

## 예비 과학교사의 탐구지도 경험에 관한 사례연구 : 탐구의 인식과 실천 사이의 딜레마 해소를 중심으로

조성민, 백종호\*  
서울대학교

### A Case Study on the Inquiry Guidance Experiences of Pre-Service Science Teachers : Resolving the Dilemmas between Cognition and Practice of Inquiry

Sungmin Cho, Jongho Baek\*  
Seoul National University

#### ARTICLE INFO

##### Article history:

Received 27 May 2015  
Received in revised form  
10 July 2015  
30 July 2015  
Accepted 31 July 2015

##### Keywords:

scientific inquiry, dilemmas,  
pre-service science teacher,  
inquiry education

#### ABSTRACT

Inquiry has been consistently emphasized in science education as a crucial element for learning. Although many researchers came to agree on the importance of scientific inquiry, authentic inquiry activities are hard to be actualized in an educational context. Therefore it is required to critically examine what teachers have difficulty in teaching inquiry. In this article, we looked into inquiry-based science activities in a small group setting where pre-service science teachers faced dilemmas between cognition and practice of inquiry. A case study was conducted on eight undergraduate students who are majoring in science education. The participants attended a weekly science program for middle school students in low SES as teaching assistants and mentors, and took full care of his/her mentees during open-inquiry activities. The results were drawn by analyzing participants' personal and group interviews, participant observations, self-reports, and others. The pre-service teachers viewed the knowledge and procedure of science as an essential factor in inquiry activities along with student's spontaneous attitude. However, in the process of performing inquiry, they faced several dilemmas between ideal cognition and real activities. The aspects of dilemmas could be summarized in three pairs of opposing concepts: 'diverging inquiry or converging science', 'interest-centered inquiry or learning-centered inquiry', and 'student as the subject or student with the insufficient expertise.' We discussed ways of resolving dilemmas and alternative perspectives on scientific inquiry.

## 1. 서론

‘탐구’는 우리나라 과학 교육과정에서 줄곧 강조되었던 핵심 요소이다. 1960-70년대에 Schwab이 주창했던 탐구 중심 과학교육이 지구적으로 주목 받았던 것과 맞물려, 우리나라에서는 제2차 교육과정 시기(1963-1972)부터 본격적으로 과학교육 분야에서 탐구의 역할이 조명되기 시작했다(Song, 2006). 현재 2009개정 공통교육과정의 과학은 “과학의 기본 개념을 이해하고 과학 탐구 능력과 과학적 태도를 함양하여 창의적이고 합리적으로 문제를 해결하는 데 필요한 과학적 소양을 기르기 위한 교과”라고 명시한다(Ministry of Education, 2011). 더욱이 2007개정 교육과정부터는 “주제 선정에서부터 계획 수립, 탐구 수행, 결과 발표에 이르기까지 학생이 주도하여 창의적으로 수행”하는 자유탐구를 도입하여 학생들의 과학적 사고력과 창의적 문제 해결력 신장을 목표로 하고 있다(Ministry of Education, 2007). 곧, 탐구는 과학을 배우기 위한 중요한 학습 방법이자 학습 대상으로 자리매김해 왔다.

그렇다면 과연 과학교육의 핵심인 탐구란 무엇인가? 일반적으로 통용되는 탐구의 의미는 “진리, 학문 따위를 파고들어 깊이 연구(The

National Institute of the Korean Language, 2004)”하는 것으로, 지식 혹은 이론의 획득이나 정립을 위한 지적 노력 그 자체나 그것에 수반되는 정보 수집, 질문 제기, 자료 조사, 이론 검토 등의 활동을 뜻한다(Education Research Institute, Seoul National University, 1995). 과학 학습의 맥락에서 탐구에 대한 통일된 견해는 없지만, 과학적 탐구가 ‘과학적 소양의 도모를 위하여 학생이 주도적으로 자연 현상에서 나타나는 문제를 해결하기 위해 증거를 기반으로 설명하는 다양한 방식의 활동’이라는 의견에는 대체로 동의한다(NRC, 1996; 2000). 이런 관점에서 볼 때, 과학 교사에게 관찰, 분류, 측정, 예상, 추리 등의 ‘기초 탐구 과정’과 문제 인식, 가설 설정, 변인 통제, 자료 해석, 결론 도출, 일반화 등의 ‘통합 탐구 과정’을 논리적인 근거에 따라 가르칠 수 있는 역량을 요구하는 것은 타당해 보인다(Ministry of Education, 2011).

그러나 앞서 기술한 과학적 탐구는 실제 교육 현장인 학교에서 좀처럼 실현되기 힘들데, 선행연구에서 밝히는 대표적인 이유들은 다음과 같다. 첫째, 교실 수업이라는 시공간의 제약과 교사의 업무 부담으로 학생들의 자율성을 최대한 보장해 주기 어렵다(Shim, Shin, & Lee, 2010). 학교에서의 탐구는 교사가 제시하는 정해진 절차를 따르는 ‘요리책식 과학’을 하는 경우가 대다수이다(Tobin, 1984). 둘째, 대학 입

\* 교신저자 : 백종호 (hl114@snu.ac.kr)  
<http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2015.35.4.0573>

시라는 확실성과 효율성이란 교육 테두리 안에서는 구성주의적 접근보다 교과 내용을 직접 전달하는 방식이 우선시된다(Kim & Tan, 2013; Kang, Bianchini, & Kelly, 2013). 탐구 활동은 종종 많은 시간을 필요로 하므로, 교육과정에서 요구하는 방대한 양의 지식을 학습하기 위해서 탐구는 때때로 '실험을 통한 확인'의 과정으로 축약된다. 셋째, 교사들은 탐구 활동의 목적에 대한 분명한 이해가 부족하다(Gallagher & Tobin, 1987; Yang, Cho, & Han, 2006). 달리 말해서 이론으로서의 탐구와 실천으로서의 탐구 사이에 괴리가 존재하며, 이에 대한 대안으로 과학자의 탐구와 학교의 탐구를 구분하기도 한다(Lee, Lee, & Shin, 2011; Park, 2010). 넷째, 학생들은 일련의 탐구 과정을 수행할 능력을 갖추지 않았다(Krajcik *et al.*, 1998; Jeong, Lee, & Kim, 2006). 스스로 문제를 제기하거나 과정을 설계하고, 증거를 수집하여 결론에 도달하기에는 역부족이라는 것이다. 이런 이유들로 인해 학교 교실 내에서 탐구를 통한 과학적 소양의 함양은 결코 만만하지 않다. 일례로 Paeng과 Paik(2005)의 실증연구에서 과학 교사는 구성주의적 신념을 가졌으나, 지식과 통제에 따라 지식을 전달하는 상반된 실천 양상을 보인다.

하지만 교육 실천으로서 탐구가 갖는 어려움에 대한 선행연구들의 설명은 다소 피상적이다. 탐구를 수행하기 위한 제반의 여건들이 확보되고, 교사나 학생의 역량을 충분히 키운다는 조건을 가정한다고 하더라도, 여전히 탐구 교육이 가능한지에 대해서 답해주기란 만무하기 때문이다. 교육 실천은 탐구에 유리하거나 어렵게 하는 여러 복합적인 요인들이 동시에 작용하며, 완벽하게 통제된 실험실 상황이 아니므로 조건 결정적일 수 없다(Lee *et al.*, 2013). 달리 말하면, 교육 실천은 여러 주체들의 부단한 상호작용과 다양한 맥락이 존재하는 매우 복잡한 현상이므로, 그 본성 상 논리적 평가에 따라 생성된 명제적이고 인과적인 지식과 잘 맞지 않을 수 있다. 탐구 교육에서 근본적으로 중요한 일은 탐구 교육 실천<sup>1)</sup> 그 자체에서 생기는 어려움과 갈등에 대해 이해하고, 비판적으로 검토하는 것이다. 즉, '탐구'와 '교육'의 상이한 두 가지 활동이 교사에 의해 '탐구 교육'이란 하나의 실천으로 옮겨질 때 부딪히는 지점들에 대한 깊은 이해가 선행되어야 한다.

이 연구에서는 탐구를 지도하는 교사에 초점을 두고, 예비교사의 탐구에 대한 인식과 실천 사이에서 나타나는 갈등의 양상을 질적인 접근을 통해 살펴보고자 한다. 연구 참여자로서 예비교사는 현직 교사에 비해 기존 연구들의 한계를 극복하고 본 연구의 목적을 달성하는데 몇 가지 장점을 갖는다. 연구 참여자들이 시간간과 환경적 제약에서 최대한 자유로운 연구 현장에서 탐구를 지도해봄으로써 탐구의 인식과 실천 사이에서 발생하는 어려움들을 학교라는 외적 조건들로 함몰되지 않게 한다. 또한 연구의 목적이 프로그램의 '검증'이나 현장에의 '적용'이 아니라 탐구 교육 실천을 '이해'하는데 있으므로, 탐구의 가능성이 충분히 확보된 공간에서 탐구 지도에 전념하는 예비교사의 실천을 통해서 탐구 활동에서 마주하는 어려움들은 더 잘 이해될 수 있다. 그리고 예비교사는 탐구 활동을 지도해 본 경험이 거의 없기 때문에 실제로 겪는 어려움들을 생생하게 드러낼 수 있으며, 오랜 시간 동안 자신의 탐구 지도 경험을 스스로 성찰하면서 연구자와 부단

1) 이 연구에서 말하는 '교육 실천'은 학교 교과 수업을 상정하는 좁은 의미로 사용했다기보다는, 보편적 의미에서 인간 성장을 위해 교수자와 학습자 사이에서 벌어지는 학습과 교수 활동을 가리킨다(Pring, 2000). 같은 맥락에서 탐구 교육 실천은 학교 안으로 한정된 활동이 아니며, 탐구를 가르치고 배우는 과정에서 부단히 발생하는 상호작용 자체를 의미한다.

한 대화의 과정을 거쳐 공동의 생산물을 창출하는데 현실적인 이점이 있다(Packer, 2011).

이런 맥락에서 연구 문제는 다음의 세 가지로 정리할 수 있다. 첫째, 예비 과학교사의 과학 탐구에 대한 인식은 어떻게 나타나는가? 일반적으로 인식이란 어떤 대상에 대한 '앎'으로 지식과 이해, 가치를 수반하는데, 예비교사의 탐구에 대한 인식은 필연적으로 탐구를 어떻게 지도하는가와 결부되어 있기 때문에 의미가 있다. 둘째, 예비 과학교사의 과학 탐구에 대한 인식과 실천 사이의 갈등은 어떻게 나타나는가? 이것은 탐구를 교육하는 상황을 구체적으로 예상해보거나 실제로 경험할 때 생기는 딜레마의 양상이 무엇인지 이해하는 과정이다. 셋째, 예비 과학교사는 탐구지도 과정에서 발생한 갈등을 어떻게 해소하는가? 이것은 딜레마에 대한 예비교사의 성찰적 반응으로, 인식으로서의 탐구가 구현되는 방식에 대한 탐색을 의미한다.

## II. 연구 과정 및 방법

### 1. 연구 참여자

연구 참여자들은 S대학교 사범대학에서 물리교육, 화학교육, 생물교육을 전공하는 2-4학년 대학생 8명이다. 연구가 진행되는 동안 참여자들은 교육학 학사과정 및 교직과정 이수를 위해 전공교과와 교직교과 등을 수강하면서, 2013년 3월부터 2014년 1월까지 사범대학에서 운영하는 주말 과학 프로그램에 참여하였다. 이들은 학과 교수의 추천을 받거나, 과학을 주제로 한 교육복지 프로그램에 관심을 갖고 주말 과학 프로그램에 지원하였다. 참여자들은 저소득층 중학생 4-5명의 멘토 교사가 되어, 담당 학생들이 프로그램에 잘 참여할 수 있도록 꾸준히 연락하고 상담했으며, 과학 프로그램의 보조교사로서 학습 분위기를 조성하고 실험 활동을 도왔다. 참여자들의 주요 정보는 다음의 Table 1에 제시하였다.

예비교사들은 출신 학교나 참여 활동에 따라 탐구의 경험이 다양했다. 참여자 P2, P3, P4는 과학고등학교에서 심도 있는 실험이나 대학과 연계한 연구(Research & Education)와 같은 탐구 활동의 기회가 많았지만, 다른 참여자들은 학교에서 주로 정해진 절차에 따르는 실험을 경험했다. 다만 참여자 P1은 중학생 때 과학 동아리에 참여했고, 과학 축전에서 간단한 실험을 시연하는 부스를 운영하기도 했다. C1과 C2는 탐구대회에 출전하여 문제 해결을 위한 방법들을 고안하고, 실험과 분석을 통해 하나의 결론을 도출해 본 경험이 있다. C3와 L1은 대학에서 과학실험 동아리에 가입하여 격주마다 관심 있는 주제에 관하여 실험을 하고 있으며, 고등학생의 탐구 실험을 지도하는 멘토링 프로그램에 참여하고 있다. 한편, 참여자 C2와 C3 두 명을 제외한 나머지

Table 1. Participants' information

예비교사	성별	학년	전공	담당 학생
P1	여	대학교 3학년	물리교육	중학교 1학년 4명
P2	남	대학교 3학년	물리교육	중학교 1학년 4명
P3	남	대학교 3학년	물리교육	중학교 2학년 5명
P4	남	대학교 3학년	물리교육	중학교 2학년 5명
C1	남	대학교 4학년	화학교육	중학교 1학년 4명
C2	여	대학교 2학년	화학교육	중학교 1학년 4명
C3	여	대학교 2학년	화학교육	중학교 2학년 5명
L1	여	대학교 3학년	생물교육	중학교 2학년 5명

Table 2. 2013 Curriculum of the weekly science program

기간	교육과정	
	중학교 1학년	중학교 2학년
2013년 3월	오리엔테이션 / 멘토링	
4~7월	1주: 물리(오전) / 화학(오후) 2주: 글쓰기(오전) / 멘토링(오후) 3주: 화학(오전) / 물리(오후)	1주: 화학(오전) / 물리(오후) 2주: 멘토링(오전) / 글쓰기(오후) 3주: 물리(오전) / 화학(오후)
8월	자유탐구	
9~12월	1주: 물리(오전) / 화학(오후) 2주: 글쓰기(오전) / 멘토링(오후) 3주: 화학(오전) / 물리(오후)	1주: 화학(오전) / 물리(오후) 2주: 멘토링(오전) / 글쓰기(오후) 3주: 물리(오전) / 화학(오후)
2014년 1월	자유탐구 / 수료식	

Table 3. Subjects of inquiry activities

예비 교사	1차 자유탐구 주제	2차 자유탐구 주제
P1	비행의 원리	정전기 현상 탐구
P2	진자의 운동	음의 법칙과 전기회로
P3	거중기 만들기	무회전 샷의 원리
P4	무게에 따른 미니카의 제동거리 측정	소금물 돌리기
C1	간이 정수기 만들기	산화와 환원: 에칭 판화·에칭 거울 만들기
C2	새로운 지시약 개발	사이아 만들기
C3	용액의 농도에 따른 어는점 내림, 끓는점 오름	삼투압의 원리를 이용한 실험
L1	무즙에 포함된 소화효소 확인과 알코올에 의한 간 기능 변화 측정	삼투현상의 원리: 동식물 세포 주변 용액 농도에 따른 모양변화

참여자들은 전공 기본이수교과목을 포함하여 하나 이상의 교과교육으로 지정한 교과목(교과교육론, 교과 논리 및 논술에 관한 과목)과 교육 실습 교과를 수강했다. 그러나 모두 근무교육실습에 참여한 경험은 없었다.

## 2. 연구 현장

<과학꿈 교실>은 S대학교 인근 지역의 저소득층 중학교 1, 2학년생들을 대상으로 하여, 과학교육과에서 운영하는 주말 과학교육 현장이다. 2013년 실행계획서에 따르면 <과학꿈 교실>의 교육목표는 “과학에 흥미와 소질이 있는 저소득층 중학교 학생들에게 양질의 교육을 장기간에 걸쳐 연속적으로 제공하여 장차 과학기술분야의 중요한 인재로 성장하는데 도움을 주는” 것으로, 중학생들이 프로그램을 통해 과학에 대한 흥미가 고취되고 능동적인 탐구 능력이 향상되기를 기대하였다. 2013년 <과학꿈 교실>에는 총 36명의 중학생(1학년 16명, 2학년 20명)이 참여했으며, 연간 교육과정 개요는 Table 2에 제시하였다. 학기 중에는 매일 1-3주 주 토요일마다 물리 실험실과 화학 실험실에서 물리, 화학, 글쓰기, 멘토링 프로그램이 순환적으로 진행되었고, 각 프로그램은 한번에 3시간씩 운영되었다. 연구 참여자들은 물리와 화학 프로그램의 보조교사로 활동하면서, 멘토링 프로그램에서는 문화체험 활동, 모둠 활동, 상담 등을 실시하였다. 연구는 주로 여름방학과 겨울방학 중에 참여자들이 주도했던 자유탐구 프로그램을 중심으로 진행되었다. 이들은 약 한달 동안 담당 모듈의 중학생들에게 Table 3에서 제시한 주제에 관하여 자유로운 방식으로 탐구를 지도하였다.

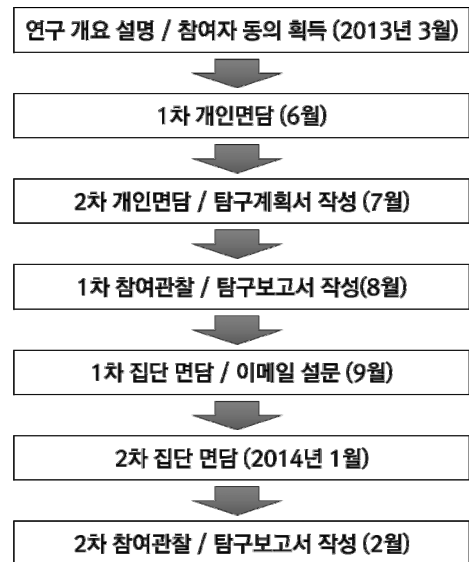


Figure 1. Research process

## 3. 자료 수집 및 분석

예비 과학교사의 탐구에 대한 인식이 탐구를 지도하는 실천으로 이어질 때 나타나는 갈등의 양상을 구체적으로 밝히기 위하여 질적 연구방법 중에서 사례연구를 활용하였다. 본 연구의 분석단위인 사례는 ‘자유탐구 프로그램에서 수행하는 예비 과학교사의 탐구지도 활동’으로, 사례가 될 수 있는 두 가지 조건인 ‘닫힌 체계(bounded system)’와 ‘기능적 특수성(functioning specificity)’을 만족한다(Stake, 1995; Smith, 1978). 연구방법론으로서 사례연구는 하나의 현상이나 요소에 집중하여 특정한 상황과 그 안에 내포되어 있는 복잡한 의미에 대해 심층적인 이해를 얻는데 유익하다는 이점이 있다(Merriam, 1998). 그리고 연구자는 왜, 어떻게 라는 질문에 초점을 맞춰 참여자의 의사결정을 면밀하게 조명하면서, 특정 활동을 둘러싼 핵심적인 요소들에 대하여 철저한 설명과 이해를 추구한다(Yin, 2003). 따라서 연구자들은 사례연구의 특정적(particularistic), 서술적(descriptive), 발견적(heuristic) 특징을 최대한 살리기 위하여 풍부하고 자세하게 기술하려고 했으며(Merriam, 1998), 동시에 고차원의 독창적인 이해를 이끌어내기 위해 노력하였다.

연구의 개략적인 진행 과정은 Figure 1과 같다. 연구는 예비교사들이 주말 과학 프로그램의 멘토로 선정되고 난 다음인 2013년 3월부터 수행하였다. 연구를 본격적으로 시작하기 전에 참여자들에게 미리 연구개요를 설명하였고, 일주일 안에 모든 참여자들로부터 서면으로 동의를 얻었다. 참여관찰과 개인 및 집단 면담은 사전에 연구자들이 계획한대로 진행하였고 그밖에 문헌조사와 기타 자료 요청은 필요에 따라 순환적으로 실시하여 ‘나선형적 심화·확인 모형’을 따르고자 했다(Jo, 1999).

이 연구에서 사용한 연구 자료는 크게 세 가지로 나눌 수 있다. 첫째, 연구의 주 자료로 참여자들의 개인 면담과 집단 면담 자료를 사용했다. 연구자들은 면담을 시작하기 전에 논의할 핵심 질문들을 참여자에게 미리 제시하거나, 탐구 활동 계획서와 보고서를 작성하도록 요구함으로써 예비교사들이 스스로 수행하는 탐구 지도에 대해 지속적인 성찰과 비판적인 논의를 할 수 있도록 도왔다. 각 면담에서는

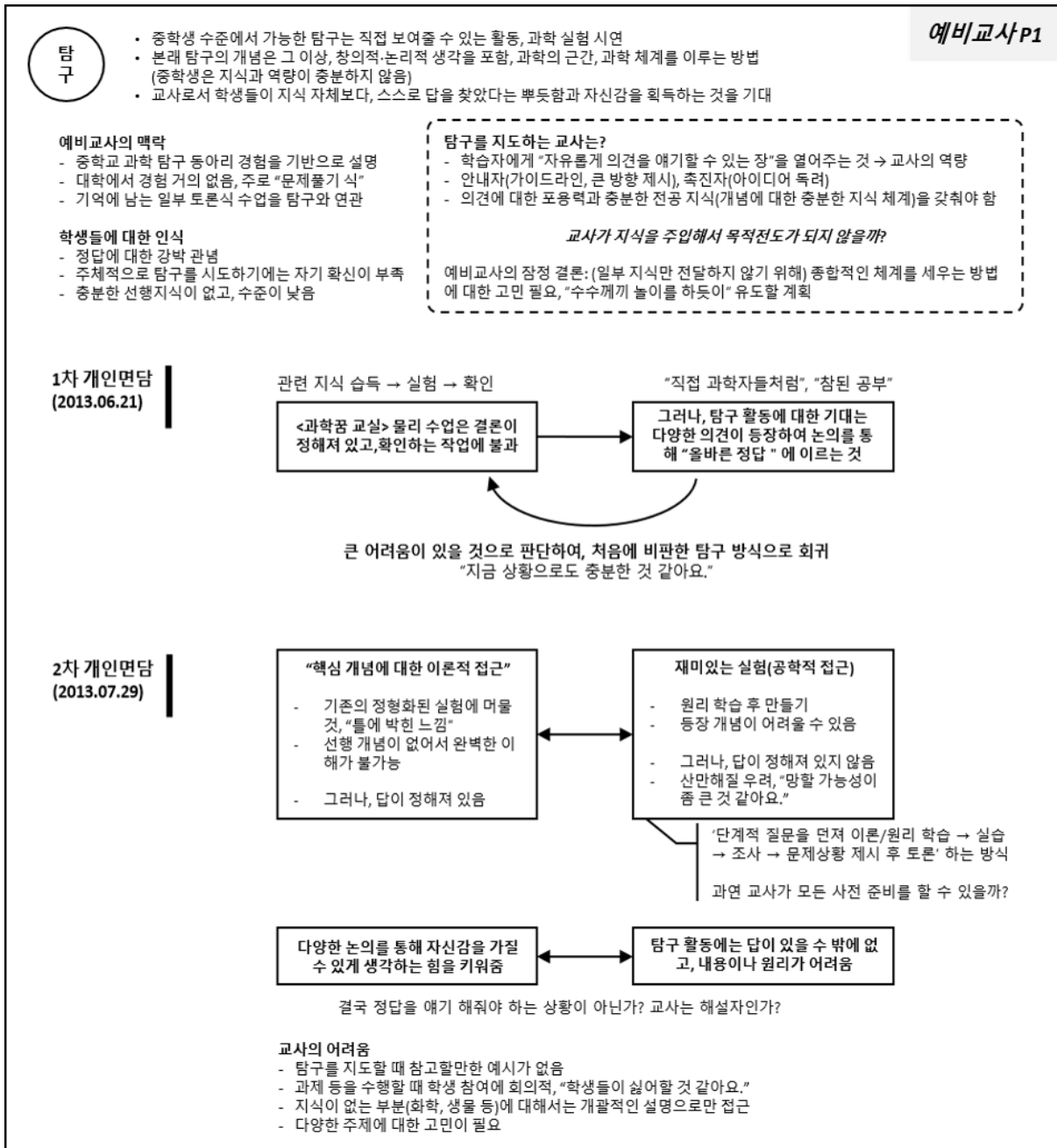


Figure 2. An example of scientific inquiry concept map

반구조화된 질문지를 활용하였으며, 연구자의 질문에 참여자가 자유롭게 응답하는 형식으로 진행되었다. 개인면담은 교내에서 한번에 1시간 내외로 하여 총 2회 실시했고 참여자들의 탐구에 대한 인식을 직간접적으로 확인하는 질문을 공통적으로 포함하였다. 1차 개인면담에서는 주로 참여자의 탐구와 관련된 경험을 이야기했고, 2차에서는 참여자가 작성한 탐구 계획서를 바탕으로 실천적인 측면을 주로 다루었다. 집단면담은 참여자들이 여름방학 탐구 활동을 끝낸 후에 사범대학 세미나실에서 약 2시간 정도로 총 2회 실시했다. 이때는 각자 실시했던 탐구활동을 소개하고 탐구 지도 중에 겪었던 일이나 느낀 점을 공유하였다. 면담은 모두 녹음하였으며, 면담 직후에 바로 전사하였다.

둘째, 탐구 활동을 참여관찰한 기록을 활용하였다. 참여관찰 시에는 한 명의 연구자가 현장의 활동에 방해되지 않고 관찰하고 기록할 수 있도록 교실의 한쪽에 관찰 거점을 두고 참여하였다(Spradley, 1988). 연구자는 각 탐구 모듈에 두 차례 참여하여 녹화하였고, 관찰한 주요

사항은 연구자가 현장메모지에 기록하였다. 셋째, 탐구 전후로 작성된 보고서들을 참고하였다. 예비교사들은 자유탐구를 시작하기 한 달 전에 탐구 계획서를 작성하였으며, 매 시간마다 탐구 내용과 느낀 점을 포함하여 보고서를 제출하였다. 이외에도 참여자들이 멘토로서 담당 학생들의 특이사항을 기록한 생활기록부와 참여자와의 이메일과 문자 메시지 교신 내용, 그리고 자유탐구 발표회 자료 등을 함께 살펴보았다.

수집한 자료에 대한 전반적인 분석 과정은 다음과 같다. 연구자들은 먼저 개인 면담 자료를 반복해서 읽으면서 참여자의 탐구 및 탐구의 실천에 대한 인식과 관점을 대략적으로 이해하려고 했다. 이를 토대로 탐구를 중심으로 드러난 핵심적인 특징에 대하여 참여자별로 개념도를 작성했고(Figure 2), 분석을 위한 별도의 코딩은 실시하지 않았다. 전사한 자료와 개념도는 연구자들이 교차로 확인하면서, 2013년 5월부터 2014년 2월까지 과학교육과 교수가 참여하는 세미나 참석자들과

<과학꿈 교실>의 과학교사 2명에게 정기적으로 검토를 받았다. 이후에 참여관찰이나 집단 면담 등 다른 연구 자료들을 추가로 수집하면서, 처음 작성했던 참여자의 개념도는 지속적인 논의 과정을 거쳐 글쓰기 전까지 보완하였다.

### III. 연구 결과 및 논의

#### 1. 예비교사의 탐구 인식

과학교육 분야에서 “탐구는 과학 학습의 핵심이다(NRC, 1996)”라는 당위적인 명제는 연구 참여자들에게도 여전히 유효하다. 예비교사들은 과학을 배우고 이해하는데 탐구가 매우 중요한 요소임에 심분 동의한다. 탐구 과정은 그 자체로 과학교육의 목적과 긴밀한 연관이 있으며, 더 나아가 과학자들이 하는 일로써 그 자체로 과학 체계를 형성하는 과학의 근간 또는 과학 지식의 본성으로 여기기도 한다. 따라서 장래의 과학 교사들에게 ‘탐구를 어떻게 가르칠 것인가?’는 필연적으로 맞닥뜨릴 질문이자, 반드시 해결해야 할 문제가 된다. 우선 예비교사들이 탐구를 어떻게 인식하고 있는지 구체적으로 기술하고 논의하였다.

##### 가. 학습자의 능동성

참여자들은 탐구의 목적이나 속성을 정의할 때 공통적으로 학생의 자발적인 태도를 수반한다. 특히 과학을 학습하는 맥락에서, “진정한 탐구”를 제대로 수행하기 위해서는 학생들이 주동으로 참여하여 직접 경험하는 학습자의 능동성을 요구한다. 예비교사에게 탐구는 “직접 지적 대상에 대해 주도적으로 알아가는 활동”이며, 학생 자신이 “주체가 되어 학문적 경험을 획득할 수 있는 행위”인 것이다. 예비교사마다 구체적인 강조점은 다소 상이하더라도, 탐구에 참여하는 학생들은 자율적인 흥미와 관심에 따라 문제를 선택하고, 적절한 해결 방식을 고안하며, 새로운 원리를 깨닫게 되는 일련의 ‘주체화’ 과정을 경험해야 한다고 한결같이 이야기한다. 결국, 학생 자신이 무언가를 밝히고자 하는 ‘학습 의지’는 탐구에서 불가결한 것이 된다.

탐구란 지식을 발견하는 과정이다. 그러나 교사 또는 교육과정에서 주어진 지식을 암기하는 다른 학습과는 달리 탐구는 학생들이 ‘직접, 그리고 ‘경험을 통해 발견하고 학습한다는 데 그 의미가 있다고 할 수 있다. 이러한 경험을 통한 지식의 습득은 ‘스스로’ 지식을 얻어냈다는 것에 있어 학생 개인에게 내적 보상을 부여할 수 있고, 단순히 제공된 지식을 암기하는 것에서 벗어나 지식을 발견하고 지식이 생성되는 과정을 이해함으로써 지식을 오래 기억할 수 있게 된다. 또한 이러한 과정 등을 통해 학생 개인의 지적 능력 및 문제해결 능력이 향상된다고 할 수 있다. (예비교사 L1 탐구 계획서)

탐구하는 학생에 대한 예비교사의 기대는 매우 실제적이고 실천적이다. 일상이나 자연으로부터 태동한 질문에 직접 관여할 뿐 아니라, 이를 규명하고 해소하는 것을 목표로 하기 때문이다. 따라서 예비교사에게 탐구는 안정적으로 지식을 습득하는 행위일 수 없다. 이들은 지식을 일방적으로 전달 받는 것과 확실하게 구분하며, “짜인 틀”로 제한하는 실험 수업과 차이 짓기도 한다. 반대로, 탐구란 경험을 통해 지속적

으로 지식을 구해 나가고, 사고를 확장해 가는 발산적 과정이자 활동이다. 달리 표현하면, 장래에 접하게 될 문제를 스스로 해결할 수 있도록 하는 학습 역량이라는 관점을 취한다.

(거중기 만들기 탐구 수업을 준비하면서) 중고등학교 학생들이 “이거 배워서 어디에 써요?” 이런 얘기 많이 하잖아요. ... 문제가 생겼을 때 그걸 해결해야 된다거나. 만약 군대 같은데 갔는데 다리가 무너졌는데, 다리를 지어야 한다거나 그럴 때, 이런 생각이 돌아오는 게 좀 생기지 않을까. 거기서 위치에너지 계산하고 있던 않을 거 아니에요? 그런 실질적인 생활에서 쓸 수 있다, 혹시 누가 물어보면 대답해 줄 수 있지 않을까 그런 생각이 들었어요. (예비교사 P3 1차 개인면담)

예비교사들은 탐구를 통한 학습은 학생 주도의 실천적인 과정이므로 예비교사들은 탐구에 학생의 흥미, 동기부여, 교사-학생 간 신뢰, 활발한 의사소통 등이 중요한 역할을 한다고 꼽는다. 탐구의 과정 중 지식의 열개는 계속해서 형성되기 때문에 다른 학생 및 교사, 그리고 주변의 환경과 긴밀히 주고받는 상호작용이 지식의 유기적인 연결을 돕고 더욱 폭넓게 사고하도록 한다는 것이다. 이때 교사는 학생들이 적극적으로 탐구에 참여할 수 있도록 흥미를 북돋우고, 서로 자유롭게 의견을 주고받을 수 있도록 돕는 안내자, 조력자, 촉진자의 역할을 수행해야 한다고 말한다. 학생들이 적합하지 않은 주제를 제안하거나 탐구 방법을 결정할 때 조정하기도 하는데, 한 예비교사의 말을 빌리면 탐구 과정에서 “말도 안 되는 것들을 쳐내는” 일이다. 이 같은 예비교사의 견해들은 탐구를 지도하는 중등학교 교사의 역할을 규정하는 Crawford(1998)나 Flick(1997)의 관점과 유사하다. 즉, 교사는 안내자, 촉진자, 조언자, 혁신가, 협력자 등의 역할을 수행하면서, 학생들로 하여금 어떻게 과학적 지식이 정립되는지를 이해할 수 있는 ‘기회’를 부여해야 한다는 점이다(Park, 2006). 다음의 예비교사가 말하듯이, 학생들에게 “상상할 거리”를 필요에 따라 지속적으로 제공하는 일이다.

어쨌든 애네(학생들)한테 뭔가 상상할 거리는 제공해 주되 규정짓지는 말고. ... 자기들이 원하고 진짜 하고 싶은 걸 해야 되니까 그렇게 해서 잡고, 그 다음에 이제 뭐 가정 같은 거는 어느 정도는, 처음이니까 제가 조금 해줄 수 있겠죠? 교사가. 교사가 조금 어느 정도 도움을 줄 수 있지만 이게 조금 두다 보면 학생이 공부를 따라 오잖아요, 공부를 막 하면서. 이게 딱 쌓이면 자기가 어느 순간에는 생각할 수 있게 되거든요? 그땐 교사가 잠시 빠져 있다가, 그러니까 한 번씩 옆에 가서 조금씩만 도와주는 역할을 하는 거죠, 교사는. 그리고 학생은 스스로 진행을 하는. 그게 중요하다고 생각해요. 적어도 탐구에서는. (예비교사 C2 1차 개인면담)

##### 나. 과학적 방법: 논리적 절차와 지식 기반

참여자들이 인식하는 탐구의 범주는 대체로 포괄적이다. 예를 들어, 예비교사들은 탐구를 “과학을 얻기 위한 과정”, “경험으로부터 지식을 구해 가는 모든 과정”, “학문적 경험을 획득할 수 있는 모든 행위” 등으로 정의한다. 그러나 이들은 과학과 탐구를 매개로 교수학습이 일어나는 상황을 상정하므로, 엄밀한 의미에서 탐구의 이행에는 ‘과학적인 방법’이라는 단서를 붙인다. 탐구에는 학습자의 흥미나 직관과

같은 주도적인 태도를 요청하긴 하지만 그렇다고 아무렇게 해서 안 되며, 일종의 합리적이고 적법한 절차와 과정이 있다고 말한다.

탐구 활동이라 함은 일반적인 강연의 형태가 아닌, 학생이 직접 지적 대상에 대해 주도적으로 알아가는 활동의 형태라고 생각합니다. 특히 과학 교과외의 경우 그러한 활동의 형태가 과학적인 형태를 띠고 생각합니다. (예비교사 P2 탐구 계획서)

그게(탐구) 뜻풀이가 찾고 연구한다는 거잖아요. 찾을 탐(探), 연구(究). ... 그러니까 찾아가는 건데, 그냥 답을 찾으면 수수께끼 같은 그런 게 되고. 과학을 좀 생각해보면 이유를 찾아가는데 그 이유를 과학적 방법을 통해 찾아가는. (예비교사 C1 1차 개인면담)

여기에서 과학적 방법이란 이른바 전통적 탐구 과정인 문제 인식, 가설 설정, 실험 설계, 실험 수행, 결과 분석 및 논의의 순차적 절차와 다르지 않다. 예비교사마다 탐구를 지도하는 구체적인 방식과 내용에서 일부 차이가 있더라도 그 바탕은 중등학교 교과서에서 제시하고 있는 연역적 탐구 절차의 전형을 따른다. 즉 연역적 탐구 과정은 과학 내에서 인정하는 정형화된 방법으로, 이를 통해 가설의 타당성을 담보한다고 인식한다. 따라서 예비교사는 학생들이 탐구의 표준을 직접 경험하면서 ‘탐구하는 법’을 체득하고, 다른 주제에 대해서도 같은 원리를 적용하여 스스로 헤쳐 나갈 수 있는 기틀이 되기를 기대한다.

중학교 때, 리포트 같은 보고서를 쓸 때 아무 것도 모른 상태에서 그거를 처음 검색해보면서 알았어요. 주제를 설정하고, 그 순서 쓰는 것도 다 있었잖아요? 가설 설정, 이렇게 다. 실험 과정을 다 쓰는 거를. 거기서 처음 알고 그거에 맞춰서 썼거든요. 그게 완전한 건 아니지만 그게 토대가 되어야지, 그러니까 올바른 탐구가 될 수 있다고 생각해요. 그게 없으면 막 이게 흐트러져 있는데 일단 정돈을 해야지 이게 자기가 나중에 봤을 때 결과물이 엄청 중요한 건 아니지만 딱 경리가 되니까. 그리고 그렇게 경리가 됐을 때 자기 머릿속에도 차곡차곡 쌓일 거라 생각이 들어요. (예비교사 C2 1차 개인면담)

이때 안내자의 역할을 하는 교사는 각 과정에서 학생들이 단계적인 유추를 할 수 있도록 도와야 한다고 주장한다. 학생들에게 반복해서 관련된 질문을 던지고 논증의 기회를 제공하면서 탐구의 진행을 체감하게 하거나, 과정을 따를 수 있도록 유도하겠다는 예비교사의 견해는 탐구 지도를 경험하고 난 후에 더욱 견고해졌다. 한 예비교사는 마지막 보고서에서 과학교육에서의 탐구를 “과학을 학습하기 위한 과정, 그리고 절차를 익히도록 하는 훈련이 모두 포함”되는 것으로 여기면서, 연역적 탐구 절차를 익히는데 방점을 찍기도 했다.

참여자들은 올바른 탐구를 위한 조건으로 한 가지를 더 제시한다. 연역적인 접근이 탐구의 길잡이 역할을 하는 정연한 절차라고 한다면, 그 절차들을 제대로 수행하기 위해서는 탐구 주제와 관련된 깊이 있고 풍부한 ‘과학 지식’이 뒷받침 되어야 한다는 것이다. 탐구의 주체인 학생은 가설을 검증하고 해석하기 위해서는 기본적인 교과 지식과 이론을 갖추는 것은 필요조건이며, 사고의 확장을 촉진하기 위하여 교과서 밖의 다양한 배경지식이 요구된다고 말하기도 한다. 왜냐하면 탐구에 참여하는 학생들은 기존의 지식들을 유기적으로 연계하고 응용하면서 그 동안 알지 못했던 내용들에 관해 “사고를 트이게” 새로운 지식을 생성해야하기 때문이다. 이런 점에서 예비교사들은 탐구를 단

순히 흥미를 돋우거나 활동지를 쫓아가는 실험 수업과 구분한다. 학생 스스로 지식의 열개를 조직하려고 분투하는 고민의 흔적을 찾기 힘들기 때문이다. 일부 예비교사는 과학 지식이 부족한 학생들이 수행하는 탐구의 효과에 대해 다음과 같이 부정적인 견해를 피력하기도 했다.

결국 탐구라는 것도 이거를 검증하기 위한, 뭔가를 실행하려면 가지고 있는 과학적 지식이 어느 정도는 풍부하고 완성 돼 있어야하는데, 애네(학생들)가 가진 거는 너무 부족하잖아요? 그래서 만약에 하게 된다면 그냥 과학에 대한 흥미를 불러일으킬 수는 있겠지만, 그리고 과학자의 역할 같은 것도 좀 배울 수는 있겠지만, 과학적 사고력을 크게 증진시켜 준다든지 이런 거에는 별로 효과가 없을 것 같긴 해요. (예비교사 L1 1차 개인면담)

한편, 탐구를 지도하는 교사는 학생들의 의견을 포용하고 중재하는 능력뿐 아니라 해당 분야의 충분한 ‘전문 지식’ 또는 ‘지식 체계’를 갖추어야 한다고 입을 모은다. 교사의 전문 지식은 학생들과의 상호작용 속에서 부단히 마주하게 되는 우연한 상황들을 극복하도록 하며, 아직 과학 지식에 어린 학생들에게 실험 도구에 관한 정보나 배경이 되는 이론을 직간접적으로 전달하는데 활용된다. 따라서 탐구의 원만한 진행을 위해서 사전에 전문 지식을 치밀하게 구비해 두는 일은 불가결하며, 만일 교사가 특정한 주제에 관하여 지식이 없거나 충분하지 않은 경우에는 자신의 지식 테두리 안에서 탐구가 가능한 범위를 자의적으로 경계 짓는다. 모든 탐구 모듈들이 예비교사의 전공과 부합하는 주제를 선정한 것은 이와 무관하지 않다(Table 3 참조).

사실 저는 이번 주제를 이렇게 해서 정했거든요, 애들한테 해보고 싶은 거 물어보니까 초전도체 얘기해서. ... 제가 그래서 해보려고 공부를 해봤는데 어렵더라고요, 너무. 그래서 제가 아는 주제를 찾아서 왔는데, 저는 애들이랑 상의해서 하면 좋은데 그게 너무 어려워요. 제가 알고 있는 과학적 주제가 많을 때만 그게 가능하거든요. 그래서 다음에 할 때는 그래도 제 맘대로 정하진 말고 이번처럼 그냥 뭔가 더 큰, 상위의 테마를 준 다음에 얘기를 하는 걸로 어떤 종류가 좋을지, 그런 얘기는 한번 해보고 싶어요. 해보고 안 되면 다시 또. (예비교사 C2 1차 집단면담)

이상에서 논의한 예비교사의 탐구 인식은 국내 연구에서 자주 차용하는 탐구의 개념과 상당히 유사하다. 바로 과학적 탐구를 ‘과학자들 처럼 자연을 연구하는 활동’으로 여기는 입장으로, 그 원류는 미국 NRC(1996)에서 제안한 국가과학교육기준(National Science Education Standards)으로 볼 수 있다. 통상 과학자는 자신의 전공 영역에 대하여 고도의 지식을 갖추고 첨단 연구를 수행할 수 있는 역량이 충분하다고 인정되므로, 예비교사들이 지적하는 학습자의 능동성, 과학적 절차와 전문 지식은 과학자가 갖추어야만 하는 요건과 다르지 않다. 여기에서 국내 학계의 주된 탐구 인식이 예비교사들의 것과 어떻게 닮아 있는지를 밝히는 논의는 차치하더라도, 탐구의 의미에 관하여 예비교사들에게 ‘과학자 따라 하기’ 담론이 적지 않은 영향을 주고 있음은 분명해 보인다.

## 2. 탐구의 인식과 실천 사이에서 나타나는 딜레마의 양상들

참여자들은 연구자와 면담 중에, 그리고 자신의 인식을 기반으로

탐구 프로그램을 직접 설계하고 진행하면서 여러 딜레마와 마주했다. 딜레마란 일반적으로 양립 불가능한 선택지 중에서 어느 경우를 택하더라도 만족할만한 결과를 얻지 못하는 곤란한 상황을 의미한다(Lee, & Lee, 2012). 예비교사가 처한 딜레마는 탐구 인식과 실천의 부정합 속에 인위적으로 하나의 선택을 취해야 하는데서 오는 인지적 갈등인데, 이를 해소하기 위해 선택한 어떤 결과도 앞서 기술한 예비교사의 탐구 인식과 거리가 생기게 됨을 의미한다. 아래에서는 예비교사의 탐구 지도 과정에서 드러나는 대표적인 딜레마의 양상들에 대해 기술하고 논의하였다.

### 가. 발산하는 탐구와 수렴하는 과학

참여자들의 견해에 따르면 탐구는 학습자의 주체 활동으로, 학습자가 마주하는 문제를 해결하기 위한 자율성과 능동성을 담보로 한다. 교사의 간섭을 최소화 하고, 반대로 학생이 주도적으로 가설을 검증하는 활동이 극대화되었을 때 탐구의 본래 가치는 획득된다. 이처럼 탐구는 학생이 결정한 선택들에 의해 조직되는 과정이므로, 탐구의 과정과 결과가 사방으로 퍼질 수 있는 가능성을 내포한다는 점에서 발산적이라 할 수 있다. 교사는 탐구를 통해서 학생 스스로 끊임없이 의미구조를 형성하고 변화하기를 기대하며, 자유롭게 의견을 이야기할 수 있는 장을 마련하는 소극적인 역할을 부담할 뿐이다.

그러나, 예비교사들은 자신의 탐구 인식을 자연스럽게 이상화(idealization)한다. 이들이 밝힌 탐구는 실제의 교육 상황에서 원래 의미대로 실행되기 어렵다고 생각하는 까닭이다. 탐구의 개념과 실천 사이에 괴리나 모순이 존재하며, 따라서 실천의 맥락에서 탐구의 의미나 속성을 이야기할 때에는 “이상적인 탐구”, “원래 탐구”, “열린 탐구”, “진정한 탐구” 등과 같이 수식어를 동반한다.

이상적인 탐구를 가능하게 하려면 발산적 사고를 할 수 있게 해줘야 되는 것 같아요. 근데 이게 너무 어려운데. 그러니까 이게 좀 되게 모순적이잖아요, 보면. 그러니까 진정한 탐구를 하기 위해서는 애네(학생들)가 되게 많은 생각들을 해보고, 되게 다양한 생각들에서 타당한 생각들을 찾아내보고 이런 과정들을 해야 되는데, 실제 수업에서는 이게 너무 어려우니까 대부분 어느 정도의 가이드라인을 지켜서 애들한테 수렴적으로 가도록 좀 지도를 하는 게 많은 것 같아서. 그러니까 너무 어려운 문제인 것 같아요. (예비교사 L1 1차 개인면담)

인식으로서의 탐구가 실천으로 이행될 때 실세계에서는 불가능한 이상으로 전이되는 이유 중 하나는 학생들을 “올바른 정답에 이르게” 해야 한다는 참여자들의 믿음에 근거한다. 예비교사들은 학생들이 자유롭게 의견을 제시하거나 상호 토론을 할 수 있도록 돕긴 하지만, 궁극적으로 도달해야 하는 진행 방향과 결론은 현대 과학에서 통용되는 개념과 이론에 부합하도록 미리 정해둔다. 과학은 오랜 시간에 걸쳐 수많은 과학자들에 의해 구조화된 사회문화적인 산물이므로, 자율성을 획득한 학생들이 과학 체계와 사뭇 다른 결론으로 도달하게 놓아두는 일은 장래의 과학교사들에게 여간 부담스러운 일이 아니다. 교사로서 학생들에게 부정확한 지식을 갖게 하는 것은 탐구 활동을 안 한 것만 못하다고 여기는 불안감 때문이다. 이런 연유로 참여자들은 “애들한테 ‘이렇게 해’라고 말을 안 했으면 좋겠어요. 제가 하다가 답답하

면 다 말해버릴 것 같아요.”와 같은 고민을 토로하면서도, 학생들이 탐구 활동을 통해 잘못된 학습을 하지 않도록 정해진 길을 벗어나지 못하게 유도한다. 예비교사들은 과거에 경험했던 탐구 수업들에 대하여 확인하는 작업에 불과하다는 아쉬움을 표현했지만, 결국 자신들이 설계한 프로그램도 동일한 한계를 겪을 수밖에 없음을 직시하게 되면서 곤란한 상황에 처한다.

탐구는 결과를 얘기하는 게 아니라 과정 자체가 탐구니까 정답을 구해야 된다, 그런 것 보다는 학생들이 자신감을 가질 수 있게 생각하는 힘을 길러주겠다 라고 얘기를 했었는데 ... 답은 있을 수밖에 없는데 학생이 헛갈리면서 혼자서 답을 찾아갈 수 있도록 알려주고, 그런 방향으로 탐구를 제시하면 좋은데 내용 자체가 어려워서 제가 아예 ‘이렇게 가라’ 얘기를 해줘야 하는 상황이라서. 학생들은 그냥 이렇게 하고 해설을 저한테 듣는 수준밖에 안될 것 같은 생각이 들어서. (예비교사 P1 2차 개인면담)

예비교사들은 탐구 과정에서 주객이 전도돼서 오히려 지식을 주입하는 상황을 염려하고 있음에도, 과학은 “답이 있을 수밖에 없는” 견고한 체계이므로 학생들에게 적당히 가이드라인을 잡아주는 불가피하다고 판단한다. 다시 말해서, 이들은 ‘조력자로서의 교사’와 ‘지식 전달자로서의 교사’라는 상이한 역할 사이에서 수시로 경계 넘기를 해야 한다. 그러므로 ‘자신의 역할을 언제 전환할 것인가?’를 잘 아는 것은 교사 역량과 직결된다. 예비교사들은 역할의 경계 넘기에 능통한 교사는 학생들로 하여금 부지불식간에 스스로 답을 찾았다는 뿌듯함이나 자신감을 느끼게 한다고 말한다. 이때 양측에 대한 교사의 ‘균형 잡기’는 교사의 치밀한 준비를 전제로 한다. 우선 교사는 학생들이 잘못되었음을 알고 제대로 된 방향으로 잡아주기 위해서 탐구 주제와 관련한 주변 지식까지 통달해야 한다. 여러 가지 가능성을 미리 염두에 두어 학생들의 방향이 어긋난 시점에 적절하게 개입하기 위함이다. 또한 탐구에서 발산된 다양한 논의들은 교사가 알고 있는 과학적인 개념과 이론으로 수렴되어야 하므로, 학생들의 의견을 합리적으로 모으기 위해서는 올바른 검증 활동이 잘 작동되어야 한다. 보통 과학 교과에서 탐구 활동은 실험을 수반하는데, 일례로 실험의 과정 및 결과는 과학에서 말하는 그것과 명확히 일치해야만 원하는 결론에 도달할 수 있게 된다. 종합하면, 교사의 역량이란 정교하게 탐구의 “판을 짜는” 능력을 일컫는다고 할 수 있다. 이와 관련하여 다음에서 예비교사들이 첫 번째 탐구 지도를 경험한 후에 공통적으로 예비 실험의 필요성에 공감한 것은 더욱 정교한 판짜기를 위함이다.

예비교사 L1: 예비 실험을 할 과정이 없으니까, 그 과정이 빠져 있으니까 제가 이걸 해보고 이게 제대로 잘 되나, 이걸 항상 검증을 해야 되는데 그게 없이 바로 주제를 만들고 실험을 계획하고 실험을 해봤더니 뭔가 예상치 못한 일들이 좀 나오더라고요. 예비 실험의 필요성을 되게 많이 느꼈던 것 같아요.

예비교사 P4: 격하게 공감하시네요? 저는 정량적인 결과를 굉장히 많이 냈잖아요? 예를 들어서 미니카의 속도에 따라서 제동거리가 늘어나는. 그러니까 제가 이미 기존에 알던 이론적인 거는 속도의 제곱에 제동거리가 비례하는데 만약에 그런 결과가 안 나오면 어떻게 하지, 그 생각을 엄청 했어요. 예비 실험을 못했으니까. 당연히 얼추 맞더라고요, 다행히. 그러니까 예비

실험을 못하니까 그게 많이 컸고요.

(1차 집단면담)

### 나. 흥미 중심의 탐구와 학습 중심의 탐구

참여자들이 말하는 탐구는 단편적인 활동들의 묶음과 다르다. 학습자는 연역적인 절차와 지식을 토대로 자신의 요구와 필요에 따라 관찰, 실험, 자료 조사, 고찰, 논의 등의 다양한 활동들을 유기적으로 취하면서, 새로운 지식을 생성하거나 기존에 어렵듯이 알던 내용을 더욱 확실하게 하는 통합의 과정이다. 즉, 학습자가 문제의 해결책을 탐색하고 고민하는 중에 이를 돕는 여러 수단들이 녹아드는 모양이다. 예를 들어 어떤 예비교사의 말처럼, 탐구 과정에는 “가설을 입증하기 위해 정보를 수집하고, 질문 및 토론을 통해 의견을 공유하고, 실험상황을 설계하여 오감으로 확인하는” 등의 활동들이 폭넓게 수반될 수 있다.

하지만 탐구의 통합적 성질을 교육 상황에 오롯이 반영하기란 쉬운 일이 아니다. 이는 대다수의 예비교사들이 호소했던 교육의 시공간적 제약 때문만은 아니며, 무엇보다 탐구를 수행하는 학습자에게 필연적으로 요구되는 능동성과 적잖은 관련이 있다. 탐구를 통해 해결하고자 하는 문제는 학습자의 필요로부터 출발하거나 그것과 합치되어야만 학습자는 흥미를 느끼면서 자신의 의욕에 따라 주체적인 학습이 가능하다(Yoon, & Pak, 2000). 그러나 예비교사들은 4-5명의 중학생들로 구성된 모둠의 관심을 충분히 반영하는데 큰 어려움을 겪었다. 학생들이 자유롭게 주제를 정하도록 하면 관심 분야가 상이할 뿐 아니라 주제 찾기에 대한 막연함으로 인해 탐구로 “할 만한 게” 나오지 않고, 검증할 수 없거나 별로 과학적이지 않은 주제로 정해지는 것을 염려하기 때문이다. 그 이유로 한 명을 제외한 모든 예비교사들은 학생들의 탐구 주제를 정해주었고, 나머지 한 모둠만 상호 간에 자유롭게 논의하도록 한 후에 예비교사가 검토하여 결정하였다.

자기가 아무 것도 없는 상태에서 막 찾아서 ‘아, 이거 경험해 보아야지, 탐구해 봐야지, 이렇게 하는 건 진짜 어렵겠다.’ 라는 생각이 들었어요. ... 저번에 인터뷰 할 때는 그렇게 찾아서 하는 게 탐구라고 생각해요. 약간 이런 느낌이었는데, 근데 어려운 것 같아요, 매우. 그러니까 저는 사실 제가 예전에 탐구를 혼자 할 때도 어렵다고 생각을 했었는데. 그래서 그때는 단지 내가 아는 게 너무 없어서라고 생각을 했었거든요, 어릴 때는. 근데 지금은 그때보다 훨씬 많이 알고 공부를 더 많이 했음에도 어렵다고 느꼈어요. 그러니까 그 탐구가 경험인 건 맞는데, 찾는 게 정말 어려운 것 같아요. 내가 뭘 할지. (예비교사 C2 2차 개인면담)

예비교사들은 학습자의 필요에 따라 주제를 정하는 것으로부터 시작하는 자유로운 탐구는 학생뿐만 아니라 교사에게도 난감한 상황이 될 것으로 예측한다. 급작스럽고 막연한 상태에서 주제를 정하게 되면 시간이 많이 걸리며 학생들이 지나치게 비현실적이거나 장난스러운 의견을 제시하기 때문에 결국에는 문제 제기 역할을 교사가 어느 정도 해주는 일은 불가피하다고 생각하는 이유이다. 그래서 예비교사들은 학생들의 관심과 다소 어그러지더라도 학생들이 해결해야 할 문제를 앞서 결정하기를 택한다.

그러나 탐구에 참여하는 학생들이 인위적으로 조성된 상황, 곧 교사가 정한 주제와 방향을 따르면서 예비교사들은 몇 가지 과제와 마주한

다. 탐구의 출발점이 교사에 의해 촉발되므로 학습자에게 능동성이 결여되고, 한 번의 탐구 활동에서 학생들이 주제에 흥미를 느끼면서 새로운 지식을 생성하거나 확증하는 여러 기능들을 동시에 기대하기는 어렵다고 판단한다. 그 결과, 예비교사들은 탐구를 계획하면서 다음의 두 가지 질문 중 하나에 집중하는 양상을 보인다. 하나는 ‘어떻게 하면 학생들이 탐구 주제에 관심을 갖게 할 것인가?’이고, 다른 하나는 ‘탐구를 통해서 학생들이 무엇을 학습하도록 할 것인가?’이다. 학습자의 능동성이 이끄는 탐구는 ‘흥미 중심의 탐구’와 ‘학습 중심의 탐구’로 양분되며, 둘은 예비교사에게 한 번에 달성하기 어려운 딜레마가 된다.

그게 되게 고민점인 것 같아요. 그러니까 애네(학생들)가 여기 와서 뭔가 배웠다는 느낌이 들게 해야 하는 건지, ‘아, 화학은 정말 재미있는 거야라는 느낌이 들게 해야 하는 건지. 제가 지금 정확하게 주제를 하나로 정한 게 아니라. 고민을 하고 있는 게 하나가 비뚤방울로 하는 거고, 하나가 그냥 불같은 거 만드는 거, LED. 그게 되게 둘 다 재미있어 할 거란 생각은 해요. 재미있어 할 거란 생각은 하는데 좀! 입장에서 이걸 어떻게 다가가야하지? 그러니까 그건 아직 고민인거 같아요. 가르쳐 줘야하나, 아니면 흥미 있다고 느끼게 해야 하나? (예비교사 C1 1차 개인면담)

먼저, 참여자들이 흥미에 주안점을 둔다고 할 때의 탐구란 이른바 ‘재미있는 실험’을 하는 것과 다르지 않다. 바꿔 말하면, 예비교사들은 학생들이 신기하고 궁금해할만한 주제와 활동을 선택함으로써 학생이 탐구의 주체로 복원될 수 있도록 의도한다. 따라서 탐구는 실험 자체가 흥미롭고, 학생들이 이해할 수 있는 난이도를 고려한 만들기와 체험 활동이 중심이 되고, 재미있는 실험을 거점으로 하여 점차 심화하는 모습을 띤다. 예를 들어, 예비교사들은 거중기 제작하기, 지시약 젤리 만들기, 배양액에 그림 그리기, 간이정수기 만들기 등을 탐구의 핵심적인 활동으로 운용하였다. 이때 학생들이 스스로 심도 있는 논의를 하거나 새로운 지식을 습득하기를 바라기보다는, 아래와 같이 탐구를 통해 만족함과 즐거움을 경험하고 과학에 대한 호감을 갖게 하는 것을 더욱 중요하게 생각한다. 탐구와 관련된 배경지식이나 접목할 수 있는 이론들은 실험을 전후로 하여 예비교사가 설명해주거나 구조화된 실험을 통해서 학생들에게 직접 전달된다.

좀 하면서 과학 수업에 대한 즐거움 이런 걸 많이 느꼈으면 좋겠어요. 근데 애들이 좀 재미없다고 했었던 것 같아요, 과학 수업 이런 걸 할 때. 그래서 그런 걸 좀 재밌게 생각했으면 좋겠고, 그리고 뭔가 자기가 이렇게 어떤 실험을 구상해서 결론을 얻었을 때에 그런 기쁨을 좀 알게 되었으면 좋겠어요. 학습의 기쁨. (예비교사 L1 2차 개인면담)

반대로 학습 중심의 탐구를 선택한 한 예비교사는 학생들이 탐구 활동을 통해서 과학 지식이나 논리적인 사고력 획득을 기대하며, 탐구가 흥미 위주로 경도될 때 그저 산만하기 만한 재미있는 실험으로 격하되는 것을 걱정한다. 그래서 탐구지도는 관련된 이론에 대한 강의와 변인들을 통제하면서 탐구 과정을 익히도록 하는 시범 실험을 위주로 진행하였다. 참여자들에게 탐구는 대체로 중등학교 과학교육의 맥락에서 활용되므로 학생들로 하여금 탐구의 결과로 “뭔가 배웠다는 느낌”을 갖게 하는 것을 간과할 수 없으며, 때로는 교육과정과 밀접하



게 연계하기도 한다.

그러나 흥미 중심의 탐구나 학습 중심의 탐구 중에서 어느 한 쪽에 무게중심을 두더라도 탐구를 지도하는 일은 결코 녹록하지 않았다. 학생들의 흥미와 관심을 고려하여 탐구 주제를 선정했지만 탐구에 참여한 학생들은 종종 탐구 주제에 대해 관심을 보이지 않았으며, “이거 만들어서 뭐하게요?”와 같은 질문을 던지면서 예비교사들을 곤혹스럽게 하기도 했다. 반면에 학습을 염두에 둔 예비교사는 학생들이 이전 시간에 배운 내용들을 잘 기억하지 못해서 반복적인 학습의 필요성을 역설하였고 흥미를 끌지 못했을 뿐더러 수학 및 과학 지식이 부족하다는 이유로 심화된 논의를 진행시킬 수 없었다고 토로했다.

이론 수업보다는 학생들이 직접 활동할 수 있는 것에 중점을 맞추다 보니 하나 간과한 사실이 있었습니다. 학생들이 주제를 받아마자 제게 던진 질문이 있습니다. “그래서, 이거 만들어서 뭐하게요?” 주제 구상 단계에서는 실험기구를 직접 만들어보고, 그것으로 실험을 해봄으로써 개선안을 찾는 것을 목표로 하였으나 학생들이 의외로 실험기구에 흥미를 적게 보여 약간 당황스러웠습니다. 학생들에게 흥미를 유발할 수 있는 계기를 열심히 생각해봐야 할 것 같습니다. (예비교사 P3 1주차 탐구 활동 보고서)

#### 다. 탐구 주체로서의 학생과 부족한 지식인으로서의 학생

앞서 언급한 대로, 참여자들의 탐구 인식에서 학습자의 주도성과 더불어 과학 지식을 갖추는 것은 탐구의 중요한 요인으로 자리매김해 있다. 학습자가 스스로 해결책을 모색하거나 논리를 조직할 때에는 필연적으로 과학이 공인하는 지식을 참조하여 타당성을 확보해야 한다고 판단하는 이유에서이다. 또한 과학 지식의 긴밀한 연결과 응용은 발산하는 사고의 동력이자 지지기반이 될 수 있다고 설명한다. 반면에, 예비교사들이 생각하기에 학생은 엄연히 ‘부족한 지식인’이다. 더욱이 중학생은 풍부하고 완성된 지식에 이르기까지 한참 모자라므로 수준에 맞는 주제를 찾거나 해석하기란 역부족이며, 교사의 적절한 개입은 당연시 된다. 예를 들어, 예비교사들은 개념과 이론을 미리 알고록 하는 장치(강의, 안내서 등)를 본 탐구 활동에 앞서 마련하거나, 활동의 중간이나 말미에 행하는 논의와 연계하여 설명하기도 한다. 이처럼 어쩔 수 없는 교사의 간섭이 포함된다는 점에서, 탐구 본연에 충실한 주제적인 학생과 지식이 부족한 학생의 동시성을 유지하기 위한 교사의 고민은 적지 않다. 학생에게 최대의 기회를 제공한다는 가치관에 부합하도록 실험을 구성하는 것이 어렵기 때문이다.

가치관과 맞게 실험을 짜는 게 정말, 좀 너무 어려웠어요. ... (탐구 활동을 진행하는 게) 무서워요, 너무. 그러니까 사실 그 조교로 있을 때, 옆에서 도와주는 사람일 때는 준비 다 된 상태에서 그냥 ‘아, 오늘 이거 하는구나.’ 하고 요 정도 알고 들어갔으면 되니까. 이렇게 준비할 게 많고, 생각해야 될 것도 많고, 그리고 하고 싶은 실험이 ‘아, 이런 게 관찰겠다.’ 해도 예네(학생들)가, 애들이 생각했을 때 ‘이걸 이해를 할 수 있을까?’ 이런 걸 생각해서 버린 실험도 많고. 하다보니까 좀 어려운 것 같아요, 너무. (예비교사 C2 2차 개인면담)

예비교사의 시각에서 학생들만의 힘으로 깊이 있는 분석과 논의를 진행하기는 쉽지 않고, 더구나 중학교 수준에서 “완벽한 이해는 불가

능”한 일이다. 그래서 참여자들은 학생들을 어디까지 이해시킬지 결정하는 ‘수준 맞추기’를 부단히 고민해야 한다. 학생들이 적극적으로 탐구에 참여하도록 하기 위하여 흥미로운 요소를 가미하더라도 단순하게 재미있는 상황만을 연출하기는 기피한다. 때로는 현상의 원인을 탐색할 때 고등학교 이상에서 등장하는 개념이나 수학적 등으로 설명이 필요한 경우가 발생하는데, 그렇다고 중학교 학생들에게 선불리 적용하기에는 너무 까다로운 수준이다. 예비교사들은 심도 있는 탐구를 위해 비행의 원리 실험에서 양력에 대한 이해가 필요하다고 여기거나 진자 실험에서 삼각함수를 알아야 한다고 생각하지만, 동시에 중학교 수준에서 어떻게 알 수 있을지 걱정하는 것도 같은 맥락에서이다.

진자 같은 경우에는 ‘줄 길이 바뀌기며 하고, 무게 바뀌기며 실험하면 간단하게 할 수 있겠다.’ 생각하고 했는데. 애들이 무게의 영향을 안 주려면 작은 각도로 진동시켜야 되는데, 애들한테 설명해줄 수도 없고. 애들이 삼각함수도 모르는 상황에서 사인(sine), 코사인(cosine) 이런 거 설명할 수도 없고. 생각보다 제가 그런 거에 대해서 고민이 좀 부족하지 않았나 생각이 들기도 하고. (예비교사 P2 1차 집단면담)

한편, 예비교사들도 학생들보다 훨씬 깊고 폭넓은 지식을 갖춰야 한다는 부담을 느낀다. 이들은 조력자와 지식 전달자의 경계 넘기를 하면서 궁극에는 올바른 답에 이르도록 안내를 해야 하므로, 학생들이 탐구하는 주제에 능통해야 한다고 생각한다. 일례로, 한 참여자는 탐구를 가르치는 교사라면 주제와 관련한 “모든 아이디어를 포괄한 상태여야만 온전하게 알려줄 수 있다”고 언급하기도 했다. 또한 학생들에게 잘못된 개념이나 지식을 알려줄 가능성을 최대한 배제하기 위해 탐구의 주제는 각 예비교사 자신의 전공 영역으로 한정한다. 그럼에도 불구하고 예비교사가 정확한 지식을 미리 아는 것은 큰 짐이며, 아직 탐구 지도 전반에 관하여 경험과 지식이 충분하지 않으므로 “(예비교사가 계획한 대로) 그렇게 못할 게 뻔한데”라고 푸념 섞인 말을 하기도 했다.

저는 당연히 양력의 원리가 베르누이의 원리인줄 알았는데, 아니었다는 게. 그래서 너무 쇼크였거든요. ... 저도 혼란스러웠어요, 확실히 알지 못한다는 생각 때문에. 결국에 학회지에서 나온 설명으로 해줬는데, 그 과정에서 제가 확실히 모르고 설명을 하면 티가 많이 나잖아요. 모르고 그냥 이 사람이 어버버 대니까. 그래서 그런 거 때문에 좀 계속 공부하려고 했었고. 그래서 만약에 제가 화학이나 생물을 하게 된다면 만약에 “나방이 나는 거랑 새가 나는 거랑 어떻게 달라요?” 이런 식으로 질문이 들어왔을 때 제가 아는 지식으로 애는 이런 거다 설명을 하면 하는데, 만약에 화학이나 생물에서 깊은 질문이 들어왔을 때 베이스 지식이 없는 상태에서 얘기를 하는 게 좀. (예비교사 P1 1차 집단면담)

### 3. 예비 과학교사의 딜레마 해소 방식: 탐구 ‘수업하기’

참여자들은 과학을 배우는데 있어서 탐구의 중요성은 분명하게 인식하고 있지만, 실제로 교사로서 탐구 활동을 구상하고 실천하기란 결코 쉽지 않았다. 예비교사의 탐구 인식과 실천 사이에는 서로 조화하기 어려운 간극들이 존재하여 자신의 이상에 부합하는 탐구를 수행하는데 어려움을 호소했다. 예비교사들이 판단하기에, 학생들은 능동성이나 과학적 지식이 턱없이 부족하거나 결여되어 있어서 온전한 탐구

의 주체로 참여하는데 부정적이다. 그럼에도 불구하고 예비교사들은 학생들이 자발적으로 탐구를 수행할 수 있도록 해야만 하는 책임감을 동시에 느낀다. 즉, 예비교사들은 학생들의 관심을 ‘끝마한’ 주제와 소재를 선정해야 하고, 학생들이 문제를 해결할 수 있도록 관련된 지식을 ‘자연스럽게’ 제공해야만 하는 부담이 있다. 그뿐 아니라 이들은 탐구를 가르쳐 본 경험이 거의 없으며, 스스로 교과 지식이나 교수법에 관련한 지식, 학생을 다루는 전문성이 부족하다고 생각하기도 한다.

(탐구 활동 계획서를 작성하는 게) 정말 너무 어려웠어요. 이게 아무 것도 없었니까. 틀이 없는 거를 줘. 그러니까 이런 경험이 많이 없었니까 좀 더 어려웠고. 일단 수준 맞추는 게 너무 어려웠어요. 애들 수준도 그렇고, 제 수준도 그렇고. 제 수준도 그리 높지 않은 것 같다는 걸 계속 느끼면서, 공부 열심히 해야겠다고 느끼고. ... 제가 너무 아는 게 없어요. 그러니까 화학교육론이나 이런 것도 많거든요? 과목이. 꽤 있는데 저는 아직 그거를 하나도 안 들었고, 제 지금 상태는 고등학교까지 쭉 그런 수업, 지금 기존의 과학 수업을 받아 오다가 대학교 와서 전공 두 개, 그냥 이론 수업 들은 것 밖에 없거든요? 그리고 1학년 때 화학실험 교양 과목 기초 하나 들은 것 밖에 없어요. 그래서 제가 ‘이렇게 하고 싶어요.’라고 말을 해도 그게 지금은 무슨 생각이 더 강하나 하면, ‘근데 그렇게 못하게 뻘뻘.’라는 그런 생각이 좀 강해요. (예비교사 C2 2차 개인면담)

이런 까닭으로 예비교사들은 예측하는 범위를 벗어나는 우연한 상황에 빠지지 않도록 치밀하고 정교하게 탐구 활동을 구상해야 할 필요가 있다고 느낀다. 앞서 언급했듯이 교사는 학생의 눈높이를 고려하여 조력자와 지식 전달자의 역할을 수시로 전환할 수 있어야 하고, 계획한 대로 진행될 수 있도록 사전에 철저한 답사와 점검을 하며, 과학 교과에 관한 풍부한 지식이 있어서 학생들이 어긋나가지 않도록 울타리를 칠 수 있어야 한다. 결국 탐구는 교사의 기대와 목적에 따라 짠 판에 수렴하는 ‘교수 행위’이며, 탐구를 설계하고 준비하는 일은 탐구를 가르치는 교사의 역량과 직결되는 듯하다.

#### IV. 결론 및 제언

이 연구에서는 예비교사의 탐구 지도에서 나타나는 인식과 실천 사이의 딜레마에 관하여 세 가지 연구 문제 - 예비교사들은 과학 탐구를 어떻게 인식하는가?, 과학 탐구 지도 과정에서 예비교사의 인식과 실천 사이에 갈등은 어떻게 나타나는가?, 그리고 이러한 갈등은 어떻게 해소되는가? - 를 중심으로 기술하고 분석하였다. 예비교사들은 과학적 탐구가 학습자 주도의 능동적이고 실천적인 과정일 뿐 아니라, 충분한 전문 지식과 연역적 절차가 필요한 과학적 활동으로 인식한다. 이러한 예비교사의 탐구 인식이 교육 실천으로 옮겨질 때 몇 가지 딜레마와 마주하는데, 연구에서는 ‘발산하는 탐구와 수렴하는 과학’, ‘흥미 중심의 탐구와 학습 중심의 탐구’, ‘학습 주체로서의 학생과 부족한 지식인으로서의 학생’의 세 가지로 정리하였다. 예비교사의 딜레마는 예비교사가 교수자로서 역할을 수행할 때 ‘탐구하기’와 ‘교육하기’라는 상이한 두 활동에 내포된 전체의 상충에서 기인한다. 탐구에 대한 인식과 달리 예비교사들이 상정하고 있는 교육하기란 학생의 초보적 지식을 엄밀하게 체계화된 과학 지식과 부합시키는 일이기 때문이다. 따라서 지식에 부족한 학생이 다양한 발상을 통해 색다른 접근을

시도하면 예비교사는 과학적이지 않을 수 있다고 걱정하거나, 교사가 알지 못하는 영역으로 진행될 것을 우려한다. 탐구 활동에서 예비교사는 스스로 안내자나 촉진자의 역할을 맡고자 하지만, 궁극에는 교사가 의도하는 정답에 이르도록 탐구를 설계하고 준비함으로써 딜레마에서 벗어나고자 한다.

예비교사들이 경험한 일련의 탐구 지도를 통해 알 수 있듯이, 교육 실천은 그 자체로 매우 복잡한 현상이다. 교사와 학생의 부단한 상호작용과 수많은 맥락들이 존재하는 생명 공간에서 탐구 교육이 어떻게 가능한지에 대하여 단편적인 정보들로 확인하기란 거의 불가능한 일일 것이다. 그동안 과학교육에서 탐구 개념의 적극적인 도입으로 학습자의 위상은 수동적인 청자에서 능동적인 행위자로 격상되었음에도, 실제 학교 교실에서 탐구가 잘 작동하지 않는 이유를 비단 물리적인 공간이나 시간의 제약만으로 한정할 수 없음을 연구 결과를 통해 충분히 유추할 수 있다. 예비 과학교사들이 겪었던 탐구의 인식과 실천 사이의 딜레마도 교육 실천의 복잡성에 대한 이해를 배제한 강단 교육학의 산물일 수 있다. 다음에서 예비교사가 한 말을 주의 깊게 경청할 필요가 있다.

짜여진 틀에서 크게 못 벗어나는 것 같아요. 대학 실험은. 뭔가 매뉴얼도 있고, 이미 결과도 다 예상되게 돼 있는. 그러니까 솔직히 대부분의 실험은 결과가 어떻게 나올지 알잖아요? 이렇게 나와야 된다는 걸 알잖아요? ... 근데 지금도 실험 교과들이 어느 정도 그 기능을 수행하고 있는 것 같긴 한데, 어, 뭐였지? 실험 같은 걸로 자신들이 수행하는 능력은 어느 정도는 대학에서도 강조하는 것 같은데, 그거를 반대로 예비교사로서 이끌어 나갈 능력 같은 건 별로 생각을 안 하는 것 같아요. 지금, 지금 대학 교육에서는. 특히 과학교육에서는. (예비교사 P4 2차 개인면담)

참여자들은 중등학교 교육과정 중에 자신들의 인식에 맞는 탐구 활동을 해본 경험이 거의 없었다. 과학고등학교를 졸업한 참여자들도 실험 활동에 노출된 빈도는 훨씬 많았지만, 학습자가 주도적으로 자기 문제를 해결하는 탐구 활동에 참여하기란 일반계와 마찬가지로 쉽지 않았다고 말한다. 과학고등학교 출신의 한 예비교사는 인식한 대로 탐구를 할 수 없는 원인에 대하여 “탐구에 시간을 많이 투자하면 그만큼 학업에 덜 투자하게 되니까 ... 상대적으로 (탐구에) 신경을 덜 쓸 수밖에 없는 구조”라고 지적했다. 전문 교과 교사를 양성하기 위한 대학의 교육과정 역시 크게 다르지 않는데, 바로 위에서 언급한 것처럼 예비교사가 직접 탐구 활동을 수행해보는 것뿐 아니라 교사로서 탐구를 이해하고 지도하는 기회를 경험하는 것 역시 턱없이 부족하기 때문이다. 어찌면 이러한 배경을 지닌 예비교사들에게 인식대로의 탐구 지도를 기대하기란 애당초 요행을 바라는 일이었는지 모른다.

그렇다면 온전한 탐구 교육은 어떻게 가능한가? 우리는 참여자들의 탐구지도 ‘경험’과 지속적인 ‘성찰’에서 중요한 시사점을 얻을 수 있다. 비록 예비교사들이 인식으로서의 탐구 그대로를 이행했거나 탐구 과정에서 마주한 딜레마들을 해소했다고 보기에는 어렵더라도, 인식과 실천의 조화를 꾀할 수 있는 계기들을 발견했다. 특히 집단면담 중에 상호 의견을 교환하면서 예비교사들은 탐구 수행에 대한 학생들의 잠재력을 눈여겨보았다. 학생들은 종종 교사가 생각하지 못한 내용에 대해 제안하거나 질문을 던지면서 예비교사들의 허를 찌르기도 했다. 이에 대해 한 예비교사는 “애들이 조금 더 우리가 생각하지 못했던

유연한 사고를 하는데, 내가 너무 간혀 있어서 애들의 사고를 받아들이지 못한다는 느낌이 들었다”고 회상했다. 또한 연구의 초기에 예비교사들이 생각하는 ‘잘한 수업’이란 계획했던 지도안의 내용을 잘 전달하는 것이었다면, 탐구를 경험하고 난 다음에는 교사가 정한 상황에서 벗어나는 순간들이 있다고 해서 반드시 실패한 수업은 아닐 수 있다는 인식의 변화가 생겼다. 경험학습이론에서 말하는 바와 같이, 예비교사가 탐구지도 경험으로부터 동일한 사태를 완전히 다르게 재구성하면서 더 풍성한 의미를 생산할 준비를 갖추게 되었다고 말할 수 있다 (Jung, 2013).

저도 사실 비행에 대해서 잘 아는 게 아니라서 양력이라든지 이런 거에 대해서 엄청 공부를 하고 갔는데. 그래서인지 저는 좀 제가 알고 있는 지식 체계에 대해서 너무 이걸 가르치는 입장이어야 된다고 생각하니까 보니까 그거에만 매달려서 창의적인 생각을 못했던 것 같은데. ... J 같은 경우도 되게 대응 하는 척 하면서도 “근데 선생님 이거 책상 위에서 날리면 지면효과도 일어날 수 있지 않을까요?” 이런 식으로 생각지도 못했던 아이디어를 내고. E 같은 경우도 코안다 효과(Coanda Effect)에 대해서, 아! 페트병에서 물 따라 흐르는 거랑 비슷한 원리 같은 데요. 이런 식으로 애들이 진짜 생각지도 못하게 그런 걸 내는 거에 깜짝 놀라고 많이 배웠어요. (예비교사 P1 1차 집단면담)

참여자들은 딜레마 상황을 직접 경험하고 반성적으로 성찰하면서, 탐구가 교사의 기대에 전적으로 부응해야 한다는 인식의 틀을 벗어나게 되었다. 바꿔 말하면, 교사와 학생 사이에 존재하는 간극은 더 이상 일편을 택해야 하는 고민거리가 아니라 새로운 이해와 가능성을 수반하는 기회일 수 있다. 탐구의 과정은 위대한 과학자로부터 주어진 막연한 지식을 습득한다기보다는 더욱 높은 차원의 독창적인 이해를 요구하므로, 흥미유발이나 하나의 객관적인 지식을 전달하는 수단에 그친다면 기초적인 이해 수준을 벗어나기 어렵다. 본디 탐구의 정신은 구성주의를 기반으로 하여 반성적 성찰을 강조하므로, 탐구 교육은 고차원적인 이해를 위한 여유 공간 - 불일치의 간극 - 을 적극적으로 수용하는 것부터 출발해야 한다. 같은 맥락에서 교사 역시 과학 지식에 완전한 전능자가 아니며 학생과 함께 새로운 것에 과감히 도전할 수 있는 ‘학습자’일 수 있다. 장래의 교사들이 실제로 탐구 활동을 경험하고 실천할 수 있도록 돕기 위한 학문적, 제도적 정비와 함께 학습자로서의 교사를 받아들이는 인식의 변혁이 절실히 요구된다.

## 국문요약

오랜 기간 동안 과학교육 분야에서 탐구는 과학 학습의 핵심적인 목표이자 수단으로 자리매김해왔다. 그러나 교육 실천의 맥락에서 탐구 활동을 온전히 수행하기란 결코 녹록하지 않으며, 탐구의 역할과 기능에 대한 논의는 여전히 분분하다. 따라서 과학교사들이 실제로 탐구를 지도하면서 겪는 어려움을 비판적으로 검토하는 일은 반드시 필요하다. 본 연구에서는 탐구를 지도하는 교사에게 초점을 두고, 예비교사의 탐구에 대한 인식과 실천 사이에서 나타나는 갈등의 양상을 질적 사례연구를 통해 살펴보고자 했다. 연구 참여자는 과학교육을 전공하는 8명의 대학생들이다. 이들은 약 1년 동안 주말 과학 프로그램에서 저소득층 중학생들의 보조교사와 멘토로 활동하면서, 방학 기간에는

자유로운 방식으로 담당 학생들의 탐구 활동을 지도하였다. 연구의 사례는 ‘자유탐구에서 수행하는 예비 과학교사의 탐구지도 활동’으로, 참여자의 개인면담과 집단면담과 참여관찰 기록, 자기보고서 등을 연구 자료의 분석에 사용하였다. 그 결과, 예비교사들은 학습자의 능동성 뿐만 아니라 교과 지식과 연역적 절차 역시 탐구 활동을 가능하게 하는 중요한 요인으로 인식하고 있었다. 그러나 예비교사들이 실제로 탐구를 계획하거나 수행할 때, 인식과 실천 사이의 간극으로 인해 딜레마와 마주했다. 딜레마의 양상은 ‘발산하는 탐구와 수렴하는 과학’, ‘흥미 중심의 탐구와 학습 중심의 탐구’, ‘학습 주체로서의 학생과 부족한 지식인으로서의 학생’의 세 가지로 정리하였다. 끝으로 예비교사들의 딜레마 해소 과정을 논의하면서, 탐구와 과학교사에 대한 대안적인 관점을 제안하였다.

**주제어:** 과학적 탐구, 딜레마, 예비 과학교사, 탐구 교육

## References

- Crawford, B. A. (1998). The poisons project: Motivate your students with inquiry-based unit. *Science Scope*, 21(5), 18-21.
- Education Research Institute, Seoul National University (1995). *Dictionary of education*. Seoul: Hawodongsul.
- Flick, L. B. (1997). Focusing research on teaching practices in support of inquiry. Annual Meeting of the National Association of Research in Science Teaching, Oak Brook, IL.
- Gallagher, J. J., & Tobin, K. (1987) Teacher management and student engagement in high school science. *Science Education*, 71(4), 535-555.
- Jo, Y. (1999). *Qualitative research: Methods and cases*. Seoul: Kyoyookbook.
- Jeong, J., Lee, K., Kim, J. (2006). Analysis of inquiry teaching levels of beginning science teachers in middle school science laboratories. *Jour. Korean Earth Science Society*, 27(4), 364-373.
- Jung, M. (2010). *Understanding of adult learning*. Seoul: Korea National Open University Press.
- Kang, E. J. S., Bianchini, J. A., & Kelly, G. J. (2013). Crossing the border from science student to science teacher: preservice teachers' views and experiences learning to teach inquiry. *Journal of Science Teacher Education*, 24(3), 427-447.
- Kim, M., & Tan, A. (2011). Rethinking difficulties of teaching inquiry-based practical work: Stories from elementary preservice teachers. *International Journal of Science Education*, 33(4), 465-486.
- Krajcik, J., Blumenfeld, P., Marx, R., Bass, K., Fredricks, J., & Soloway, E. (1998). Inquiry in project-based science classrooms: Initial attempts by middle school students. *Journal of the Learning Sciences*, 7(3), 313-350.
- Lee, J., & Lee, G. (2012). A science teacher's dilemma while teaching Newton's First Law: The dichotomy between objectivism and constructivism. *Journal of Educational Studies*, 43(2), 53-73.
- Lee, S., Lee, G., & Shin, M. (2011). Exploring elementary teachers' epistemological understandings of school science lab practices. *The Journal of Korean Teacher Education*, 28(2), 21-49.
- Lee, S., Son, J., Kim, J., Park, J., Seo, H., Shin, K., Lee, K., Lee, B., & Choi, J. (2013). Characteristics of school science inquiry based on the case analyses of high school science classes. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 32(2), 284-309.
- Merriam, S. B. (1998). *Qualitative research and case study applications in education*. San Francisco: Jossey-Bass Inc.
- Ministry of Education (2007). National curriculum of Korea. National Curriculum Information Center. Retrieved from <http://ncic.re.kr>
- Ministry of Education (2011). National curriculum of Korea. National Curriculum Information Center. Retrieved from <http://ncic.re.kr>
- National Research Council (1996). *National science education standards*.

- Washington DC: National Academy Press.
- National Research Council (2000). *Inquiry and the national science education standards: A guide for teaching and learning*. Washington DC: National Academy Press.
- Packer, M. (2011). *The science of qualitative research*. New York: Cambridge University Press.
- Paeng, A., & Paik, S. (2005). A case study of secondary school science teachers' faiths on experiments in science classes. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 25(2), 146-161.
- Park, Y. (2006). Theoretical study on the opportunity of scientific argumentation for implementing authentic scientific inquiry. *Jour. Korean Earth Science Society*, 27(4), 401-415.
- Park, Y. (2010). Secondary beginning teachers' views of scientific inquiry: With the view of hands-on, minds-on, and hearts-on. *Journal of the Korean Earth Science Society*, 31(7), 798-812.
- Pring, R. (2000). *Philosophy of education research* (2nd ed.). London: Continuum.
- Shim, J., Shin, M., & Lee, S. (2010). Science teachers' perception on major features of the 2007 revised science curriculum for class implementation. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 30(1), 140-156.
- Smith, L. M. (1978). An evolving logic of participant observation, educational ethnography and other case studies. *Review of Research in Education*, 6, 316-377.
- Song, J. (2006). J. J. Schwab's life and his ideas of science education. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 26(7), 856-869.
- Spradley, J. P. (1980). *Participant observation*. New York: Holt.
- Stake, R. E. (1995). *The art of case study research*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- The National Institute of the Korean Language (2004). *Korean standard unabridged dictionary*. Retrieved from <http://stdweb2.korean.go.kr>
- Tobin, K. G. (1984). Avoiding cookbook science. *Science Activities*, 21(2), 10-15.
- Yang, I., Cho, H., & Han, I. (2006). The teachers and students' perceptions about the purpose of laboratory activities in elementary school science education. *J. Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 6(1), 235-252.
- Yin, R. K. (2003). *Case study research: Design and methods* (3rd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Yoon, H., Pak, S. (2000). The change of middle school students' motivation for investigation through the extended science investigations. *Journal of the Korean Association for Science Education*. 20(1), 137-154.