

인지 수준에 따른 자유 탐구 활동에서 과학 탐구 노트의 활용 효과

이상균

(웅천초등학교)

The Effects of Using Science Notebooks in the Open Inquiry Activities by Cognitive Levels

Lee, Sang-Gyun

(Ungcheon Elementary School)

ABSTRACT

The purpose of this study was to understand the teaching effects according to the cognitive levels after conducting inquiry activities using science notebooks in the open inquiry activities of the elementary science class. The results of this study were as follow. first, students having the open inquiry activities using science notebooks showed improvement in scientific inquiry abilities in both groups with the low and high cognitive level. Second, regarding the changes of scientific attitudes, both groups with the low and high cognitive level exhibited improvement. According to the result of analyzing interaction between the cognitive level and class treatment on the effects for scientific inquiry abilities and scientific attitudes, there was no difference by the cognitive level. And the use of science notebooks in open inquiry activities had effects on improving scientific inquiry abilities and scientific attitudes regardless of the cognitive level.

Key words : science notebooks, open inquiry activity, cognitive level

I. 서 론

최근 과학 교육에서는 어느 때보다 탐구에 대한 내용이 강조되고 학생들의 과학적 탐구력 향상을 위한 연구가 활발하게 이루어지고 있다. 과학에서 탐구는 과학자들이 자연 현상을 연구하고 이해하는 핵심적인 활동으로 과학이 다른 교과와 구분되는 가장 특징적이며 중점적인 활동이다(Abd-El-Khalick *et al.*, 1998). 따라서 과학을 가르치고 배우는 방법은 탐구를 통해 이루어져야 한다. 탐구는 학생들이 과학적으로 사고하는 방법을 배울 수 있는 가장 효과적인 방법이며, 문제 해결력, 의사소통 능력 및 사고력 발달을 가능하게 하고, 학생 스스로가 과학적 지식을 생성하도록 하는데 유용한 방법이다(Aker-son & Hanuscin, 2007). 또한 탐구는 과학 학습에 대

한 긍정적인 태도를 갖게 하며, 과학에 대한 흥미와 동기를 증가시키고, 사회적 상호작용의 질을 향상시킨다(Veermans *et al.*, 2005; 신현화와 김효남, 2010). 따라서 교실에서 탐구 활동은 학생들에게 과학자들이 문제를 파악하고 해결하여 과학적 지식을 창출하는 것과 유사한 경험을 할 수 있게 해야 하며(NRC, 1996; 2000), 또한 과학적 탐구를 효과적으로 지도하기 위한 다양한 교육적 접근이 이루어져야 한다.

이런 맥락에서 2007년 개정 과학과 교육과정에서는 학생들에게 심화된 탐구의 경험을 제공하기 위해 자유 탐구를 도입하였고(교육과학기술부, 2007), 이를 통해 학생들의 과학에 대한 흥미를 높이고 창의력을 신장시킬 수 있도록 하였다(신현화와 김효남, 2010).

이처럼 과학 교육에서 탐구의 중요성이 강조되

고 있으나 실제 이를 지도하는 교사들이 어떠한 과정과 방법으로 지도해야 할지에 대한 구체적인 안내가 제대로 이루어지지 않고(진순희와 장신호, 2007), 초등학교 교사들의 탐구에 대한 경험 부족과 탐구 관련 지도 자료 및 연구의 부족으로 과학 탐구 지도에 많은 어려움을 겪고 있어(조현준 등, 2008), 새롭게 도입된 자유 탐구가 실제 교육 현장에서 제대로 실행되는데 많은 어려움이 있다. 조현준 등(2008)은 탐구 수업 실행의 저해 요인을 조사한 연구에서 탐구 지도 자료의 개발과 연구에 대한 필요성을 제기하고 있으며, 과학 탐구 활동의 어려움을 밝힌 연구(진순희와 장신호, 2007; 전영석과 전민지, 2009; 신현화와 김효남, 2010) 등에서도 탐구 활동 중의 자료 조사와 보고서 작성 등의 어려움과 함께 자유 탐구 지도를 위한 보다 구체화된 자료의 필요성을 언급하고 있다. 또한, 박종호 등(2001)은 교사의 도움 없는 자유 탐구 활동은 기초 탐구 능력과 과학적 태도의 향상에 도움이 되지 않는다고 주장하고 있으며, 장진아(2009)는 자유 탐구를 시작하는 초등학교 단계에서는 교사의 안내된 자유 탐구의 필요성을 제기하고 있다. 따라서 자유 탐구가 교육 현장에서 조기에 정착되기 위해서는 과학적 탐구의 특성이 반영된 구체화된 교수 전략이나 안내 자료가 제공되어야 할 것이다.

과학 탐구 노트는 과학자들이 연구 과정에서 기록하는 연구 노트와 유사한 형태로 일정 기간 동안 학생들이 탐구 활동 중에 기록한 것을 책의 형태로 엮어놓은 것이다(Ruiz-primo, 1998; Shavelson & Ruiz-primo, 2002). 즉, 학생들이 과학 탐구 활동 중 탐구 과정과 결과를 기록하는 워크북의 형태로 그 속에는 연구 결과, 탐구 문제, 사고, 탐구 절차, 수집된 자료와 궁금한 점 등 장기간의 과학적 탐구의 모든 경험을 기록한다(Campbell & Fulton, 2003).

과학 탐구 노트는 과학적 사실이나 법칙, 이론, 실험 데이터 등을 글의 소재로 하고, 기존 지식을 탐색, 검증, 강화, 개량하는 사고의 도구로 활용된다는 점에서 과학 글쓰기와 맥락을 같이 하지만, 과학 글쓰기가 일반적으로 과학 수업 시간에 경험하는 탐구 활동을 과학적 사고로 인식하고, 그것을 글로 표현하는 데 초점을 두는(이남은, 2009) 과학 설명문이나 과학 논설문, 실용문 등의 글쓰기 형식인 반면, 과학 탐구 노트는 탐구 과정 중에 활용하는 구조화된 기록 형태(Campbell & Fulton, 2003)로, 탐구

노트, 탐구 일지, 탐구 보고서 형식의 글쓰기이다. 탐구 활동 중에 과학 탐구 노트를 활용함으로써 탐구를 보다 체계적으로 진행할 수 있으며, 탐구 활동에 학생들의 능동적인 참여를 유도할 수 있다(Morrison, 2010). 또한, 계획에서 결론 도출까지 과학 탐구의 전 과정을 글과 그림을 활용하여 체계적으로 정리하고, 수집된 자료를 증거로 결론을 내릴 수 있도록 함으로써 학생들의 과학적 개념의 이해와 더불어 과학적 태도 및 학업 성취도 향상에 효과적인 방법이다(Amaral *et al.*, 2002). 따라서 자유 탐구 활동에서 과학 탐구 노트의 활용은 체계적인 탐구 수행을 도와주어 학생들의 과학적 탐구를 경험하게 하는 탐구 활동 지원 자료로 활용될 수 있을 것이다.

과학 탐구 노트에 관한 연구로는 Ruiz-primo(1998), Amaral *et al.*(2002), Klentschy(2005)가 있으며, 국내 연구로는 과학 수업에서 시각적 노트 활용의 효과에 관한 우정희 등(2004)의 연구, 그림그리기를 활용한 신개념 과학 노트의 개발과 적용에 관한 박미영(2007)의 연구가 있으며, 자유 탐구 활동에 관한 연구들로는 실태와 인식, 문제점에 관한 연구(이경학 등, 2010; 임성만 등, 2010; 전영석과 전민지, 2009; 황현정과 전영석, 2009)의 연구가 있고, 자유 탐구 전략 및 프로그램에 관련된 연구(박종호 등, 2001; 전영석과 전민지, 2009; 이용섭, 2009; 신영민 등, 2010; 장진아와 전영석, 2010)가 있으나, 아직 자유 탐구를 위한 프로그램에 관한 연구는 활발하게 이루어지지 않은 실정이다.

또한, 자유 탐구 활동은 교사에 의해 주도되던 기존의 탐구 학습과 달리 학생 스스로 탐구하는 과정으로 이루어져야 하기 때문에, 문제 해결을 위해 가설 설정, 변인 통제, 가설 연역적 사고 등 상위 단계의 인지 능력이 필요할 것이며 인지 수준에 따라 탐구 수행 능력에 있어서도 차이가 나타날 것이다. 신영민(2009)은 자유 탐구 활동의 과제 수행 능력이 있어서 인지 수준에 따라 차이를 보이며, 주제 및 가설 설정, 탐구 설계, 의견 교환 및 정교화 등에서 학생들이 어려움을 겪고 있다고 지적하고 자유 탐구가 효과적으로 수행되기 위해서는 교사가 인지 수준과 학습 동기 수준 등 학습자 특성을 고려하여 지도가 이루어져야 한다고 주장하고 있다. 하지만 아직까지 자유 탐구와 인지 수준과의 관계를 연구한 것은 많지 않은 실정이다. 따라서 자유 탐구 활동을 위한 교수 전략을 수립하는데 있어 학습자 특

성인 인지 수준의 따라 어떠한 효과 차이가 있는지 구체적으로 파악할 필요가 있다.

따라서 이 연구에서는 과학 탐구 노트를 활용한 자유 탐구 활동 프로그램을 개발하고, 이를 초등학교 6학년 학생들에게 적용한 후 인지 수준에 따라 과학 탐구 능력, 과학적 태도에 미치는 효과에 어떤 차이가 있는지 알아보는 것으로 구체적인 연구 문제는 다음과 같다.

첫째, 과학 탐구 노트를 활용한 자유 탐구 활동이 인지 수준에 따라 과학 탐구 능력의 변화에 어떤 차이가 있는가?

둘째, 과학 탐구 노트를 활용한 자유 탐구 활동은 인지 수준에 따라 과학적 태도 변화에 어떤 효과가 있는가?

II. 연구 방법

1. 연구 대상 및 설계

이 연구는 경남에 소재한 2개 공립학교 6학년 4개 학급 68명의 학생들을 대상으로 논리적 사고력 검사지(Roadranka *et al.*, 1983)를 이용하여 인지 수준을 측정하였으며, 인지 수준에 따라 Piaget 인지 발달 수준 중 구체적 조작기에 해당되는 학생들을 낮은 인지 수준 군(L수준)으로, 과도기와 형식적 조작기에 해당되는 학생들을 높은 인지 수준 군(H수준)으로 구분하였다. 인지 수준별 인원수와 비율은 표 1과 같다.

인지 수준에 따른 과학 탐구 노트를 활용한 자유 탐구 활동의 효과를 알아보기 위하여 학생들의 탐구 활동 전·후 과학 탐구 능력, 과학적 태도의 변화를 비교하였다.

2. 연구 절차

먼저 관련 이론 및 선행 연구를 고찰하였으며, 자유 탐구 활동에 활용할 수 있는 과학 탐구 노트

표 1. 연구 대상의 인지 수준

				n(%)		
인지 수준	연구 집단	비교 집단	df	χ^2	p	
L 수준	37(62.7)	35(60.3)				
H 수준	22(37.3)	23(39.7)	1	.069	.792	
전체	59(100)	58(100)				

L : 낮은 인지 수준 군, H : 높은 인지 수준 군

와 지도안을 개발하였다. 개발된 자료를 활용하여 11월에서 12월에 걸쳐 연구 대상 2개 반에서 주 1시간씩 7주 동안 과학 탐구 노트를 활용한 자유 탐구 활동이 이루어졌으며, 비교 대상 2개 반에는 교육 과정에 제시된 자유 탐구 방법에 따라 자유 탐구 활동을 실시하였다. 자유 탐구 활동이 모두 끝난 후 사후 검사를 실시하고 그 결과를 분석하였다.

3. 검사 도구

1) 과학 탐구 능력 검사

과학 탐구 능력 검사 도구는 권재술과 김범기(1994)가 개발한 TSPS(Test of Science Process Skill)를 사용하였다. TSPS는 과학 탐구 능력 하위 요소로 기초 탐구 능력으로 관찰, 분류, 측정, 추리, 예상의 5개 탐구 요소와 통합 탐구 능력으로 자료 변환, 자료 해석, 가설 설정, 변인 통제, 일반화의 5개 탐구 요소 등 모두 10개의 탐구 요소로 이루어져 있다. 각 탐구 요소의 기능을 적절히 측정하기 위해 각 탐구 요소마다 3개의 문항씩 제시되어 있으며, 총 문항 수는 4지선다형 30문항으로 초등학교 5학년 학생들이 40분 안에 풀 수 있도록 제작되었다(권재술과 김범기, 1994). 검사 도구에 대한 신뢰도는 Cronbach $\alpha = .74$ 로 제시되었으며, 본 연구에서 검증한 신뢰도는 Cronbach's $\alpha = .72$ 로 나타났다.

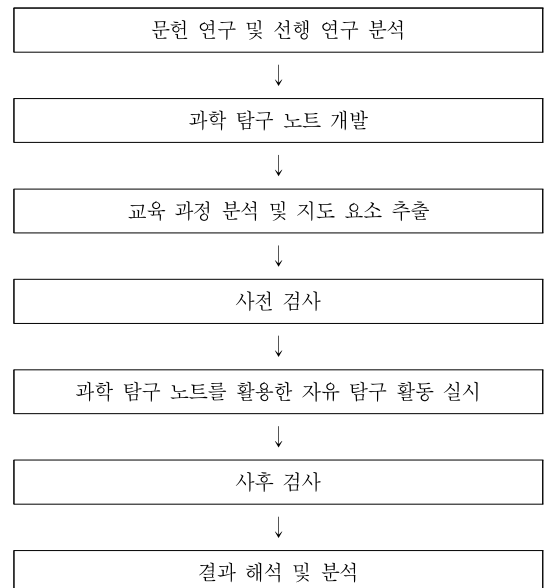


그림 1. 연구 절차

2) 과학적 태도 검사

학생들의 과학적 태도를 평가하는 도구는 김효남 등(1998)에 의해 개발된 과학적 태도 검사지를 사용하였다. 이 검사지는 일반적으로 통용되는 과학적 태도인 호기심, 개방성, 비판성, 협동성, 자신성, 끈기성, 창의성으로 총 7개의 하위 요소로 구성되어 있다. 문항은 각 하위 요소별로 3문항씩 구성되어 있어 전체 21문항이며, 이 검사지의 신뢰도 검사 결과는 Cronbach's $\alpha=0.87$ 로 제시되어 있으며, 본 연구에서의 신뢰도는 Cronbach's $\alpha=0.76$ 로 나타났다. 전체 검사 시간을 30분이며, 수업 처치 전·후에 투입하였다.

4. 과학 탐구 노트의 개발 및 적용

과학 탐구 노트를 활용한 자유 탐구 활동 프로그램을 개발하기 위해 먼저 탐구 단계를 Reiff 등(2002)의 탐구휠 모델(Inquiry Wheel model), Harwood & Miller(2004)의 활동 모델(activity model)을 토대로 탐구의 단계를 문제 탐색, 예상하기, 계획 세우기, 탐구하기, 결과 정리, 발표 및 평가, 성찰의 7단계로 설정하였으며, Klentschy(2005)의 과학 탐구 노트 구성 요소를 바탕으로 탐구 단계별로 과학 탐구 노트

를 표 2와 같이 구성하였다.

과학 탐구 노트의 형태는 바인더 형태, 제본, 낱장을 제공하고 첩해 두는 등 다양한 형태로 구성할 수 있으나, 본 연구에서는 20매 정도의 탐구 공책 형식으로 만들었으며 활용하였다. 과학 탐구 노트의 오른쪽 면에는 학생들이 직접적으로 탐구한 내용을 기록하게 하였고, 왼쪽면에는 탐구 주제와 관련된 과학 기사, 인터넷 검색 자료, 참고 내용 등을 스크랩할 수 있도록 구성하였다. 과학 탐구 노트를 활용한 차시별 자유 탐구 활동은 표 3과 같다.

5. 자료 처리

통계 분석은 인지 수준별로 사전 검사 점수를 공변인으로 하여 일원 공변량 분석을 실시하였고, 수업 처치와 인지 수준의 상호작용 효과를 알아보기 위해 이원변량 분석을 실시하여 인지 수준에 따른 과학 탐구 노트를 활용한 자유 탐구 활동의 효과를 분석하였다. 연구 문제의 유의성을 검증하기 위한 진단 기준을 유의수준 .05로 사용하고 수집된 자료의 통계 처리는 SPSS WIN 15.0 프로그램을 사용하여 분석하였다.

표 2. 탐구 단계 및 과학 탐구 노트의 구성

단계	영역	구성 방향
문제 탐색	문제 탐색	·탐구하고 싶은 주제 찾기 ·탐구 문제의 범위 한정 ·문제 탐색
	탐구 문제 생성	·탐구 주제와 관련된 다양한 문제 만들기 ·탐구 문제 정하기
예상하기	배경 지식 정리 결과 예상	·탐구 문제에 관련된 배경 지식을 마인드맵을 활용하여 정리 ·예상 결과를 그림이나 글로 정리
계획 세우기	탐구 방법 모색 탐구 일정 계획	·탐구 문제 해결을 위한 탐구 방법 결정 ·일정 계획 수립하기
탐구하기	탐구 수행 자료 수집 탐구 내용 기록	·장기간의 탐구 수행하기 ·탐구 주제와 관련된 어휘, 기사 등 정리 ·과학 탐구 노트에 탐구 내용을 표, 그래프, 그림, 설명 등으로 기록
결과 정리	결과분석 근거와 주장 결론 도출	·탐구 문제 해결을 위한 기록된 결과 분석 ·근거를 토대로 주장 제기 ·탐구 결과를 바탕으로 결론 도출
발표 및 평가	탐구 결과 발표 및 공유	·탐구한 결과를 친구들에게 발표 ·탐구 과정 과 결과를 서로 공유
	동료/자기 평가 새 탐구 문제 찾기	·동료 평가 및 자기 평가 ·후속 연구를 위한 새로운 탐구 문제 모색
성찰	성찰	·탐구 과정에 대한 반성

III. 연구 결과 및 논의

1. 인지 수준에 따라 과학 탐구 능력에 미치는 효과

인지 수준에 따라 과학 탐구 노트를 활용한 자유 탐구 활동이 과학 탐구 능력에 미치는 효과에 대한 분석은 하위 요소 중 사전 집단 간 동질성을 만족시키지 못하는 경우가 있어 연구 집단과 비교 집단의 과학 탐구 능력 사후 검사 점수에 대하여 공변량 분석(ANCOVA)을 실시하였다. 인지 수준별 과학 탐구 능력의 사전, 사후, 교정된 사후 점수의 평균과 표준편차는 표 4와 같다.

표 3. 과학 탐구 노트를 활용한 자유 탐구 활동 적용

차시	과학 탐구 노트 활용 내용
1차시	<ul style="list-style-type: none"> ·문제 상황과 관련된 마인드맵 작성하기 ·What, How형의 다양한 탐구 문제 만들어 보기 ·만들어진 탐구 문제 중 자신의 탐구 문제 선택하기 ·탐구 주제와 관련된 배경 지식 찾아 정리하기
2차시	<ul style="list-style-type: none"> ·‘내가 생각은 ~ 할 것 같다. 왜냐하면~’ 형식으로 결과 예상하기 ·구체적인 탐구 방법, 탐구 일정 등 작성 ·탐구하기
3~5차시	<ul style="list-style-type: none"> ·그림 등을 사용하여 탐구한 내용 자세하게 기록하기 ·표, 그래프, 그림 등으로 탐구한 결과 정리하기 ·예상한 것과 비교하여 결론 기록하기(나의 예상은 ~ 였는데, 탐구 결과는 ~~이다.) ·발표 준비하기(발표 방법, 발표 내용 정하기)
6~7차시	<ul style="list-style-type: none"> ·탐구 결과 발표 ·동료 평가 및 자기 평가(평가지) ·성찰 기록지에 탐구 과정 반성하여 적기 ·후속 탐구 문제 찾기

표 4에서 보는 바와 같이, L수준 군의 연구 집단의 교정 평균은 22.24, 비교 집단의 교정 평균은 20.17이고, H수준 군의 연구 집단의 교정 평균은 23.89, 비교 집단의 교정 평균은 20.83으로 나타났다. 과학 탐구 능력의 사전 검사 점수의 영향을 통제한 후 교정된 사후 검사 점수에 대해 공변량 분석으로 통계적 유의성을 검정한 결과는 표 5와 같다.

표 5에서 보는 바와 같이 과학 탐구 능력 전체 결과에서 연구 집단의 교정 평균이 비교 집단의 교정 평균에 비해 유의수준 .05에서 통계적으로 유의미하게 높은 것으로 나타났으며($F=40.75, p<.05$), L수준 군과 H수준 군에서도 집단 간의 차이가 유의수준 .05에서 통계적으로 유의미하게 나타났다(각각 $F=15.79, p<.05; F=32.17, p<.05$). 이러한 결과는 과학 탐구 노트를 활용한 자유 탐구 활동이 낮은 인지 수준 군과 높은 인지 수준 군 모두에서 과학 탐구 능력 향상에 효과가 있었음을 의미한다.

표 4. 과학 탐구 능력 검사의 인지 수준별 평균과 교정 평균

인지 수준	집단	사전		사후		교정된 사후	
		M	SD	M	SD	M	SE
L	연구	16.59	3.59	22.14	2.74	22.24	.36
	비교	17.00	3.93	20.29	3.21	20.17	.37
H	연구	18.09	4.68	23.91	2.83	23.89	.38
	비교	18.04	3.47	20.83	2.71	20.83	.37
전체	연구	17.15	4.06	22.80	2.88	22.86	.27
	비교	17.41	3.76	20.50	3.00	20.43	.27

L : 낮은 인지 수준 군, H : 높은 인지 수준 군

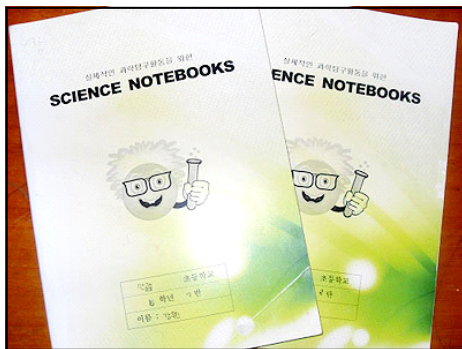


그림 2. 과학 탐구 노트의 형태

계획세우기

탐구 계획세우기

탐구 주제를 결정하기 위한 탐구(조사, 탐구)주제를 제시한 선택표입니다.

탐구방법 (자신의 방법 및 타인의 방법(방법, 시간, 장비 등)을 적어주세요)

탐구 일정 (탐구속 단계별로 언제까지 할 것인지 계획을 세워주세요)

① 탐구문제	-
② 예상하기	-
③ 계획세우기	-
④ 탐구하기	-
⑤ 결과정리	-
⑥ 발표 및 평가	-

탐구하기

탐구 내용 기록하기

탐구 조사, 관찰한 내용을 글, 그림, 표 등을 사용하여 자세히 기록하여 표시합니다.

탐구 날짜: 년 월 일 탐구 시간: 분

탐구 장소: 분

탐구 내용: 탐구한 내용과 탐구 결과, 표, 그래프를 정리하여 적어주세요.

탐구한 내용 등을 글로 기록해 주세요.

표 5. 과학 탐구 능력 검사의 인지 수준별 공변량 분석 결과

인지 수준	변량원	SS	df	MS	F
L	공변인	284.652	1	284.652	58.66
	수업 처치	76.627	1	76.627	15.79*
	오차	334.815	69	4.852	
	합계	696.094	72		
H	공변인	191.799	1	191.799	58.66
	수업 처치	105.191	1	105.191	32.17*
	오차	137.324	42	3.270	
	합계	434.314	45		
전체	공변인	510.533	1	510.533	119.87
	수업 처치	173.552	1	173.552	40.75*
	오차	485.526	114	4.259	
	합계	1,169.611	117		

* $p < .05$.

구체적으로 인지 수준에 따른 학생들의 과학 탐구 능력 변화 정도를 알아보기 위해 과학 탐구 능력 하위 영역 검사 결과를 인지 수준 군별로 비교해 보았다. 먼저 낮은 인지 수준 군의 과학 탐구 능력 하위 요소별 사전, 사후, 교정된 사후의 평균과 표준편차는 표 6과 같다.

표 6에서 보는 바와 같이 L수준 군의 기초 탐구 능력에 대한 연구 집단의 교정 평균은 11.87, 비교 집단의 교정 평균은 11.19이고, 통합 탐구 능력에 대한 연구 집단의 교정 평균은 10.36, 비교 집단의 교정 평균은 8.99로 비교 집단에 비해 연구 집단의 점수가 다소 높게 나타났다. 과학 탐구 능력의 사

표 6. L수준 군의 과학 탐구 능력 검사 평균과 교정 평균

탐구 유형	집단	사전		사후		교정된 사후	
		M	SD	M	SD	M	SE
기초 탐구	연구	9.46	2.10	11.86	1.46	11.87	.25
	비교	9.49	1.92	11.20	1.71	11.19	.25
통합 탐구	연구	7.14	2.63	10.27	1.10	10.36	.26
	비교	7.51	3.044	9.09	2.18	8.99	.26
전체	연구	16.59	3.59	22.14	2.74	22.24	.36
	비교	17.00	3.93	20.29	3.21	20.17	.37

전 검사 점수의 영향을 통제 한 후 교정된 사후 검사 점수에 대해 공변량 분석으로 통계적 유의성을 검정한 결과는 표 7과 같다.

표 7에서 보는 바와 같이 L수준 군에서는 통합 탐구에서 연구 집단과 비교 집단의 차이가 유의수준 .05에서 통계적으로 유의미하게 나타났으나($F=13.28, p < .05$), 기초 탐구에서는 통계적으로 유의미한 차이가 나타나지 않았다. 따라서 자유 탐구 활동에서 과학 탐구 노트의 활용은 낮은 인지 수준 군에서는 통합 탐구 능력의 향상에 효과가 있음을 알 수 있었다.

H수준 군 학생들의 각 하위 요소별 사전, 사후, 교정된 사후 점수의 평균과 표준편차는 표 8과 같다.

표 8에서 보는 바와 같이 기초 탐구 능력에 대한 연구 집단의 교정 평균은 12.60, 비교 집단의 교정 평균은 10.77이고, 통합 탐구 능력에 대한 연구 집단의 교정 평균은 11.31, 비교 집단의 교정 평균은 10.05로 나타났다.

과학 탐구 능력의 사전 검사 점수의 영향을 통제 한 후 교정된 사후 검사 점수에 대해 공변량 분석으로 통계적 유의성을 검정한 결과는 표 9와 같다.

표 9에서 보는 바와 같이 H수준 군에서는 기초 탐구와 통합 탐구 모두에서 연구 집단과 비교 집단의

표 7. L수준 군 과학 탐구 능력 하위 요소별 공변량 분석 결과

탐구 유형	변량원	SS	df	MS	F
기초 탐구	공변인	20.826	1	20.826	9.265
	수업 처치	8.121	1	8.121	3.613
	오차	155.098	69	2.248	
	합계	184.045	72		
통합 탐구	공변인	131.996	1	131.996	52.33
	수업 처치	33.497	1	33.497	13.28*
	오차	174.044	69	2.522	
	합계	339.537	72		
전체	공변인	284.652	1	284.652	58.66
	수업 처치	76.627	1	76.627	15.79*
	오차	334.815	69	4.852	
	합계	184.045	72		

* $p < .05$.

차이가 통계 수준 .05에서 유의미한 차이가 나타났다 (각각 $F=13.28, p<.05$; $F=9.06, p<.05$). 따라서 높은 인지 수준 군에서 과학 탐구 노트를 활용한 자유 탐구 활동은 학생들의 기초 탐구 능력과 통합 탐구 능력 향상에 효과가 있음을 알 수 있었다.

수업 처치와 인지 수준의 상호작용 효과를 알아보기 위해 사후 검사 점수의 이원변량 분석 결과는 표 10에 나타나 있다.

표 10에서 보면 수업 처치의 주 효과는 통계적으로 유의미하나($F=20.05, p<.05$), 상호작용 효과에서는 통계적으로 유의미하지 않음을 알 수 있었다 ($F=1.25, p>.05$). 즉, 인지 수준에 따라 수업 처치 효

표 8. H수준 군의 과학 탐구 능력 검사 평균과 교정 평균

탐구 유형	집단	사전		사후		교정된 사후	
		M	SD	M	SD	M	SE
기초 탐구	연구	9.59	2.40	12.46	1.65	12.60	.30
	비교	10.26	1.74	10.91	1.68	10.77	.30
통합 탐구	연구	8.50	2.91	11.45	1.87	11.31	.29
	비교	7.78	2.50	9.91	1.62	10.05	.29
전체	연구	18.09	4.68	23.91	2.83	23.89	.38
	비교	18.04	3.47	20.83	2.71	20.83	.37

표 9. H수준 군 과학 탐구 능력 하위 요소별 공변량 분석 결과

변량원		SS	df	MS	F
기초 탐구	공변인	35.475	1	35.475	17.78
	수업 처치	36.780	1	36.780	18.43*
	오차	83.805	42	1.995	
	합계	148.634	45		
통합 탐구	공변인	50.787	1	50.787	26.50
	수업 처치	17.353	1	17.353	9.06*
	오차	80.494	42	1.917	
	합계	148.634	45		
전체	공변인	131.996	1	131.996	52.33
	수업 처치	33.497	1	33.497	13.28*
	오차	174.044	69	2.522	
	합계	148.634	72		

* $p<.05$.

과에 차이가 없음을 의미한다. 이는 그림 3에서 보는 바와 같이 자유 탐구 활동에서 과학 탐구 노트를 활용한 수업은 L수준 군과 H수준 군 모두에서 과학 탐구 능력을 향상에 효과적임을 보여 준다.

이러한 결과는 과학 탐구 노트를 활용한 탐구 활동이 학생들의 과학 탐구 능력을 향상시킬 수 있었다는 선행 연구(Amaral et al., 2002) 결과와 일치하였으며, ISN(Interactive Science Notebooks) 활용이 과학 탐구 능력 향상에 효과적이라는 연구 결과(Chesbro,

표 10. 과학 탐구 능력 검사의 이원 변량 분석 결과

변량원	SS	df	MS	F
실험 처치	168.33	1	168.329	20.05*
처치×인지 수준	10.53	2	10.529	1.25
오차	948.59	113	8.395	
수정 합계	1,150.33	116		

* $p<.05$.

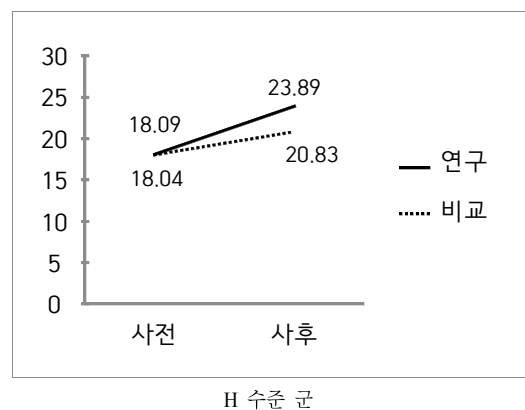
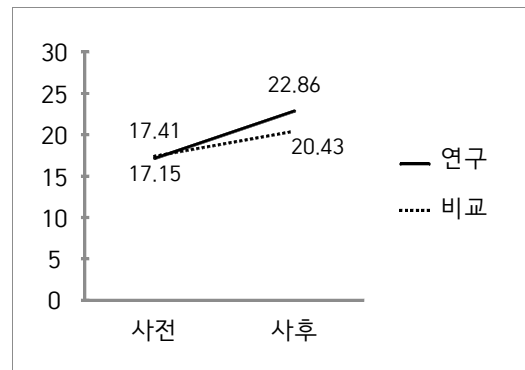


그림 3. 인지 수준에 따른 과학 탐구 능력 검사 결과

2006)와도 같은 맥락을 보인다. 또한, 본 연구 주제와 유사한, 안내된 자유 탐구 활동이 학생들의 과학 탐구 능력 향상에 효과가 있다는 장진아(2009)의 연구 결과와도 일치된 결과를 보였다. 특히, 과학 탐구 능력 하위 요소 중 통합 탐구 능력에서 효과를 보인 것은 과학 탐구 노트를 활용한 자유 탐구 활동에서 학생들이 스스로 탐구할 주제를 선택하고 해결 방법과 탐구 계획을 세워 장기간의 관찰이나 자료 수집 등을 통해 문제를 해결하는 과학 탐구의 전 과정을 경험하였기 때문으로 여겨진다.

인지 수준에 따른 과학 탐구 능력의 변화 정도에서는 사전 검사 결과에서 높은 인지 수준 군의 성취도가 낮은 인지 수준 군에 비해 높게 나타났고, 사후 검사 결과에서도 성취도에 있어서 같은 경향을 나타난 것을 볼 때, 인지 수준이 높을수록 과학 탐구 능력 점수가 높게 나타난다는 것을 알 수 있었으나, 그 차이는 통계적으로 유의미하지 않음을 알 수 있었다. 또한 자유 탐구 활동 수업 후에도 이러한 경향은 쉽게 바뀌지 않는다는 것을 알 수 있었다. 이러한 연구 결과는 인지 수준이 과학 탐구 능력과 상관관계가 있다는 연구(우종욱과 김종일, 1993; 박경민, 2009; 박병하, 2009) 결과와는 다소 다른 연구 결과를 보였다.

2. 인지 수준에 따라 과학적 태도에 미치는 효과

인지 수준에 따른 과학 탐구 노트를 활용한 자유 탐구 활동이 과학적 태도에 미치는 효과를 알아보기 위해 연구 집단과 비교 집단의 과학적 태도 사후 검사 점수에 대하여 공변량 분석(ANCOVA)을 실시하였다. 구체적인 분석결과는 다음과 같다. 인지 수준별 과학적 태도 사전, 사후, 교정된 사후 점수의 평균과 표준 편차는 표 11과 같다.

표 11에서 보는 바와 같이, L수준 군의 연구 집단의 교정 평균은 73.53, 비교 집단의 교정 평균은 67.04이고, H수준 군의 연구 집단의 교정 평균은 81.28, 비교 집단의 교정 평균은 73.17로 L수준 군에 비해 H수준 군의 검사 점수가 더 높게 나타났다.

과학적 태도의 사전 검사 점수의 영향을 통제한 후 교정된 사후 검사 점수에 대해 공변량 분석으로 통계적 유의성을 검정한 결과는 표 12와 같다.

표 12에서 보는 바와 같이 과학적 태도 결과에 대한 연구 집단의 교정 평균이 비교 집단의 교정 평

균에 비해 통계적으로 유의미하게 높은 것으로 나타났다($F=47.13, p<.05$), L수준 군과 H수준 군에서도 집단 간의 차이가 통계적으로 유의미하게 나타났다(각각 $F=23.77, p<.05$; $F=23.27, p<.05$). 이러한 결과를 통해 과학 탐구 노트를 활용한 자유 탐구 활동이 과학적 태도 향상에 있어 낮은 인지 수준 군, 높은 인지 수준 군 모두에서 효과적임을 알 수 있었다.

구체적으로 인지 수준에 따른 학생들의 과학적 태도 변화 정도를 알아보기 위해 인지 수준별로 과학적 태도 하위 요소의 검사 결과를 비교해 보았다.

먼저 L수준 군 학생들의 하위 요소별과 전체의 사전, 사후, 교정된 사후 점수의 평균과 표준편차는

표 11. 과학적 태도 검사의 인지 수준별 평균과 교정 평균

인지 수준	집단	사전		사후		교정된 사후	
		M	SD	M	SD	M	SE
L	연구	63.97	8.81	72.84	8.28	73.53	.92
	비교	65.69	7.62	67.77	9.35	67.04	.95
H	연구	71.55	7.44	80.91	7.83	81.28	1.20
	비교	72.48	7.70	73.52	8.28	73.17	1.17
전체	연구	66.80	9.05	75.85	8.96	76.50	.73
	비교	68.38	8.30	70.05	9.31	69.39	.74

L : 낮은 인지 수준 군, H : 높은 인지 수준 군

표 12. 과학적 태도 검사의 인지 수준별 공변량 분석 결과

인지 수준	변량원	SS	df	MS	F
L	공변인	3,267.550	1	3267.55	103.82
	수업 처치	747.947	1	747.95	23.77
	오차	2,171.649	69	31.47	
	합계	6,187.146	72		
H	공변인	1,464.930	1	1464.93	46.31
	수업 처치	735.998	1	736.00	23.27
	오차	1,328.627	42	31.63	
	합계	3,529.555	45		
전체	공변인	6,037.559	1	6037.56	193.72
	수업 처치	1,468.969	1	1468.97	47.13*
	오차	3,552.913	114	31.17	
	합계	11,059.441	117		

표 13과 같다.

과학 탐구 능력의 사전 검사 점수의 영향을 통제 한 후 교정된 사후 검사 점수에 대해 공변량 분석으로 통계적 유의성을 검정한 결과는 표 14와 같다.

표 14에서 보는 바와 같이 L수준 군에서 과학적 태도 하위 요소 중 호기심($F=9.26, p<.05$), 협동심($F=3.82, p<.05$), 개방성($F=5.00, p<.05$), 자진성($F=13.56, p<.05$), 끈기성($F=11.08, p<.05$)에서 연구 집단과 비교 집단의 차이가 통계적으로 유의미하였다.

H수준 군 학생들의 과학적 태도 각 하위 요소별과 전체의 사전, 사후, 교정된 사후 점수의 평균과 표준편차는 표 15에 제시하였다.

과학적 태도의 사전 검사 점수의 영향을 통제 한 후 교정된 사후 검사 점수에 대해 공변량 분석으로 통계적 유의성을 검정한 결과는 표 16과 같다.

표 16에서 보는 바와 같이 H수준 군에서 과학적 태도 하위 요소 중 호기심($F=11.99, p<.05$), 개방성($F=8.94, p<.05$), 자진성($F=8.39, p<.05$)에서 연구 집단과 비교 집단의 차이가 유의수준 .05에서 통계적으로 유의미한 차이가 나타났다.

이러한 결과는 본 연구 주제와 유사한 개방적 탐구 활동이 과학에 대한 긍정적인 태도, 비판적 사고

력의 변화에 효과적이라는 보고된 연구 결과(kyle et al., 1985)와 과학 탐구 노트를 활용한 탐구가 계획에서 결론 도출까지 과학 탐구의 전 과정을 글과 그림을 활용하여 정리하고, 수집된 자료를 증거로 결론을 내릴 수 있도록 함으로써 학생들의 과학적 개념의 이해와 더불어 과학적 태도에 효과적인 방법

표 14. L수준 군의 과학적 태도 하위 요소별 일원공변량 분석 결과

하위 요소	변량원	SS	df	MS	F
호기심	공변인	179.320	1	179.320	86.76
	수업 처치	19.148	1	19.148	9.26*
	오차	142.609	69	2.067	
	합계	341.077	72		
개방성	공변인	83.382	1	83.382	41.24
	수업 처치	10.114	1	10.114	5.00*
	오차	139.516	69	2.022	
	합계	233.012	72		
비판성	공변인	67.840	1	67.840	27.466
	수업 처치	4.577	1	4.577	1.853
	오차	170.429	69	2.470	
	합계	242.846	72		
협동심	공변인	52.629	1	52.629	24.501
	수업 처치	8.224	1	8.224	3.82*
	오차	148.213	69	2.148	
	합계	209.066	72		
자진성	공변인	175.072	1	175.072	82.05
	수업 처치	28.937	1	28.937	13.56*
	오차	147.229	69	2.134	
	합계	351.238	72		
끈기성	공변인	55.987	1	55.987	18.08
	수업 처치	34.297	1	34.297	11.08*
	오차	213.664	69	3.097	
	합계	303.948	72		
창의성	공변인	15.706	1	15.706	7.695
	수업 처치	2.694	1	2.694	1.320
	오차	140.833	69	2.041	
	합계	159.233	72		

표 13. L수준 집단 과학적 태도 하위 영역별 평균과 표준편차

하위 요소	집단	사전		사후		교정된 사후	
		M	SD	M	SD	M	SE
호기심	연구	8.84	2.50	10.49	2.08	10.63	0.24
	비교	9.29	2.40	9.74	2.21	9.59	0.24
개방성	연구	10.65	1.75	11.73	1.71	11.84	0.23
	비교	11.03	1.95	11.20	1.86	11.09	0.24
비판성	연구	9.84	1.85	10.27	1.77	10.37	0.26
	비교	10.20	1.55	9.97	1.92	9.86	0.27
협동심	연구	8.57	1.59	9.22	1.46	9.23	0.24
	비교	8.63	1.77	8.57	1.91	8.56	0.25
자진성	연구	7.76	2.09	9.70	1.96	9.77	0.24
	비교	7.94	2.17	8.57	2.33	8.50	0.25
끈기성	연구	8.43	1.94	10.32	2.14	10.30	0.29
	비교	8.31	1.76	8.89	1.76	8.92	0.30
창의성	연구	9.89	1.79	11.11	1.43	11.16	0.24
	비교	10.29	1.58	10.83	1.56	10.77	0.24

이라는(Amaral *et al.*, 2002) 연구 결과, 호주 고등학교 교사들이 개방적 탐구의 가장 큰 장점으로 학생의 흥미와 탐구에 대한 주제 의식이라고 인식하는 연구 결과(Nesbit *et al.*, 2004)와 같은 맥락의 것으로 이해할 수 있다. 하지만, 과학적 태도에 대한 하위 요소 중 호기심, 개방성, 자신성, 끈기성 등에서는 긍정적인 효과를 보이나, 비판성, 협동성 등에서 통계적으로 유의미한 차이를 나타나지 않은 결과는 정의적 영역에 대한 학생들의 변화는 단기간의 탐구 활동으로 쉽게 바뀌기 어렵다는 것을 확인할 수 있었다.

수업 처치와 인지 수준의 상호작용 효과를 알아보기 위해 사후 검사 점수의 이원 변량 분석 결과는 표 17에 나타나 있다.

표 17에서 보면 수업 처치의 주 효과는 통계적으로 유의미하나($F=20.05, p<.05$), 상호작용 효과에서는 통계적으로 유의미하지 않음을 알 수 있었다($F=1.25, p>.05$). 즉, 인지 수준에 따라 수업 처치에 대한 효과에는 차이가 없음을 의미한다.

그림 4에서 보는 바와 같이 수업 처치와 인지 수준의 상호작용에서 높은 인지 수준 군이 낮은 인지

표 15. H수준 집단 과학적 태도 하위 요소별 평균과 표준편차

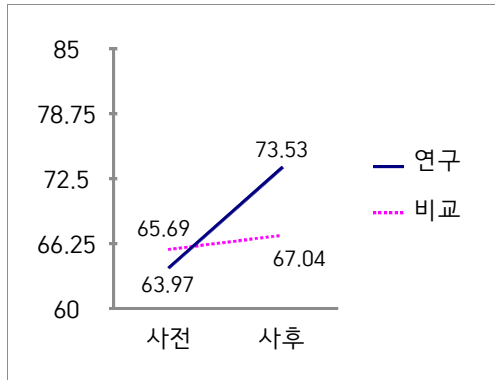
하위 요소	집단	사전		사후		교정된 사후	
		M	SD	M	SD	M	SE
호기심	연구	9.95	1.65	11.55	1.92	11.61	0.29
	비교	10.13	2.12	10.26	1.79	10.20	0.28
개방성	연구	11.27	1.93	12.82	1.68	12.91	0.33
	비교	11.70	1.92	11.61	1.83	11.52	0.33
비판성	연구	10.86	1.58	11.36	1.99	11.37	0.34
	비교	10.87	1.49	10.78	2.00	10.78	0.33
협동성	연구	9.68	1.43	10.77	1.63	10.72	0.33
	비교	9.52	1.70	9.91	1.93	9.96	0.32
자진성	연구	9.27	1.93	10.86	1.94	10.98	0.33
	비교	9.61	2.06	9.74	2.07	9.63	0.32
끈기성	연구	9.55	1.44	11.95	1.62	11.95	0.41
	비교	9.48	1.73	9.83	2.21	9.84	0.40
창의성	연구	10.95	1.50	11.59	1.37	11.60	0.26
	비교	11.17	1.44	11.39	1.08	11.38	0.26

표 16. H수준 군의 과학적 태도 하위 요소별 이원 공변량 분석 결과

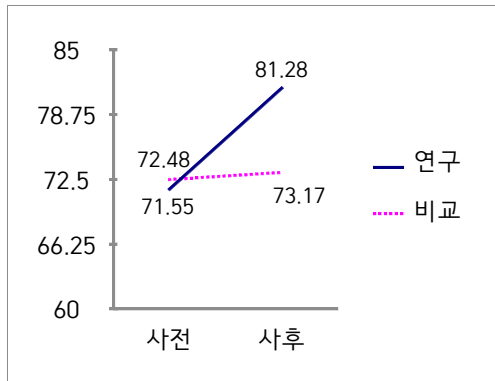
하위 요소	변량원	SS	df	MS	F
호기심	공변인	70.552	1	70.552	38.315
	수업 처치	22.085	1	22.085	11.99*
	오차	77.338	42	1.841	
	합계	169.975	45		
개방성	공변인	31.083	1	31.083	12.840
	수업 처치	21.651	1	21.651	8.94*
	오차	101.668	42	2.421	
	합계	154.402	45		
비판성	공변인	65.536	1	65.536	26.098
	수업 처치	3.859	1	3.859	1.537
	오차	105.467	42	2.511	
	합계	174.862	45		
협동성	공변인	39.002	1	39.002	16.598
	수업 처치	6.525	1	6.525	2.777
	오차	98.688	42	2.350	
	합계	144.215	45		
자진성	공변인	72.309	1	72.309	30.153
	수업 처치	20.116	1	20.116	8.39*
	오차	100.717	42	2.398	
	합계	193.142	45		
끈기성	공변인	9.063	1	9.063	2.485
	수업 처치	49.995	1	49.995	13.70
	오차	153.196	42	3.648	
	합계	212.254	45		
창의성	공변인	.698	1	.698	.457
	수업 처치	.535	1	.535	.350
	오차	64.098	42	1.526	
	합계	65.331	45		

표 17. 과학적 태도 검사의 이원 변량 분석 결과

변량원	SS	df	MS	F
실험 처치	1,073.098	1	1073.098	14.729
인지 수준	1,321.760	1	1321.760	18.142
처치*인지 수준	37.271	1	37.271	.512
오차	8,232.756	113	72.856	
합계	10,664.885	117		



L 수준 군



H 수준 군

그림 4. 인지 수준에 따른 과학적 태도 검사 결과

수준 군보다 점수 변화가 더 크게 나타났으나, 상호 작용 효과는 통계적으로 유의미하지 않은 결과를 보였다. 이러한 연구 결과는 인지 수준과 과학적 태도 사이의 상호작용에 대한 관련성이 없다는 연구(이진선, 2003; 방미정, 2010) 결과와 일치하는 결과를 보였다.

IV. 결론 및 제언

이 연구는 초등학교 과학과 자유 탐구 활동에서 과학 탐구 노트를 활용한 탐구 활동을 수행한 후, 인지 수준에 따른 효과를 밝히기 위해 과학 탐구 능력과 과학적 태도에 미치는 영향을 조사하였다. 지금까지 연구 결과를 토대로 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

첫째, 과학 탐구 노트를 활용한 자유 탐구 활동을 전개한 학생들은 낮은 인지 군, 높은 인지 군의 학생들 모두에서 과학 탐구 능력을 향상시키는데 효과가

있었다. 과학 탐구 능력 하위 요소에서도 기초 탐구 능력과 통합 탐구 능력 모두에서 효과를 보였으며, 그 효과에 대한 인지 수준에 따른 차이는 나타나지 않았다. 따라서 초등학교 자유 탐구 활동에서 과학 탐구 노트를 활용하여 탐구를 진행하면 낮은 인지 수준 군과 높은 인지 수준 군 모두에게 과학 탐구 능력 향상에 효과적인 방법임을 알 수 있었다.

둘째, 과학 탐구 노트를 활용한 자유 탐구 활동은 낮은 인지 군과 높은 인지 군 모두에서 과학적 태도를 향상시키는데 효과적이다. 특히 과학적 태도 하위 요소 중 낮은 인지 수준 군은 호기심, 협동심, 개방성, 자진성, 끈기성에서 효과가 있었으며, 높은 인지 수준 군은 호기심, 개방성, 자진성에서 효과가 있었다. 효과에 있어서 인지 수준과 수업 처치에 대한 상호 작용을 분석한 결과에서는 낮은 인지 수준 군과 높은 인지 수준 군 사이에 효과에 있어서 차이는 없었다. 따라서 인지 수준에 차이 없이 과학적 태도의 변화에 효과가 있음을 알 수 있었다. 즉, 초등학교 자유 탐구 활동에서 과학 탐구 노트를 활용한 탐구 활동은 낮은 인지 수준 군과 높은 인지 수준 군 모두 과학적 태도 변화에 긍정적인 효과가 있음을 알 수 있었다.

그러나 이 연구만으로는 자유 탐구 활동에서 과학 탐구 노트를 활용한 탐구 활동이 인지 수준에 따라 과학 탐구 능력과 과학적 태도에 미치는 영향에 대한 구체적인 정보를 얻을 수 없다. 인지 수준에 따라 탐구 활동 과정에 어떤 반응을 보이는지 탐구 결과물에 있어서 어떤 차이가 있는지, 어떤 주제를 선호하는지 등에 대한 후속 연구도 의미 있는 연구가 될 것이다. 또한 이러한 수업으로 인해 나타난 효과가 학생들에게 얼마나 장기적으로 지속되는지에 대해서도 알아 볼 필요가 있다.

아직까지 새로운 교육과정에서 도입된 자유 탐구 활동이 학교 현장에서는 활발하게 이루어지지 않고 있는 것이 사실이다. 일선 현장에서 보다 쉽게 자유 탐구를 진행할 수 있는 일반화된 프로그램과 교수·학습 자료가 개발되어야 할 것이며, 개발된 자료를 현장 교사들이 수업에 접목하여 활용할 수 있는 방안에 대한 연구가 계속 이루어져야 할 것이다.

참고문헌

교육과학기술부(2007). 개정 과학과 교육과정. 서울: 대한

- 교과서 주식회사.
- 권재술, 김범기(1994). 초·중학생들의 과학 탐구 능력 측정도구의 개발. *과학교육논문집*, 4(1), 301-314.
- 김효남, 정완호, 정진우(1998). 국가수준의 과학에 관련된 정의적 특성의 평가체제 개발. *과학교육논문집*, 8(1), 26-38.
- 박경민(2009). 과학탐구실험에서 초등교사의 탐구 능력과 선행지식, 인지 수준 및 배경변인과의 관계. *한국교원대학교 석사학위논문*.
- 박병하(2009). 초등 학생들의 인지 욕구와 과학 탐구 능력의 관계. *대구교육대학교 교육대학원 석사학위 논문*.
- 박종호, 김재영, 배진호(2001). 자유 탐구 활동이 초등학생의 과학 탐구 능력과 과학적 태도에 미치는 영향. *초등과학교육*, 20(2), 271-280.
- 박미영(2007). 그림그리기를 통한 과학 학습 효과 분석 : 신개념 과학 노트의 개발과 적용. *건국대학교 교육대학원 석사학위논문*.
- 방미정(2010). 초등학생의 인지 수준에 따른 과학의 본성에 대한 명시적 교수 효과 분석. *한국교원대학교 대학원 석사학위논문*.
- 신영민, 김현경, 최병순(2010). 학습자의 인지 수준 및 학습동기 유형에 따른 자유주제 과학탐구의 효과 및 탐구 단계별 상호작용 특성. *한국과학교육학회지*, 30(5), 533-543.
- 신영민(2009). 학습자의 인지 수준 및 학습동기수준에 따른 자유주제 과학탐구의 효과 및 탐구 단계별 상호작용 특성 연구. *한국교원대학교 석사학위논문*.
- 신현화, 김효남(2010). 초등학교 과학과 자유 탐구 활동에서 교사와 학생이 겪는 어려움 분석. *초등과학교육*, 29(3), 262-276.
- 우정희, 최현영, 강호갑(2004). 시각적 노트 작성 활용이 초등학생의 창의력과 과학과 학업성취도에 미치는 효과. *초등과학교육*, 23(3), 173-181.
- 우종욱, 김종일(1993). 고등학생의 인지 수준과 과학탐구 능력과의 관계 분석. *과학교육논문집*, 3(1), 20-31.
- 이경학, 지경준, 박종원. (2010). 초등학교 현장 교사들의 자유 탐구에 대한 인식 조사. *교사교육연구*, 49(1), 71-87.
- 이남은(2009). 과학글쓰기 프로그램 적용에 의한 개념 변화 과정 분석. *한국교원대학교 교육대학원 석사학위논문*.
- 이용섭(2009). 초등 예비 교사의 자유 탐구 방법에 대한 선호도 및 실행 결과 분석. *초등과학교육*, 28(4), 440-449.
- 이진선(2003). Thinking science 프로그램이 고등학생의 인지 발달과 과학 태도에 미치는 영향. *이화여자대학교 교육대학원 석사학위논문*.
- 임성만, 양일호, 김순미, 홍은주, 임재근(2010). 초등 예비 교사들이 자유 탐구 활동 중에 겪은 어려움 조사. *한국과학교육학회지*, 30(2), 291-290.
- 장진아(2009). 초등학교 3,4학년 학생의 과학 탐구 능력 수준에 적합한 안내된 자유 탐구 교수-학습 지도방안 탐색. *서울교육대학교 교육대학원 석사학위논문*.
- 장진아, 전영석(2010). 초등학생을 위한 자유 탐구 프로그램 개발 및 적용: 학생의 과학 탐구 기능 특성 및 지속적 피드백을 중심으로. *초등과학교육*, 29(2), 207-218.
- 전영석, 전민지(2009). 초등학교 과학 자유 탐구 지도전략의 고안과 적용. *국제과학영재학회지*, 3(1), 67-74.
- 전영석, 전민지(2009). 과학 자유 탐구를 지도할 때 발생하는 어려움. *한국초등교육*, 20(1), 105-115.
- 조현준, 한이경, 김효남, 양일호(2008). 초등학교 과학 탐구 수업 실행의 저해 요인에 대한 교사들의 인식 분석. *한국과학교육학회지*, 28(8), 901-921.
- 진순희, 장신호(2007). 과학 탐구에 대한 초등 교사들의 지도 경험. *초등과학교육*, 26(2), 181-191.
- 황현정, 전영석(2009). 초등 예비 교사들의 자유 탐구 수행 능력 분석. *초등과학교육*, 28(4), 404-414.
- Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L. & Lederman, N. G. (1998). The nature of science and instruction practice: Making the unnatural natural. *Science Education*, 82(4), 417-436.
- Akerson, V. L. & Hanuscin, D. L. (2007). Teaching nature of science through inquiry: Results of a 3-year professional development program. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(5), 653-680.
- Amaral, O., Garrison, L. & Klentschy, M. (2002). Helping English learners increase achievement through inquiry-based science instruction. *Bilingual Research Journal*, 26(2), 213-239.
- Campbell, B. & Fulton, L. (2003). *Science notebooks: Writing about inquiry*. Heinemann. 128 p.
- Chesbro, R. (2006). Using interactive science notebooks for inquiry-based science. *Science Scope*, 29(7), 30-34.
- Harwood, W. S. & Miller, C. (2004). A new model for inquiry: Is the scientific method dead?. *Journal of College Science Teaching*, 33(7), 29-33.
- Klentschy, M. P. (2005) Science Notebook Essentials. *Science and Children*, 43(3), 24-27.
- Kyle, Jr. W. C., Bonnstetter, R. J., McCloskey, J. & Fults, B. A. (1985). What research says: Science through discovery: Students love it. *Science and Children*, 23(2), 39-41
- National Research Council (1996). *National science education standards*. Washington, DC: National Academy Press. 354.
- National Research Council (2000). *Inquiry and the national science education standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- Nesbit, C. R., Hargrove, T. Y., Harrelson, L. & Maxey, B. (2004). Implementing science notebooks in the primary grades. *Science Activities: Classroom Projects and Curriculum Ideas*, 40(4), 21-29.
- Morrison, J. A. (2008). Elementary preservice teachers' use

- of science Notebooks. *Journal of Elementary Science Education*, 20(2), 13-21.
- Reiff, R., Harwood, W. S. & Phillipson, T. (2002). A scientific method based upon research scientists' conception of scientific inquiry. *Paper presented at the AETS*, Charlotte, NC.
- Roadranga, V., Yeany, R. H. & Padilla, M. J.(1983). The construction and validation of Group Assessment of Logical Thinking (GALT). *Paper Presented at the 56th Annualmeeting of National Association for Research in Science Teaching*, Dallas.
- Ruiz-primo, M. A. (1998). *On the use of science journals as an assessment tool: A scoring approach*. Unpublished fs'uscript, Sts'ford University, School of Education.
- Shavelson, R. J., Ruiz-Primo, M. & Li, M. (2002). *Looking into students' science notebooks: What do teachers do with them?. (CSE technical report CSE-TR-562)*. Center for the Study of Evaluation : North Los Ange. (ERIC Document Reproduction Service No. ED 465806).
- Veermans, M., Lallimo, J. & Hakkarainen, K. (2005). Patterns of guidance in inquiry learning. *Journal of Interactive Learning Research*, 16(2), 179-194.