



## 중학교 과학교과서, 교사의 인식 및 실험 수업 사례에서 나타난 과학적 탐구 요소 분석

한유화<sup>1</sup>, 전은선<sup>2</sup>, 백성혜<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>도담고등학교, <sup>2</sup>창현고등학교, <sup>3</sup>한국교원대학교

### Analysis of Scientific Inquiry Elements in Middle School Science Textbooks, Teachers' Cognition, and an Experiment Case

Yu Hwa Han<sup>1</sup>, Eun Sun Jeun<sup>2</sup>, Seoung Hye Paik<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Dodam High School, <sup>2</sup>Changhyun High School, <sup>3</sup>Korea National University of Education

#### ARTICLE INFO

##### Article history:

Received 25 February 2014

Received in revised form

31 March 2014

3 June 2014

Accepted 9 June 2014

##### Keywords:

scientific inquiry,  
textbook,  
teacher,  
experiment class

#### ABSTRACT

The purpose of this study is to consider the implications of science experiment in class and to seek a direction for its improvement. For this purpose, Science textbooks, teachers' cognitions, and classroom activities have been analyzed to find out how many and what kind of levels of inquiry elements are included in those. In this study, 22 teachers have participated in the questionnaire to investigate their perception about experiment class, and the two instruction cases in two classes of 9th grade have also been analyzed. Results show that most of the textbooks have included questioning, evidence collecting, explanation of phenomena, and connection with existing scientific knowledge. But the elements of communication and justification have been few. Most levels of the inquiry are teacher-led. Although the teachers thought communication and justification are important, their classroom activities does not coalesce with their thoughts. The students mostly spend their time with connecting evidence, they hardly explain the phenomenon based on the proofs as the results of experiment, and the activities of connection with the existing scientific knowledge, and communication and justification.

## 1. 서론

과학자는 자연현상의 관찰이나 실험을 통하여 세계가 작동하는 방식을 탐구하면서 이론적 모형을 찾는다. 이론적 모형은 주변에서 일어나는 또 다른 크고 작은 현상을 예측하고, 이 예측이 실험, 관찰 사실들과 일치할 때 과학 이론은 견고해진다. 만약, 불일치할 경우에는 이론적 모형은 수정된다. 따라서 학교 과학에서도 단지 내용을 가르치는 것 이외에 과학적인 세계관 안에서 우리가 어떻게 알아가야 할지 그리고 우리가 왜 믿을 수 있는지에 관하여 학생들에게 가르쳐야 할 필요가 있다(Millar & Osborne, 1998; Osborne *et al.*, 2004). 이를 Giere(1991)는 Figure 1과 같은 모델로 제시하였다.

Figure 1과 같은 과학 활동을 진행하면서 과학자들은 자신의 해석과 주장의 타당성을 인정받기 위해 동료과학자들을 설득하고 의사소통하

는데 많은 노력을 기울인다. 그러나 실험 수업은 Figure 1의 과학자의 탐구 모델과는 다르게 자연현상보다는 교실에서 설팅된 현상을 관찰하거나 실험을 한 후 과학자가 세워놓은 이론을 확인하는 사례가 일반적이다. McComas(1998)는 실험 수업은 옳은 답을 얻기 위한 정확한 과정을 포함해야 하며, 교사는 실험 활동에서 무엇이 일어날 것인가를 제시해야 한다고 하였다. 이러한 실험 수업 모형의 특징은 학생들의 토론의 수준이 낮거나 의사소통이 활발하게 일어나기 어렵다는 것이다. 이는 예측과 자료 사이에 불일치 상황이 유발되지 않기 때문이다.

영국의 중학교 실험 수업을 관찰한 Watson 등(2004)의 연구에 따르면 학생들의 토론 수준은 질적 양적으로 낮았으며 학생들은 실험결과를 전혀 의심하지 않고 받아들이는 것으로 나타났다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 Herrenhohl(2006) 등은 학생들이 과학에 관하여 의사를 표현할 기회를 제공해주는 것이 과학 교실 수업에서 매우 중요하다고 제안하였다.

과학 탐구에 관련된 국내의 선행연구들(Kim, 2008; Lee *et al.*, 2002; Shin *et al.*, 2010; Sung, 2005)에 따르면 학생들은 낮은 수준의 상호작용은 주로 하였으며 표면적인 학습 수준에 머물러 있었다. 또한 경험과 추측에 기초하기보다는 상대방의 요청에 의해 주장을 변경하는 것으로 나타났다(Kang, 2004). Park 등(2006)의 연구에서도 학생들이 보고서를 완성하는데 부담을 가져서 활발한 의사소통에 집중하지 않는다고 보고하였다. Chinn과 Malhotra(2002)의 연구에서는 과학자



Figure 1. Model of Science activity(Giere, 1991)

\* 교신저자 : 백성혜 (shpaik@knue.ac.kr)  
http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2014.34.4.0349

의 탐구활동이 복잡한 추론 과정과 문제 제기 및 지식의 사회적 구성이라는 특징을 가지고 있으나 학교 과학은 이러한 특징을 반영하지 못하고 있다고 지적하였다. 또한 Osbone 등(2004), Zohar와 Nemet(2002)의 연구에도 학생의 의사소통 능력 향상을 위한 안내 필요성이 제안되었다. 한편, Lee(2005)는 국가 수준의 교육과정에서 탐구를 강조하지만 탐구에 대하여 자세히 안내되지 않고 토의 실험, 조사와 같은 제목의 나열만 제시되어 있는 점을 지적하였다. 또한 외국의 교육과정에서는 의사소통 과정을 강조하고 있다고 제시하였다(Duschl, 2000; National Research Council, 1996; Watson *et al.*, 2004).

2009 개정 교육과정의 과학과 교육과정(Ministry of education, science and technology, 2011)에서도 '과학'의 목표로 학생 수준에 따라 관찰, 실험, 조사, 토론 등 다양한 탐구 활동 중심의 학습을 하도록 하였으며, 개별 활동뿐만 아니라 모둠 활동을 통해 비판성, 개방성, 정직성, 객관성, 협동성 등 과학적 태도와 의사소통 능력을 기르도록 명시하였다. 따라서 교실에서 제대로 된 과학적 탐구를 실천하기 위한 연구는 매우 중요하다.

이 연구에서는 선행연구에서 지적한 실험 수업의 문제점이 구체적으로 어떤 상황에서 드러나는지 살펴보고, 과학 수업시간에 이루어지는 활동들을 분석하여 학생들의 탐구능력을 향상시킬 수 있는 개선 방향을 모색해보고자 한다. 이를 위하여 과학 교과서의 실험내용 분석, 실험 수업에 대한 교사의 인식조사, 실제 실험 수업의 사례분석을 통해 학교 현장에서 이루어지는 실험수업의 의미를 고찰하였다.

## II. 연구 방법

### 1. 교과서 탐구과제 분석

2009 개정교육과정의 과학교과서 9종(Hyun *et al.*, 2011; Kim *et al.*, 2011a; Kim *et al.*, 2011b; Lee *et al.*, 2011a; Lee *et al.*, 2011b; Lee *et al.*, 2011c; Lee *et al.*, 2011d; Park *et al.*, 2011; Shin *et al.*, 2011)을 분석하였다. 분석 내용은 화학반응에서의 규칙성 단원 중 일정 성분비 법칙과 관련된 실험활동으로 분석의 범위는 교과서에 제시된 실험부분만을 중점적으로 분석하였다. 이 활동을 선택한 이유는

연구 대상으로 선택한 학교에서 이루어져서 관찰 가능하였던 실험 활동이 이 단원의 내용에 해당되었기 때문이다. 따라서 다른 실험 수업의 경우에는 실험의 특성이 달라질 수 있으므로 이 연구의 결과가 일반화되기 어려울 수 있다.

분석은 NSES (National Research Council, 2000)가 제시하는 실험 수업에서의 과학적 탐구요소를 기초로 하였다. 여기서 제시한 실험 수업의 필수요소는 문제제시, 증거수집, 현상설명, 기존과학지식과 연결 그리고 의사소통 및 정당화의 5가지이며, 이 요소들 간의 순서나 단계는 특별히 고려하지는 않았지만 학습자 참여의 수준이나 교사 또는 교재의 지시 정도에 따라 세부적인 탐구 수준을 명시하였다. 각각의 탐구 수준은 학습자 주도인가, 교사의 체계적인 안내가 필요한가 그리고 교사의 지시에 의해 이루어지는가에 등에 따라서 S, G', G, T의 표시를 하였다. SQ는 학생(Student) 주도 문제(Question) 제시를 의미하며, G'는 G보다 교사의 안내가 축소되고 학생의 역할이 확대된 수준이다. 증거수집 단계에서 이탤릭체로 표시된 부분은 NSES에서 제시된 내용은 아니지만, 본 연구에서는 과학수업을 실험수업으로 한정하였기 때문에 실험활동에서 주로 이루어지는 수준을 다시 분석하여 제시한 것이다.

분석 자료는 과학교육 전문가 1인과 과학교육 박사 1인, 박사과정 3인과 교차 분석을 실시한 후 일치되지 않은 부분은 상호 의견교환 과정을 통해 일치된 분석을 얻었다.

### 2. 교사인식 조사 대상 및 설문지

학교 현장에서 실시되고 있는 실험 수업의 실태에 대한 교사들의 인식을 알아보기 위하여 설문조사를 실시하였다. 설문에 참여한 교사는 모두 중학교 근무하고 있었으며, 전공은 Table 2에 제시하였다.

설문에 참여한 교사의 45.5%는 10년 이하의 교육경력을 가지며 21년 이상의 경력을 지닌 교사도 31.8% 이다. 구체적인 교사경력은 Table 3과 같다.

교사의 인식을 알아보기 위한 설문지의 문항은 교사의 전공 등을 포함하는 기초문항과 실험수업의 실태에 대한 교사의 인식을 알아보는 문항으로 구성되었다. 실험수업을 실시할 때 탐구의 필수요소 중에서

Table 1. Inquiry levels of experiment class

탐구요소		많음 ----- 학생주도 -----	적음
<b>문제제시</b> 학습자는 과학적으로 지향된 질문에 참여	SQ 학습자는 질문을 제기함	G'Q 학습자는 질문 중에 선택을 하고, 새로운 질문을 제기	TQ 학습자는 교사, 교재 등에 의해 제시된 질문에 참여
<b>증거수집</b> 학습자는 질문에 답하는 증거에 우선권을 줌	SEv 증거를 구성하는 것이 무엇인지 결정하고 그것을 수집함 또는 증거도구를 스스로 제작함	G'Ev 증거를 수집하는 단계가 안내되며 학습자의 선택기회가 부여됨	TEv 증거를 수집하는 단계가 순서대로 정확하게 제시됨
<b>현상설명</b> 학습자는 증거로부터 설명을 명확하게 말함	SExk 증거를 요약한 후 설명을 명확히 함	G'Exk 학습자는 증거로부터 설명을 명확히 하는 과정에 안내됨	TExk 학습자는 증거와 함께 설명이 제시됨
<b>기존과학지식연결</b> 설명을 과학적 지식에 관련시킴	독립적으로 다른 자원을 조사, 설명구성	과학적 지식원과 분야 쪽으로 지시됨	가능한 관계가 주어짐
<b>의사소통 및 정당화</b> 학습자는 의사소통을 하고 설명을 정당화함	SC 학습자는 의사소통하기 위하여 분별 있고 논리적인 논쟁을 형성	G'C 학습자는 의사소통의 발전에 코치됨	TC 학습자는 의사소통을 위하여 단계와 과정이 주어짐

주로 실시하는 단계, 실험 수업 중 가장 많은 시간이 걸리는 단계 등에 관한 질문을 진위형, 단답형 및 자유로운 서술 형태 등으로 응답하도록 하였다. 설문 문항을 요약하면 Table 4와 같다.

교사 대상의 설문에서는 우선, 미국의 NSES에서 제시하는 5가지 과학적 탐구요소에 대하여 간단한 설명을 기술하였다. 그리고 이 요소에 실험도구 및 방법 설명 단계를 추가하여 6가지 단계를 제시한 후 해당하는 것을 선택하고, 문항 선택 이유를 서술형으로도 작성하도록 하여 선택형 문항이 갖는 제한점을 보완하였다. 이것은 연구자의 의도와 다르게 응답자에 따라서 설문 내용의 의미를 다르게 해석할 수 있다는 문제점을 줄이면서 설문대상자가 갖고 있는 다양한 생각을 얻기 위함이다.

설문지는 먼저 현장 교사 3인에게 미리 실시하여 연구자가 의도한 내용과 설문 대상자가 인식하는 내용이 일치하는지 예비분석을 실시하여 일치하지 않는 부분을 수정한 후 과학교육 전문가 1인과 과학교육 박사1인, 박사 과정 3인에게 신뢰도와 타당도를 검증받았다. 선택한 이유를 진술하는 서술형 응답내용은 같은 유형의 내용끼리 범주화한 후 분석하였다.

### 3. 실험활동 실태분석

학교현장에서 이루어지는 실제 실험수업의 실태를 분석하기 위하여 경기도 중소도시에 있는 중학교 3학년 3개 학급을 대상으로 실시하였고, 각각의 학급은 3명의 교사가 담당하였으며, 실험수업 활동을 담은 비디오 녹화자료를 활용하였다. 선행연구(Park, 2013)에서 조사

Table 2. Objectives of questionnaires for teachers' thoughts on classroom inquiry activity N(%)

전공				합계
물리	화학	생물	지구과학	
8 (22.2)	8 (22.2)	3 (8.3)	3 (8.3)	22 (61.1)

Table 3. Teachers' career period N(%)

1~5년	6~10년	11~15년	16~20년	21~25년	26년 이상	합계
3 (13.7)	7 (31.8)	3 (13.7)	2 (9)	5 (22.8)	2 (9)	22(100)

Table 4. Contents of the questionnaire for teachers' thoughts

설문 내용	설문 유형
실험 수업을 할 때 실시하는 단계 표시하기	진위형
실험 수업 중 가장 많은 시간이 걸리는 단계 순서화하기	순서형
실험 수업 중 더욱 많은 시간과 비중을 두고 싶은 단계 표시	진위형, 서술형
실험 수업 중 각 단계의 진행 방법 선택하기	선택형, 서술형
바람직한 실험 수업 서술하기	서술형

Table 5. Objects of interview students

	학생A	학생B	학생C	학생D	학생E	학생F	학생G
GALT 인지수준	형식적 조작기	과도기	과도기	과도기	구체적 조작기	구체적 조작기	구체적 조작기
과학석차 백분율/541명	1%이내	8%	17%	49%	60%	81%	82%
전체석차 백분율/541명	3%	8%	13%	64%	61%	77%	87%

한 바와 같이 44%의 학교에서 2~3개월에 1번 정도 실험을 수행하기 때문에 다양한 실험 수업을 관찰하기가 어려웠다. 따라서 연구 대상인 학교에서 실험 수업으로 선택한 중3 과학의 'V. 물질 변화에서의 규칙성 단원' 중 일정 성분비 법칙에 해당하는 구리의 연소반응 실험을 관찰하였다. 이 수업은 2차시로, 1차시(45분)는 법칙에 대한 이론적 설명이 포함된 강의수업으로 진행되었고, 2차시(45분)는 구리의 질량을 변화시켜가면서 연소시킨 후 구리와 반응한 산소의 질량을 계산하여 산화구리를 이루고 있는 구리와 산소 사이의 질량비가 일정하다는 것을 확인하는 실험수업이다. 따라서 본 연구에서는 2차시의 수업내용을 주로 분석대상으로 하였다. 분석 내용은 수업 중에 이루어진 탐구요소를 문제제시, 실험도구 및 방법 설명, 증거 수집, 현상 설명, 기존 과학지식과 연결, 의사소통 및 정당화의 유형으로 분류하였으며 전체 수업 중에 각 단계에 걸리는 시간을 분 단위로 측정하여 제시하였다. 분석한 자료는 과학교육 전문가 1인과 과학교육 박사 1인, 박사과정 3인과 정기적인 세미나를 통하여 검토하고 수정함으로써 타당도를 확보하고자 하였다.

실험 수업에 대한 교사와 학생들의 인식을 알아보기 위하여 A, B, C 교사들과 7명의 학생들을 임의로 선정하여 면담하였다. 면담 내용은 실험 결과와 이론의 차이에 대한 인식을 알아보는 것으로 반 구조화된 면담을 실시하였다. 또한 교사의 경우에는 실험 수업을 진행하는 과정에서 어떤 어려움을 인식하였는지 알아보았으며, 학생들에게는 스스로 실험을 설계하고 수행하는 것에 대한 생각도 알아보았다. 면담학생은 7명이며 학교 내신 성적 분포로 볼 때 상위수준의 학생부터 하위수준의 학생까지 골고루 분포하며 형식적 조작기 학생 1명(A), 과도기 3명(B, C, D), 구체적 조작기 학생 3명(E, F, G)으로 구분된다. 면담내용의 분석은 수업을 직접 담당한 세 명의 교사와 7명의 학생들의 면담한 내용을 반복적으로 읽고, 필요한 경우 직접 면담을 담당한 교사와 의미를 확인하는 절차를 가졌다. 수업관찰은 수업을 하는 상황을 녹화한 비디오를 통해 이루어졌으며 전사한 후 영상과 비교하면서 반복적으로 검토하였다.

## III. 연구결과 및 논의

### 1. 교과서 탐구과제 분석

중학교 3학년 9종의 교과서를 분석한 결과, 모든 교과서에서 문제제시는 '마그네슘과 산소의 반응에서 질량 사이의 관계' 또는 산화구리(II) 성분원소 사이의 질량관계' 등으로 분명하게 명시하였다. 학생들은 교과서에 제시된 질문에 참여하므로 TQ(Teacher-led Question, 교사주도질문) 유형으로 분석하였다. 증거를 수집하는 과정도 실험준비물과 함께 학생들이 활동해야 할 순서를 차례대로 제시하고 있으

Table 6. Analysis of elements in inquiry activities of textbooks

탐구요소	문제제시(Q)				증거수집(Ev)				현상설명 및 지식 연결(Exk)				의사소통 및 정당화(C)			
	T	G	G'	S	T	G	G'	S	T	G	G'	S	T	G	G'	S
중1 과학	9	0	0	0	9	0	0	0	0	9	0	0	4	0	0	0

Table 7. Teachers' responses on inquiry elements in experiment class

탐구요소	문제제시	실험도구 및 방법 설명	증거 수집	현상설명	기존과학지식과 연결	의사소통 및 정당화
실시함	22(100)	22(100)	22(100)	22(100)	19(86)	9(41)
실시안함	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	3(14)	13(59)

Table 8. Teachers' responses on the step of time consuming inquiry

탐구요소	1위	2위	3위	4위	5위	6위	7위
문제제시	0(0.0)	1(4.5)	0(0.0)	7(31.8)	8(36.4)	6(27.3)	0(0.0)
실험도구 및 방법설명	3(13.6)	9(40.9)	8(36.4)	1(4.5)	1(4.5)	0(0.0)	0(0.0)
증거수집	16(73.0)	3(13.6)	1(4.5)	1(4.5)	1(4.5)	0(0.0)	0(0.0)
현상설명	1(4.5)	4(18.2)	11(50.0)	5(22.7)	1(4.5)	0(0.0)	0(0.0)
기존과학 지식과 연결	1(4.5)	2(9.1)	1(4.5)	5(22.7)	8(36)	2(9.1)	3(14.0)
의사소통 및 정당화	1(4.5)	3(13.6)	1(4.5)	3(13.6)	2(9.1)	7(32.0)	5(23.0)

며 대부분의 교과서에 유의점도 함께 제시되어 있으므로 TEv (Teacher-led Evidence, 교사주도 증거수집) 유형으로 분석하였다. 현상설명 및 기존과학지식과의 연결은 증거수집 과정의 순서를 제시한 후 질문의 형태로 나타나 있으며 관찰 현상을 이용하여 표나 그래프를 작성하도록 제시되어 있다. 현상 설명을 명확하게 하기 위하여 증거를 사용하는 방법이 주어지므로 기존과학과 연결된 가능한 관계를 제시하는 GExk(Guided-Explanation & knowledge, 안내된 현상설명 및 기존 과학지식 연결) 유형으로 분석하였다.

일정성분비의 법칙 단원을 중심으로 중학교 교과서에 제시된 실험 활동의 탐구요소의 수준은 Table 6과 같다.

의사소통 및 정당화 과정은 4종의 교과서에서 제시되어 있다. ‘정리 2, 3을 통해 알 수 있는 사실을 토의해보자.’ ‘그래프에서 질산납 수용액의 부피가 증가해도 양금의 높이가 변하지 않는 구간이 있다면 그 이유가 무엇인지 토의해 보자.’ 등으로 제시되어 있는데 이것은 논변 활동이나 정당화에 관한 정교한 단계나 과정은 나타나 있지 않았지만 실험 결과로부터 원리를 이끌어내기 위한 토의 활동을 전제로 한다는 점에서 의사소통의 수준이 제신된 것으로 판단하였으며 TC (Teacher-led Communication, 교사주도 의사소통 및 정당화) 유형으로 분석하였다. 9종의 교과서 중 한 교과서에서는 ‘[내 생각 표현해보기] 과정 1과 과정 4에서 가열한 도가니의 질량을 측정할 때, 도가니를 충분히 식힌 다음에 질량을 측정하는 이유는 무엇인지 설명해보자.’를 제시함으로써 의사소통의 과정을 특히 강조하였다.

## 2. 교사인식 조사

### 가. 실험 수업에서 주로 실시하는 탐구요소

Table 7은 교사가 실험수업에서 실시하는 단계에 대한 응답내용을 분석한 것이다.

탐구요소 중 문제제시, 실험도구 및 방법 설명, 증거수집, 현상설명 단계는 전체 교사가 실시하는 것으로 나타났다. 기존 과학지식과 연결하여 설명하는 교사는 86%로 역시 대부분의 교사들이 기존과학지식

과 실험을 연결하여 설명하는 것으로 나타났다. 그러나 교과서에 제시되어있지 않은 의사소통 및 정당화 과정을 실시하는 교사는 41%로 낮게 나타났다. 따라서 교과서에 제시되어 있는 탐구요소와 교사의 수업은 긴밀한 관계가 있음을 확인할 수 있었다.

### 나. 실험수업을 실시할 때 시간이 많이 걸리는 단계

비록 실험 과정에서 모든 탐구요소를 수행하지 않더라도 실험 수업을 할 때 각 탐구요소 중 시간이 많이 걸리는 단계부터 순서를 정하여 자신의 생각을 표현하도록 한 설문에서의 응답은 Table 8과 같다.

교사들의 73%(16명)는 실험을 수행하고 자료를 수집하는 증거수집 단계에 가장 많은 시간을 할애하는 것으로 나타났다. 그 이유로는 “학생들은 전문가가 아니고 실험을 처음 접하므로 당연히 오래 걸린다.”, “교사가 그룹별로 순회하며 확인하고 오류를 수정하려면 소요시간이 많이 필요하다.” 등 학생의 수준이 미숙하여 실험수행을 위한 안내와 자료처리방법 등을 이해시키기 위해 많은 시간이 필요하다는 응답 유형과 탐구방법이나 사고력, 반복 실험, 학생이 스스로 활동하는 기회 제공 등과 같이 증거수집 단계의 중요성 때문인 것으로 나타났다.

두 번째로 많은 시간이 걸리는 단계는 실험도구 및 방법 설명이라고 40.9%(9명)의 교사들이 답하였다. 이어서 현상설명과 기존과학지식과의 연결 그리고 문제제시 단계의 순으로 시간 비중을 두는 것으로 분석되었다. 과반수의 교사들은 의사소통 및 정당화의 단계에 가장 적은 시간을 할애하거나 실시하지 않는다고 답하였다. 그 이유로는 교사가 미리 이론을 제시하고 확인하는 실험이거나 현상설명의 단계에서 올바른 과학지식이 이미 전달되었기 때문이며 실시할 시간이 부족하기 때문이라고 응답하였다. “실험수행을 하기에 시간도 부족하다.” 등의 응답으로 보아 교사들은 실험 수업의 실천은 의사소통이나 정당화 과정보다는 실험활동의 수행으로 인식하는 것을 짐작할 수 있었다. 그 밖에 단계 진행에 대한 교사의 전문성 부족, 학생의 관심 부족 등을 이유로 제시하였다.

이와는 달리 4명(18.2%)의 교사들은 오히려 의사소통 및 정당화의 단계가 많은 시간이 필요한 단계로 1위 또는 2위의 시간을 소요한다고

Table 9. Teachers' responses on the step of essential inquiry in classroom experiments

문제제시	도구 및 방법 설명	증거수집	현상설명	지식연결	의사소통 및 정당화
2 (10)	2 (10)	3 (14)	2 (10)	4 (18)	9 (41)

N(%)

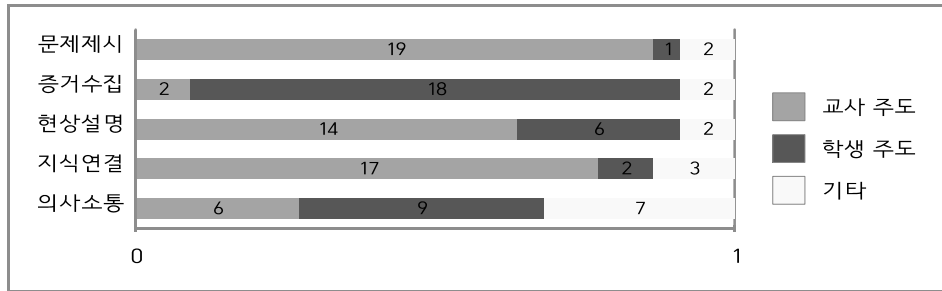


Figure 2. Teachers' thoughts on teaching style of inquiry elements in experiment class.

응답하였다. 그 이유로 “대화를 주고 받다보면 부연 설명, 질문 등으로 시간이 오래 걸린다.”, “실험내용이 교과서 및 교사가 의도한대로 되지 않기 때문에 조별 토의과정에 많은 시간이 필요하다.”, “결과를 발표하면서 문제해결과정을 설명하며 이해시키는 정교화과정 학습이 중요하다.” 등으로 제시하였다.

실험수업을 실시할 때 더욱 많은 시간과 비중을 두고 싶은 단계는 무엇인가에 대한 응답 결과를 분석하면 Table 9와 같다. 이 응답은 실제 수업을 하는 상황이 아니라도 교사의 생각을 알아보는 것이었으므로, 실제 수업에 대한 응답 결과와 불일치할 수 있다.

9명(41%)의 교사들은 실험 수업에서 의사소통 및 정당화의 단계에 더욱 많은 시간과 비중을 두고 싶다고 응답하였다. 그 이유로는 의사소통과 정당화의 과정을 통해 과학지식의 구성 과정이나 합리적인 의사결정의 과정을 경험할 수 있는 인식론적 관점에서의 변화가 가능하고, 과학 본성의 학습(Hodson, 1996)을 가져올 수 있다는 점에서 중요하다고 생각하는 응답, 학생들의 생각을 드러내는 기회를 통해 이해력을 높여 과학지식 그 자체를 얻는데 도움을 줄 수 있다, 사실확득으로서 필요하다 등의 응답이 있었다. 이러한 응답으로 비추어 보았을 때 실험 수업 이외에 과학 수업에서도 의사소통 및 정당화를 강조하였을 가능성이 있다.

3명(14%)의 교사들은 증거수집 과정에 더욱 많은 시간을 두고 싶다고 응답하였다. 그 이유로는 증거수집 과정은 과학적 탐구력을 키우는데 중요한 역할을 한다, 실질적 참여기회를 확대한다, 실험의 이해도를 높인다, 정확한 결과 값을 얻을 수 있다 등을 제시하였다. 교사들은 증거수집과정이 과학적 탐구라고 생각하는 경향이 있었으며 학생들에게 수행할 시간을 충분히 주면 실험에 대한 이해도를 높일 수 있다고 생각한다는 것을 알 수 있었다. 또한 결과 값에 오차가 생기는 이유로 학생들의 실험활동 수행에서의 오류에서 그 원인을 찾는다는 것을 짐작할 수도 있었다. 이것은 실험도구 및 방법 설명에 더욱 많은 시간이 필요하다는 응답(2명, 10%)에서도 비슷한 내용을 찾을 수 있었다. 이들은 실험설계와 과정에 대한 더욱 자세한 안내를 통해 오차요소를 제거할 수 있다고 생각하였다.

#### 다. 실험수업을 실시할 때 탐구요소의 진행방법

실험수업을 실시할 때 각각의 단계를 어떤 방법으로 진행하고 싶은

가에 대한 설문 의 응답 결과는 Figure 2와 같다.

문제제시의 단계는 응답교사의 19명(86%)이 제시한다고 답하였다. 그 이유로는 문제제시 시간의 단축으로 수행활동 시간이 확보되어 정해진 수업시간에 목표를 달성하는데 효율적이라는 의견이 대부분이다. 그 밖에 교사가 문제를 제시하는 이유로 수업의 올바른 방향 제시가 가능하다, 수업동기를 부여할 수 있다 등 교사의 의도대로 수업을 이끌 수 있다는 점을 들었고 학생의 문제제시 능력 수준의 부족을 이유로 제시하기도 하였다. 2명의 교사는 학생이 제시하는 방법 또는 교사의 안내로 학생이 제시하는 방법을 택한다고 응답하였으며, 이들은 문제를 발견할 수 있는 분위기를 마련해주기 위하여 문제와 관련된 현상이나 동영상 등을 제공하여 학생들이 문제를 찾도록 유도한다고 응답하였다.

문제제시 단계와는 반대로 18명(82%)의 교사들은 증거수집 단계는 학생이 주도로 진행한다고 응답하였으며, 학생들이 직접 실험수행을 하도록 하는 것이 과학적 방법을 습득하고 탐구능력이 신장될 것이라고 믿었다. 그러나 이들이 말하는 학생수행이 학생이 직접 설계하고 활동을 수행하는 것을 의미하는지, 교사가 방법을 설명하면 학생들이 그 방법대로 조작하고 자료를 얻는 활동을 하는 것을 의미하는지는 설문의 응답 내용만으로 판단하기 어렵다. 2명의 교사는 기타로 응답하고 교사가 방법을 설명하고 학생이 수행하는 방법을 선택한다고 응답하였으며, 1명은 실험시간의 단축을 위해 실험에 관한 질문이나 설명으로 증거수집 단계를 진행한다고 답하였다.

현상설명 14명(64%)의 교사가 교사주도로 진행한다고 답하였다. 그 이유는 “학생들이 설명하기를 기다리기까지 시간이 오래 걸린다.”(4명), “교사가 현상을 정확하게 설명하여야 실험 내용의 이해를 도울 수 있다.”(3명), “학생들의 능력이 부족하다.”(2명) 등의 이유를 제시하였다. 나머지는 “학생이 설명하고 분석할 수 있는 기회를 준다.”(6명)고 응답하였으나, 이들도 결국은 교사가 최종적으로 정리한다고 응답하여 기타로 응답한 비율인 2명과 같은 방법을 택한다는 것을 알 수 있었다. 이것은 많은 교사가 실험 후 현상을 설명하는 단계에서 교사가 의도한 대로 설명하고 정리를 하면서 실험수업을 마무리한다고 판단할 수도 있을 것이다.

기존 과학지식과 연결하는 단계는 17명(77%)이 교사주도로 진행한다고 답하였다. 이들은 대부분 명확한 과학지식의 전달을 위해 교사가 학생수준에 맞게 재구조화하여 학생들에게 전달해야한다는 생각을 갖

Table 10. Characteristics of inquiry elements shown at classroom experiments

탐구 요소	산화구리를 이루는 원소 사이의 질량 관계		
	교실 A	교실 B	교실 C
Q	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 실험제목 읽기</li> <li>· 화학반응식을 이용한 설명으로 탐구문제를 한 번 더 명시함(TQ)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 실험제목 읽기</li> <li>· 전시학습 기억과정, 실험목표 설명을 통해 탐구문제를 한 번 더 구체적으로 명시함 (TQ)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 보고서의 탐구문제 확인하도록 함</li> <li>· 실험목표 읽기와 설명을 통해 탐구문제를 한번 더 명시함(TQ)</li> </ul>
Ev	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 기구 준비 확인</li> <li>· 보고서에서 기록해야 할 곳을 확인시킴</li> <li>· 실험활동 역할분담시킴</li> <li>· 증거수집과정을 단계별로 설명</li> <li>· 기구 사용법 설명</li> <li>· 오차 줄이는 법 설명</li> <li>· 실험방법 한 번 더 요약하여 설명</li> <li>· 수업시작 13분 후에 수행활동 시작</li> <li>· 수업종료 5분전까지 질량 재는 과정을 수행함</li> <li>· 보고서는 그룹 토의 후 점심시간 까지 작성도록 함 (TEv)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 실험 활동 역할 분담시킴</li> <li>· 기구 사용법 설명</li> <li>· 증거수집과정을 단계별로 설명</li> <li>· 보고서 쓰는 방법 설명</li> <li>· 실험 유의사항 설명</li> <li>· 실험방법 한 번 더 요약하여 설명</li> <li>· 시간절약 방법 알려 줌</li> <li>· 질량 재는 동안 그룹 토론을 통해 보고서 작성 지시</li> <li>· 수업시작 17분 후에 수행활동 시작</li> <li>· 수업종료 후에도 질량 재는 과정 계속됨</li> <li>· 보고서 작성 강조 (TEv)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 원리를 중심으로 전체적으로 실험의 진행 방법 설명</li> <li>· 자료 활용법 설명</li> <li>· 결과값과 이론값의 일치 여부 조별 토의</li> <li>· 수업시작 11분 후에 수행활동 시작</li> <li>· 질량 재는 담당학생 기구 사용법 설명</li> <li>· 유의점을 중간 중간 설명함</li> <li>· 오차원인 작성 유도</li> <li>· 보고서 작성 유도</li> <li>· 수업종료 4분전까지 질량 재</li> <li>· 보고서 작성 강조(TEv)</li> </ul>
Exk	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 한 조의 자료값을 이용하여 질량비 계산 방법 설명 (TEk)</li> </ul>	-	-
C	-	-	-

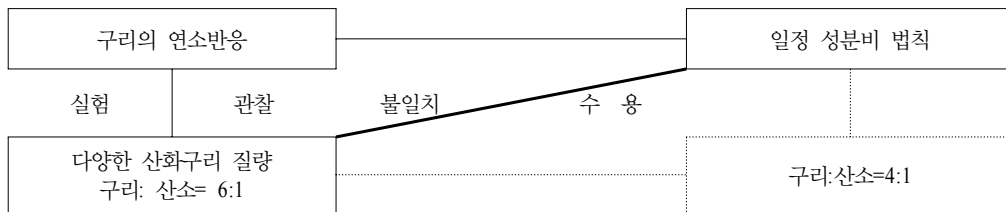


Figure 3. Students' activity in experiment class

고 있었으며, "실험오류의 여부와 관계없이 모든 학생들이 올바른 지식을 구성할 수 있다.", "오개념을 줄일 수 있다.", "학생들이 기존개념과 연결을 원활하게 할 수 있다." 등 실험수업의 목적도 정확한 과학지식의 전달에 둔다는 것을 알 수 있다.

의사소통 및 정당화의 단계는 교사주도로 진행된다는 6명(27%)의 교사와 기타의 응답으로 답한 7명(32%) 대부분이 시간이 부족하여 교사가 방향만을 제시하거나 생략한다고 답하였으며, 그 중 2명의 교사는 학생들이 수업 중 언어를 통한 참여의 기회를 갖는 것을 꺼려한다고 응답하였다. 9명(41%)의 교사는 "학생상호간 토의와 의사결정의 기회를 준다.", "학생이 실험을 이해할 기회를 갖는다." 등의 관점에서 학생주도로 진행된다고 답하였다.

마지막으로 학교현장에서 이루어지는 실험수업의 가장 바람직한 방법에 대한 의견을 자유롭게 서술하는 물음에 대한 응답내용을 분석한 결과, 문장을 서술한 방식에서는 조금씩 차이가 있었지만 이들은 대부분(18명) 과학자의 탐구활동과 거의 유사한 개방적 실험활동이라고 응답하였다. 구체적인 응답내용으로는 스스로 필요에 의해서 알아서 하는 실험, 자유탐구 수준을 위해 그룹을 조직하고 교사의 개입은 최소화하여 자기주도적 환경 조성이 마련된 실험, 학생주도적인 실험으로 교과서 방법 이외의 다른 방법을 모색하는 실험, 반복 수행으로 시행착오를 거쳐 수정해 나가면서 알아가는 실험, 실험활동 후 학생 스스로 발표 및 정리의 기회 부여로 실험 수업의 완성도를 높일 수 있는 실험 등으로 답하였다. 이러한 실험이 실현되기 위해 교사는 조연자의 역할을 수행하고, 충분한 실험 시간이 확보되어야 하며, 단계 단계를 제대로 익힐 수 있는 기회의 필요, 교사의 체계적인 안내의

필요, 그룹 편성과 의사소통 방법에 대한 전략 필요 등의 전제조건을 함께 제시하였다.

### 3. 실제 과학 실험 활동의 분석

세 명의 교사 모두는 수업이 시작된 후 실험보고서 나누어주기, 그룹편성, 실험활동의 평가 강조 등을 언급하면서 간단히 주의를 환기시킨 후 본 수업을 시작하였다. NSES에서 제시된 실험 수업의 요소에 따라서 과학 탐구활동을 분석한 결과는 Table 10과 같다.

세 개의 교실 모두에서 수업이 끝날 무렵까지 또는 수업이 끝난 후까지 질량을 재는 활동인 증거 수집(Ev) 단계가 계속되었다. Chinn과 Malhotra(2002)는 교과서에 제시된 단순 탐구의 목적은 자연현상에 관한 사실의 베이컨적 수집이라고 하였으며, 학생들의 실험 수업도 이러한 시각에 일치한다. 이런 상황이 되자 교실 A의 교사는 수행활동이 빨리 끝나기를 기대하면서 가열 장치의 쇠그물을 치우고 불에 직접 가열하라고 지시하였다. 이것은 학생들이 구리의 가열을 완결 짓고 산화구리의 질량을 측정할 수 있게 하려는 의도로 해석된다. 그러나 결과적으로는 학생들이 측정된 산화구리의 질량은 이론값과의 차이가 너무 심하여 일정 성분비 법칙을 직접 유도하기는 어려웠다. 학생들 중에는 급한 마음에 도가니가 충분히 식기도 전에 질량을 재기도 하였다.

이러한 실험 수행 과정을 Figure 1과 대비하여 제시하면 Figure 3과 같다. 이는 일정한 시간 안에 정해진 학습목표에 도달하기 위한 가장 효율적인 모형이라고 할 수 있다.

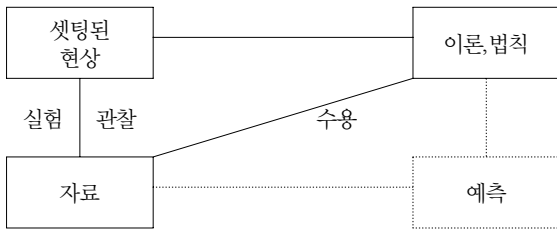


Figure 4. Modified model of students' activity

실험수행 과정에 대하여 학생 스스로 설계하고 수행할 수 있는지의 물음에 대한 학생들의 응답 내용 중 일부이다.

- A학생: 원리를 이해하고 정확히 알고 있으면 실험계획을 세울 수 있는 데 현재 상태에서는 실험을 세우는 게 되게 어려워요. 설명을 해 주시면 그 실험을 따라서 할 수 있기 때문에 쉽죠.
- B학생: 지금보다는 기억하는 데 도움이 될 수도 있지만 방법 자체를 틀리게 생각하고 전혀 다른 결과가..., 잘못된 부분을 잘못 인식할 수도 ...
- C학생: 조금 어려운 면이 있었을 것 같아요.
- D학생: 모르겠어요. 그냥 하라는 대로 했을 것 같아요.
- F학생: 힘들었을 것 같아요. 하는 방법을 모르니까 안 알려주면 ...

학생들은 모두 증거수집 과정을 스스로 설계하고 수행하는 것에 대한 자신감이 없었으며 주어진 방법대로 수행할 때 올바른 결과 값을 얻게 되리라는 기대를 갖고 있었다. 그리고 인지수준이 가장 높은 학생 A도 실험을 설계하기 위해서는 더 높은 수준이 필요할 것이라는 생각을 하였다.

학생들의 실험 능력에 대한 교사들의 인식을 알아보기 위한 면담 결과는 다음과 같았다.

- A교사: 시간이 너무 부족하니까. 우려하는 마음에 방법을 설명해주고 실험을 하는 방향인 것 같아요. 학생 수준 차이가 너무 많이 나서 무의미해서 교사가 실험과정을 설명하는 것이 낫고, 그리고 학생탐구로는 이 실험이 가능하지 않다고 생각해요.
- C교사: 실험 수업이 활성화되지 못하는 데 원인이 있고, 많이 접해보지 못한 상황에서 실험이나 수업이 평가로 바로 이어져요. 평가에 대한 부담이 크다 보니 실험 자체에 참여를 하고 즐거운 탐구를 하는 데 있어 장애물이 되고, 장기적으로 자기가 탐구하고 싶은 주제를 선정하고, 탐구 설계 이런 과정들을 진짜 제대로 봐야보게끔 경험해 보게끔 제공하는 게 의미가 있다고 생각이 들어요.

교사들은 학생들이 스스로 탐구문제를 해결하는 과정을 설계하기 위해서는 좀 더 높은 수준의 학생만이 가능하다고 생각하였으며 학생들의 생각과 비슷한 응답을 하였다. Braaten과 Windschitl(2010)은 많은 경력교사들이 수업에서 자연현상에 관한 기술적 정보를 반복하고 축적하는 것에 초점을 두는 경향이 있고 학생들은 현상에 대한 과학적인 설명에의 강조 없이 관찰의 연습이나 혹은 기초적 실험에 참여하므로 과학적 설명의 본성에 관한 더 많은 안내를 제공해야만 함을 주장하였다. 이와 같은 실제의 수업 상황을 분석한 결과 Figure 3과 같은 모형으로부터 실험 수업에서 학생 활동에 대한 모형을 Figure

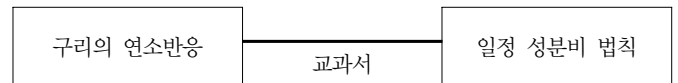


Figure 5. Miniature model of Students' activities in experiment class

4와 같이 제시할 수 있다. 이 모형에서 이론이나 법칙은 예측을 유도하고, 이러한 예측이 실험을 통해 얻은 자료와 일치하는 지에 대해 검증하는 과정을 생략한 채로, 실험을 통한 자료로부터 이론과 법칙을 바로 연결하는 방식의 사고 과정을 표현한다.

Watson 등(2004)은 실험 수업에서 대부분의 학생들과 교사들은 고정된 일련의 과정을 수행하는 것을 과학적 탐구로 생각하며, 학생들은 실험 활동으로 나온 증거 자료를 탐구의 결론과 같은 것으로 본다 고 지적하였다. 만약 실험이나 관찰을 통해 얻어진 결과가 과학자의 이론이나 법칙에 일치하지 않는다 하더라도 증거수집 과정인 실험 수행에서 도구의 조작 미숙이나 오차가 나타난 것으로 간주하고 과학자의 이론을 수용하게 된다. Ruiz-Primo 등(2010)은 8학년 중학생 물리수업 동안에 수집한 자료를 기반으로 설명을 얼마나 자주 쓰는지 분석한 결과, 노트의 오직 18%만이 기대되는 설명의 3개 요소인 주장, 주장을 지지하기 위한 증거, 그리고 주장과 증거사이의 연결을 정당화하는 추론을 가지고 설명을 하고 있으며 설명의 대부분(40%) 지원 하는 자료 없이 학생이 수행한 조사로부터 얻은 주장만을 제시한다는 것을 알아냈다. 이를 Figure 5와 같은 모형으로 나타낼 수 있다. 즉 실험 수업에서는 이론이나 법칙으로부터 자료를 예측하는 과정이 생략된 채, 자료로부터 바로 이론과 법칙이 수용되는 형태의 활동이 이루어진다.

그러나 Table 10에서 제시한 바와 같이 실제 이루어진 실험 수업의 전개 방식에서 공통적으로 얻어낸 자료 값을 가지고 일정 성분비 법칙과 관련짓는 해석시간을 확보할 수는 없었다. 특히 이론값과 다르게 나온 결과 값으로 규칙성을 찾을 수는 없었다. 이러한 실험수업 전개에 대해 교사들이 보여준 반응은 다음과 같다.

- A교사: 이론과 너무 오차가 크게 나와서 차라리 이 실험을 하지 않는 것이 낫지 않을까 생각해요. 너무 엉터리로 나오니까 실험값을 학생들이 이해하는데 오히려 ...
- C교사: 내용과 일치하는 결과를 나타내는 실험이 제공된다면 실험을 실시하는 것이 학생들의 이해를 돕고 탐구 능력을 향상 시킬 수 있을 거라 생각합니다.

교사들은 실험수업의 결과는 이론과 일치해야한다는 생각을 가지고 있으며 이렇게 될 때 과학적 탐구를 실천할 수 있다고 생각하였다. 학생들도 역시 교과서의 실험은 이론값과 정확히 일치해야한다는 생각을 갖고 있었으며, 일부의 학생은 실험수행 과정에서 구리가루를 흘리고 가열 시간을 잘못 판단했다는 자신의 미숙한 행동으로 오차가 생겼다고 인식하였다.

- A학생: ...교과서를 만들면서 이 실험을 했을 거 같아요. 교과서에 있는 방법대로 했는데 오차가 났으면 뭔가 잘못된 것 같아요.
- B학생: 실험을 똑바로 이행했기 때문에 제대로 잘 나왔을 거라 생각했어요.

- C학생: 굉장히 말도 안 되는 값들이 나와서 당황했어요.  
 D학생: 질량에 따라 가열 시간을 다르게 하면 오차가 줄어들 것 같아요.  
 E학생: 가루를 흘려가지고요. 잘 안 나온 것 같아요.  
 F학생: 섬세하게 해야 될 것 같은데. 이렇게 떨어뜨리고 그러잖아요.

비록 교과서에 제시된 대다수의 실험은 확인하는 과정의 검증 실험이지만 과학의 본성 입장에서 보았을 때, 어떤 실험 결과도 법칙을 확인할 수는 없다. 실험 결과와 법칙으로부터 예상된 이론값은 불일치할 수밖에 없기 때문이다. 이는 자연 현상과 과학의 차이라고 할 수 있다. 이 때문에 자연 현상은 불변해도 이를 설명하는 과학의 이론들은 변화하는 것이다.

그러나 교사와 학생 모두 실험에서 얻은 자료에 대하여 좀 더 토의해보고 설명하는 과정에 대한 필요성이나 교과서 제시방법의 문제점 등은 전혀 고려하지 않는다는 것을 알 수 있었다. Tobias(1990)는 많은 학생들이 경험으로서의 과학을 거절한다고 보았는데, 그것은 흥미진진하고 창조적인 추구로서 과학을 볼 기회가 주어지지 않기 때문이라고 하였다. 이 연구에서도 대부분의 학생들이 스스로 경험한 실험 자료를 믿으려고 하지 않고, 자신의 행동으로부터 나온 오류라고 생각하는 경향이 있었다.

따라서 실제 이루어진 실험수업의 전개는 Figure 6과 같은 더욱 축소된 과학 활동의 모델에 대한 증거가 될 것이다. 이 모델은 실험과 교과서의 법칙이 바로 연결된 형태로 실험을 통해 측정하는 자료나 예상의 역할이 전혀 포함되지 않은 것이다.

많은 연구에서 실험 활동이 학생들의 학습이나 과학의 이해에 큰 도움을 주지 못하는 것으로 나타났다(Han *et al.*, 2007; Tobin & Gallagher, 1987). 즉, 학생들은 실험을 수행하면서 교사나 교과서가 원하는 방향의 교육적 효과를 얻지 못하고, 결국 교사가 실험을 통해 자신이 가르치고자 하는 결론을 주입하는 학습이 보편적으로 이루어지고 있게 되는 것이다(Nott & Smith, 1995; Nott & Wellington, 1996).

실험을 하는 학생들의 주된 관심사는 과제를 끝마치는 것 자체에 집중되어 있다(Watson *et al.*, 2004)는 연구결과도 있다. 이렇게 실험 수업이 본래 우리가 의도하였던 탐구의 목표를 달성하는 데 어려움이 있다면 굳이 실험활동을 해야 할 필요성은 줄어든다. 그러나 효율성의 문제를 앞세워 실험에 대한 의미가 축소되고 이론만을 강조한 탐구 아닌 탐구 과정(Figure 5)이 과학수업에서 반복되어진다면 학생들은 과학을 이해하는데 큰 도움을 받지 못하고 과학 개념을 암기할 수밖에 없을 것이다. 따라서 학교 현장에서 이루어지는 실험 수업의 형태에 대한 변화가 이루어질 필요가 있다.

#### IV. 결론 및 제언

이 연구의 목적은 수업시간에 이루어지는 과학 실험의 의미를 고찰하고 실험 수업의 개선 방향을 알아보는 것이다. 이를 위하여 교과서, 교사 인식, 실제 수업 사례를 분석하여 탐구 요소가 과학 실험 수업에 얼마나 포함되어 있으며 그 수준은 어떠한지 알아보았다. 22명의 교사를 대상으로 한 설문지를 통해 교사의 인식을 알아보았으며, 중학교 3학년 2개 학급의 2차시 수업을 분석하였다.

중학교 교과서에 제시된 내용의 탐구과제를 분석한 결과, 실험 수업의 요소를 반영한 정도가 크게 다르지 않았다. 모든 교과서에서 문제제

시, 증거수집, 현상설명 및 기존과학지식과의 연결은 교사 중심의 활동으로 구성되어 있다. 의사소통 및 정당화는 9종의 교과서 중 4종에서만 제시되어 있어 다른 탐구 요소에 비해 의사소통 및 정당화에 대한 중요성이 교과서에 충분히 반영되지 못하였음을 알 수 있다.

교사의 설문조사에서도 문제제시, 증거수집, 현상설명, 기존과학지식과의 연결 단계는 대부분 수행하지만 의사소통 및 정당화는 절반 이하만 실시하였고 주로 시간을 많이 할애하는 활동은 증거수집 단계였다. 따라서 교과서에서 강조하는 탐구요소와 교사들이 중요하게 생각하는 탐구의 요소가 크게 다르지 않음을 알 수 있다. 그러나 바람직한 실험 수업에 대한 의견에서는 대부분이 개방적 실험 활동이 중요하다고 생각하였으며, 실험을 진행하면서 의사소통과 정당화 요소가 매우 중요하다고 생각하였으므로, 이러한 교사들의 인식과 실제 수업에서의 수행이 일치되도록 하기 위한 노력이 이루어질 필요가 있다.

실험 수업에서 나타나는 실제의 수업은 교사의 명확한 탐구문제의 제시와 증거수집 과정에 대한 세밀한 설명 제공으로 시작되었다. 학생은 실험시간의 대부분을 기초적 실험활동이나 관찰을 하는데 사용했으며, 이들이 얻어낸 증거를 기반으로 현상을 설명하거나 기존지식과 연결하는 활동, 의사소통 및 정당화 활동과 같은 기회는 거의 주어지지 않았다.

실험 수업의 중요한 목적 중 하나는 과학적 의사소통 능력을 지닌 과학적 소양인을 기르는 것이다. 학교에서 진행 중인 탐구가 단순히 실험이나 관찰 활동을 통하여 결과를 찾아내는데 머물지 않고 결과를 이용하여 현상을 설명하고 주장하기, 정당화하기 등의 의사소통 및 정당화 활동을 거칠 때 통합적인 탐구능력과 과학의 본성에 대한 학습도 가능할 것이다. 이를 위해서 교과서의 실험 내용이 학생 스스로 주도하고 의사소통 및 정당화 단계가 포함될 필요가 있으며, 실제 실험 수업에서도 실행할 수 있는 형태로의 변화가 필요하다. 이러한 변화를 통해 학생들은 과학의 모델에 가까운 활동을 할 수 있는 기회를 가지게 될 것이다.

#### 국문요약

이 연구의 목적은 수업시간에 이루어지는 과학 실험의 의미를 고찰하고 실험 수업의 개선 방향을 알아보는 것이다. 이를 위하여 교과서, 교사 인식, 실제 수업 사례를 분석하여 탐구 요소가 과학 실험 수업에 얼마나 포함되어 있으며 그 수준은 어떠한지 알아보았다. 22명의 교사를 대상으로 한 설문지를 통해 교사의 인식을 알아보았으며, 중학교 3학년 2개 학급의 2차시 수업을 분석하였다. 연구 결과, 문제제시, 증거수집, 현상설명 및 기존 과학지식의 연결은 대부분의 교과서에서 제시되었으나, 의사소통 및 정당화 요소는 많지 않았다. 또한 제시된 수준은 주로 교사 주도적이었다. 교사들은 의사소통 및 정당화 단계가 매우 중요하다고 생각하였으나, 실제 실험 수업에 이를 반영하지는 못하는 것으로 나타났다. 실제 실험 수업에서 학생들은 시간의 대부분을 증거수집에 할애하였으며, 실험 결과인 증거를 기반으로 현상을 설명하거나 기존 지식과 연결하는 활동, 그리고 의사소통 및 정당화의 활동은 거의 하지 못하였다.

**주제어** : 과학 탐구, 교과서, 교사, 실험 수업



## References

- Braaten, M., & Windschitl, M. (2011). Working toward a stronger conceptualization of scientific explanation for science education. *Science Studies and Science Education*, Washington DC: Wiley Periodicals, Inc.
- Chinn, C. A. & Malhotra B. A. (2002). Epistemologically authentic inquiry in schools: A theoretical framework for evaluating inquiry tasks. *Science Education*, 86, 175-218.
- Duschl, R. (2000). Making the nature of science explicit. In R. Millar, J. Leech, & J. Osborne (Eds.), *Improving science education: the contribution of research*. Philadelphia: Open University Press.
- Giere, R. N. (1991), *Understanding scientific reasoning* (3rd ed.), New York: Harcourt.
- Han, Y. H., Lee, M. S., & Paik, S. H. (2007). Comparison of 9th grade students' understanding according to experiments on the "law of definite proportions" in science textbooks. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 27(1), 50-58.
- Herrenkohl, L. R.(2006). Intellectual role-taking: An approach to support discussion in heterogeneous elementary science classes. *Theory into Practice*. 45, 47-54.
- Hodson, D. (1996). Practical work in school science: Exploring some directions for change. *International Journal of Science Education*, 18(7), 755-760.
- Hyun, J. O., Kim, H. S., Yun, H. K., Choi, W. S., Kang, T. W., Han, I. O., Park, M. Y., Kim, K. S., Ji, J. W., Kim, B. I., Kim, M. K., Son, Y. A., Lee, T. W., Cho, H. S., Park, C. Y., Yun, M. S., & Lee, J. E. (2011). *Middle school science 3*. Seoul: Good book Sinsago.
- Kang, S. M. (2004). Characteristics of argumentation components in solving processes of the scientific argument tasks (Doctoral dissertation). Korea National University of Education, Chungbuk.
- Kim, H. K. (2008). Learners' characteristics influencing on verbal interaction in chemistry lessons through group discussion of science high school (Doctoral dissertation). Korea National University of Education, Chungbuk.
- Kim, C. J., Hyun, J. O., Km, H. B., Song, J. W., Kim, K. S., Kim, M. K., Kim, S. H., Kim, H. S., Cho, H. S., Park, M. S., Park, M. Y., Yun, M.S., & Lee, T. W.(2011a). *Middle school science 3*. Seoul: Dusan Donga.
- Kim, S. J., Kim, T. I., Ahn, H. S., Choi, M. H., & Kim, H. S. (2011b). *Middle school science 3*. Seoul: Mireaan.
- Lee, B. W. (2005). Analysis of inquiry standards in foreign national science curricula. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 25(7), 873-884.
- Lee, H. Y., Jang, S. S., Sung, S. K., Lee, S. K., Kang, S. J., & Choi, B. S.(2002). Analysis of student-student interaction in interactive science inquiry experiment. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 22(3), 660-670.
- Lee, M. W., Jang, B. K., Ryu, S. H., Cho, Y. G., Noh, S. G., Lee, J. H., Jang, C. H., Lee, B. R., Kang, H. J., Han, E. K., Lee, S. J., Kim, Y. G., & Lee, Y. J. (2011a). *Middle school science 3*. Seoul: Chunjae Education.
- Lee, S. I., Cho, B. J., Jun, B. H., Nam, K. S., Hwang, S. Y., Kim, Y. H., Uh, J. Y., Noh, D. K., Kim, G. T., Paik, S. Y., Kim, C. H., Kim, Y. K., Park, L. W., Shin, S. J., & Kwon, O. S. (2011b). *Middle school science 3*. Seoul: Jihaksa.
- Lee, S. M., Chae, K. P., Nam, K. W., Noh, T. H., Seo, I. H., Kang, S. J., Kim, Y. S., Kum, J. H., Moon, K. W., Lee, M. W., Kwon, S. M., & Son, Y. W. (2011c). *Middle school science 3*. Seoul: Kumsung Publisher.
- Lee, J. Y., Noh, S. H., Baek, J. M., Nam, K. S., Lee, B. Y., Kang, D. H., Kim, J. S., Lee, Y. C., Hwang, I. S., Lim, T. H., Ko, H. D., & Shin, M. Y. (2011d). *Middle school science 3*. Seoul: Visang Education.
- McComas, W. F. (1998). The nature of science in science education rationales and strategies. N. Y. :Kluwer Academic Publishers, p. 64.
- Millar, R., & Osborne, J. (1998). *Beyond 2000: Science education for the future*. London: King College.
- Ministry of education, science and technology(2011). *Science Curriculum 2011-361(9)*. Seoul: Ministry of education, science and technology.
- National Research Council(1996). *National science education standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- National Research Council(2000). *National science education standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- Nott, M., & Smith, R. (1995). 'Talking your way out of it', 'rigging', and 'conjuring': What science teachers do when practicals go wrong. *International Journal of Science Education*, 17, 399-410.
- Nott, M., & Wellington, J. J. (1996). Critical incidents in the science classroom and the nature of science. *School Science Review*, 76, 41-46.
- Osborne, J., Erduran, S., Simon, S. (2004). Enhancing the quality of argumentation in school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 994-1020.
- Park, M. R., Jeong, J. W., & Cheonong, C.(2006). Students' characteristics of the reflective inquiry dispositions according to the modes of interaction of small group in high school earth science inquiry class. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 26(7), 843-855.
- Park, H. J. (2013). A study of middle School Science Teachers' Perceptions on Science Lessons with Experiments. *Journal of Science Education*, 37(1), 79-86.
- Park, H. S., Jeong, D. Y., Shin, H. S., Kim, J. H., Hur, S. I., Cho, S. Y., You, S. N., Lee, H. W., Kim, J. Y., Lee, S. J., Choi, B. S., Kang, S. C., & Oh, S. W.(2011). *Middle school science 3*. Seoul: Kyohaksa.
- Ruiz-Primo, M. A., Li, M., Tsai, S., & Schneider, J. (2010). Testing one premise of scientific inquiry in science classrooms: Examining students' scientific explanations and student learning. *Journal of research in science teaching*, 47(5), 583-608.
- Shin, Y. M., Kim, H. K., & Choi, B. S. (2010). The Effect of free-inquiry science activity and characteristics of interaction in each inquiry steps by cognitive level and learning motivational type of the students. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 30(5), 533-543.
- Shin, Y. J., Jin, M. S., Han, M. J., Lee, K. Y., Jeong, E. Y., Kang, J. C., Kang, S. J., Son, J. W., Bae, Y. H., Lee, B. W., Im, H. Y., & Ha, E. S.(2011). *Middle school science 3*. Seoul: Chunjae Textbook.
- Sung, S. K. (2005). Change and characteristics of verbal interaction in science inquiry experiments emphasizing social interactions (Doctoral dissertation). Korea National University of Education, Chungbuk.
- Tobias, S. (1990). *They're not dumb, they're different: Stalking the second tier*. Tucson, AZ: The Research Corporation.
- Tobin, K., and Gallagher, J. J. (1987). What happens in high school science classrooms? *Journal of Curriculum Studies*, 19, 549-560.
- Watson, J. R., Swain, J. R. L., & McRobbie, C. (2004). Students' discussions in practical scientific inquiries. *International Journal of Science Education*, 26(1), 25-45.
- Zohar, A., & Nemet, F. (2002). Fostering students' knowledge and argumentation skills through dilemmas in human genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, 39, 35-62.