

토의·토론을 활용한 과학 실험 수업이 과학학습동기, 과학탐구능력 및 과학 학업성취도에 미치는 효과

엄장희¹ · 배진호^{2*}

¹(서울대학교) · ²(부산교육대학교)

The Effects of Utilizing Discussions and Debates in Science Laboratory Classes on Science Learning Motivation, Science Process Skills, and Science Academic Achievement

Uhm, Janghee¹ · Bae, Jinho^{2*}

¹(Seoul National University) · ²(Busan National University of Education)

ABSTRACT

The purpose of the study was to explore the effect of using discussions and debates in science laboratory classes on science learning motivation, science process skills, and science academic achievement. Participants in this study were 6th grade students at an elementary school. Students in the experimental group participated in science laboratory classes using discussions and debates while students in the comparative group participated in common laboratory classes with a teacher-directed approach. The results of this study are as follows: by using discussions and debates in science laboratory classes, there were statistically positive effects on the students' science learning motivation and science process skills. However, there was no statistically significant difference in science academic achievement by using discussions and debates. Even so, in the narrative survey of the students' reactions after the class, students in the experimental group responded that it was much easier to understand the meaning of the scientific concepts when they used discussions and debates. Therefore, there is a need to investigate how to use discussions and debates effectively by introducing them at different time or in different ways, rather than considering that discussions and debates have no effect on science achievement. These findings provide science teachers and researchers pedagogical implications about utilizing discussions and debates in science classes.

Key words: discussion, debate, science laboratory class, science learning motivation, science process skills, science academic achievement

I. 서 론

최근 4차 산업혁명에 따른 첨단 기술의 고도화로 인해 지식을 가진 개인과 집단 간의 상호 작용이 어느 때보다 활발하게 일어나고 있다. 예측 불가능성과 불확실성 등을 특징으로 하는 미래 사회에서는 의사소통을 통해 새로운 정보를 공유하고,

다양한 분야의 지식을 융합하는 능력이 더욱 중요해질 것이다. 미래를 예측하고 이에 대비한 인재를 육성하는 교육의 역할을 고려할 때, 지식 전달에 의존해 왔던 교육 방식에도 교육 패러다임의 변화가 필요하며, 학교 교육은 학생들이 변화하는 시대에 적응할 수 있도록 핵심 역량을 키워주어야 한다.

이와 관련하여, OECD(2003)의 DeSeCo(Definition

이 논문은 엄장희의 2017년 석사학위논문에서 발췌 정리하였음.

2018.2.8(접수), 2018.2.18(1심통과), 2018.4.11(2심통과), 2018.4.25(최종통과)

E-mail: bb@bnue.ac.kr(배진호)

and Selection of Competencies) 프로젝트는 미래 사회에 학교 교육이 학생들에게 길러주어야 할 핵심 역량으로 ‘이질적인 집단과 상호작용하며 협력하는 능력’을 제안하였다. 이와 같은 의사소통 능력의 중요성은 최근 우리나라에서도 더욱 강조되고 있다. 2015 개정 교육과정은 역량 중심의 교육과정으로 개편하면서 핵심 역량 중 하나로 의사소통 역량을 제시하였으며, 과학 교육과정에서는 다양한 탐구 활동을 통해 과학과 핵심역량인 과학적 의사소통 능력을 길러야 한다고 명시함으로써 의사소통 능력의 중요성을 역설하였다.

따라서 우리는 과학적 의사소통 능력을 기르기 위한 방안으로서 토의·토론 활동에 주목할 필요가 있다. 토의·토론은 과학 학습에서 매우 중요한 역할을 하는데, 과학은 과학자 공동체 내에서 지식을 생성하는 사회적인 활동이며, 과학적 의사소통을 통해 문제를 해결하는 과정이기 때문이다(Kuhn, 1993; Driver *et al.*, 2000; Watson *et al.*, 2000).

본 연구에서 활용한 ‘토의·토론’은 교사와 학생 사이, 학생과 학생 사이에서 일어나는 언어적 상호작용 및 학생들의 관점과 견해를 공유하는 대화적인 활동을 뜻한다. 일반적으로, 토의(discussion)는 어떤 결론을 도출하거나 합의를 이끌어 내기 위한 협동적 말하기이고, 토론(debate)은 어떤 논제에 대해 대립되는 입장으로 나누어 논거를 바탕으로 주장의 타당성을 입증하고 설득하는 말하기이다. 의미의 차이가 있어 단어를 구별하여 사용하였으나, 실제 과학 수업에서는 토의와 토론이 같이 이루어지므로 ‘토의·토론’이라는 단어로 함께 나타내었다.

과학 수업에서 토의·토론에 참여함으로써 학생들은 보다 능동적으로 학습할 수 있으며, 동료와의 상호 작용을 통해 지식을 사회적으로 구성할 기회를 가지게 된다. 과학 활동은 본질적으로 사회적이고 협동적인 과정을 통하여 이루어지기 때문에 과학 교육에서 토의와 토론은 과학자의 합의 과정을 경험하는 기회를 제공한다(교육부, 2016).

토의·토론의 효과에 대한 연구에 따르면, 과학 토의·토론은 학생들의 탐구 수행 능력을 발전시키며(정지숙, 2005), 과학 본성에 대한 학생들의 이

해를 향상시킨다(강석진 등, 2002). Aufschnaiter *et al.*(2008)은 토론이 학생들의 지식을 명확하게 한다고 하였으며, Trowbridge *et al.*(2000)은 토론을 통해 학생들이 수업에 흥미를 갖게 하고, 생각할 기회를 제공할 수 있다고 밝혔다.

그러나 과학 교육에서 토의·토론의 중요성에도 불구하고, 학교 현장에서 과학과 토의·토론 실태를 살펴보면, 초등학교 과학 수업에서 토의·토론 활동이 일어나는 빈도는 월 1회 또는 학기당 2~3회 정도로 많이 이루어지지 않고 있다. 또한 활용 시간은 1차시 수업 시간 내에서 10분 이하이거나 거의 활용하지 않는 경우가 더 많았으며, 평가에도 거의 반영되고 있지 않았다(김자희, 2012). 교과서에는 실험 순서가 미리 제시되어 있으며, 그 결과 학생들은 의사소통을 통해 문제 해결을 위한 다양한 방법을 고안하지 않고 실험의 의미를 알지 못한 채 실험에 참여하게 된다. 과학에 대해 생각하고 의사소통을 하는 기회가 없는 탐구 활동은 학생들에게 과학 지식이 완전한 사실이라는 듯한 인상을 주어 과학에 대한 잘못된 인식론을 가지게 한다(Chinn & Malhotra, 2002).

따라서 토론의 필요성을 인지한 Chen *et al.*(2016)은 기존의 ADI(Argument Driven Inquiry)를 수정하여 초등학생에게 적용할 수 있는 토론활동인 modified ADI를 개발하였다. 이것은 중·고등학생 및 대학생울 대상으로 과학적 논변활동(argumentation)¹⁾에의 참여를 증진시키기 위해 사용된 ADI (Sampson *et al.*, 2013)를 초등학생에게 적용할 수 있는 수준으로 수정한 것이다. 수정된 논변 탐구 활동(modified ADI)에서 학생들은 제시된 자연 현상을 관찰하고, 연구 질문과 가설을 만들고, 실험 절차를 설계하고, 직접 활동을 통해 데이터를 수집하고, 근거 기반 결론을 제시하고, 소집단별 논변(argument)을 구성한다. 더 나아가, 학생들은 소집단별 논변을 공유한 다음 그 설명을 비판하고 수정하며 평가한다.

수정된 논변 탐구 활동(modified ADI)은 다음과 같은 학습 경험들로 구성된다. (A) 제시된 상황으로부터 과제의 초점 밝히기, (B) 관련 연구 질문 밝

1) 논변(argument)이란 주장이나 설명을 명료화하고 정당화하기 위해 만들어진 주장, 자료, 보장, 지지 등으로 구성된 결과물이다. 그리고 논변활동(argumentation)은 이러한 결과물을 만들어 내는 과정, 즉 논변하는 과정을 말한다(Osborne, Erduran & Simon, 2004). 본 연구에서는 초등학생의 수준에서 ‘근거를 들어 주장하는 토론하기’가 논변 및 논변활동과 유사한 속성이 있다고 보고, 그 개념을 참고하였다.

하기, (C) 연구 질문에 관한 가설 세우기, (D) 조사와 절차 설계하기, (E) 직접 데이터 수집하기, (F) 근거 기반 결론 제시하기, (G) 그룹별 논변을 구성하고 공유하며, 그 설명을 비판, 개선 및 평가하기가 그것이다. 그들의 연구 결과, modified ADI는 학생들의 참여를 이끌어내고, 토론 능력의 증진에 기여하였으며(Lin *et al.*, 2013; Jenkins, 2011), 학생들의 순간적 흥미는 점차 과학 학습에 대한 장기적 흥미로 이어졌다. 이 modified ADI의 과정을 크게 3 단계로 나누면, (A) ~ (D)는 ‘실험 설계’ 단계에 해당하고, (E) ~ (F)는 ‘실험 실행’ 단계, (G)는 ‘결과 도출’ 단계에 해당한다.

본 연구에서는 학교 과학 실험 수업에서의 토의·토론 활동의 필요성에 착안하여 크게 실험 설계, 실험 실행, 결과 도출 단계에서 토의·토론을 활용하여 과학 실험 수업 프로그램을 개발 및 적용하고, 그 효과를 알아보고자 하였다. 구체적인 연구 질문은 다음과 같다.

- 첫째, 토의·토론을 활용한 과학실험수업이 학생들의 과학학습동기에 미치는 효과는 어떠한가?
- 둘째, 토의·토론을 활용한 과학실험수업이 학생들의 과학탐구능력에 미치는 효과는 어떠한가?
- 셋째, 토의·토론을 활용한 과학실험수업이 학생들의 과학 학업성취도에 미치는 효과는 어떠한가?

II. 연구방법 및 절차

1. 연구 대상

본 연구는 부산광역시에 소재한 초등학교 6학년 2개 반의 학생들을 대상으로 실시하였고, 실험 집단 및 비교 집단에 각각 1개 반을 선정하였다. 실험 집단에서는 토의·토론을 활용한 과학 실험 수업을 실시하였고, 비교 집단은 교과서의 실험 절차에 따라 교사 안내 중심의 과학 실험 수업을 실시하였다. 실험 집단과 비교 집단의 인원 구성은 Table 1과 같다.

2. 연구 설계

토의·토론을 활용한 과학 실험 수업이 과학 학

Table 1. Personnel composition of participants

Grade	Group	Male	Female	Total
6	Experimental	10	14	24
	Comparative	12	13	25

습동기, 과학탐구능력, 과학 학업성취도에 미치는 영향을 분석하기 위해 실험 집단과 비교 집단에 대해 사전 검사를 실시하였다. 그리고 수업 후 3개 영역에 대한 사후 검사를 실시하였다. 또한, 토의·토론을 활용한 과학 실험 수업의 효과를 보다 심층적으로 분석하기 위해 수업 후 실험 집단의 학생들에게 서술식 설문조사를 실시하였다. 전체적인 연구 설계를 Table 2에 제시하였다.

3. 토의·토론을 활용한 실험 수업 과정 및 처치

본 연구를 수행하기에 앞서 과학 수업에서 토의(discussion), 토론(debate)의 실행과 효과에 대한 선행 연구를 조사하였다. 다음으로 2009 개정 과학과 교육과정을 분석하여 과학과의 의사소통 방법 및 토의·토론 지도 방법에 대한 내용을 파악하였다. 초등학교 6학년 2학기 과학 생명 영역에 해당하는 ‘1. 생물과 우리 생활’ 단원을 선정하여, 과학 실험 수업으로 재구성한 후, ‘실험 설계’와 ‘실험 실행’, ‘결론 도출’ 단계에서 토의·토론을 강조한 수업 프로그램을 개발하였다. 개발한 예시안은 교육 전문가들의 검토를 통해 타당도를 검증하여 프로그램 내용을 확정하였다. 검토는 초등과학교육 전공자 3명과 현직 교사 2명의 논의를 통해 이루어졌다.

1) 수업 방법

본 연구에서는 해당 단원에서 차시별 주제를 정

Table 2. Experimental design

Experimental	O ₁	X ₁	O ₃ , O ₅
Comparative	O ₂	X ₂	O ₄

O₁, O₂: Pre-test (science learning motivation, process skills, academic achievement).

O₃, O₄: Post-test (science learning motivation, process skills, academic achievement).

O₅: Narrative survey about the classes.

X₁: Teaching program utilizing discussions and debates.

X₂: Traditional class applying teacher’s manual.

리한 다음 실험 수업으로 재구성하였다. 교과서에 제시된 실험을 활용하되, 실험이 없는 차시는 학습 요소에 맞게 실험을 개발하여 총 11차시의 수업으로 재구성하였다. 실험 수업으로 재구성한 차시의 구성은 Table 3과 같다.

비교 집단과 실험 집단에는 동일하게 11차시의 수업이 진행되었다. 비교 집단의 수업에서는 과학 실험 수업을 진행하되, 교사 안내 중심의 실험 수업이 이루어졌다. 비교 집단의 학생들은 교과서의 실험 순서에 따라 실험을 수행한 후, 결과를 실험 관찰에 기록하였다.

반면, 실험 집단의 수업에서는 토의·토론을 활용한 실험 수업을 진행하였다. 여기에서 ‘토의·토론을 활용한’의 의미는 수업 활동을 구성할 때, 토의·토론을 적극적으로 도입하여 가능한 많은 학생들이 토의·토론에 참여하고, 의사소통의 기회를 극대화하도록 했다는 것이다.

본 연구에서는 실험의 전 과정에서 토의·토론을 적절히 활용하되, 특히 실험 설계, 실험 실행, 결과 도출의 각 단계에서 토의·토론을 강조하여 이

것이 미치는 영향을 탐구하고자 했다. 먼저, ‘실험 설계’ 단계에서 학생들은 실험 주제에 맞게 토의를 통해 모둠의 가설을 설정하도록 하였다. 그리고 가설을 입증할 수 있는 실험 방법을 토의하고, 실험 절차를 논의하였다. 설계된 실험에 따라 조작 변인을 다양하게 변화시키거나, 실험 재료를 달리하여 모둠별로 다양하게 설계한 실험을 수행할 수 있도록 하였다.

‘실험 실행’ 단계에서는 학생들이 토의를 통해 문제 해결을 할 수 있도록 활동지를 개발하였다. 돌아가며 말하기나 하브루타²⁾ 기법을 사용해 모둠원의 생각을 파악하고 모두 토의에 참여하도록 하였다. 필요한 부분에서 교사가 지원을 제공하되, 최대한 학생들 간 의사소통이 이루어지도록 격려하고 피드백을 제공하였다. 실험 결과는 활동지를 통해 표, 글, 그래프 등으로 다양하게 표현하여 정리하며, 실험 결과에 대한 이유를 생각해보고 토의·토론을 통해 결과를 해석하였다.

‘결론 도출’ 단계에서는 각 모둠의 실험 결과를 발표하여 공유하고, 질의응답이 이루어졌다. 토의

Table 3. Composition of the teacher-reconstructed lesson plan for laboratory classes

단계	차시	학습목표	재구성한 실험 수업
과학탐구	1/11	빵 반죽 만들기를 통하여 우리 생활에 활용되는 생물에 대한 관심을 가진다.	효모를 이용하여 빵 반죽을 만들고 그 효과 알기
	2/11	버섯과 곰팡이, 효모와 같은 균류의 특징과 사는 환경을 설명할 수 있다.	버섯과 곰팡이의 현미경 관찰하고 특징 알아보기
	3~4/11	해캄과 짚신벌레의 특징과 사는 환경을 설명할 수 있다.	해캄과 짚신벌레 현미경 관찰하고 특징 알아보기
	5/11	세균의 특징과 하는 일을 설명할 수 있다.	세균의 특징을 알고, 핸드플레이트를 통해 내 손의 세균 검사하기
	6~7/11	다양한 생물이 우리 생활에 끼치는 이로운 영향과 해로운 영향을 설명할 수 있다.	인간에게 이로운 영향을 주는 유산균을 이용하여 요구르트 만들기 핸드 플레이트 실험을 통해 인간에게 주는 해로운 영향 알아보기
과학더하기 (STEAM 차시)	8/11	생명 과학을 통하여 생물이 생활에 이롭게 활용되는 사례를 설명할 수 있다.	항생제 연고의 효과 실험하기
	9~10/11	배지를 사용하여 몸에 있는 세균을 검사하고 확인할 수 있다.	치면착색제*를 이용하여 치아의 세균 검사하기
단원마무리	11/11	단원에서 배운 개념을 정리한다.	-

* 치면착색제는 일반적으로 눈으로 점검이 어려운 치아표면의 세균막인 치태와 플라크를 선택적으로 염색시켜주어 구강상태를 보다 정확하게 체크할 수 있게 해주는 제품이며, 인체에 무해하다.

2) 짝을 이뤄 서로 질문을 주고받으면서 공부한 것에 대해 논쟁하는 유대인의 전통적인 토론 교육 방법.

를 촉진하기 위해 ‘질문이나 보충 있습니까?’라는 학생 질문³⁾을 이용하여 학생들 간의 반박과 반론이 일어나도록 하였다. 마지막으로 알게 된 점, 느낀 점, 실천할 점을 자유 발표하여 인지적, 정의적, 행동적인 측면에서 실험의 의미를 다시 생각해 보도록 하였다. 수업의 단계에 따른 구체적인 활동 방법을 Table 4에 제시하였다.

2) 교수 전략

본 연구에서는 토의·토론의 적용 여부에 따른 효과를 알아보기 위하여 한 것이므로, 실험 집단의 학생들이 토의·토론에 적극적으로 참여하도록 지원하는 것이 매우 중요하였다. 본 연구에서 학생들의 토의·토론을 촉진하기 위해 교사가 사용한 수업 전략은 다음과 같다.

첫째, 학생 질문을 사용하였다. 실험 계획이나 결과를 발표한 후, 전체 토의에서 발표자가 ‘질문이나 보충 있습니까?’를 질문하도록 하였다. 이것은 발표한 학생이 직접 질문을 함으로써 다른 학생들이 발표할 때의 심리적 장벽을 낮추고, 수평적 관계에서 쉽게 질문을 할 수 있도록 한 것이다. 질문을 할 학생은 발표자가 직접 지목하도록 하였고, 교사의 개입을 최소화하여 학생들 간의 토의·토론이 일어나게 하였다. 질문에 대한 답변이 어려운 경우 다른 학생이 답변할 기회를 주었으며, 교사가 개입할 필요가 있을 때에는 교육적 지원을 제공하였다.

둘째, 발표를 장려하는 학습 분위기를 조성하였다. 학생들이 발표를 할 때 발표에 참여한 행동에 대해 칭찬과 격려를 해주었고, 발표 내용에 대해서는 즉각적인 피드백을 해주어 학생들이 발표에 대해 긍정적인 태도를 갖도록 하였다. 또한 많은 학생들이 발표할 기회를 줌으로써 발표하는 분위기가 자연스럽게 만들어지도록 노력하였다.

셋째, 과제의 구성을 통해 발표를 촉진하였다. 과제에서는 ‘짝에게 설명하기’, ‘짝에게 묻고 답하기’ 등의 짝 활동과 ‘돌아가며 말하기’, ‘자유롭게 토의하기’, ‘실험 설계하기’ 등의 소집단 활동을 이용해 학생들이 서로 의견을 묻고 답하며, 토의·토론을 통해 의사소통이 활발히 일어나도록 하였다.

넷째, 수업 기자재를 활용하여 토의·토론 활동을 지원하였다. 프로젝션 TV와 실물화상기, 스마트기기의 미러링을 사용하여 소집단별 발표를 학급 전체가 볼 수 있도록 하였다. 발표 내용을 전체가 볼 수 없을 경우, 학생들이 집중하기가 힘들어 이에 대한 토의·토론을 하기에 어려움이 있다. 수업 기자재를 이용하여 학생들이 시각 자료를 통해 실험 결과를 직관적이며 논리적으로 이해하도록 돕고, 이를 바탕으로 결과의 해석에 대한 토의·토론을 촉진하였다. 토의·토론의 의사소통 측면을 강조하여 개발한 지도안의 예시는 부록 1에 제시했다.

4. 검사 도구 및 자료 처리

연구 결과에 대한 신뢰성 확보를 위해 SPSS 23.0

Table 4. Specific activities according to the stages of laboratory classes

단계	활동	구체적인 활동 방법
실험 설계	문제 발견하기 가설 설정하기 실험 절차와 방법 설계하기	<ul style="list-style-type: none"> - 문제 발견 및 가설 발표하기 - 토의·토론을 통한 실험 설계하기 : 변인통제, 실험 절차와 방법, 주의할 점 등 - 논의된 실험 설계 과정을 활동지에 기록하기 - 실험 설계 과정을 다른 모둠에게 발표하기 - 실험 설계 과정의 수정과 보완
실험 실행	실험 수행하기 실험 결과 정리하기	<ul style="list-style-type: none"> - 역할 분담에 따라 실험하기 - 실험 결과에 대해 토의하기: 자료의 해석 및 정리 - 소집단별로 토의한 실험 결과를 활동지에 기록하기
결론 도출	실험 결과 발표하기 실험 결과에 대해 논의하기	<ul style="list-style-type: none"> - 전체 발표 및 전체 토의를 통한 실험 결과 공유 - 실험 결과에 대한 질의 응답하기 - 실험 결과에 대한 평가 및 비판하기, 개선할 점 찾기 - 알게된 점, 느낀 점, 실천할 점을 돌아가며 말하기

3) 교사가 아닌 학생들에 의해 촉발된 질문을 뜻한다. 교사의 개입을 최소화하고, 학생들 간의 의사소통을 활발히 하기 위한 장치이다.

프로그램을 사용하여 결과를 처리, 해석하였다.

1) 과학학습동기 검사

본 연구에서 사용된 학습 동기 검사지는 Keller (1987)의 'The Course Interest Survey' 문항을 초등학교 5학년의 수준에 맞도록 수정한 양승원(2014)의 검사지를 활용하였으며, 전문가들과의 협의를 거쳤다. 검사지는 Likert 5점 척도의 30문항으로 구성되어 있다. 검사지에서는 과학학습동기를 주의력, 관련성, 자신감, 만족감의 4가지 하위 영역으로 나누고, 주의력 7문항, 관련성 9문항, 자신감 8문항, 만족감 6문항의 총 30문항으로 구성하였다. 학생의 응답에 대하여 '매우 그렇다'는 5점, '그렇다'는 4점, '보통이다'는 3점, '그렇지 않다'는 2점, '전혀 그렇지 않다'를 1점으로 계산하였다. 또한 부정적 내용을 포함한 문항에 대해서는 점수를 반대로 부여하였다. 본 연구에서 과학학습동기 검사지의 전체 신뢰도는 Cronbach 계수 0.894로 높은 신뢰 수준을 확보하였다.

2) 과학탐구능력 검사지

과학탐구능력 검사 도구는 한국교원대학교 물리교육 연구실에서 개발한 과학탐구능력 검사지인 TSPS(Test of Science Process Skill)를 이용하였다. 이것은 권재술과 김범기(1994)가 개발한 검사지로 한국의 초등학교 5학년부터 중학교 3학년까지 적용할 수 있다. 본 검사지는 과학탐구능력을 기초 탐구 능력과 통합 탐구 능력의 두 가지 영역으로 구분하였다. 기초 탐구 능력의 5가지 하위 요소와 통합 탐구 능력의 5가지 하위 요소를 합하여 모두 10가지의 탐구 과정 요소가 있으며, 총 30문항으로 구성되어 있다. 모든 문항은 객관식 4지선다형이며, 채점에서는 정답을 1점, 오답을 0점으로 처리하여 총 30점 만점으로 점수를 부여하였다. 이 검사의 신뢰도 측정 결과 Cronbach α 계수 0.708로 나타났다.

3) 과학 학업성취도 검사지

과학 학업성취도 검사지는 교육청에서 성취기준에 근거하여 개발한 문항을 참고하여 연구자가 개발하였으며, 전문가 3인으로부터 내용 타당도 검증을 받았다. 사전 검사지는 6학년 1학기 '2. 생물과 환경' 단원에서, 사후 검사지는 2학기 '1. 생물과 우

리 생활' 단원에서 과학 교과서를 근거로 하여 출제하였다. 2009 개정 과학과 교육과정의 성취 기준에서 5가지를 선정하고, 각 성취기준당 4문항을 배치하여 총 20문항으로 구성하였으며, 출제 기준을 명확히 하기 위해 이원목적분류표를 작성하였다. 문항 유형은 객관식, 서답형, 서술형을 혼합하였으며, 성취기준별로 난이도 상, 중, 하의 문항이 골고루 출제되도록 하였다. 또한 문항의 성격에 따라 지식, 이해, 적용 측면으로 나누어 검사를 통해 학업 성취도가 다층적으로 분석되도록 하였다.

4) 사후 설문조사

실험 집단의 학생들에 한해 수업 후 학생들의 반응을 알아보기 위한 사후 설문조사가 실시되었다. 설문조사는 마지막 11차시 수업 후 바로 이루어졌으며, 문항은 연구자가 개발하였다. 문항의 구성은 실험 수업에 대한 학생들의 생각을 물어보고, 실험 설계, 실험 실행, 결론 도출의 각 단계에서 토의·토론을 활용했을 때의 장점 및 느낀 점에 대한 생각을 들어보았다. 또한 토의·토론을 활용한 실험 수업이 자신에게 도움이 되었는지, 수업 후 태도에 대한 변화는 있었는지, 어려운 점은 무엇이 있었는지, 다음에 참여하고 싶은지의 여부와 그 이유에 대해 질문하였다.

III. 연구 결과 및 논의

1. 토의·토론을 적용한 과학 실험 수업이 학생들의 과학학습동기에 미치는 효과

토의·토론을 적용한 과학 실험 수업이 학생들의 과학학습동기에 미치는 효과를 알아보기 위해 실험 집단과 비교 집단의 과학학습동기 점수를 비교한 결과는 Table 5와 같다. 사전 검사 결과, 실험 집단의 평균이 비교 집단의 평균보다 높게 나왔으나, t -검증 결과 통계적으로 유의미한 차이가 없는 것으로 확인되었다($p>.05$). 따라서 과학학습동기에 대하여 수업 처치 전의 실험 집단과 비교 집단을 동질 집단으로 간주하였다. 사후 검사에서는 토의·토론을 활용한 실험 집단의 평균이 133.04점, 비교 집단의 평균이 125.12점으로 실험 집단의 과학학습동기가 높게 나타났다. 이에 대한 유의 확률은 $p=.037$ 으로 두 집단 간 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p<.05$). 따라서 토의·토론을 적용한 과

Table 5. The result of pre-test and post-test on science learning motivation

Domain	Group	Pre-test				Post-test			
		M	SD	<i>t</i>	<i>p</i>	M	SD	<i>t</i>	<i>p</i>
Attention	Experimental	28.04	2.820	1.206	.234	31.04	3.605	1.015	.315
	Comparative	28.96	2.508			30.16	2.375		
Relevance	Experimental	39.17	4.093	1.681	.099	41.08	4.717	1.829	.074
	Comparative	37.36	3.414			38.76	4.166		
Confidence	Experimental	30.75	4.306	.982	.331	34.00	4.423	2.238	.030
	Comparative	29.72	2.937			31.60	2.972		
Satisfaction	Experimental	23.50	2.621	.700	.488	26.92	3.161	2.336	.024
	Comparative	24.00	2.380			24.60	3.742		
Total	Experimental	121.46	9.641	.551	.584	133.04	14.541	2.149	.037
	Comparative	120.04	8.349			125.12	11.107		

학 실험 수업은 과학학습동기의 향상에 긍정적인 영향을 준다고 할 수 있다.

이러한 결과는 사회적 상호작용을 강조한 수업이 과학학습동기에 효과가 있다는 배진호와 옥수경(2009)의 연구와 유사하다. 또한 토론 및 과학 글쓰기 중심의 과학 탐구 학습이 고등학생들의 과학 학습동기 향상에 도움을 주며, 과학학습동기 하위 6개 요소 모두에서 유의미한 향상이 있었다고 밝힌 김동렬(2010)의 연구와도 맥락을 같이 한다.

과학학습동기 영역의 하위 영역을 살펴보면, 4가지 영역 중 자신감과 만족감 영역에서 통계적으로 유의미한 차이가 있었다($p < .05$). 자신감의 경우, 토의·토론 활동에서 학생들이 소집단 내에서 발언할 기회를 많이 얻었고, 발표를 적극적으로 권장하고 격려하는 교실 분위기로 인해 학생들의 자신감이 증가한 것으로 보인다. 토의·토론 활동에 참여함으로써 학생들은 수업에 기여하고 있다는 확신과 자아효능감을 가지게 되어 자신감이 향상되었을 수 있다. 또한 교실 분위기도 중요한 요인으로서, 토의·토론에서 다른 사람의 의견을 잘 듣고, 서로의 의견을 존중하는 분위기를 조성한 것이 학생들의 자신감 향상에 도움을 주었을 것이라 분석된다.

만족감의 경우에도 과학학습동기의 유의미한 향상이 있었다. 이는 토의·토론 활동이 학생의 내적, 외적 동기에 영향을 주었기 때문이라 판단된다. 먼저, 토의·토론에서 자신이 이해한 것을 다른 사람

에게 설명하는 과정에서 느낀 활동에 대한 즐거움은 학생의 내적 동기를 유발할 수 있다. 또한 동료나 교사의 칭찬과 인정은 학생들에게 학습에 대한 외적 동기를 부여한다. 또한, 다른 학생들을 ‘지식을 함께 구성하는 협력자’로 인식하고, 소집단간 협력을 통해 학습에 대해 긍정적인 느낌을 갖게 된 것도 만족감의 향상에 영향을 주었을 것이라 분석된다.

한편, 주의력과 관련성의 경우 통계적으로 유의미한 결과가 나오지 않았다($p > .05$). 주의력의 경우, 유의미하지 않은 결과가 나온 것은 학생들이 소집단 활동에 익숙하지 않고, 토의·토론이 이루어지는 소집단 내의 분위기가 좋지 않은 영향을 주었기 때문으로 판단된다. 학생들에 대한 사후 설문 조사에서 ‘참여하지 않는 학생이 있어 실험에 집중하기 힘들었다’는 답변은 이를 증명한다.

관련성의 경우, 유의미하지 않은 결과가 나온 것은 학생들이 균류나 원생생물, 여러 가지 생물들에 대해 생소해하고 관심이 적었기 때문이라고 판단된다. 특히 이 단원에서 다루는 세균, 바이러스 등의 생물이나 원생생물은 눈에 잘 보이지 않기 때문에 눈에 잘 보이는 동물과 식물에 비해서 일반적으로 학생들이 가지는 친밀도가 적다. Lyons와 Breakwell(1994)은 자연에 대한 지적호기심과 친밀감은 자연에 대한 경험에서 유발된다고 하였는데, 학생들은 해당 생물에 대한 직·간접 경험의 횟수가 적었기 때문에 자신과 관련 있다고 느끼는 정도가 덜했을 것이다. 생물에 대한 흥미는 경험과의 지속적

인 상호작용으로 변화될 수 있기 때문에(전민정 등, 2012), 학생들에게 직·간접 경험의 기회를 늘려주고, 학생들이 학습 주제를 자신의 삶과 잘 연관지을 수 있도록 교사가 적절한 수업 상황을 제시해 주어야 할 필요성이 제기된다.

이상의 결과를 종합하면, 토의·토론을 활용한 과학 실험 수업은 전체적으로 과학학습동기에 긍정적인 효과를 주었으며, 특히 자신감과 만족감의 향상에 도움을 준 것으로 나타났다. 특히 다양한 학생들의 참여를 유발하는 과제 제시, 서로의 의견을 존중하는 교실 분위기 조성, 내적·외적 동기의 촉발이 학생들의 자신감과 만족감 향상에 영향을

준 것으로 생각된다.

2. 토의·토론을 적용한 과학 실험 수업이 학생들의 과학탐구능력에 미치는 효과

토의·토론을 적용한 과학 실험 수업이 학생들의 과학탐구능력에 미치는 효과를 알아보기 위해 실험 집단과 비교 집단의 과학탐구능력 사전, 사후 점수를 비교한 결과는 Table 6과 같다. 실험 집단의 평균이 비교 집단보다 조금 더 높게 나왔으나, 그 평균의 차이는 통계적으로 의미가 없었고($p>.05$), 따라서 두 집단을 동질 집단으로 간주하였다.

사후 검사 결과, 실험 집단의 과학탐구능력 평균

Table 6. The result of pre-test and post-test on science process skills

Domain	Group	Pre-test				Post-test			
		M	SD	<i>t</i>	<i>p</i>	M	SD	<i>t</i>	<i>p</i>
① Observation	Experimental	2.33	.761	.721	.475	2.83	.482	3.487	.001
	Comparative	2.20	.500			2.20	.764		
② Classification	Experimental	2.13	.741	.171	.865	2.88	.338	2.954	.005
	Comparative	2.16	.688			2.44	.651		
③ Measurement	Experimental	2.25	.608	1.055	.297	2.50	.659	.107	.916
	Comparative	2.44	.651			2.52	.653		
④ Inference	Experimental	1.83	.816	.765	.448	2.46	.658	2.158	.036
	Comparative	2.00	.707			2.00	.816		
⑤ Prediction	Experimental	2.50	.659	1.647	.106	2.58	.654	.553	.583
	Comparative	2.12	.927			2.48	.653		
⑥ Data transformation	Experimental	1.83	.868	1.801	.078	1.96	.955	.669	.507
	Comparative	1.40	.816			2.12	.726		
⑦ Data interpretation	Experimental	1.21	.932	.746	.459	2.08	.974	.957	.343
	Comparative	1.40	.866			1.84	.800		
⑧ Formulating hypothesis	Experimental	1.46	.833	1.752	.086	2.25	.737	1.642	.107
	Comparative	1.84	.688			1.84	.987		
⑨ Controlling variables	Experimental	2.04	.690	.178	.860	2.42	.776	1.289	.204
	Comparative	2.08	.812			2.12	.833		
⑩ Generalization	Experimental	1.92	.654	.573	.569	2.21	.721	1.148	.257
	Comparative	1.80	.764			1.96	.790		
Total	Experimental	19.50	3.600	.060	.952	24.17	3.497	2.835	.007
	Comparative	19.44	3.380			21.52	3.029		

* ①~⑤: Basic process skill, ⑥~⑩: Integrated process skill.

이 24.17점, 비교 집단의 평균이 21.52점으로 실험 집단의 과학탐구능력 평균이 비교 집단보다 높게 나타났으며, 통계적으로도 유의미한 차이를 보였다 ($p < .05$). 따라서 토의·토론을 적용한 과학 실험 수업이 그렇지 않은 수업에 비해 학생들의 과학탐구 능력에 긍정적인 영향을 주었음을 알 수 있다. 이와 같은 결과는 토론 강화 탐구실험이 중학생의 과학탐구능력을 향상시킨다는 이선미(2009)의 연구, 소집단 토론을 통한 수업이 과학탐구능력에 긍정적인 효과를 주었다는 문병호(2006)의 연구 결과와 유사하다.

과학탐구능력의 하위 요소 중에서는 기초탐구능력의 관찰, 분류, 추리 능력이 향상되었다. 실험 집단과 비교 집단에서 통계적으로 유의미한 차이를 보였으며 ($p < .05$), 비교 집단에 비해서 실험 집단의 평균이 높게 나타났다. 이는 토의·토론을 통해서 서로 다른 관점에서 현상을 관찰하고, 그것을 공유하는 활동이 관찰 능력에 긍정적인 영향을 주었기 때문인 것으로 생각된다. 또한 분류 과정에 대한 논의를 통해 분류 기준을 정교화하고, 협력적인 의사소통을 통해 추리해 나가는 과정에서 ‘분류’와 ‘추리’ 능력이 향상되었을 것이라 판단된다.

한편, 통합탐구능력의 각 요소를 살펴보면, 실험 집단과 비교 집단 모두에서 평균이 같거나 증가하였으나, 이는 통계적으로 유의하지 않은 것으로 나타났다 ($p > .05$). 이는 단원의 구성에서 기초탐구능력이 차지하는 비중이 높고 상대적으로 통합탐구능력을 다루는 차시의 비중이 적은 것에 따른 결과라고 생각된다. 실제로 단원에서 ‘버섯과 곰팡이를 현미경으로 관찰하기’, ‘해캄과 짙신벌레의 특징을 관찰하기’ 등 기초탐구능력을 활용한 차시가 많은 비중을 차지하였다. 또한 기초탐구능력의 경우 3~4학년 교과서에서부터 많이 다루기 때문에 익숙해져 있는 반면, 통합탐구능력에 대해서는 그렇지 않다. 게다가 학생들이 토의·토론을 통해 가설을 설정하고 실험을 설계하여 결론을 도출하는 과정에 완전히 적응하기에는 연구 기간이 충분하지 않았

기 때문에, 통합탐구능력의 효과가 나타나기 어려웠을 것이다. 따라서 학생들이 토의·토론 활동에 익숙해지기 위한 충분한 시간이 필요하며, 그러한 여건이 갖추어졌을 때 활발한 의사소통과 고차원적 사고 발달을 통해 통합탐구능력이 증진될 수 있을 것이다.

3. 토의·토론을 적용한 과학 실험 수업이 학생들의 과학 학업성취도에 미치는 효과

토의·토론을 적용한 과학 실험 수업이 학생들의 과학 성취도에 미치는 영향을 알아보기 위해 실험 집단과 비교 집단의 학업성취도의 사전, 사후 평균 점수를 비교하였고, 그 결과는 Table 7과 같다. 과학 학업성취도 사전 검사 결과, 두 집단의 평균의 차이는 통계적으로 의미가 없었기 때문에 두 집단을 동질 집단으로 간주하였다 ($p > .05$).

과학 학업성취도 사후 검사 결과, 실험 집단이 비교 집단의 평균보다 더 높게 나왔으나, 그 평균의 차이는 유의하지 않은 것으로 나타났고 ($p > .05$), 이를 통해 토의·토론 수업이 과학 학업성취도 측면에서 통계적으로 의미 있는 효과를 보이지 않음을 알 수 있었다. 이는 인지 갈등 유발에 토론을 결합한 실험 활동에서 성취도 향상에 유의미한 효과가 없다고 밝힌 강석진과 노태희(2000)의 연구 결과와 일치하며, Hynd *et al.*(1994)은 토론을 통해 학생들의 오개념이 변화되지 않거나 오히려 더욱 견고해질 수 있다고 하였다.

이처럼 토론을 활용한 실험 수업이 과학 학업성취도 향상에 효과가 없다는 연구들이 있는 반면, 이선미(2009)의 연구에서는 토론 강화 탐구 실험을 한 반이 전통적인 수업을 한 반보다 학업 성취도가 높았다고 밝혔다. 이와 같이 상반된 결과가 나오는 것에 대해, 정지숙(2005)은 수업의 어느 시점에서 토론을 강화했는지에 따라서 그 결과가 다르게 나올 수 있다고 하였다. 따라서, 토론을 어떠한 방법으로 활용하였는지에 따라 과학 학업성취도에 주

Table 7. The result of pre-test and post-test on science academic achievement

Domain	Group	Pre-test				Post-test			
		M	SD	t	p	M	SD	t	p
Total	Experimental	76.77	13.900	1.203	.235	87.50	11.703	1.845	.071
	Comparative	80.60	7.613			81.60	10.677		

는 효과가 다를 것이라 예상된다.

본 연구에서는 토의·토론을 활용하여 학생들의 의사소통의 기회를 증대시키고, 학생들의 개념 형성을 도와주도록 하였으나, 학생들의 학업성취도에서 긍정적인 영향을 이끌어내지는 못하였다. 선행 연구에 따르면 토의·토론을 통해서 학생들의 인지 갈등이 유발되어 학생들의 개념 변화를 이끄는 경우(Thijs & Bosch, 1995)도 있지만, 갈등이 유발되었다고 해서 항상 바람직한 지식이 구성된다고 보장할 수는 없다고 하였다(Dreyfus et al., 1990). 그러므로 토의·토론의 도입을 통해 효과적인 수업을 하기 위해서는 학생 및 교실에 대한 이해를 바탕으로 토의·토론을 수업 상황에 적절하게 활용해야 할 것이다.

한편, 학업 성취도에 대한 결과가 유의미하지 않게 나온 것은 여러 가지 원인이 있을 수 있다. 해당 단원의 내용을 재미있는 실험 수업으로 재구성하면서 학생들이 새로운 실험 도구나 과정에 집중하여 실험을 통한 의미 형성에 소홀했다는 점, 제한된 시간 내에 실험을 계획하고 수행하며 토론하는 과정이 학생에게 부담으로 작용했을 수도 있다는 점이 그 원인으로 예상된다. 따라서 수업 시 토의·토론 시간을 충분히 주고, 토의·토론을 수업에서 효과적으로 사용하는 방법 및 토론 활용에 관련된 PCK(pedagogical content knowledge; 교수법적 내용 지식)를 개발 및 적용하여 보다 긍정적인 효과를 이끌어낼 수 있도록 해야 할 것이다.

4. 토의·토론을 활용한 과학 실험 수업에 대한 학생들의 사후 설문조사 응답 분석

학생들의 과학학습동기, 과학탐구능력 및 과학 학업성취도에 대한 정량적인 분석만으로는 토의·토론이 적용된 수업에 대한 학생들의 생각과 그 이유를 자세히 파악하기 어렵다. 따라서 학생들의 반응을 좀 더 알아보기 위해 실험 집단의 학생 24명을 대상으로 사후 설문 조사를 실시하였다. 다음은 학생들의 설문 조사 응답과 그에 대한 분석을 제시하였다.

<질문 1> 실험을 하는 과학 수업과, 실험을 하지 않는 과학 수업은 어떤 차이가 있나요?

- 실험을 하면 원리를 외우기보다 이해하게 되어 원리를 더 쉽게 알 수 있다.

- 실험을 하는 과학 수업에서는 더 확실히 개념을 이해할 수 있었지만, 실험을 하지 않는 과학 수업에서는 이해하는 데 더 많은 시간이 걸렸다.
- 실험을 하면 과학 내용이 더 잘 이해되고 과학 실험에 조금 더 흥미가 있게 되고, 오랫동안 기억에 남는다. 하지만 실험을 하지 않으면 기억이 오래 남지 않고 이해가 잘 되지 않으며 그 원리를 모를 수도 있다.

응답 분석 결과, 학생들은 실험하지 않는 수업보다 실험하는 수업을 더 선호하였다. 학생들은 전반적으로 실험을 활용하였을 때 수업이 더 재미있고, 실험의 원리가 잘 이해되며, 오랫동안 기억에 남는다고 생각하였다. 후속 질문을 통해 실험에서 토의·토론 활동에 대한 반응을 살펴보았다.

<질문 2> 선생님이 실험 계획을 모두 알려줄 때와, 여러분들이 모둠별로 토의·토론해서 실험 계획을 짜는 때의 차이점은 무엇인가요?

- 선생님께서 실험 계획을 알려주면 그냥 생각을 하지 않고 실험을 하게 되는데, 모둠별로 토의, 토론을 하면 생각을 많이 하게 되어서 과학적 능력이 더 뛰어나게 되는 것 같다. 과학은 생각을 하며 새로운 것을 창조해야 하기 때문에 생각해서 하는 토의와 토론을 하는 것이 중요하다고 생각한다.
- 선생님이 실험 계획을 모두 알려주면 로봇처럼 실험을 하는 느낌이지만, 우리가 토의할 때는 실험을 하고 나서 뿌듯했다.
- 선생님이 실험 계획을 모두 알려주면 그냥 받아 적어서 머릿속에 오래 남지 않는다. 하지만 모둠별로 토의, 토론을 해서 실험 계획을 짜면 더 머릿속에 남고 더 열심히 하고 싶어진다.

응답을 통해, 학생들이 모둠별로 토의·토론해서 실험 계획을 짜는 것에 대해 긍정적으로 생각하고 있음을 알 수 있다. 특히 한 학생은 응답에서 ‘소집단 토의·토론을 하게 되면 생각을 많이 하게 되어서 과학적 능력이 더 뛰어나게 된다’고 하였고, ‘과학은 새로운 것을 창조하기 때문에 토의·토론이 중요하다’고 하며, 과학의 본성과 관련하여 필요성을 서술하였다. 그러나 양일호(2007)의 연구에 따르면, 초·중등학교 과학 실험 수업에서는 개념 확인 중심의 확인 실험 수업이 주로 진행되고 있어 학생들이 과학적 사고를 향상시킬 수 있는 기회가 적게 주어진다. 따라서 실험수업에서 학생들의 과학적 사고가 향상되기 위해서는 추가적인 교육적 지원이 필요하며, 학생들의 답변을 통해 볼 때 토

의·토론은 이를 위한 유용한 방법이 될 수 있다.

<질문 3> 실험 과정 중에 친구들과 토의, 토론하면 어떤 점이 좋은가요?

- 서로 모르는 것과 궁금한 점 등을 공유할 수 있어서 좋다. 또 친구들과끼리 토의, 토론을 하니깐 수준이 비슷해서 이해가 잘 된다.
- 실험 과정 중 친구들과의 토의, 토론을 할 경우에는 자신의 의견과 상반되는 부분과 마주해서 실험을 더 좋은 방향으로 이끌어 갈 수 있어 좋았다.
- 실험 과정 중에 친구들과 토의, 토론하면 어려운 상황을 행동하여 잘 끝낼 수 있고, 끝낸 뒤 뿌듯하고 자랑스러운 기분이 든다.

응답 분석 결과, 학생들은 실험 과정 중의 토의·토론에 대해 긍정적인 반응을 보였다. 특히, 학생들이 토의·토론을 통해 수업의 내용을 더 잘 이해하게 되었다는 답변과 관련하여 이신영 등(2016)은 논변 활동(argumentation)이 과학 개념을 습득하는데 효과적인 이유는 학생들이 지식이 생성되고 수정되어 가는 인식적 실행 과정을 경험적으로 수행하면서 과학 개념을 이해하기 때문이라고 하였다. 또한 학생들의 응답으로 미루어 보았을 때, 토의·토론 활동은 인지 갈등을 유발 또는 해소하게 하고, 더 나은 방향을 모색함으로써 수준 높은 탐구로 이끌며, 참여도와 성취감을 높여주는 효과가 있는 것으로 보인다.

<질문 4> 실험 결과를 정리할 때 모둠별로 발표하고 '질문이나 보충 있습니까?'를 사용했습니다.

질문과 답하기를 통해 전체적으로 토의·토론할 때 어떤 점이 좋았나요?

- 내가 몰랐던 것을 알 수 있고, 내가 질문하지 않아도 다른 학생이 대신 해주어서 내가 생각하지 못했던 질문까지 해줬다.
- 각 모둠의 의견을 듣고, 발표를 듣고 질문이나 보충을 하니깐 우리가 발견하지 못한 것들을 보충할 수 있었고, 질문에 대해 답을 하니깐 지식이 더 튼튼해지는 것 같았다.
- 친구들에게 알려줄 것을 설명함으로써 어떻게 하면 잘 설명할 수 있을지 생각해볼 수 있었고, 서로 모르는 것을 지적하고 알려줄 수 있었다.

실험 집단의 수업에서는 '질문이나 보충 있습니까?'라는 학생의 질문을 통해 학급 전체의 의사소통을 증진하고, 반박과 반론이 활발하게 일어나도

록 하였다. 윤선미와 김희백(2011)의 연구에서는 과학적 논변 구성을 위한 탐구 과제를 개발하기 위해 모순적인 내용을 포함하여 학생들이 이에 반박하는 증거나 주장을 제시하도록 하였다. 이를 통해 학생들이 외부 갈등에 접하면서 자신의 생각에 대해 반성하고, 다른 학생과 협의하며, 높은 수준의 논변이 나타날 수 있기 때문이다. 친구들의 질문에 대해 답을 하면서 내용을 한 번 더 생각해 보게 되었고, 이해한 것을 말로 재구성하는 과정에서 지식이 더 견고해졌다는 학생들의 답변은 이 사실을 뒷받침한다. 또한 이 연구에서는 결론 도출 단계에서 다른 모둠의 발표와 비교하기를 통해 의사소통의 기회를 늘렸는데, 이는 친구의 생각과 비교하기를 통해 자신의 주장이나 근거를 점검할 수 있게 한다. 학생들은 토의·토론을 통해 자신이 몰랐거나 미처 발견하지 못한 부분에 대해 보충할 수 있었다고 답하였다.

<질문 5> 토의·토론을 적용한 과학 실험 수업이 도움이 되었나요? 도움이 되었다면 어떤 점에서 도움이 되었고, 그 이유는 무엇인가요?

- 도움이 되었다. 친구들과 의견을 합하여 더 좋은 방향을 찾아볼 수 있었고, 다음으로 친구들의 의견과 내 의견을 비교하여 볼 수 있었기 때문이다.
- 도움이 되었다. 모둠별로 토론을 하면서 자신 스스로 모르는 것을 추측해볼 수 있었다. 그리고 내가 알고 있던 것, 생각했던 것이 틀렸는지 맞았는지 확인할 수 있었다.
- 도움이 되었다. 서로의 생각을 진짜 과학자처럼 발표한 점 덕분에 과학 수업이 재미있어졌다.

학생들의 답변 중 '서로 틀린 점을 고쳐가며 토론할 수 있다', '친구들의 의견과 내 의견을 비교하여 더 좋은 방향을 찾아볼 수 있다'라는 답변은 학생들이 지식 구성의 사회적 속성을 경험했다는 것을 의미한다. Duschl and Osborne(2002)은 학생들이 논변 활동 실행을 통해 과학 지식의 사회적 속성을 이해할 수 있다고 하였으며, NRC(2000)는 학생들이 논변 활동에서 자신의 주장을 논리적으로 구성할 뿐만 아니라, 다른 사람들의 논변을 비판하고 결점을 발견할 수 있다고 하였다. 또한 '서로의 생각을 진짜 과학자처럼 발표해서 과학이 재미있었다'는 답변은, 학생들이 과학자처럼 생각하고, 행동함으로써 과학에 대한 흥미가 높아졌음을 말해준다.

<질문 6> 토의·토론을 적용한 과학 실험 수업이

자신의 학습 태도에 어떤 변화를 가져왔나요?

- 토의와 토론을 하기 전에는 모르는 것이 있으면 무조건 선생님께 물어보았는데, 토의, 토론을 하고 나니 모르는 것이 있으면 친구들에게도 물어보게 되었다.
- 친구의 말에 경청을 잘 하지 않았는데, 토의·토론을 할 때는 내가 몰랐던 내용이나 궁금한 대답이 나와서 귀 기울여 듣게 된다.
- 일상생활에서 비판적 사고를 더욱 활용하는 능력을 키울 수 있었고, 학습 중 궁금한 것을 바로바로 물어보는 습관이 생겼다.
- 자신이 모르는 것을 자기 스스로 유추하는 태도와 친구들에게 어떤 사실을 설명해주는 태도를 가지게 했다. 그 덕분에 과학 수업과 실험에 더 적극적으로 되었다.

학생들의 답변을 분석한 결과, 토의·토론을 활용한 과학 실험 수업이 학생들의 태도에 긍정적인 영향을 주었음을 알 수 있었다. 이는 문병호(2006)의 연구에서 소집단 토론 수업이 학생들의 과학에 대한 태도에 긍정적인 영향을 준다고 밝힌 것과 같은 맥락이다. 특히 본 수업을 통해 학생들의 수업 참여도, 집중도가 높아졌으며, 다른 학생들에게 말로 설명하고 모르는 것을 묻는 과정에서 교사-학생 간 의사소통과 더불어 학생-학생 간의 의사소통이 증가하였다는 의의가 있다.

<질문 7> 토의·토론을 적용한 과학 수업에서 힘들거나 어려웠던 점은 무엇인가요?

- 의견을 아무도 내지 않을 때, 다른 친구들이 장난을 칠 때, 잘 생각이 나지 않을 때가 힘들었고, 친구들의 의견을 모아 하나로 문장을 만들어 결과를 정리할 때 힘들었다. 또 친구들이 자신의 의견은 왜 반영하지 않느냐고 했을 때 조금 힘들었다.
- 모두가 의견이 같더라도 이것이 맞는 답인지 헷갈릴 때, 그리고 의견이 모두 달라서 각자 자기주장만 할 때 힘들었다.
- 발표할 때 내 의견이 틀리거나 실험 결과를 틀리게 발표할까봐 걱정이 되어서 발표 같은 것을 잘 하지 못하겠다.
- 매번 토의, 토론을 해야 해서 시간도 부족한 감이 들었고, 계속 의견을 내다보니 힘들었다.

위의 응답을 통해 토의·토론 수업이 원만하게만 이루어지는 것은 아님을 알 수 있었다. 답변에서 학생들이 토의·토론 과학 실험 수업에서 겪은 어려움을 발견하였고, 이를 바탕으로 토의·토론 수업을 성공적으로 이끌기 위한 방법을 도출해 보

았다. 첫째, 학생들이 상충되는 의견을 하나로 모을 수 있도록 교사의 중재가 필요하고, 학생들이 의견 조율 과정을 많이 경험해볼 수 있도록 해야 한다. 둘째, 학생들이 오답에 대해 심리적 부담을 가질 수 있으므로 허용적인 학급 분위기 조성을 통해 토의·토론에 대한 심리적 장벽을 낮춰줄 필요가 있다. 셋째, 활동 시간이 부족한 경우 시간 블록 타임 운영제 등을 이용하여 충분한 시간을 제공하여야 한다. 넷째, 학생들의 토의·토론만으로는 풀리지 않는 문제에 대해서 적절한 시점에 교사가 개입하여 인지적 발판을 제공해줄 필요가 있다.

<질문 8> 앞으로도 토의·토론을 적용한 실험 수업을 하고 싶나요? 그 이유는 무엇인가요?

- 네, 훨씬 이해하기 쉽고, 서로 의견을 주고받다 보면 모르는 것도 알 수 있고, 내가 직접적으로 발표할 기회가 많아 유익한 것 같다.
- 네, 토의·토론을 하면 상대방의 의견과 생각을 경청하고 더 존중할 수 있기 때문에 토의·토론 과학 실험을 더 하고 싶다.
- 네, 토의·토론을 적용한 실험 수업을 함으로써 과학에 대해 생각하는 태도, 과학을 공부하는 태도 등이 바뀌었고, 과학 수업에 더 적극적으로 참여할 수 있었다.
- 앞으로 토의·토론을 적용한 실험 수업을 계속 하고 싶다고 묻는다면 나는 하고 싶다고 말할 것이다. 왜냐하면 과학이 이해가 더 잘 되었고, 암기 위주로 공부하는 공부 방법 속에 조금이라도 생각할 수 있으며, 나의 생각을 기를 수 있는 시간이 정말 좋았기 때문이다.

학생들의 응답을 통해서 학생들이 토의·토론을 활용한 과학 실험 수업에 대해 효과적이라고 생각하고 있음을 알 수 있었다. 학생들은 수업동안 내용이 이해가 잘 되었고, 생각할 기회가 많아졌다. 상대방의 의견을 존중하게 되었으며, 과학을 공부하는 태도나 과학에 대해 생각하는 태도가 바뀌었고, 수업에 참여할 기회가 늘어났다고 답변하였다. 학생들의 응답을 분석한 결과, 전체 24명의 실험 집단 학생들 중 22명(91.67%)의 학생들이 토의·토론을 활용한 실험 수업을 또 하고 싶다고 답변하였으며, 이를 통해 학생들이 토의·토론 활용 실험 수업에 대해 긍정적인 반응을 보였다고 해석하였다.

IV. 결론 및 제언

본 연구에서는 6학년 2학기 과학의 ‘생명’ 영역

에서 토의·토론을 강조한 과학 실험 수업이 학생들의 과학학습동기와 과학탐구능력, 과학 학업성취도에 미치는 영향을 알아보았다. 본 연구의 결론은 다음과 같다.

첫째, 토의·토론을 활용한 과학 실험 수업은 학생들의 과학학습동기 향상에 유의미한 효과가 있었다. 특히 과학학습동기 하위 영역 중 자신감, 만족감의 영역에서 긍정적인 영향을 주었다. 자신감의 경우, 토의·토론 활동에서 학생들의 참여를 유발하는 과제에 의해 소집단 내에서 발언 기회가 증가하였고, 서로의 의견을 존중하는 교실 분위기로 인해 학생들의 자신감이 향상된 것으로 보인다. 또한 만족감의 경우, 자신이 이해한 것을 토의·토론을 통해 설명하는 과정에서 느낀 학습의 즐거움이 내적 동기를 유발하고, 동료와 교사의 칭찬 및 인정이 외적 동기를 유발하여 학생들의 만족감을 증가시킨 것으로 분석된다.

둘째, 토의·토론을 활용한 과학 실험 수업은 학생들의 과학탐구능력 향상에 긍정적인 효과를 주었다. 과학탐구능력의 하위 요소 중에는 기본탐구능력의 관찰, 분류, 추리 능력이 향상되었다. 관찰의 경우, 토의·토론을 통해 서로 다른 관점에서 현상을 설명하고 그것을 공유한 것이 학생들의 관찰 관점을 다양화하고 관찰 능력의 발달을 이끈 것으로 보인다. 또한 토의·토론을 통해 분류 기준을 정교화 함으로써 분류 능력이 향상되고, 협력적인 의사소통 과정에서 관찰 사실 이면의 내용을 유추할 수 있게 되어 추리 능력에 긍정적인 영향을 준 것이라 판단된다.

셋째, 토의·토론을 활용한 과학 실험 수업은 학생들의 과학 학업성취도에 통계적으로는 유의미한 효과를 주지 않은 것으로 나타났다. 이는 토의·토론 수업의 어려움에 대한 학생들의 설문조사를 통해 유추해볼 때, 학생들에게 실험 수업이 익숙하지 않고, 토의·토론을 위한 충분한 시간이 부족하여 학생들이 과학적 개념이나 실험의 의미에 대해 잘 파악하지 못한 것이 그 원인이라고 사료된다. 따라서 토의·토론 기회 제공 및 충분한 수업 시수 확보를 통한 개선이 필요할 것이다. 또한 학생들의 답변에서 서로 반대되는 의견이 있을 때 어떤 의견이 옳은지 판단이 어려웠다고 하였는데, 이에 대한 해결 방안으로 적절한 시점에 교사가 개입하여 인지적 발판을 제공함으로써 학생들의 올바른 과학

적 개념 형성에 도움을 주어야 한다.

넷째, 수업 후 실험 집단 학생들의 사후 설문조사를 분석한 결과, 학생들이 토의·토론을 활용한 과학 실험 수업에 대해 효과적이라고 인식하였음을 알 수 있었다. 실험 집단 학생의 대부분은 토의·토론 활용 수업에 다시 참여하고 싶다고 답변하였고, 이를 통해 학생들이 토의·토론 활용 실험 수업에 대해 긍정적인 반응을 보였다고 해석하였다.

학생들의 서술식 설문 응답을 분석한 결과, 토의·토론 수업은 실험에 대한 이해를 잘하게 해준다는 인지적 측면뿐 아니라, 다른 학생들의 의견을 존중하는 태도를 길러준다는 정서적 측면, 과학을 흥미롭게 인식하며 수업에 적극적으로 참여하게 된다는 행동적 측면에서 긍정적인 효과가 나타났다. 이는 과학의 기본 개념 이해, 과학 탐구 능력 및 과학적 태도 함양을 통해 과학적 소양을 기른다는 2009 개정 과학과 교육과정의 목표(교육과학기술부, 2011)와 부합한다. 또한 2015 개정 과학과 교육과정에서 제시한 과학과 핵심역량(교육부, 2015)인 과학적 사고력, 과학적 탐구 능력, 과학적 문제 해결력, 과학적 의사소통 능력, 과학적 참여와 평생 학습 능력 등을 길러주는 것과는 깊은 관련이 있다. 따라서 토의·토론을 과학 수업에 적극적으로 활용함으로써 교육과정의 취지에 맞는 수업을 구성할 수 있을 것이다.

이 연구는 토의·토론을 활용한 과학 실험 수업의 설계에 도움을 줄 수 있다. 그러나 토의·토론의 도입이 무조건 효과적인 학습으로 이어지는 것은 아니므로, 후속 연구에서 토의·토론을 수업 상황에서 효과적으로 활용하는 방법과 그러한 맥락을 조성해주는 교육적 지원 방안 등에 대해 더 살펴볼 필요가 있다. 이와 더불어 토의·토론이 학교 현장에서 잘 정착되고 활용되기 위해서는 깊이 있는 연구를 토대로 한 교사의 실천적인 노력이 요구된다. 즉, 지속적이고 체계적인 연구와 함께 교사가 이를 수업에서 적극적으로 도입하고 적절히 활용할 때, 학생들의 과학과 핵심 역량을 길러주고 과학적 소양을 함양하도록 하는 효과적인 과학 수업이 이루어질 수 있을 것이다.

참고문헌

강석진, 노태희 (2000). 토론 과정에서 사회적 합의 형성

- 을 강조한 개념 학습 전략의 효과. 한국과학교육학회지, 20(2), 250-261.
- 강석진, 한수진, 노태희 (2002). 과학 개념 학습에서 협동 학습 소집단 토론의 효과. 한국과학교육학회지, 22(1), 93-101.
- 권재술, 김범기 (1994). 초·중학생들의 과학탐구능력 측정도구의 개발. 한국과학교육학회지, 14(3), 251-264.
- 교육과학기술부 (2011). 과학과 교육과정. 교육과학기술부 고시 제 2011-361호 [별책 9].
- 교육부 (2015). 과학과 교육과정. 교육부 고시 제 2015-74호 [별책 9].
- 교육부 (2016). 초등학교 교사용 지도서 과학 6-2. 서울: 비상교육.
- 김동렬 (2010). 토론 및 글쓰기 중심의 과학 탐구 학습이 고등학생들의 과학 학습 동기 및 사회적 상호 작용, 과학 글쓰기에 대한 태도에 미치는 영향. 생물교육, 38(1), 111-122.
- 김자희 (2012). 초등학교 과학수업에서 토의·토론 활동에 대한 교사들의 지도실태 및 인식조사. 한국교원대학교 교육대학원 석사학위 논문.
- 문병호 (2006). 소집단 토론수업이 고등학생의 과학적 탐구능력과 과학에 대한 태도에 미치는 영향. 한국교원대학교 교육대학원 석사학위 논문.
- 배진호, 옥수경 (2009). 사회적 상호작용을 강조한 초등 과학 수업이 메타인지, 과학 학습 동기, 학업 성취도에 미치는 영향. 초등과학교육연구, 28(4), 519-527.
- 양승원 (2014). Name card 기법을 적용한 초등 과학 수업이 초등학생의 과학 학습 동기 및 학업성취도에 미치는 영향. 부산교육대학교 교육대학원 석사학위 논문.
- 양일호 (2007). 확인 실험 수업에서 나타나는 초등 교사들의 교수 행동 절차 분석. 초등과학교육연구, 26(4), 418-427.
- 윤선미, 김희백 (2011). 소집단의 논변활동을 위한 과학 탐구 과제의 개발과 적용. 한국과학교육학회지, 31(5), 694-708.
- 이선미 (2009). 토론 강화 탐구실험이 중학생의 학업성취도, 과학 탐구 능력 및 태도에 미치는 영향. 이화여자대학교 교육대학원 석사학위 논문.
- 이신영, 박소현, 김희백 (2016). 소집단 논변활동에 대한 협력적 성찰을 통한 중학생들의 소집단 규범과 논변 활동 능력 발달 탐색. 한국과학교육학회지, 36(6), 895-910.
- 전민정, 김홍태, 김재근 (2012). 초등학생들의 생물에 대한 흥미의 특성 및 경험과의 관계, 생물교육, 40(1), 1-14.
- 정지숙 (2005). 과학실험수업에서 소집단 토론의 시기가 과학 탐구 수행 능력과 언어적 상호작용에 미치는 효과. 한국교원대학교 대학원 박사학위 논문.
- Aufschnaiter, C. V., Erduran, S., Osborne, J. & Simon, S. (2008). Arguing to learn and learning to argue: Case studies of how students' argumentation relates to their scientific knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(1), 101-131.
- Chen, H.-T., Wang, H.-H., Lu, Y.-Y., Lin, H.-S. & Hong, Z.-R. (2016). Using a modified argument-driven inquiry to promote elementary school students' engagement in learning science and argumentation. *International Journal of Science Education*, 38(2), 170-191.
- Chinn, C. M. & Malhotra, B. A. (2002). Epistemologically authentic inquiry in schools: A theoretical framework for evaluating inquiry tasks. *Science Education*, 86(2).
- Dreyfus, A., Jungwirth, E. & Eliovitch, R. (1990). Applying the "cognitive conflict" strategy for conceptual change—some implications, difficulties, and problems. *Science Education*, 74(5), 555-569.
- Driver, R., Newton, P. & Osborn, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84(3), 287-312.
- Duschl, R. A. & Osborne, J. (2002). Supporting and promoting argumentation discourse in science education. *Studies in Science Education*, 38(1), 39-72.
- Hynd, C. R., McWhorter, J. Y., Phares, V. L. & Suttles, C. W. (1994). The role of instructional variables in conceptual change in high school physics topics. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(9), 933-946.
- Jenkins, L. (2011). Using citizen science beyond teaching science content: A strategy for making science relevant to students' lives. *Cultural Studies of Science Education*, 6(2), 501-508.
- Keller, J. M. (1987). Development and use of the ARCS model of motivational design. *Journal of Instructional Development*, 10(3), 2-10.
- Kuhn, D. (1993). Science as argument: Implications for teaching and learning scientific thinking. *Science Education*, 77(3), 319-337.
- Lin, H. S., Hong, Z. R. & Chen, Y. (2013). Exploring the development of college students situational interest in learning science. *International Journal of Science Education*, 35(13), 2152-2173.
- Lyons, E. & Breakwell, G. M. (1994). Factors predicting environmental concern and indifference in 13- to 16-year-olds. *Environment and Behavior*, 26(2), 223-238.
- National Research Council(Ed.). (2000). Inquiry and the national science education standards : A guide for teaching and learning. Washington, DC: National Academy Press.

OECD (2003). Definition and selection of competencies: Theoretical and conceptual foundations (DeSeCo). Paris, France: OECD publishing.

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.

Sampson, V., Enderle, P., Grooms, J. & Witte, S. (2013). Writing to learn and learning to write during the school science laboratory: Helping middle and high school students develop argumentative writing skills as they learn core ideas. *Science Education*, 97(5), 643-670.

Thijs, G. D. & Bosh, G. M.(1995). Cognitive effects of

science experiments focusing on students' preconceptions of force: A comparison of demonstrations and small-group practicals. *Science Education*, 17(3), 311-323.

Trowbridge, L. W., Bybee, R. W., & Powell, J. C. (2000). Teaching secondary school science: Strategies for development scientific literacy(7th ed). Upper Saddle River, NJ: Merrill.

Watson, J. R. (2000). The role of practical work. In M. Monk & J. Osborne(Eds.), Good practice in science teaching: What research has to say (pp. 57-71). Buckingham, UK: Open University Press.

부록 1. 토의·토론을 활용한 과학 실험 수업 지도안의 예시

<수업의도> 본 차시는 발견학습 모형을 적용하였으며, 소집단 토의·토론 활동을 통해 탐구 과정을 경험하고 과학탐구능력 및 과학적 의사소통 능력을 향상할 수 있도록 하였다. 핸드 플레이트를 이용한 수업을 설계하여 화장실, 교실, 놀이터 등 세균이 많은 곳을 모듈별로 다르게 지정하고, 다양한 장소에 따른 실험 결과를 예측해 보았다. 이를 통해 우리 주변에 세균이 존재함을 간접적으로 유추하고, 위생 습관의 중요성을 생각해 보도록 했다.

단원(차시)	1. 생물과 우리 생활(5~6/11)			
학습 주제	세균에 대해 조사하고, 우리 주변의 세균을 확인하기 위한 실험 설계하기			
토의·토론활동	1) 실험 설계 단계	세균에 대해 조사한 것 모듈별로 발표하기, 세균의 특징과 하는 일 알아보기, 세균 검사 방법 토의하기		
	2) 실험 실행 단계	모듈별로 조건을 달리하여 핸드 플레이트를 이용한 실험 설계하여 실행하기		
	3) 결론 도출 단계	핸드 플레이트 실험 결과 발표하기, 모듈별 결과를 비교하여 토의하기, 알게된 점, 느낀 점 및 실천할 점 발표하기		
단계	학습과정	교수·학습 활동		유의점
		교사활동	학생 활동	
탐색 및 문제과악	동기유발	• 세균에 대한 동영상 제시하기	• 동영상 시청하기	※모듈별로 미리 조사해온 결과를 모은다.
	학습문제 확인	• 학습 문제 안내하기 ♣ 핸드플레이트를 이용해 손의 세균을 검사해 봅시다.	• 학습 문제 확인하기	
자료제시 및 관찰 탐색	조사결과 발표	【활동1】 세균 조사 결과 발표하기		※다른 모듈의 발표를 잘 듣고 질문할 수 있도록 한다.
		• 세균에 대해 조사한 것을 모듈별로 정리하여 발표해 봅시다. • 세균의 특징을 알아봅시다. • 세균의 하는 일에 대해 말해 봅시다. • 우리 주변에 세균이 있다는 것을 확인할 수 있는 방법을 토의해 봅시다.	• 모듈별 발표를 듣고 질의응답하기 • 세균의 특징 알아보기 • 세균의 하는 일에 대해 짝에게 설명해 보기 • 우리 주변에 세균이 있다는 것을 확인할 수 있는 방법 토의하기	
추가자료 제시 및 관찰 탐색	실험 설계하기	【활동2】 핸드 플레이트 실험 계획하기		※6모듈 중 한 모듈은 손을 씻어서 대조군을 만든다.
		• 모듈별 장소를 다르게 하여 핸드 플레이트 실험을 계획해 봅시다. • 실험 계획을 발표해 봅시다.	• 모듈별 조건을 달리하여 실험 설계하기 • 실험 계획 수정 및 보완하기	
규칙성발전 및 개념정리	결론 도출하기	【활동3】 실험 결과 발표하기		※모듈별 실험 결과 사진을 프로젝트 TV에 띄워 결과를 비교한다. 스마트 기기의 미러링을 사용할 수도 있다.
		• 실험 결과 발표 후 질의 응답해 봅시다. • 모듈별 결과를 비교하여 토의해 봅시다. • 실험을 통해 알게된 점을 발표해 봅시다. • 세균의 특징, 하는 일, 사는 환경에 대해 짝에게 설명해 봅시다.	• 모듈별 실험 결과 발표 및 질의응답하기 • 장소별로 실험 결과 비교하여 토의하기 • 실험 결과 및 소감 발표하기 • 짝에게 가르쳐주기 (하브루타 기법 이용)	
적용 및 응용	학습내용 정리	• 알게된 점, 느낀 점, 실천할 점을 말해봅시다.	• 알게된 점, 느낀 점, 실천할 점을 발표하기	