

예비 화학 교사의 논의와 글쓰기가 강조된 탐구 중심 과학 수업 계획과 수행: 어려움과 극복과정을 중심으로

방애리 · 최애란*

이화여자대학교 과학교육과
(접수 2016. 2. 16; 게재확정 2016. 8. 25)

Pre-Service Chemistry Teacher's Designing and Implementing Inquiry-Based Science Instruction that Emphasizes Argumentation and Writing: Focus on Ways to Overcome Difficulties

AeRee Bang and Aeran Choi*

Department of Science Education, Ewha Womans University, Seoul 03760. *E-mail: achoi@ewha.ac.kr
(Received February 16, 2016; Accepted August 25, 2016)

요약. 본 연구에서는 예비 화학 교사가 논의와 글쓰기가 강조된 탐구 중심 과학 수업을 개발하고 적용하는 과정에서 직면하는 어려움과 이를 극복해나가는 과정을 분석하였다. 이를 위해 예비 화학 교사가 각 주제 수업 개발 후, 10개 주제 전체 수업 개발 후, 각 주제 수업 수행 후, 10개 주제 전체 수업 수행 완료 후에 작성한 반성적 저널, 수업 지도안, 수업 녹음, 학생 작성 활동지 등을 분석하였다. 예비 화학 교사는 논의와 글쓰기를 강조한 탐구 수업 과정에서 자신의 과학 지식이 부족함을 인식하고 이후의 수업 준비에서는 철저한 과학 개념 확립을 위한 노력을 하였다. 학생 수준 파악의 어려움은 현장 경력교사의 조언, 학생들과의 상호작용, 교과서의 서술 내용 분석 등을 통하여 극복하려 노력하였다. 또한 다양하고 방대한 과학 수업 자료를 참고하여 탐구 중심 과학 수업 지도안을 개발하는데 어려움을 겪었고, 각 주제의 수업 목표를 명확히 세운 후 구체적인 교수-학습 활동을 선정할 수 있었다. 수업 시간을 효율적으로 운영하고 적극적인 학생 참여를 유도하는데도 어려움을 겪었고 현장 경력 교사의 조언을 토대로 격려와 통솔을 병행함으로써 향상되었다. 또한 수업을 진행하면서 논의와 글쓰기에 대한 구체적인 가이드 제공의 필요성을 느끼고 이를 실시하여 학생들의 논의 참여와 글쓰기 수준 향상을 도모하였다.

주제어: 예비교사, 탐구중심 과학수업, 논의, 글쓰기

ABSTRACT. The purpose of this study was to investigate inquiry-based science instruction developed and implemented by a pre-service chemistry teacher regarding the difficulties that she encountered and the ways how she tried to solve out problems. Main data of this study were pre-service teacher reflections that were written after developing both each lesson plan and the whole 10 lesson plans, and after implementing both each lesson and the whole classes. Supplemental data were lesson plans, class audio recordings, and student written journals. The pre-service teacher learned that she was lack of science content knowledge and understanding of students' understandings. Also she had difficulties of developing inquiry-based science lesson plans, managing classrooms, and guiding students to engage in science inquiry. In order to overcome the difficulties, she asked for advice to experienced teachers, studied science concepts using textbooks and internet resources, provided detailed and concrete guidance for student argumentation and writing.

Key words: Pre-service teacher, Inquiry-based science instruction, Argumentation, Writing

서론

학교 교육 현장에서 탐구 능력 향상이라는 과학 교육 목표 달성을 위해 학생들에게 제공하는 기회는 제시된 실험 과정에 따라 데이터를 수집하고 분석하여 이미 학습한 과학 법칙·원리 등을 확인하는 절차적인 활동인 경우가 대부분이다.¹⁻³ 과학자들의 과학 탐구는 단순히 실

험을 수행하거나 현상을 관찰하는 것이 아니라 수집한 과학적 근거의 신뢰성, 정확성, 타당성 등을 동료와의 토의를 통해 검토하고 다중 표상을 포함한 글쓰기를 통해 과학 지식을 정립해 나가는 과정이다. 이러한 관점에서 학생들의 비판적·논리적 사고력 향상을 위한 논의와 과학 글쓰기를 포함한 탐구 활동의 필요성이 강조되었고, 우리나라에서는 2007 개정 과학 교육 과정 이후 과학 글

쓰기와 토론 활동이 과학 교과서뿐 아니라 다양한 과학 학습 프로그램에 포함되어 왔다.⁴⁻⁹

과학적 증거를 바탕으로 한 논리적 사고 과정을 글로 표현하는 학생들의 능동적인 과학 글쓰기는 과학 개념 이해, 과학에 대한 흥미, 과학적 태도 등에 긍정적인 영향을 미친다는 연구가 다수 보고되어 왔다.^{6,10-15} 또한 자신의 주장을 동료에게 설득하거나 동료의 주장을 반박하고 자신의 주장을 반성하는 논의 활동을 경험한 학생들은 과학 성취도, 비판적 사고, 과학적 태도 등의 향상을 보인다는 연구 결과가 다수 보고되어 왔다.^{7,14,16-18} 과학 탐구에서 논의와 글쓰기를 강조하는 교수-학습 전략의 한 예로 탐구적 과학 글쓰기(Science Writing Heuristic: SWH)에서는 학생들이 주장을 뒷받침하는 증거를 제시하고 동료들과 상호작용을 통해 주장과 증거를 정교화하는 과정을 경험하도록 하는데,¹² 이러한 학생들이 비교 집단 학생들보다 학업 성취도와 정의적 영역에 긍정적 결과를 보였음이 보고되어 왔다.^{14,15,19,20}

Osborne 등(2004)¹⁶이 과학적 논의에 대한 교육을 충분히 받은 과학 교사들의 수업에서 학생들의 논의의 질이 높음을 보고한 바와 같이, 논의와 글쓰기가 강조된 과학 탐구 수업이 이루어지기 위해서는 과학 교사가 논의와 글쓰기가 강조된 과학 탐구에 대한 충분한 이해와 경험을 가지고 있어야 한다. 하지만 과학 교사 대부분이 논의와 글쓰기가 포함된 과학 탐구에 대한 이해가 부족하고, 탐구 중심 과학 교수에 대한 실제 경험이 부족하기 때문에 학생들에게 과학 탐구를 할 수 있는 기회를 제공해주는 것에 대한 어려움을 느낀다는 연구가 다수 있어왔다.²¹⁻²⁴ 실제 현장의 교사들은 과학 글쓰기라는 용어를 생소하게 느끼거나 과학 글쓰기의 필요성을 인식하지 못하고 구체적인 피드백 없이 단원 정리하는 요약 글쓰기 정도로만 과학 글쓰기를 활용하는 소극적인 태도를 보이는 경우가 많은 것으로 나타났다.^{7,25} 또한, 이효녕 등(2009)²⁶은 현직 교사 다수가 논증 활동에 대해 들어본 적이 없다고 응답했으나 학생들의 논리적 사고 향상을 위해 필요함을 인식하고 있으므로 교사들의 논증 활동 이해를 위한 충분한 교사 교육 자료가 제공되어야 함을 주장했다. 장신호(2006)²⁷도 예비 초등 교사들이 탐구의 중요성에 대해서는 인식하고 있으나, 실제로 탐구 수업을 진행하는 방식에 대해서는 딜레마에 처해 있으므로 탐구에 대한 명확한 이해를 할 수 있도록 돕는 과학 교사 교육 프로그램을 개발·운영하는 일이 절실하다고 주장하고 있다. 김지숙과 권혁순(2006)²⁸의 연구에서 예비 교사들은 과학 글쓰기 교육을 받아본 경험이 없고 과학 글쓰기라는 단어를 생소하게 느끼고 과학 글쓰기 활동에 대해 부담감이나 어려움을 느끼고 있으나, 과학 지식의 이해에 도움이 되는 활동으로 인식하

는 것으로 나타났다. 이와 같은 연구 결과들은 예비 교사 양성과정에서 논의와 글쓰기를 강조한 탐구 교수-학습 계획 및 수행 과정에 대한 구체적이고 실제적인 도움을 제공할 필요가 있음을 시사한다.

교사 양성 과정이나 현장 교사 교육에서 실제 수업 환경에서 일어나는 다양한 문제를 인식하고 해결 방안을 체험하는 기회를 갖는 것은 교사의 실천적 지식 함양에 매우 중요하다.²⁹ 예비 과학 교사들은 교사 양성 과정에서 과학교육론을 배우고, 여러 가지 수업 모형에 따른 수업 지도안을 작성하고 수업 시연을 해보고, 교육 실습을 통해 실천적 지식을 습득하게 된다. 이러한 경험이 실제 현장에서의 과학 교수 활동의 기초가 되나 실천적 지식을 형성하기에는 부족한 것이 현실이다.^{30,31} 특히 교육 실습은 예비 교사들이 교사 양성 과정에서 배운 내용을 현장에서 실천해볼 수 있는 기회이지만 예비 교사들이 자신이 배운 지식을 제대로 활용하지 못하고 있는 것이 현실이다.^{32,33} 교과 교육 관련 과목에서의 구성주의적 교수-학습 경험에 영향을 받아 학생 중심 수업에 대한 이미지를 형성하고 있던 예비 교사들이 교육 실습 후 교사 중심 수업 지향으로 변화한다는 결과가 보고된 바 있다.³⁴⁻³⁶ 이는 예비 교사가 교육 실습을 통한 교수 경험을 통해 교사 양성 과정에서 배운 것과 학교 현장과의 괴리감을 느끼게 되었기 때문일 것이다. 이러한 관점에서 방과 후 수업, 현장 학습, 지역 공부방, 생활 과학 교실 등의 교육 환경에서 예비 교사가 능동적으로 수업 설계와 수업 실행을 하는 경험은 교사 양성 과정에서 발전시킨 신념을 유지하면서 교과교육학지식을 함양하여 수업 전문성을 기를 수 있는 기회가 될 수 있을 것이다.^{35,37}

탐구 중심 과학 수업 관련 선행 연구는 과학 교사의 탐구에 대한 인식조사, 탐구 수업 처치 이후 학생 학업 성취도, 학습 동기, 과학적 태도 분석, 학생의 주장과 증거 분석 등의 연구가 대부분이었다.^{14,19,38,39} 예비 교사를 대상으로 한 연구로는 논의와 글쓰기 수업을 적용한 후 예비 교사의 성취도 및 글쓰기 수준 등 효과를 보고한 연구, 또는 교육 실습 과정에서 예비 교사가 겪는 어려움이나 예비 교사의 수업 설계나 모의 수업에서 활용하는 지식 등을 조사한 것이 있었으나, 예비 교사가 탐구 중심 과학 수업을 직접 계획하거나 수행하는 과정에서 어떤 어려움이 있는지에 대한 연구는 거의 찾아보기 어렵다.^{33,40-42} 조성민과 백종호(2015)⁴³는 2개 주제의 중학생 자유 탐구를 지도한 예비 과학 교사의 탐구에 대한 인식과 탐구 지도의 실천 사이의 어떤 딜레마가 있었는지에 초점을 두고 보고하였으나, 예비 교사가 인식한 어려움을 극복해 나가고자 하는 노력은 언급하지 않았다. 본 연구에서는 예비 화학 교사가 20차시의 방과 후 수업을 위한 과학 탐구 수업 지도안을 개발

하고 수업을 수행하는 과정을 성찰한 반성적 저널을 주 자료로 하여 예비 화학 교사가 겪은 어려움과 이를 극복해 나가는 과정을 심층적으로 분석하여 연구 결과의 현장적 함성을 높이고 구체적이고 실질적인 시사점을 제공하고자 한다.

연구 방법

연구 대상

본 연구의 제 1 저자인 예비 화학 교사가 실험 보조원으로 근무한 중학교에서 개설한 방과 후 과학 수업에 중학교 2학년 학생 9명(남학생 5명, 여학생 4명)이 신청하고 수업에 참여하였다. 수업을 계획하고 수행한 예비 화학 교사(이후 예비 교사 S라 함)는 학부에서 화학을 전공하고 졸업 후 중학교 실험보조원으로 근무하면서 실험 수업 준비와 과학 교사 보조를 하며 교육대학원 화학교육학과에 5학기 재학 중이었다. 학부에서 유기화학, 무기화학, 물리화학, 분석화학 등 화학과 기본 전공과목을 이수하고 교육대학원에서는 교직과목과 고급 화학내용학 및 화학교과교육학 과목들을 수강하였다. 교육대학원 3학기 재학 중에 '화학논리및논술교육론' 수업에서 논의와 과학 글쓰기 관련 국내·외 학술 논문들을 읽고 토론하는 과정을 통해 논의와 글쓰기를 강조한 탐구 학습의 중요성에 대해 인식하였다. 교육대학원 4학기 재학 중에는 4주간 교육 실습에서 중학교 2학년 과학 2차시의 수업을 5개 학급에서 한 경험이 있다. 예비 교사 S는 본 연구에서의 탐구 중심 과학 수업 개발 과정을 위해 논의와 글쓰기를 강조한 탐구 수업에 관한 국내외 학술논문뿐 아니라, 토론수업모형, 순환학습모형, 발문법 등 여러 가지 교수 학습 전략에 대한 고찰도 하였다.

탐구 수업 주제와 계획 및 수행

예비 교사 S가 계획하고 수행한 방과 후 수업은 1일 45

분 수업을 2차시로 하고, 주 2회로 5주 동안 총 20차시였다. 예비 교사 S는 논의와 글쓰기가 강조된 탐구 중심 수업으로 적절한 주제를 정하기 위하여 중학교 과학 교육 과정을 검토하고 과학교육전문가 1인과 협의하여 Table 1과 같은 10개의 주제를 선정하였다. 7개 주제가 예비 교사 S의 전공인 화학 분야, 생물 분야 2개 주제, 지구과학 분야 1개 주제이었다. 예비 교사 S는 10개 각각에 대하여 논의와 글쓰기가 강조된 탐구 수업 지도안을 작성하고 교수-학습 보조 자료도 제작하였다. 학생들이 '나의 탐구 문제' '우리 조의 탐구 문제' '실험 설계 및 데이터 수집' '나의 주장과 증거' '우리 조의 주장과 증거' '반성하기'의 항목에 대한 글쓰기를 적극적이고 능동적인 논의를 통해 수행할 수 있도록 계획하였다. 예비 교사 S는 학생들의 흥미 유발을 위한 활동을 도입 단계에 포함시켜 학생들이 탐구 문제를 제기하고 조별 논의를 통해 의미 있는 탐구 문제를 제기할 수 있도록 유도하였다. 또한, 단순한 확인 실험이 아니라 학생들이 논의를 통해 설계한 과정에 의해 데이터를 수집하고 분석하여 주장과 증거를 글로 제시하는 탐구 수행을 통해 학생들 스스로 개념을 형성할 수 있는 기회를 제공하고자 하였다. 이 과정에서 학생들이 적극적으로 논의와 글쓰기를 할 수 있도록 촉진할 수 있는 교사의 발문을 계획하였다. 또한 예비교사 S는 학생들이 형성한 개념을 바탕으로 주제와 관련된 핵심 과학 개념, 원리, 법칙 등을 명료하게 설명하는 수업 지도안을 계획하였다.

자료 수집

본 연구에서는 예비 교사 S의 탐구 중심 과학 수업 개발 및 수행 경험을 구체적으로 분석하기 위해 교수 경험을 한 예비 교사 S의 반성적 고찰 글쓰기를 주 자료로 분석하였다. 수업을 한 예비 교사 S는 탐구 수업을 개발하는 과정과 수업을 하는 과정에서 겪었던 경험을 되돌아보는 반성적 저널을 지속적으로 작성하였다. 즉, 각 주제 수업

Table 1. Topics and core concepts for inquiry based science teaching

	Topics	Core concepts
1	Combustion of candle	Combustion, gas pressure
2	Making ice-cream	Pure substance and mixture
3	Ice melting in different bowls	Heat energy and thermal equilibrium
4	Electroplating	Metal reactivity
5	Differentiating between ionic bonding and covalent bonding	Ionic bonding and covalent bonding
6	How to make a fruit battery	Oxidation-reduction reaction
7	How to neutralize a base with an acid	Neutralization reaction
8	Stomach digestion	Digestion
9	Determining a blood type	Components of blood
10	Why does the moon keep changing its shape?	Diurnal motion, earth rotation

Table 2. Data collection

Main data	<ul style="list-style-type: none"> · 22 Reflective Writings (38 pages in A4 size) 1 writing after completing lesson plans 10 writings after completing each lesson plan 10 writings after implementing each lesson 1 writing after implementing the whole lessons
Supplemental data	<ul style="list-style-type: none"> · 10 Lesson Plans (20 classes of 45 minutes) · Teaching Materials (ppt, summary of science contents etc) · 10 Class audio recordings of 90 minutes = 900 minutes · Student worksheets

개발 후, 전체 수업 개발 후, 각 주제 수업 수행 후, 전체 수업 수행 완료 후에 작성되었다. 반성적 저널은 일정한 틀이나 항목을 정하고 쓴 것이 아니고, 무엇을 말하고 행동했으며 어떤 생각이나 느낌이 들었는지에 대하여 자유로운 형식으로 세밀하게 묘사하였다. 예비 교사 S는 수업 개발 및 수행 과정에서 중간 중간 떠오르는 생각과 느낌에 대해 수첩에 간단히 메모를 하고, 반성적 저널을 쓸 때 이를 참고하여 작성하였다. 또한 교사-학생, 학생-학생간의 상호작용을 점검할 수 있도록 20차시 수업을 모두 녹음하고 이를 전사하였다. 또한 수업 지도안과 부수적 교수-학습 자료, 학생 활동지 등 다양한 보조 자료를 수집하였다(Table 2).

자료 분석

반성적 저널, 수업 지도안, 수업 녹음 전사 자료 등의 자료들을 읽으면서 공통적인 주제를 찾고 그 부분을 설명할 수 있는 주제어를 메모하면서 자료를 범주화하였다. 범주화한 주제어를 교사의 실천적 지식인 교과교육학적 지식(PCK) 요소와의 관련성을 검토하여 정리하였다. 본 연구에서 수업을 계획하고 수행한 제 1저자와 과학교육전문가인 제 2저자 및 화학교육전공 대학원생 1인 즉, 모두 3인이 논의를 통해 주제어 추출 및 범주화의 자료 분석을 하였다.

연구 결과 및 해석

과학 교과 내용 지식 부족

본 연구의 예비 교사 S는 탐구 수업 계획안을 작성하면서 수업 주제와 관련된 과학 개념을 확인 하였으나 수업을 하면서 학생들의 질문에 제대로 대답하지 못하고 나중에 알려주겠다고 하면서 자신의 과학 교과 내용 지식이 부족하고 탐구 수업을 위해서는 교사 자신의 정확하고 심도 깊은 과학 개념 이해와 올바른 과학 교과 내용 지식 함양이 필요함을 경험했다.

통 레몬 하나에 구리 전극 하나. 다른 통 레몬 하나에 아연 전극 하나를 꽂은 것이다. 그리고 나서 한 아이가 '어? 이거 구리전극과 아연전극이 공통으로 닿고 있는 부분이 없어서 안 되는 거 아니야?'라고 의문을 제기했다. 그 때 내가 착각을 했었다. 전선으로 연결되어 있으니까 이온이 이동할 거라고 생각한 것이다. 그래서 괜찮다고 대답을 해주었는데 또 그 아이가 '그럼 구리 전극이 꽂혀 있는 레몬은 쓸모가 없네요? 아연 전극이 꽂혀 있는 레몬은 아연 이온이 녹아 있으면 구리 전극은 그냥 받기만 해요?'라고 물었다. 그 순간 갑자기 혼란스러워졌다...

(주제 6 수업 수행 후 반성적 저널 중)

이후 예비 교사 S는 수업 준비 과정에서 실험의 원리·이론 및 실험 결과에 영향을 주는 요인에 대하여 교과서나 교사용 지도서 뿐 아니라 인터넷 자료 등을 활용하여 꼼꼼하게 탐구하고 필요한 교과 내용 지식을 습득하고자 노력하였다.

만능지시약 변색 범위를 확인하기 위해서 삼각플라스틱에 각각 증류수와 수산화나트륨 수용액, 염산을 넣고 지시약을 넣어 색깔을 확인해보았다. 증류수와 수산화나트륨 수용액의 경우 알려진대로 청록색과 보라색이 나왔다. 그런데 염산의 경우 만능지시약은 산성일 때 주황색을 띤다고 알고 있었는데 페놀프탈레인 염기성 반응 색처럼 자주색이 나와 당황했다. 그래서 이에 대해 더 공부를 해 보니 만능지시약의 경우 PH 3 정도가 되어야 주황색을 띠고 그보다 강한 산성의 경우 내가 본 자주색을 띤다.

(주제 8 수업 개발 후 반성적 저널 중)

과학 영재 교육에서 초임 과학 교사들의 수업 전문성을 분석한 노태희 등(2011)⁴⁾의 연구에서도 초임 교사들이 과학 내용에 대한 지식 부족으로 학생들의 질문에 적절한 피드백을 제공하지 못하는 어려움이 있었음을 보고하였다. 본 연구의 논의와 글쓰기를 강조한 탐구 중심 과학 수업을 한 예비 교사 S도 학생과의 원

활한 상호 작용과 유연성 있는 수업 진행을 위해서 탄탄한 교과 지식 함양이 중요한 요소임을 깨달았고, 교과서와 교사용 지도서 뿐 아니라 전공서적 및 인터넷 자료를 참고하여 체계적인 교과 연구를 하여 탄탄한 교과 지식을 구축하고자 노력하였다.

학생 수준에 대한 이해 부족

예비 교사 S는 4년 동안 중학교 실험보조원으로 근무한 경험이 있으나, 학생들과의 의미 있는 상호 작용은 교육 실습이 전부이고 수업 시연 경험도 적어서 학생 수준에 대한 이해가 부족하였다. 예비 교사 S는 자신이 제시하는 시범실험, 일상생활의 예, 동영상, 사진 등에 대하여 학생들이 어떻게 반응할지 예측하는 것을 어려워했고, 학생 선지식 파악을 못하여 어떤 과학 용어나 개념부터 설명해야 할지, 또는 어떠한 도입이 학생 탐구 활동을 가이드하기 좋을지 결정하는데 어려움을 느꼈다. 예비 교사 S는 교사의 학생에 대한 이해가 탐구 중심 과학 수업에 학생들을 참여시키기 위한 필수적인 요소임을 경험했다.

막상 수업 세안을 짜려니 쉽지 않았다. 내가 수업 지도안을 직접 짜보았던 것은 교생 실습 때가 처음이었는데, 교생 실습 때도 수업을 두 번 밖에 하지 않았기 때문에 수업 지도안 경험은 적은 편이었다. 대충 '어떻게 수업을 하면 되겠다'라고 머릿속에 그려놓고 있었지만 그에 대해서 세세히 상황을 서술해보려니 여기서 어떤 자료를 도입할지 어떻게 말을 해서 아이들의 생각을 열어주어야할지 생각을 하다보니 자꾸 막히기만 했다.

(주제 1 수업 개발 후 반성적 저널 중)

예비 교사 S는 학습자 수준을 파악하기 위해 현장 경력 교사의 도움과 조언을 구하였다. 현장 경력 교사들은 수업 경험을 토대로 학생들의 수준에 대한 정보를 주었고, 교과서 서술 내용, 상황, 표현 등을 살펴보면 학생들의 수준을 이해하는데 도움이 될 것이라고 조언해주었다.

어느정도 흐름이 잡히고나서 내가 일하고 있는 중학교 과학 선생님에게 계획안을 보여드리고 조언을 구했다... 교과서에 서술되어 있는 상황을 보면 대충 아이들을 어떻게 가르쳐야할지 감을 잡을 수 있을 것이라고 말씀하셨다.

(전체 수업 계획 후 반성적 저널 중)

주제 1 수업을 해보니 아이들의 과학 개념에 대한 정렬이 좀 부족한 것이 아닐까 하는 생각이 들어 2학년 담당 과학 선생님에게 아이들의 수준을 물어보았다. 일단 기본 개념이 부족한 아이들도 있었지만 대부분 아이들이 전에

방과 후 수업을 듣거나 해서 과학 개념에 대해 좀만 깊어지면 금방 따라올 수 있는 수준이라고 하셨다.

(주제 2 수업 개발 후 반성적 저널 중)

예비 교사 S는 학생들과의 상호작용 경험을 통해 즉, 자신의 발문에 대한 학생들의 응답 및 학생들의 질문 내용을 분석함으로써 학생들의 수준이 어느 정도인지 파악할 수 있었다. 탐구 수업에 대한 교사의 인식을 면담을 통해 조사한 조현준 등(2008)⁴⁵의 연구에서도 학생들이 예상치 못한 질문을 하는 상황에 대하여 현장 교사들의 자신감이 부족하다는 것을 밝혔다. 본 연구의 예비 교사 S도 같은 어려움을 겪었는데, 기존의 강의 중심이나 교사 중심 수업에 비하여 학생의 능동적인 참여를 바탕으로 이루어지는 논의와 글쓰기가 강조된 탐구 수업에서는 교사의 학생에 대한 이해가 중요한 요소이며 이는 지속적인 탐구 수업의 경험에 대한 능동적인 반성적 고찰을 통해서 향상될 수 있음을 시사한다.

수업 도입에서 전 시간에 실험한 양초를 들고 양초가 만들어지는 원리에 대해서 아이들에게 질문했더니 곧잘 파라핀이 굳어져서 만들어지는 것이라고 대답하였다... 그리고나서 이러한 현상들을 뭐라고 부르는지 물음을 던졌을 때 많은 아이들이 응고라고 대답했다. 첫 시간에 아이들이 대답이 없어서 애네들이 과학 기본개념이 많이 부족한 건가 의문도 들었는데 문제 도입 상황에서 대답하는 수준이나 아이스크림 만드는 실험 설계에서 '소금이 많아지면 더 빨리 얼지 않아요?'라고 의문을 던지는 아이들을 보며 아이들이 일단 수업 시간에 배운 개념에 대해서는 어느 정도 기억하고 있다는 것을 느낄 수 있었다.

(주제 2 수업 수행 후 반성적 저널 중)

탐구 중심 과학 수업 지도안 개발의 어려움

예비 교사 S는 탐구 중심 과학 수업을 개발하면서 기존의 탐구 수업 사례에서 아이디어를 얻고자 수업 주제와 관련된 과학 수업 자료를 탐색하고 수집하였다. 하지만 다양하고 방대한 과학 수업 자료들을 올바르게 평가하고 자신의 탐구 수업에 유용하고 필수적인 자료를 선별하는데 어려움을 느꼈다. 이에 학습 목표를 명확히 세워야 한다는 판단을 하고, 다양하고 방대한 과학 수업 자료 중에서 논의와 글쓰기를 강조한 탐구 수업의 목표를 달성하기에 최적의 학습 자료를 선택하여 활용하고자 하였다.

수업을 준비하는 과정 중에서도 자료의 방대함 때문에 어려웠던 것 같다. 수업을 준비하면서 수업에 대한 아이디어를 얻고자 탐구실험에 대한 다양한 책도 있지만 일단

제일 접근이 쉬운 인터넷 자료를 주로 활용했다. 그런데 인터넷 검색결과가 방대하기 때문에 장점도 있지만 너무 많아서 수업준비에 혼돈을 줄 수 있었던 것 같다. 거기다 오늘 검색한 결과와 내일 검색할 결과가 다르다보니 수업을 계획하면서 괜찮은 아이디어를 발견하면 또 수정이 되고 그러다보니 수업의 길을 잃고 혼란을 겪는 경우도 있었다... 그러한 내용을 조합해서 나만의 수업을 짜려다 보니 이도저도 아니게 되는 경우도 발생하기도 했다.

(전체 수업 수행 완료 후 반성적 저널 중)

사실 수업을 어떻게 하겠다 딱 주관이 서면 흔들리지 않고 해야하는데 나는 수업 경험이 부족한 예비교사 입장이다보니 이런 저런 다른 경력 교사분들이 하는 수업 아이디어를 보면 흔들리게 될 수밖에 없는 것 같다. 교사가 수업을 계획할 때 좋은 자료를 반영하는 것은 좋지만 자신이 세운 학습 목표를 우선으로 가꾸는 아이디어를 포기할 줄 아는 것도 필요한 것 같다.

(전체 수업 수행 완료 후 반성적 저널 중)

예비 교사 S는 탐구 수업 지도안 개발 과정에서 언제, 어떤 발문을 해야 하는지 등의 교사의 구체적인 역할과 여러 가지 세부 활동들의 순서 등과 관련한 결정을 내리기에는 자신의 탐구 수업 전략에 대한 이해와 배경 지식이 부족함을 느꼈다. 예비 교사 S는 교육대학원에서 교과교육 과목들을 수강했고 탐구 관련 데이터 분석 경험도 있어 탐구 수업에 대한 배경 지식을 어느 정도 가지고 있다고 생각했으나 그 지식의 활용이 쉽지 않을 뿐 아니라 자신이 갖고 있는 탐구 수업 전략에 대한 이해가 부족함을 절감하였다. 예비 교사 S는 심층적이고 폭넓은 탐구 관련 문헌 고찰을 하기도 하고 탐구 수업 경험이 있는 경력 교사의 조언을 통해 도움을 얻고자 하였다. 여러 선행 연구에서^{33,36} 강조해왔던 교사의 과학 탐구 및 탐구 중심 과학 수업 전략에 대한 충분한 이해의 필요성을 예비 교사 S도 본 연구에서 절감하였고, 이를 위해서 심층적인 관련 탐구 관련 문헌 고찰을 하여 어려움을 극복하고자 하였다.

이러한 이유는 내가 아직 탐구 수업에 대해 제대로 알지 못하고 있기 때문이거나 내가 너무 보고 경험했던 모형에만 얽매어 고정관념을 갖고 있기 때문이 아닐까? 라는 생각이 들었다.

(주제 3 수업 개발 후 반성적 저널 중)

SWH 수업을 했던 선생님과의 이야기를 나눠보니 내가 논의와 글쓰기 수업에 대해 제대로 이해하고 있지 못하고

있다는 것을 깨달았다..... 분명 학생 활동지에 양초 연소 상황에 대해 시범실험을 보여주고 그를 통해 알고 싶은 것을 쓰게 시켰으면서 난 또 질문을 던져야 한다는 사실에 얽매어 있었던 것이다.

(주제 1 수업 개발 후 반성적 저널 중)

주제 1, 2 수업의 경우 내가 교육대학원에서 경험해왔던 수업이었기 때문에 개발이 어렵지 않았지만 주제 3 수업부터는 수업 주제에 따라 나만의 수업을 짜려니 막막했다. 그 때마다 내가 교육대학원 수업에서 경험했던 것과 읽었던 논문을 떠올리면서 수업을 개발하는데 참고하려고 했는데 결국 그게 더 어려웠다. 그래서 계속 논문파일을 열었다 닫았다하면서 수업 방향을 어떻게 짜야할지 고민하였다.

(전체 수업 수행 후 반성적 저널 중)

학생 탐구를 유도하는 교사 역할 수행의 어려움

한유화 등(2014)⁴⁷은 중학교 과학 수업에서 탐구 문제나 자료 수집 과정을 교사가 세밀하게 설명하고 있다고 보고하면서 학생들의 사고를 자극하거나 학생이 능동적으로 탐구를 수행하도록 유도하지 못한다고 지적하였다. 본 연구의 예비 교사 S는 탐구 문제에 답하기 위한 실험 설계를 학생들이 직접 하도록 유도하려 했으나, 일부 학생들이 이미 해본 실험이라며 회의적인 태도를 보이자 당황하였다. 아이스크림 형성에 미치는 여러 가지 변인의 영향(얼음의 양, 소금의 양, 우유의 양 등등)을 알아보는 주제 2의 탐구 활동에서 학생들이 만들어본 경험이 있다는 이유로 탐구 문제에 관심을 갖지 않고 탐구 설계를 하려는 동기 유발이 되지 않는 경우가 있었다. 또한 학생들이 탐구의 목표나 탐구 문제에 집중하기 보다는 실험 활동이나 단순 탐구 기능적 측면에 집중하면서 탐구 수업의 목표를 달성하는데 어려움을 겪었다. 학생들이 단순히 제작이나 제조에만 흥미를 느끼고, 학생의 비판적 사고를 자극하는 교사의 발문에 건성으로 대답하면서 논의 활동에 소극적인 참여 태도를 갖는 학생들을 유도하는데 어려움을 겪기도 하였다.

아이들에게 아이스크림을 만들기 위한 각 변인의 영향을 찾아보는 실험을 설계해보라고 했을 때 한 아이는 이미 초등학교 때 만들어 본 경험이 있어서 비율을 알고있다면 굳이 왜 그런걸 하나는 반응을 보이기도 했다... 막상 아이의 이미 다 알고있다는 태도를 맞닥뜨렸을 때 당황해서 말문이 막혔고..

(주제 2 수업 수행 후 반성적 저널 중에서)

... 일단 잘 만든 아이에게 어떤 비율로 만들었는지 말해보게 시켰다. 하지만 대답은 그냥 저기 나와있는대로 한 건데요...라는 대답이 돌아왔다. 처음 실험 설계할 때는 소금의 양을 변화시켜보고 시간이 남으면 설탕의 양을 변화시키겠다고 한 조였는데 각자 아이스크림 만드는 데 열중했던 것이다.

(주제 2 수업 수행 후 반성적 저널 중에서)

일단 녹는점으로 비교해보겠다고 처음 말했던 조에 가서 온도를 재봐라 언제 끓었냐? 이런 질문을 던져서 실험의 목적을 살리려고 했지만 아이들은 언제 끓었냐고 물으면 ... 몰라요. 그냥 금방 끓었는데요. 이렇게 대답을 하였다.

(주제 3 수업 수행 후 반성적 저널 중에서)

나중에 아이들에게 정리하면서 실험 방법 및 결과를 물어보고 이야기해보는 걸로 시켰는데 아이들에게 배한 비율을 물었더니 잘 모르겠다는 아이들이 있었다. 손난로 만드는 데만 집중하다보니 중간에 염화나트륨을 비롯한 물질들을 얼마나 추가했는지 신경을 쓰지 못하게 된 것이다.

(주제 5 수업 수행 후 반성적 저널 중에서)

여러 선행 연구에서 교실에서 일어나는 대부분의 대화를 교사가 주도하고 있고, 학생들이 자신의 주장에 대한 타당한 증거나 이유를 제시하도록 교사가 재 질문을 하지 않으며, 학생들이 서로 의견을 묻고 답하면서 비판적인 피드백을 주고받는 상호작용이 적극적으로 일어나지 못하고 있다는 문제점을 언급했다.²³ 본 연구의 예비 교사 S는 학생들에게 과학 탐구의 필요성에 대해 상기시키고 수시로 조별 순회를 하며 지속적인 발문과 학생들과의 상호작용을 통해 학생들이 능동적으로 올바른 실험 설계 또는 데이터 수집 및 분석을 할 수 있도록 가이드 하여 이러한 어려움을 극복하고자 하였다. 하지만 학생 행동을 통제해야 하거나 흥미를 유도해야 하는 상황을 자주 마주하면서 동시에 학생들이 논의와 글쓰기 활동을 할 수 있도록 유도하는 것이 쉽지 않다는 것을 느꼈다. 또한 미리 예측하지 못했거나 준비하지 못했던 실험 기구나 재료 등이 있을 때 챙겨주는 일에 시간을 소요하다 보면 탐구의 핵심인 논의와 글쓰기에 집중하도록 학생들을 가이드하거나 조언을 제공하는데 소홀하기 쉬운 경우도 있었다.

실험설계를 하는 아이들에 대해 조언도 해줘야하고 활동에 시큰둥한 아이도 챙겨야 하고 진짜 물어 여러개여야 할 것 같다는 생각이 들었다. 흥미가 없는 아이들에게 흥미 부여를 해주고 실험을 하도록 이끄는 건 쉽지 않았

던 것 같다.

(주제 2 수업 수행 후 반성적 저널 중에서)

사실 아이들 사이를 돌아다니고 미처 챙기지 못한 실험 기구들을 챙겨주고 하다보면 정신이 없어서 9명이라는 적은 인원임에도 불구하고 아이들을 세세히 봐주기가 어려운 것 같다.

(주제 5 수업 수행 후 반성적 저널 중에서)

예비 교사 S는 학생들의 소극적인 과학 글쓰기 참여를 관찰하고, 수업 첫 시간에 과학 탐구에서의 논의의 중요성을 강조하다 보니 과학 글쓰기에 대한 안내가 부족했던 것이 아닌 지 반성하였다. 또한, 글쓰기 항목이 많아 학생들이 부담을 겪고 있는 것으로 판단하여 나의 의문 생성, 나의 주장 세우기의 단계를 생략하고 우리 조의 탐구 문제, 우리 조의 탐구 설계, 우리 조의 주장 및 근거, 오늘의 탐구에 대해 돌아보기 등으로 활동지를 재구성하였다. 또한, 예비 교사 S는 주제 1-6의 수업을 하면서 학생들이 적극적인 과학 글쓰기 활동을 하도록 유도하기 위해서 좀 더 구체적인 가이드가 필요하다는 판단을 하고 주제 7 수업에서는 집중적인 과학 글쓰기 교육을 하였다. 과학 글쓰기에 관한 여러 선행 연구에서도 과학 글쓰기 연습 활동을 수업 전에 하거나 논의 및 과학 글쓰기 활동에 관한 가이드 또는 안내를 제공할 것을 제안 하고 있다.^{48,49}

아이들이 작성한 것을 살펴보니 완성도가 떨어지는 편이었다. 수업 1차시 때 아이들에게 너무 토론의 중요성을 강조한다고 과학자 이야기를 길게 한 것 같다. 읽기 자료 2개 중 1개는 빼고 아이들에게 활동지 작성에 대해 알려주는 시간을 가졌어야 했을 것 같다. 일단 아이들이 활동지를 작성하는데 시간이 걸리기 때문에 활동지 항목에도 수정이 필요할 것 같아 수정을 하였다.

(주제 4 수업 개발 후 반성적 저널 중에서)

6번의 수업을 거쳐오면서 아이들의 활동지를 살펴보면서 이대로는 안되겠다고 생각했다. 이제 수업도 얼마 안 남았는데 다 끝나는 마당에 한 차시를 들여 아이들 활동지 쓰는 방법을 잡아주어도 될까? 고민이 되었다. 하지만 이대로는 아이들의 활동지 수준은 계속 그 자리에 멈춰있을 것이고 나 또한 개인적으로 조를 순회하면서 이야기한다고 했지만 정신없이 돌아다니다보면 세세히 봐주기는 힘든 상황이다. 규모가 작기 때문에 아이들에게 돌아다니면서 활동지 작성 과정에 코멘트를 해주면 될 것이라고 생각했는데 생각과 현실은 달랐다.

(주제 7 수업 개발 후 반성적 저널 중에서)

예비 교사 S는 조별 순회를 하면서 학생들에게 실험 결과표를 그림, 표, 그래프 등 다양한 표현 방법으로 제시하도록 안내하거나, 실험 과정을 구체적으로 제시하도록 가이드 하는 등 자세한 피드백을 해주었다. 그 결과 학생들이 그래프와 그림을 활용하여 발표 포스터를 작성하거나 실험 설계를 구체적으로 서술하고, 학급 논의 활동에도 적극적으로 참여하는 것을 관찰할 수 있었다. 즉, 예비 교사 S는 실험 결과 분석 과정을 구체적으로 단계별로 자세하게 제시하기 보다는, 학생들이 다양한 자료 제시 및 분석 방안을 고려하고 논의를 통해 주장과 증거를 제시할 수 있도록 제안하거나 안내하는 역할을 하려고 노력하였다.⁴⁷

아이에게 이야기를 듣고 내가 칠판에 실험 설계 및 결과를 그림으로 그렸다. 플라스크 3개를 가지고 2개는 물의 양 차이, 2개는 비타민 양의 차이를 비교했던 조에서 물이 많으면 이산화탄소 농도가 묽어지기 때문에 시간이 더 걸린다고 이야기를 하니 물을 삼각플라스크 목 부근까지 담아 3분의 반응시간을 얻었던 여자애들 조에서 자신들은 마개와 물간의 거리가 짧기 때문에 금방 밀어낼 수 있을 것이라고 생각한다고 했다. 여학생들 실험에 대해 발표를 시키고 방금 전 이야기한 내용에 대해 어떻게 생각하는지 앞서 발표한 아이에게 의견을 묻고 공유하는 시간을 가졌다.

(주제 7 수업 수행 후 반성적 저널 중에서)

탐구 활동 시간 배분 및 효율적인 운영의 어려움

예비 교사 S는 탐구 수업 지도안을 작성하는 과정에서 1일 수업 시간인 90분에서 여러 가지 세부 활동 각각의 소요시간을 어떻게 배분해야 할지 결정하는데 어려움을 느꼈다. 예비 교사 S는 매 차시 수업을 진행해 가면서 학생들의 능력을 파악하게 되고 탐구 수업 경험이 있는 경력 교사의 도움을 받아 세부 활동에 대한 시간 배분을 할 수 있었다. 예비 교사 S는 실험 활동의 시간을 적절히 조절 통제하여 탐구의 핵심인 논의와 글쓰기를 위한 시간을 확보하고 학생들의 탐구 활동이 의미 있는 과학 학습으로 연결될 수 있도록 하였고, 논의의 시간이 너무 길지 않게 운영되도록 세심하게 주의하였다.

탐구를 활용한 수업을 했던 교사에게 대략적인 수업흐름이 담긴 지도안을 받아 다시 검토해보았다.

(주제 3 수업 개발 후 반성적 저널 중에서)

실험은 수업 종료 30분전까지 마무리되도록...20분은 각자 한 거에 대해서 발표하고 토의하는 시간을, 5-10분은 교사가 정리하는 시간으로 가진다.

(주제 2 수업 지도안 중에서)

본격적인 논의가 처음인 중학생 아이들이 1시간 내내 논의활동을 진행하기에는 힘들다고 생각한다. 논의와 글쓰기를 활용한 수업을 했던 선생님 수업 지도안을 살펴봐도 토의시간은 최대 30분정도였다.

(주제 7 수업 개발 후 반성적 저널 중에서)

예비 교사 S는 수업을 하기 전에 각 활동에 대한 소요 시간을 배분하였지만 실제 수업을 하면서 여러 가지 상황에 대처하다보면 계획대로 시간 운영이 되지 않아 조별 발표나 토론 등 학생 논의를 위한 시간을 확보하지 못하는 경우를 경험했다. 또한 조별로 주어진 과제 또는 활동이 완결되는 시간이 다를 때 조별로 적절한 추가 활동을 안내하거나 시간을 초과하는 학생들을 가이드 하는데 어려움을 겪기도 하였다. 매 차시 수업을 하면서 쌓은 경험을 바탕으로 실험, 논의, 글쓰기 등의 여러 가지 활동을 위한 시간 운영이 점차 개선되어 가는 것을 경험했다. 여러 선행 연구에서 제안된 바와 같이 본 연구의 결과는 교사의 반성적 사고가 과학 탐구 수업 성공에 중요한 영향을 미치는 요인이 될 수 있음을 시사한다.⁵⁰

다들 아이스크림을 만드는데 집중하느라 수업지도안 작성시 고려했던 것처럼 조별 발표와 토의를 위한 시간을 마련하지 못했다...활동을 중지하고 발표시키려고 해도 뭔가 변화된 상황이 없어서 발표를 시킬 수 없는 상황이었다. 결국 조별 발표와 토론을 마련하지 못한 채 수업 끝나기 10분전에 그에 대한 이론을 정리해주고 수업을 마무리 지을 수밖에 없었다.

(주제 2 수업 수행 후 반성적 저널 중에서)

오늘 수업은 참 계획대로 흘러가지 않았고 공백 시간이 좀 길었던 것 같다. 이 공백 시간의 원인은 각 조마다 실험을 완료한 시간의 차이 때문인데 그 시간에 아이들에게 관찰한 혈액의 성분들이 무엇일까 토의를 해보도록 시켰어야 했는데 각 조를 돌아다니며 현미경으로 혈액을 관찰할 수 있도록 배울을 봐주고 하다보니 그것까지 신경 쓸 여유를 부리지 못했다.

(주제 10 수업 수행 후 반성적 저널 중에서)

오늘 수업의 경우 점점 마무리는 잡혀가고 있다는 느낌을 받았다. 여영부영하다가 애들이 어수선한 상태에서 마무리 멘트하거나 마무리를 하지 못하는 경우도 있었는데 이번 수업의 경우 실험 레포트를 쓰게 시키고, 뒷정리를 시킨 다음 아이들에게 자리에 앉도록 하였다. 그리고 아이들이 나에게 집중하는 가운데 자신의 실험 상황을 발

표하게 시키고 정리 멘트를 하였다. 이 분위기를 계속 끌고나가도록 해야겠다.

(주제 5 수업 수행 후 반성적 저널 중에서)

탐구 중심 수업에서 학생 통제의 어려움

예비 교사 S의 수업은 학생들의 능동적인 논의와 글쓰기를 강조하는 탐구 중심 과학 수업으로 전통적인 교사 중심의 강의식 수업에 비해 자유로운 분위기에서 진행되었다. 그러나 예비 교사 S는 탐구 활동에 집중하지 않고 핸드폰 게임이나 잡담을 하는 학생들을 대하면서 당황하였고 어떻게 통제해야 하는지 현장 경력 교사들의 조언을 구하였다. 현장 경력 교사들은 학생들을 엄하게 통제해야 한다고 조언했지만 예비 교사 S는 예비 교사라는 입장 때문에 조언대로 하지 못하고 망설였다. 예비 교사 S는 엄격한 통제에 대해 망설이면서 수업 활동에 참여하지 않는 학생들로 인해 수업 분위기가 더욱 흐트러지자 학생들을 엄하게 훈육하는 방안을 채택하기도 하였다.

항상 말이 많고 손이 많이 가던 남자 아이들 조가 실험 할 생각은 하지 않고 핸드폰 게임에 정신이 팔려 있는 모습이 눈에 띄었다. 그 조에 다가가서 실험을 하도록 계속 주의를 주었는데 쉽게 실험활동에 집중하질 못하고 계속 지나간 과정을 물어보곤 했다. 이렇게 실험에 집중하지 못하는 아이들을 보니 방과 후 수업에조차 정규 수업 시간처럼 핸드폰을 압수해야 하는 것인지 고민이 되었다..

(주제 4 수업 수행 후 반성적 저널 중에서)

... 말을 안 듣고 장난만 칠 때는 이 아이들을 어떻게 통제해야 할지도 감이 잡히지 않았다.... 막상 아이들을 엄하게 다루어야 할 때는 나의 어중간한 상황이 발목을 잡았다. 나는 일단 아직 정식 교사가 아니고 예비 교사일 뿐인데 정식 교사마냥 아이들을 벌주고 해도 되는건지, 그것이 애들한테 먹히거나 할지 고민이 되었다.

(전체 수업 수행 완료 후 반성적 저널 중에서)

결론 및 제언

탐구 수업을 수행하는 과학 교사가 겪는 어려움을 밝힌 선행 연구가 일부 있었으나, 본 연구는 예비 과학 교사가 논의와 글쓰기를 강조한 탐구 수업의 계획과 수행 과정에서 겪는 어려움과 이를 극복해 나가는 과정을 분석하여 과학 교사들에게 실질적인 도움을 줄 수 있는 시사점을 제공할 수 있다는 점에서 의의가 있다.

예비 교사 S는 학생의 수준을 고려하여 수업을 계획하는 과정에서 학생의 선지식 파악 및 학생 반응 예측을 못하고

논의와 글쓰기를 강조한 탐구 활동을 위한 도입 단계의 내용이나 수준을 결정하는데 어려움을 겪었고, 경력 교사의 조언과 교과서의 서술 내용과 표현 등을 분석하여 학생 수준에 적합한 언어 및 활동을 결정하는데 도움을 받았다. 또한 예비 교사 S는 수업 중에 학생들과의 상호 작용에서 학생들의 질문 및 반응을 분석함으로써 학생 수준을 파악하기도 하였다. 중·고등학교 및 대학교에서 강의 중심 주입식 과학 수업의 경험만 있었던 예비 교사 S는 교육대학원에서의 수강을 통해 논의와 글쓰기를 강조한 탐구 과학 수업의 중요성을 인식하고 탐구에 관한 배경 지식을 어느 정도 갖게 되었으나 수업 지도안을 개발하고 적용하는데 어려움을 겪었다. 예비 교사 S는 인터넷 검색을 통해 얻은 과학 수업 지도안을 참고하고자 했으나 다양하고 방대한 수업 자료들을 평가하고 선별하여 최적의 논의와 글쓰기를 강조한 탐구 중심 과학 수업 지도안을 개발하는 것은 매우 도전적인 과제임을 경험하였다. 본 연구에서는 예비 교사 S가 20차시에 걸친 수업 계획과 수행 과정에 대한 적극적인 반성적 일기를 쓴 과정이 논의와 글쓰기를 강조한 탐구 수업에 관한 어려움을 극복하는 다양한 방법과 전략을 활용하는데 도움이 될 수 있었다. 이는 논의와 글쓰기를 강조한 탐구 수업을 수행하고자 하는 예비 교사 및 현장 교사에게 적극적이고 능동적인 반성적 고찰을 독려하는 것이 필요함을 시사한다. 또한 과학 교사의 논의와 글쓰기를 포함한 과학 탐구에 대한 이해는 학생들의 적극적 과학 탐구 수행 유도를 위한 필수적인 요소이므로 예비 과학 교사 양성과정이나 현장 과학 교사 교육프로그램에서 이를 심도 깊게 다루어야 할 것이다.

예비 교사 S는 수업을 하면서 자신의 교과 내용 지식이 미흡함을 깨닫고 교과서, 교사용 지도서, 참고 문헌, 인터넷 정보 등을 참고하여 관련 내용 지식 습득에 집중하여 부족한 점을 보강하려 하였고, 사전 실험을 꼼꼼히 해보고 실험 관련 이론 및 원리 등을 점검하기도 하였다. 교사의 부족한 교과 내용 지식은 학생들의 오개념을 유발할 수 있고 학생의 질문에 적절하게 대처하지 못하여 교사와 학생들 간의 적극적인 상호작용을 제한할 수 있다. 본 연구의 결과는 논의와 글쓰기가 강조된 탐구 교수-학습을 위해서 교사의 올바른 교과 내용 지식 함양이 필수적이며, 체계적이고 철저한 준비와 동료나 선배 교사와의 협력 학습 등이 도움이 될 수 있다는 것을 제안할 수 있음을 시사한다.

예비 교사 S는 수업 지도안을 개발하면서 실험 수행, 논의활동, 글쓰기 등에 시간을 배분하는데 어려움을 느꼈다. 경력 교사의 수업 지도안 등을 참고하여 여러 가지 활동 시간을 배분했으나 실제 수업에서는 실험 수행에 집중하느라 수업 마무리가 되지 않거나, 조별로 실험 수행

소요 시간이 달라 아무 활동도 하지 않는 무의미한 시간이 발생하기도 하였다. 학생들의 실험 수행 능력 및 논의 능력에 대한 이해와 지식이 부족하여 구체적이고 철저한 수업 계획을 하는데 어려움을 겪었으나, 점차 수업을 진행하면서 학생 실험 활동 시간을 적절하게 조절함으로써 논의나 글쓰기 등 진정한 탐구를 위한 효율적 시간 운영을 시도하였다. 본 연구의 결과는 예비 교사 양성 및 현장 교사 연수 프로그램에서 중고등학생들의 실험 수행 능력 및 논의 및 글쓰기에서 겪는 전형적인 어려움 등에 대하여 충분히 탐색하고 토론해볼 수 있는 기회를 제공하여 과학 교사가 논의와 글쓰기가 강조된 탐구 수업을 계획하고 운영하는데 효능감을 갖을 수 있도록 도와야 함을 시사한다.

예비 교사 S는 탐구 활동에 회의적이거나 소극적인 참여 태도를 보이는 학생들을 위한 교사의 역할 수행에 미숙함을 보였다. 예비 교사 S는 과학 탐구에서 논의와 글쓰기의 필요성에 대해 학생들에게 설명하고 수시로 지도하고자 계획했으나 수업 중에 일어나는 다양한 상황에 대처하다보면 계획대로 세심하게 학생들을 지도하는데 어려움을 겪었다. 예비 교사 S는 수업을 진행하면서 학생들에게 논의와 글쓰기 활동에 대한 구체적인 가이드를 제공해 주고 집중적인 지도를 함으로써 학생들의 논의와 글쓰기 활동에의 참여도를 향상시킬 수 있었다. 본 연구의 결과는 실험 수행 뿐 아니라 논의와 글쓰기 활동에 대한 구체적이고 체계적인 안내를 하는 충분한 시간을 계획할 필요가 있음을 시사한다.

예비 교사 S는 탐구 수업 지도안 개발 과정에서 어려움을 겪을 때 경력 교사에게 조언을 구하여 어려움을 극복하고자 하였다. 논의와 글쓰기가 강조된 탐구 수업 계획이나 수업 경험을 공유하고 논의할 수 있는 교사학습공동체나 멘토링, 코티칭, 마이크로티칭 등을 통한 경력 있는 현장 교사나 교사교육 전문가의 조언과 지원은 예비 교사 또는 초임 교사의 탐구 수업 계획과 수행 과정에서 필수적이고 효율적이므로 이를 위한 프로그램이 체계적으로 지원되고 확대되어야 할 것이다. 예비 교사나 초임 교사가 논의와 글쓰기가 강조된 탐구 수업을 개발하고 수행하는 과정에서 동료 교사나 전문가와의 지속적인 토론을 통해 어떠한 변화가 나타나게 되는지 탐구하는 후속 연구도 의미 있을 것이다.

예비 교사 S는 탐구 수업 지도안 개발 및 수행에 관한 반성적 저널에서 교사의 실천적 지식인 교과교수적 지식 중 '교과 내용 지식'과 '학습자에 대한 이해', 특히 '교수 전략에 대한 지식'에 대한 어려움은 많이 토론했으나 '평가에 대한 지식'에 관한 어려움은 거의 서술하지 않았다. 방과 후 수업이었기 때문에 평가에 대해 큰 비중을 두지

않았을 수 있지만 예비 교사의 수업에서 평가에 대한 고려가 상대적으로 소홀하다는 선행 연구와 같은 결과라는 점에서 의미 있는 시사점을 제공한다.^{41,42}

본 연구의 예비 교사 S는 교육대학원의 교사 양성 과정에서 교육을 받았으므로 사범대학 학생들의 교사교육 경험과는 차이가 있을 수 있고, 정규 수업이 아닌 방과 후 수업에서의 경험이므로 본 연구의 결과의 해석은 제한적일 수 있다. 본 연구에서는 예비 교사 한 명이 연구에 참여하였으나 다수의 예비 교사를 대상으로 한 후속 사례 연구도 의미 있는 시사점을 제공할 수 있을 것이다. 탐구 수업의 경험을 통해 여러 가지 어려움을 어떻게 극복하고 탐구 수업에 대한 자기효능감이 어떻게 변화하는지 탐색하는 후속 연구도 의미 있을 것이다.

REFERENCES

1. Ministry of Education and Science Technology. *The 2009 Revised National Curriculum of Science*; Seoul, Korea, 2009, 41.
2. Kim, J. H.; Park, Y. S. *Journal of the Korean Earth Science Society* **2012**, *33*, 294.
3. Yang, I. H.; Cho, H. J. *Journal of elementary science education* **2005**, *24*, 268.
4. Ministry of Education & Human Resources Development 2007, *The 2007 National Curriculum of Science*; Seoul, Korea, 2007-79.
5. Park, Y. S. *Journal of the Korean Earth Science Society* **2006**, *27*, 401.
6. Kelly, G. J.; Takao, A. *Science Education* **2002**, *86*, 314.
7. Newton, P.; Driver, R.; Osborne, J. *International Journal of Science Education* **1999**, *21*, 553.
8. Osborne, J. *Cambridge Journal of Education* **2002**, *32*, 203.
9. Sampson, V.; Clark, D. B. *Science Education* **2008**, *92*, 447.
10. Cheon, J. H.; Shon, J. W. *The Journal of Curriculum & Evaluation* **2004**, *7*, 285.
11. Hand, B.; Hohenshell, L.; Prain, V. *Journal of Research in Science Teaching* **2004**, *41*, 186.
12. Keys, C. W.; Hand B.; Prain, V.; Collins, S. *Journal of Research in Science Teaching* **1999**, *36*, 1065.
13. Kim, H. J.; Byun, J. H.; Kwon, Y. J. *Journal of Science Education* **2012**, *36*, 198.
14. Nam, J. H.; Gwak, K. H.; Jang, K. H. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education* **2008**, *28*, 922.
15. Hand, B.; Wallace, C. W.; Yang, E. *International Journal of Science Education* **2004**, *26*, 131.
16. Osborne, J.; Erduran, S.; Simon, S. *Journal of Research in Science Teaching* **2004**, *41*, 994.
17. Nam, J. H.; Go, M. R.; Park, D. C.; Im, J. H.; Lee, D. W.; Choi, A. R. *Journal of the Korean Association for Research*

- in *Science Education* **2011**, *31*, 1077.
18. Lee, H. R.; Nam, K. H.; Moon, S. B.; Kim, Y. G.; Lee, S. H. *Journal of Korean Elementary Science Education* **2005**, *24*, 183.
 19. Shin, S. Y.; Choi, A. R.; Park, J. Y. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education* **2013**, *33*, 952.
 20. Jang, K. H.; Nam, J. H.; Choi, A. R. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education* **2012**, *32*, 1099.
 21. Park, J. H.; Kim, J. R.; Park, Y. R. *Journal of the Korean Earth Science Society* **2004**, *25*, 731.
 22. McNeill & Knight. *Science Education* **2013**, *97*, 936.
 23. Pimentel & McNeill. *Science Education* **2013**, *97*, 367.
 24. Windschitl, M. *Science Education* **2003**, *87*, 112.
 25. Song, Y. M.; Yang, I. H.; Kim, J. Y.; Choi, H. D. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education* **2011**, *31*, 788.
 26. Lee, H. N.; Cho, H. J.; Shon, J. J. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education* **2009**, *29*, 666.
 27. Jang, S. H. *Journal of Elementary Science Education* **2006**, *25*, 96.
 28. Kim, J. S.; Kwon, H. S. *2006 Winter Conference of the Korean Association for Research in Science Education-Proceedings* **2006**, 102.
 29. Park, S.; Oliver, J. S. *Research in Science Education* **2008**, *38*, 261.
 30. Jang, K. W. *The Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction* **2008**, *8*, 331.
 31. Yoon, H. K.; Shim, J. G.; Park, S. J. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education* **1997**, *17*, 289.
 32. Kang, H. S.; You, J. Y.; Kim, K. S.; Lee, J. S.; Noh, T. H. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education* **2009**, *29*, 450.
 33. Kang, K. H. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education* **2009**, *29*, 580.
 34. Kang, H. S.; Shin, S. J.; Cha, J. H.; Han, J. Y.; Noh, T. H. *Journal of the Korean Chemical Society* **2007**, *51*, 201.
 35. Kim, E. K.; Noh, T. H.; Kang, H. S.; Choi, S. Y. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education* **2010**, *30*, 261.
 36. You, J. Y.; Kang, H. S.; Noh, T. H. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education* **2010**, *30*, 94.
 37. Van Driel, J. H.; Jong, O. D.; Verloop, N. *Science Education* **2002**, *86*, 572.
 38. Kwon, J. I.; Nam, J. H. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education* **2013**, *33*, 1329.
 39. Sung, H. M.; Hwang, S. Y.; Nam, J. H. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education* **2012**, *32*, 146.
 40. Park, C. Y.; Min, H. J.; Paik, S. H. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education* **2008**, *28*, 641.
 41. Kim, K. S.; Yoon, J. H.; Park, J. A.; Noh, T. H. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education* **2011**, *31*, 99.
 42. Noh, T. H.; Yoon, J. H.; Kim, J. Y.; Im, H. J. *Journal of Elementary Science Education* **2010**, *29*, 350.
 43. Cho, S. M.; Baek, J. H. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education* **2015**, *35*, 573.
 44. Noh, T. H.; Lee, J. S.; Kang, H. S. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education* **2011**, *31*, 970.
 45. Cho, H. J.; Han, I. K.; Kim, H. N.; Yang, I. H. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education* **2008**, *28*, 901.
 46. Simon, S.; Erduran, S.; Osborne, J. *International Journal of Science Education* **2006**, *28*, 235.
 47. Han, Y. H.; Jeun, E. S.; Baik, S. H. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education* **2014**, *34*, 349.
 48. You, J. Y.; Kang, S. J.; Kim, J. Y.; Noh, T. H. *Journal of the Korean Association for Science Education* **2013**, *33*, 881.
 49. Sung, H. M.; Hwang, S. Y.; Nam, J. H. *Journal of the Korean Association for Science Education* **2012**, *32*, 146.
 50. Abell, S. K.; Bryan, L. A. *Journal of Science Teacher Education* **1997**, *8*, 153.