고 있는 대부분의 학습방법은 제시된 주제를 학습한 후 성과물 평가의 관심에 중점을 두었다고 볼 수 있다. 기존의 연구들(박종호 등, 2001; 정현철, 2007; 고경석, 2009)도 자유탐구에 대한 학습방법을 제시하고 있으나 주제에 따른 자유탐구 학습방법에는 명확한 제시를 하지 않았으며, 이는 교육과정상에 명시된 자유탐구가 없었으므로 나타난 결과라 보겠다. 그러나 최근 들어 자유탐구 방법의 구안과 적용효과에 대한 다양한 연구들이 이루어지고 있다. 학습동기수준에 따른 과학탐구의 효과 연구(신영민, 2009)와 2007년 개정교육과정에 따른 자유탐구 방법 프로그램 개발에 관한 연구(윤진숙, 2009), 자유탐구에 대한 평가방안과 지도방안, 창의성 신장에 관한 연구(배준모, 2009; 이회란, 2009; 임수진, 2009)는 과학교과의 탐구영역에 대한 새로운 인식을 갖게 해 주고 있다.

특히 이회란(2009)의 ‘초등과학에서 자유탐구의 교수·학습 방법 및 평가 방안 모색’에서는 다양한 자유탐구 방법을 소개하고 있으며, 그에 대한 평가방안을 제시하고 있다. 이용섭(2009)의 연구인 ‘초등 예비교사의 자유탐구 방법에 대한 선호도 및 실행 결과 분석’에서도 예비 초등학교 교사들을 대상으로 자유탐구를 실행하여 효과를 분석한 결과, 현장 교사와 예비 교사간에 자유탐구방법에 대한 선호도가 유사하다는 것을 알았으며 자유탐구를 시행함에 있어 교사가 학생에게 어떤 역할이 필요하다는 것을 예견해 주었다고 볼 수 있다. 또한 자유탐구에 대한 연구가 진행되면서 자유탐구를 적용했을 때의 어려움에 대한 연구(임성만 등, 2010; 전영석과 전민지, 2009)도 진행되고 있어 학습자 측면에서 생각해 볼 내면을 제공하고 있다.

2007년 개정교육과정의 과학교과에서 지향하는 과학적 태도와 과학적 탐구능력 배양은 주제를 탐구하는 과정중심에서 길러진다고 본다. 따라서 결과중심의 탐구방법보다는 과정중심을 지향하는 다양한 탐구방법이 적합할 것이다.

본 연구는 임수진(2009)의 ‘자유탐구활동이 초등 학생의 과학적 탐구능력과 창의성 신장에 미치는 영향’ 연구에서 창의성 신장에 유의미한 효과가 있었다는 연구결과와 일치한다. 또한 본 연구는 자유탐구활동이 과학탐구능력에 유의미한 효과가 있었다는 연구(박종호, 2000; 이정화, 2010; 임수진, 2009) 결과와도 일치한다.

표 6. 과학적 탐구능력 검사 결과

구 분	제곱합	자유도	평균제곱	F	유의확률
집단-간	644.000	4	161.000	.259	.904
집단-내	90240.833	145	622.351		
합 계	90884.833	149			

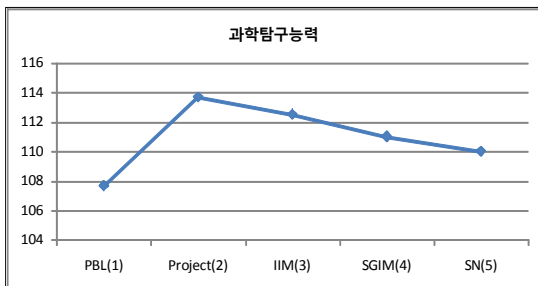


그림 5. 자유탐구 방법이 과학적 탐구능력에 미치는 가시적인 효과

표 7. 자유탐구 방법 적용 후 학습자의 반응(N)

유형	탐구방법	탐구수업에 대한 흥미도(%)	적극적인 참여도(%)	탐구과정 이해도(%)	자유탐구 구성원간의 친밀도(%)	다음 차시에 대한 기대(%)	기타
1	PBL (문제중심 학습)	23(15)	29(19)	25(17)	36(24)	21(14)	16(11)
2	Project (프로젝트 학습방법)	32(21)	27(18)	22(15)	27(18)	27(18)	15(10)
3	IIM (독자적 탐구방법)	28(19)	39(26)	32(21)	17(11)	30(20)	4(3)
4	SGIM (소집단 탐구기법)	25(17)	28(19)	23(15)	28(19)	20(13)	26(17)
5	SN (사이언스 노트북)	30(20)	19(13)	32(21)	30(20)	18(12)	21(14)

3. 인식설문 조사

다음은 자유탐구 방법 적용 후, 학습자들의 인식에 대한 반응에서 ‘매우 적극적’이라고 반응한 학생들의 수치를 %로 나타낸 것이다.

표 7에서 보는 바와 같이 자유탐구의 학습방법은 각각 나름대로의 특성이 있다고 보아진다. IIM 학습방법의 경우, 적극적인 참여도(26%)와 다음 차시에 대한 기대(20%)가 다른 자유탐구의 학습방법에 비해 높았다. 학생들의 자유탐구 방법에서 자기주도적 학습방법을 요청하고 있지만 자신이 목표를 설정하고 자기성장 기록 등을 할 수 있는 적합한 학습지 양식이 좋았다고 답한 것으로 볼 수 있었다. 반면, 사이언스 노트북(SN)에 대한 반응에서 다음 차시에 대한 기대가 다른 탐구방법에 비해 학습자의 반응 수가 적은 것은 실험과정 중심의 학습방법에서 모든 주제가 실험만으로 이루어지지 않은 것에서 나타난 결과라고 볼 수 있다. 또한 본 연구에서 프로젝트 탐구방법이 과학탐구능력을 향상시키는데 효과가 있었다는 연구결과는 탐구수업에 대한 흥미도가 높다는 것과 맥락을 같이 한다고 보아진다.

IV. 결론 및 제언

본 연구는 자유탐구 방법에 대한 구안과 한 가지 주제에 따른 자유탐구 방법을 달리하여 효과성을 검증해 보는 연구로써 과학과에서 추구하고 있는 과학 창의적 문제해결력과 과학탐구능력에 미치는 영향을 알고자 하였다. 본 연구를 통해 얻은 결과를 바탕으로 결론을 밝히면 다음과 같다.

첫째, 자유탐구에 대한 5가지 탐구방법 중 사이언스 노트북(SN)의 학습방법 적용이 과학 창의적 문제해결력에 미치는 효과가 가장 높았다. 과학 창의적 문제해결력의 향상에서는 문제중심학습(PBL), 독자적 탐구방법(IIM), 사이언스 노트북(SN)의 탐구방법 활용이 효과가 있었으며, 프로젝트 학습방법(Project)과 소집단 탐구기법(SGIM)은 과학 창의적 문제해결력 향상에 효과적이지 않음을 알 수 있었다.

둘째, 자유탐구에 대한 5가지 학습방법 중 프로젝트(Project)의 학습방법의 적용이 과학적 탐구능력에 미치는 효과가 가장 높았다. 프로젝트 학습방법이 과학적 탐구능력에 효과가 있었다는 것은 학생들의 인식 설문에서 나타난 ‘탐구수업에 대한 흥미도’와 ‘적극적인 참여’의 결과가 높게 나타난 것과 같은 맥락이라고 볼 수 있다.

셋째, 자유탐구에 대한 5가지 학습방법에서 대체로 학습자들의 반응은 긍정적인 것으로 나타났다.

자유탐구에 대한 5가지 탐구방법 중 IIM 탐구방법이 ‘탐구수업에 대한 흥미도, 적극적인 참여도, 탐구과정 이해도’에서 높은 호응을 보이고 있는 것은 학생들이 자유탐구를 진행하면서 탐구과정에 대한 안내 역할을 한 학습지 제공이 학생들에게 도움을 주었다고 볼 수 있다.

본 연구 결과를 바탕으로 후속 연구를 제안하면 다음과 같다.

첫째, 초·중등학교 교육현장에서 자유탐구를 지도하는 교사들에게 실제적 도움을 줄 수 있는 탐구방법에 따른 탐구학습지의 개발이 필요하다고 본다.

둘째, 과학교육을 담당하는 교사들에게 자유탐구의 실행 및 평가에 대한 연구가 필요할 것으로 본다.

셋째, 개인 또는 소집단이 자유롭게 자유탐구 방법을 선택하여 탐구할 수 있도록 다양한 자유탐구 방법을 개발할 필요가 있다.

참고 문헌

고경석(2009). 기초탐구과정 프로그램 적용이 과학탐구능력 및 자유탐구수행에 미치는 효과. *청주교육대학교 석사학위논문*.

교육과학기술부(2008). *초등학교 교육과정해설(1)*. 대한교과서 주식회사, 92-93.

교육과학기술부(2010). *초등학교 교사용 지도서 3-1*. 금성출판사, 94.

권재술과 김범기(1994). 초, 중학생들의 과학 탐구능력 측정 도구의 개발. *한국과학교육학회*, 92-93.

김경희, 김수진, 김남희, 박선용, 김지영, 박효희, 정송(2008). 국제 학업성취도 평가(TIMSS/PISA)에 나타난 우리나라 중·고등학생의 성취 변화의 특성. *KECE, 연구보고 RRE 2008-3-1*, 222.

김대현, 임채성(1999). 협동활동이 초등학교 아동의 과학적 사고에 미치는 영향. *한국생물교육학회지*, 27(3), 233-245.

김숙경(2010). 초등학교의 자유탐구활동 보고서의 평가 준거 개발 및 적용. *한국교원대학교 석사학위논문*.

김재윤(2010). 초등학교 학생들이 수행한 자유탐구의 특징 분석. *경인교육대학교 석사학위논문*.

박종호(2000). 자유탐구활동이 초등학교의 과학탐구능력 과 과학적 태도에 미치는 영향. *서울교육대학교 석사학위논문*.

박종호, 김재영, 배진호(2001). 자유탐구활동이 초등학교의 과학탐구능력과 과학적 태도에 미치는 영향. *초등과학교육*, 20(2), 271-280.

배준모(2009). 제 7차 개정 과학과 교육과정 중 자유탐구 교육의 효율적 활용 방안. *부경대학교 석사학위논문*.

신영민(2009). 학습자의 인지수준 및 학습동기수준에 따른 자유주제 과학탐구의 효과 및 탐구 단계별 상호작용 특성 연구. *한국교원대학교 석사학위논문*.

윤진숙(2009). 2007년 개정 초등 과학과 교육과정에 따른 '자유탐구' 활동 프로그램 개발. *진주교육대학교 석사학위논문*.

이경학, 지경준, 박종원(2010). 초등학교 현장 교사들의 자유 탐구에 대한 인식 조사. *교사교육연구*, 49(1), 71-87.

이용섭(2009). 초등 예비 교사의 자유탐구 방법에 대한 선호도 및 실행 결과 분석. *초등과학*, 28(4), 440-449.

이정화(2010). 자유 탐구가 초등학교의 과학적 태도와 과학탐구능력에 미치는 영향과 자유 탐구에 대한 교사들의 인식 연구 *부산교육대학교 석사학위논문*.

이희란(2009). 초등과학에서 '자유탐구'의 교수 학습 방법 및 평가 방안 모색. *부산교육대학교 석사학위논문*.

임성만, 김순미, 홍은주, 임재근(2010). 초등 예비교사들이 자유 탐구활동 중에 겪은 어려움 조사. *한국과학교육학회지*, 30(2), 291-303.

임수진(2009). 자유탐구활동이 초등학교의 과학적 탐구능력과 창의성 신장에 미치는 영향. *한국교원대학교 석사학위논문*.

장진아(2010). 초등학교를 위한 자유 탐구 프로그램 개발 및 적용: 학생의 과학 탐구 기능 특성 및 지속적 피드백을 중심으로. *초등과학교육*, 29(2), 207-218.

전민지(2009). 효과적인 초등학교 과학 자유탐구 지도방안 탐색. *서울교육대학교 석사학위논문*.

전영석, 전민지(2009). 과학 자유탐구를 지도할 때 발생하는 어려움. *한국초등교육*, 20(1), 105-115.

정현철(2007). 영재교육자료(초등-과학-초급)식물의 자람에 대한 자유탐구. *한국교육개발원(RM 2007-09-20)*

한국교육개발원(1997). *과학 창의적 문제해결력 검사 요강*. 수탁연구; CR 97-51-1, 60.

황현정, 전영석(2009). 초등 예비 교사들의 자유탐구 수행 능력 분석. *초등과학교육*, 28(4), 404-414.

Alberto, C. (2005). Contemporary Nativism, Scientific Texture, and the Moral Limits of Free Inquiry. *Philosophy of Science*, 72, 1220-1231.

Bailey, B. & Unwin, L. (2008). Fostering "Habits of Reflection, Independent Study and Free Inquiry": An Analysis of the Short-Lived Phenomenon of General/Liberal Studies in English Vocational Education and Training(EJ785971). *Journal of Vocational Education and Training*, 60(1), 61-74.

Butler, M. B. & Nesbit, C. (2008). Using Science Notebooks to Improve Writing Skills and Conceptual Understanding. *Science Activities*, 44(4), 137-146.

Cindy, N. & Virginia, M. (2003). *7 Easy steps to Successful Research for Student in Grades K-12 Teacher Manual*. Active Learning Systems LLC, 1-37.

Keller, J. C. (2005). Fighting for free-inquiry, limited role for religion in science. *Science & Theology News*; 5(8), 8-8.

Koray, O., Presley, A., Koksai, M. S. & Ozdemir, M. (2008). Enhancing Problem-Solving Skills of Pre-Service Elementary School Teachers through Problem-Based Learning (EJ832123). *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 9(2), 18.

Loyens, S. M. M., Magda, J. & Rikers, R. M. J. P. (2008). Self-Directed Learning in Problem-Based Learning and Its Relationships with Self-Regulated Learning (EJ817571). *Educational Psychology Review*, 20(4), 411-427.