

# 교육실습에 참여한 예비 초등교사들이 테크놀로지 활용 과학수업 실행에서 느끼는 어려움과 요구

나지연 · 장병기  
(춘천교육대학교)

## The Difficulties and Needs of Pre-service Elementary Teachers in the Science Class utilizing Smart Technologies in Teaching Practice

Na, Jiyeon · Jang, Byung-Ghi  
(Chuncheon National University of Education)

### ABSTRACT

The purpose of this study is to identify pre-service elementary school teachers' difficulties and needs in the science class utilizing smart technologies. The participants were nine pre-service elementary teachers who had practical training at an elementary school and took classes related to technology, pedagogy, and science knowledge. The data was collected through semi-constructed and in-depth interviews. The documents such as participants' guidance plans, daily records produced in teaching practice was collected and analyzed. The results of the research are as follow: Pre-service teachers have usually used the technology as a secondary transfer media to convey the knowledge. We found that the pre-service elementary teachers had 15 difficulties in the science class utilizing smart technologies. In addition, they needed a class to focus more on teaching them by integrating technology knowledge, pedagogy knowledge, and science knowledge, and by sharing a real case of science class utilizing smart technologies.

**Key words :** technology, pedagogy, and content knowledge (TPACK), science class utilizing smart technologies, smart education, pre-service elementary teacher, teaching practice

### I. 서 론

정보통신기술의 발달과 함께 우리의 사회문화적 환경은 지속적으로 변화하고 있으며(Angeli & Valanides, 2009), 현재는 그 변화가 디지털산업화라 불리는 제 4차 산업혁명(industry 4.0)의 도래에까지 이르렀다. 이러한 변화에 발맞추어 교육환경 역시 컴퓨터기반 인터넷 환경으로 변화하고 있다. 특히 태어나면서부터 모바일 기기와 태블릿 PC 등을 접하며 성장하는 현재의 학생들, 일명 디지털 네이티브(digital native)들을 위해 그들의 특성에 부합하는 교육이

사회적으로 요구되고 있다. 또한 21세기 학습자가 갖추어야 하는 역량의 구성요소로서 ‘학습역량’, ‘기초과목역량’ 등과 함께 ‘정보, 테크놀로지 역량’이 강조되고 있다(Partnership for 21st Century Skills, 2010). 따라서 현재의 학생들을 가르치기 위해서는 교육 현장에서 테크놀로지<sup>1)</sup>를 접목할 필요가 있다.

우리나라 교육정책의 변화를 살펴보면 1995년 제 1차 교육개혁방안을 시작으로 ICT 관련 교육을 활성화하고자 하였으며(교육부, 2000), 현재는 특정 하드웨어나 소프트웨어 자체에 대한 교육보다는 교과 수업에서 적용 가능하며, 교과 내용, 학생 배경

2016.2.1(접수), 2016.2.18(심통과), 2016.2.25(2심통과), 2016.2.25(최종통과)

E-mail: jyna@cnu.ac.kr(나지연)

<sup>1)</sup> 본 연구에서 지칭하는 테크놀로지(technology)는 MBL(microcomputer-based laboratory)이나 컴퓨터, 인터넷, 스마트 기기와 같은 교수학습활동의 개선을 위해 도입되는 새로운 교육 도구와 방법을 말하며, 그 정의는 나지연과 송진웅(2014)에 따른다.

및 수준 등 상황 의존적으로 테크놀로지를 도입하려는 노력이 계속되고 있다. 특히 ICT 자원을 학교 교육에 활용하는 “21세기 학습자 역량 강화를 위한 지능형 맞춤 학습 체제로 교육환경, 교육내용, 교육방법 및 평가 등 교육체제를 혁신”하려는 스마트 교육이나 기존 교과 내용에 학습자료 제공 기능, 학습지원 및 관리기능이 부가되고, 외부 교육용 콘텐츠와의 연계가 가능한 디지털교과서 개발과 같은 시도들이 이루어지고 있다(교육과학기술부, 2011, p.5).

과학교육에 테크놀로지를 적용하기 위한 다양한 연구가 지속적으로 이루어져 왔으며(나지연과 송진웅, 2014), 과학과 교육과정은 2009 개정 교육과정에 이어 2015 개정 교육과정에서도 “학생의 이해를 돕고 흥미를 유발”하기 위해 “시청각 자료, 소프트웨어, 컴퓨터나 스마트 기기, 인터넷 등의 최신 정보 통신 기술과 기기 등을 과학 실험과 탐구에 적절히 활용”하도록 권고하고 있다(교육부, 2015). 과학과 기술의 밀접한 관계를 고려했을 때(최무영, 2008; McCrory, 2008), 이러한 권고는 자연스러운 일이라 할 수 있다.

이러한 교육이 현장에서 실현되기 위해서는 교사가 교과교육에 테크놀로지를 활용할 수 있는 전문성을 갖추고 있어야 한다. 그 전문성과 관련하여 제안된 개념이 ‘테크놀로지 활용 교수내용지식’(technology, pedagogy, and content knowledge: 이하 TPACK)이다. TPACK은 Shulman(1987)의 교수내용지식(pedagogical content knowledge: 이하 PCK)을 테크놀로지의 활용으로 확장하여 구성한 것이다(Mishra & Koehler, 2006). TPACK은 PCK와 마찬가지로 내용지식(CK), 교수지식(PK), 테크놀로지지식(TK)의 교집합을 나타내며(Kehler & Mishra, 2008), 교사 내에서 이 세 지식은 서로 상호작용하면서 TPACK을 형성하게 된다. 과학 교과에서는 Jimoyiannis(2010)가 TPASK(technology, pedagogy, and science knowledge)라는 개념을 통해 테크놀로지를 활용하여 과학수업을 할 때 필요한 교사의 전문성을 설명하고 있다.

교육의 질 향상을 위해서는 교사의 PCK 혹은 TPACK을 향상시키려는 노력이 필요하며, 이러한 노력이 현직 교사뿐만 아니라, 예비교사에게도 필요하다는 것은 자명하다. 예비교사의 전문성을 향상시키기 위해 대학에서는 다양한 교육 프로그램을 제공해 왔으며, 그 중 하나가 교육실습이다. 교육실습은 대학에서 학습한 교과내용학 및 교과교육

학 지식을 교육현장에 적용해 봄으로써(강경희, 2009) 자신의 지식과 자질을 점검하고, 교사의 실천적 지식을 습득할 수 있는 기회를 제공한다(배성아와 안정희, 2014). 이렇게 교육실습은 교사 양성 과정에서 중요한 위치를 차지하고 있으며, 교사교육 담당자에게는 예비교사 양성과 관련된 중요한 정보 제공원이라 할 수 있다(윤혜경, 2004). 이러한 중요성을 대변하듯, 우리나라 과학교육계에서는 예비교사들의 교육실습과 관련된 여러 연구들을 진행해왔다. 물리교육 전공 학생들의 교육실습 특징(윤혜경 등, 1997)이나 예비교사들이 실습기간 동안 과학수업을 하면서 겪은 어려움을 조사한 연구(강경희, 2009; 윤혜경, 2004), 교육실습에 참여한 예비 과학교사의 PCK나 관심 영역, 반성적 사고 등을 살펴보는 연구(박철용 등, 2008; 정애란 등, 2007), 교육실습이 예비교사의 과학 관련 인식 혹은 자기이미지에 미치는 영향을 알아본 연구(강훈식 등, 2009; 강훈식 등, 2010) 등이 있었다. 교육실습과 관련된 국내 과학교육 연구들은 과학수업 자체에 초점을 두어 연구한 것이 대부분이며, 테크놀로지 활용 과학수업이나 TPACK과 관련된 연구는 찾아보기 어렵다. 앞서 언급한 시대적 변화와 사회적 요구에 부응하고, 테크놀로지를 활용하여 과학교육을 실천할 수 있는 전문성 갖춘 교사 양성을 위해 예비교사의 테크놀로지 활용 과학교육 실천경험에 대해 조사해볼 필요가 있다. 그러나 선행연구들에서는 TPACK을 예비교사가 갖추었는가를 살펴보기 위해 주로 설문조사를 통해 TPACK 수준을 판단하였다(e.g. Schmidt *et al.*, 2009). 이에 본 연구는 예비교사들이 직접 현장에서 테크놀로지 활용 과학수업을 실시하고 얻은 경험과 그때 겪은 어려움, 필요한 도움을 조사함으로써 예비 교사들의 TPACK 신장과 대학에서 제공하는 교육활동 개선에 시사점을 제공하고자 하였다. 즉, 본 연구는 테크놀로지 활용 과학수업에서 예비교사들이 겪은 어려움과 필요한 도움을 교육실습 사례를 중심으로 살펴보고, 이를 바탕으로 예비교사의 테크놀로지 활용과 관련하여 교사전문성 신장에 시사점을 제공하는 데 그 목적이 있다.

## II. 연구 방법

### 1. 연구 참여자와 연구 맥락

예비교사들이 테크놀로지 활용 과학수업 실행에

서 느끼는 어려움과 필요한 도움을 살펴보기 위해 본 연구에서는 예비교사의 TPACK 향상을 위해 관련 강의를 개설하고, 교육프로그램을 제공하는 한 교육대학의 예비 초등교사들을 연구 참여자로 선정하였다. Patton(1990)의 목적 표집 전략 중 준거표본 전략을 사용하여 연구 참여자를 선정하였으며, 연구 참여자 선정 기준은 다음과 같다. 첫째, 교육실습의 유형 중 주로 수업 연습을 목적으로 하는 ‘수업실습’을 이수하고, 수업실습 기간 중에 테크놀로지 활용 과학수업을 담당한 적이 있어야 한다. 둘째, 대학에서 과학과와 연계된 TPACK 관련 강의를 수강한 적이 있어야 한다. 셋째, 진솔한 경험과 이야기를 듣기 위해 연구의 면담 대상자는 면담자의 강의를 듣는 학생이 아니어야 한다. 이렇게 하여 과학 심화전공 3학년 학생 9명이 연구 참여자로 선정되었으며, 이들은 3학년 2학기까지 ‘초등과학교육 I’, ‘디지털 화학교재연구’, ‘TPACK 초등과학교육 II’, ‘디지털 생물교재연구’를 필수 교과교육학 과목으로 수강했고, 연구 학기인 3학년 2학기에는 심화선택과목으로 ‘스마트기기활용 과학교육’을 수강하고 있었다. ‘스마트기기활용 과학교육’은 “스마트 기기, 멀티미디어 및 교육용 애플리케이션의 특성을 이해하고, 과학교육에 효과적으로 활용하는 방법을 학습한다.”는 강의목표를 가지고 운영되었다. 연구 참여자들이 재학하고 있는 대학은 2014년부터 2016년 현재까지 예비 초등교사의 TPACK 증진을 위한 교육과정을 개발하고, 학생의 ICT 역량 강화를 위한 다양한 특강들(3D 프린팅, 포토샵, 일러스트레이션, 동영상 편집 등)을 운영하고 있다. ‘스마트기기활용 과학교육’은 이 대학이 TPACK 증진을 위하여 개발·적용한 교육과정의 일부이다. 연구 참여자들은 실습대용학교 세 곳의 4-6학년 학급에 각각 배정되었다. 학교별로 약간의 차이가 있지만 실습생은 각 반당 1명씩 배정(부설초등학교의 경우 4-5명)되었으며, 4주 동안 총 14~18회의 수업을 담당하였다. 이 대학은 실습생들에게 3개 차시 정도의 수업에 테크놀로지를 접목하도록 권고하였으며, 연구 참여자들은 총 3~18회(평균 7회)의 수업에 테크놀로지를 활용하였고, 총 1~3회의 테크놀로지 활용 과학수업을 실시하였다.

## 2. 자료 수집 및 자료 해석 방법

테크놀로지 활용 과학수업에서 예비 초등교사들

이 겪은 어려움과 필요한 도움을 살펴보기 위하여 연구 참여자 9명을 대상으로 반 구조화된 심층 면담을 실시하고, 자료를 다각화(triangulation)하기 위해 실습 기간 중에 연구 참여자 2인의 테크놀로지 활용 과학수업을 각 1회씩 참관하고 참관록을 작성하였다. 또한 실습 시간 중에 연구 참여자들이 작성한 테크놀로지 활용 과학수업 지도안과 해당 차시 실습록을 수집·분석하였다. 연구 참여자가 받은 대학 교육을 이해하기 위하여 연구 참여자들이 수강하고 있는 ‘스마트기기활용 과학교육’ 강의를 2회 참관하였으며, 담당교수 1인과의 면담(1회 약 50분)을 실시하고, 해당 강좌의 학습관리시스템에 접속하여 강의 관련 자료를 수집하였다. 이러한 연구절차는 생명윤리위원회의 심의를 받았다.

연구 참여자와의 개인별 심층 면담은 30분~1시간 20분 정도(평균 50분) 소요되었으며, 주요 면담 질문은 Table 1과 같았다. 면담은 실습경험과 그 경험을 토대로 생각하게 된 요구사항이나 필요한 도움에 대해 질문하였으며, 연구 참여자의 실습경험을 TPACK 개념과 관련지어 해석하기 위하여 TPACK과 관련된 연구 참여자의 인식에 대해 질문하였다. 연구 참여자가 전달하고자 하는 내용을 연구자가 정확하게 이해하였는지 점검하기 위해 면담 중에 연구자가 이해한 바를 연구 참여자에게 설명하고 확인하였다. 면담 내용은 녹음·전사하였으며, 전사한 내용은 반복적 비교 분석법(constant comparison method)을 사용하여 분석하였다(유기웅 등, 2012). 면담질문과 면담전사내용을 비교하며 읽고, 이 과정에서 개방 기호화 과정(open coding)을 거쳤으며, 상위범주로 분류하는 범주화 작업을 실시하였다. 또한 추출된 범주와 추가 자료(지도안, 실습록, 강의 자료)를 비교하여 면담 분석 내용의 신뢰성을 높였다. 이러한 과정을 거쳐 얻은 결과는 예비 초등교사들이 겪은 어려움, 필요한 도움으로 구분하여 기술하였다. 하지만 본 연구는 소수의 예비 초등교사로부터 수집한 내용을 바탕으로 논의하였으므로 연구 결과를 일반화하는 데에는 무리가 있으며, 제한적 의미로 해석할 필요가 있다.

예비 초등교사들이 어떠한 테크놀로지 활용 과학수업을 구성하는지 살펴보고, 예비 초등교사들이 겪은 어려움을 이해하기 위해 연구 참여자가 교육실습 동안 작성한 지도안을 수집하여 수업 단계별 사용 테크놀로지 유형을 조사하였다. 개인사정으로

Table 1. Contents and questions given during the interview

내용	세부질문
실습경험	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 실습기간 동안 했던 수업 중에 기억에 남는 것은 무엇이며, 무엇을 경험하였는가?</li> <li>· 실습 당시 테크놀로지 활용 과학수업을 어떻게 운영하였는가?</li> <li>· 수업 준비 전, 수업 중, 수업 후 겪은 어려움은 무엇인가?</li> <li>· 어려움에 대한 대처방안은 무엇이었는가?</li> </ul>
TPACK에 대한 이해	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 테크놀로지 활용 과학수업의 잘 된 모습이란 무엇인가?</li> <li>· 테크놀로지 활용 교수내용지식(TPACK)이 무엇이라고 생각하는가?</li> <li>· 나의 테크놀로지 활용 교수내용지식(TPACK)은 어느 단계에 도달했다고 생각하는가?</li> </ul>
필요한 도움이나 요구사항	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 대학에서 받은 테크놀로지 관련 강좌가 본인에게 어떠한 영향을 미쳤다고 생각하는가?</li> <li>· 대학에서 예비교사들에게 제공했으면 하는 지원이나 도움에는 어떠한 것이 있는가?</li> </ul>

지도안을 제출하지 못한 2명을 제외한 7명의 11개 차시 지도안 분석하였다. 차시 내용은 Table 2와 같다. 임병노 등(2013)은 스마트교육 관련 전문가들을 대상으로 델파이 조사를 실시하여 스마트 교육 핵심 속성을 제시하고, 스마트 교육 콘텐츠 유형을 분류하였다. 임병노 등(2013)이 제시한 스마트 교육 콘텐츠 유형에는 ‘동영상형’, ‘이북형’, ‘체험형’, ‘자원형’, ‘도구형’, ‘프로그램형’이 있다. 본 연구에서는 지도안에 제시된 테크놀로지들을 추출한 후, 임병노 등(2013)의 연구에서 제시한 스마트 교육 콘텐츠 유형에 따라 각 테크놀로지를 1차 분류하였으며, 해당하는 유형 범주가 없을 경우 임병노 등(2013)와 Solomon and Schrum(2007)의 스마트 관련 교육 핵심 속성에 기반을 두어 다음의 4개 유형을 추가하였다. ‘상호작용지원형’은 동료나 전문가 등과의 상호작용과 공동체를 형성하여 지속적 협력학습을 가능하게 하는 데에 테크놀로지를 활용하는 것을 말한다. ‘지식안내형’은 쌍방향 상호작용 없이 단순 지식을 전달하는 데에 테크놀로지를 활용하는 것이다. ‘학습기회확장형’은 확장된 자료를 제공하고, 유연한 접근이 가능하게 하는 것을 말한다. ‘맞춤학습형’은 학생의 수준을 확인하거나, 수준에 맞는 학습이 가능하게 테크놀로지를 활용하는 것이다. 이 과정에서 임병노 등(2013)이 제시한 ‘동영상형’은 동영상 제시가 지식전달로 이루어지고 있기 때문에 ‘지식안내형’에 포함시켰다. 따라서 본 연구에서 사용한 테크놀로지 유형 범주는 ‘자원형’, ‘지식안내형’, ‘상호작용지원형’, ‘맞춤학습형’, ‘도구형’, ‘학습기회확장형’, ‘이북형’, ‘프로그램형’, ‘체험형’이었다.

### III. 연구 결과 및 논의

#### 1. 예비 초등교사들이 과학수업에서 활용한 테크놀로지 유형

연구 참여자가 교육실습 동안 작성한 지도안을 수집하여 수업 단계별 사용 테크놀로지 유형을 조사한 결과는 Table 2와 같다. 사용된 테크놀로지 유형에는 자원형(2회), 상호작용지원형(1회), 지식안내형(14회), 학습기회확장형(5회), 도구형(4회), 맞춤학습형(1회)이 있었다. 연구 참여자들은 지식안내형 테크놀로지를 가장 많이 사용하였으며, 상대적으로 상호작용지원형이나 맞춤학습형 테크놀로지를 적게 사용하였다.

연구 참여자들이 과학수업에서 테크놀로지를 활용한 일례를 살펴보면 다음과 같다.

- 자원형: 스마트 폰을 이용한 누리집 정보검색 및 분석
- 지식안내형: 동영상이나 프레젠테이션 프로그램을 활용하여 실험절차 설명
- 상호작용지원형: 웹 커뮤니티를 활용한 과학 탐구과제 제시 및 의견교환
- 맞춤학습형: Clicker 애플리케이션으로 단원 마무리 문제풀기
- 도구형: 스마트 폰 애플리케이션을 활용한 실험
- 학습기회확장형: 모듈별로 웹기반 파일공유서비스에 실험사진 업로드

스마트 교육의 핵심속성이 “소셜네트워크를 통한 협력적 상호작용 지원, 지능적 맞춤화를 통한 학습효과의 극대화, 학습자원의 확장성을 통한 학습 공간 및 기회의 확대, 자기 주도적 창발성을 통한 자기 주도학습 지원”(임병노 등, 2013, p. 484) 임

Table 2. The types of technologies used in the science class

예비교사 학년	단원	차시주제	수업단계별 사용 테크놀로지 유형			
			도입	전개	정리	수업 후 추가활동
A	6	3. 계절의 변화				
		계절에 따른 낮의 길이 변화	자원형	자원형		상호작용지원형
C	6	[보충] 산과 염기				
		용액의 성질을 이용한 지시약의 색깔 변화		지식안내형	학습기회확장형	
D	6	4. 연소와 소화	지식안내형	지식안내형, 도구형, 학습기회확장형	지식안내형	
E	5	4. 우리 몸의 구조와 기능		맞춤학습형		
F	5	3. 물체의 빠르기		도구형		
F	4	3. 거울과 그림자		도구형	지식안내형	
		여러 가지 물체의 표면에 내 모습 비추어보기				
H	4	3. 거울과 그림자		도구형, 지식안내형		
		생활에서 빛의 양 조절하는 경우 찾기	지식안내형			
J	4	3. 거울과 그림자		학습기회확장형		
		물체를 보기 위해 필요한 것 알기	지식안내형			
J	4	3. 거울과 그림자		학습기회확장형, 지식안내형		
		거울에 비친 물체의 모습 관찰하기				
J	4	3. 거울과 그림자		지식안내형	학습기회확장형	지식안내형
		거울을 이용하여 물체의 모습 여러 개 만들기	지식안내형			
J	4	3. 거울과 그림자		지식안내형	지식안내형	지식안내형
		거울에 비친 물체의 모습 관찰하기	지식안내형			

을 고려하였을 때 연구 참여자들은 협력적 상호작용을 지원하거나, 학생 맞춤 교육에 부합하는 방식으로 테크놀로지를 과학수업에 활용하기 보다는 동영상이나 프레젠테이션 프로그램을 활용하여 지식을 전달하는 보조 전달 매체로 테크놀로지를 사용했다는 것을 알 수 있다.

## 2. 테크놀로지 활용 과학수업 계획과 실행 시에 느끼는 어려움

연구 참여자들은 테크놀로지 활용 과학수업을 준비하고 실행하면서 Table 3에 제시한 바와 같은 어려움을 겪은 것으로 나타났다.

선행연구들에 따르면 예비교사들은 실습에서 다양한 어려움을 겪어왔다. 윤혜경(2004)에 따르면 예비 초등교사들은 과학지식 및 개념과 관련된 어려움과 실험 실습 관련 어려움을 겪는 것으로 나타났다. 본 연구의 연구 참여자들 역시 앞서 윤혜경(2004)이 보고한 바와 같이, 테크놀로지 활용 과학수업을

하면서 ‘학생수준에 대한 이해’, ‘교사 자신의 불충분한 내용지식’, ‘실험지도, 안전 및 과학실 사용’과 관련된 어려움을 토로하였다. 면담 내용을 살펴보면 다음과 같다.

[학생수준에 대한 이해]

A\_실습록: 학생들의 수준을 고려한 수업계획이 쉽지 않음. 학생들의 성취수준이 높지 않다는 조언에도 불구하고, 지속적으로 학생들의 수준을 넘는 계획을 하고 있음. 그로 인해 계획했던 활동을 하지 못하는 경우(상황)이 지속적으로 발생하고 있음. 현재까지는 해당 활동을 과제로 대체하고는 있지만, 바람직한 상황은 아님

A\_(17:33)<sup>2)</sup> 학생 수준을 모르니까 교생들은 학생 수준을 잘 모르니까 뭔가를 하면 학교 내에서 지금 대 학생을 대상으로 수업 시연을 했던 그 수준이 학생들이 가능할거라고 생각하고, 아무래도 최대한 낮춘다고 낮추는 데 안 낮춰지더라고요.

H\_(19:07) 준비해 간다고 준비해 갔지만, 제가 생각한 대로 학생들은 움직여주지 않아요. 제가 이렇게 애

<sup>2)</sup> 연구 참여자 A의 면담에서 발췌한 것으로 각 연구 참여자 기호와 면담 진행 시각을 표시한 것이다.

**Table 3.** The difficulties of pre-service elementary teachers in the science class utilizing smart technologies

영역	소범주	예비교사									
		A	B	C	D	E	F	G	H	J	
수업 계획	· 학생수준에 대한 이해	○	○	○	○		○		○		
	· 수업 아이디어 선정	○									
	· 테크놀로지의 접목	○	○	○	○			○		○	
	· 테크놀로지 사용 필요성 인식		○		○		○			○	
	· 교사 자신의 불충분한 내용지식				○	○					
	· 테크놀로지 수업자료 준비					○				○	
	· 현장지도교사의 TPACK 이해 부족	○	○		○	○	○	○		○	
· 현장지도교사와의 수업에 대한 인식 차		○									
수업 실행	· 예상보다 열악한 ICT 수업환경	○	○	○		○	○	○		○	
	· 수업 분위기 조성	○	○	○	○	○		○	○	○	
	· 학생의 테크놀로지 사용 지도	○	○	○	○	○		○			
	· 적절한 발문 및 설명 구성	○			○				○		
	· 시간 배분 및 활용	○		○							
	· 실험지도, 안전 및 과학실 사용	○		○					○	○	
	· 학생참여유도									○	

기하던 이 대답을 해주겠지 했는데, 제가 이 질문을 하는 동시에 애들이 그 다음다음 대답을 알고서 대답을 하니깐 제가 어 이게 아닌데. 수업의 흐름이 상당히 빠르게 진행되거나 그래가지고, 아니면 좀 어렵게 하면 전혀 못 알아들어서 수준을 파악하는 게 되게 힘들었어요.

[교사 자신의 불충분한 내용지식]

D\_\_(08:11) 그 사실 도구적인 것보다 지식적인 게 조금 부족해서 좀 많이 힘들었던 것 같아요.

E\_\_(35:07) 아, 그 과학 같은 경우에는 저는 정말 과학을 좋아했거든요. 좋아했고, 특히 물리 부분을 좋아해서 물리를 많이 공부하고 여기 왔는데, 학교 커리큘럼에서 물론 화학, 생물 다 많이 하지만 제가 공부하기에 부족한 면이 있더라고요. 학교 나가서 수업하는 데 제가 잘 모르는 부분이 있더라고요. 지도서를 보면 나오겠지만, 물론 다 보고 가야 하지만, 체계적이나 정성적으로 따리는 부분이 있어서 학생들에게 제대로 가르쳐야 하는 데 추상적으로만 가르쳤던 것 같아요. 어려운 점이라면 그런 거가 있을 것 같아요.

[실험지도, 안전 및 과학실 사용]

A\_\_실습록: 실험약품이 많아서 실험 과학실을 장소로 택했지만, 역시 지도 선생님의 예상이 들어맞았음. 분위기가 산만해지는 것을 막을 방법이 없었음. 하지만 큰 사고 없이, 관찰은 참여 속에서 이루어졌다고 생각됨(예상했던 것 보다)

C\_\_(21:33) 제가 이번에 갔을 때에는 실험 수업이 거의 대부분이었던데요. 실험실에 가서 수업하는 것이 너무 힘들었어요. 일단 교실 밖으로 나가서 모둠별로 앉아서 해야 되는데, 애들이 교사를 다 정면으로 바라보는 게 아니고, 모둠별로 앉아 있으니까 뒤돌아 보고 있는 애는 계속 안보고, 그리고 실험실에 가니까 더 들뜨는 것 같더라고요. 애들이. 막 실험 기구 있으니까 그걸로 계속 장난치고, 이런 게

C\_\_(22:08) 과학수업을 할 때 실험 또 알코올램프 다루고 점화기 있고 막 이런데 안전도 계속 신경이 쓰이고, 그래서 과학수업은 실험실 데려가서 수업하는 게 어려웠어요.

H\_\_(06:28) 제일 못했던 건 실험을 하기 전에 실험에 대한 충분한 설명을 다 끝내놓고 실험을 해야 했는데, 실험기구를 먼저 나누어 주니까 애들이 제 말 안 들더라고요. 그래서 아 정말 통제하기 힘들구나. 그래서 그렇게 되면서부터 실험 설명 안하고 실험기구 나눠준 다음에 빼먹은 부분이 있어서 말하려고 했는데, 더 이상 애들이 쳐다보지 않아서. 그 부분이 제일 힘들었어요.

앞서 언급한 세 가지 어려움 이외에도 연구 참여자들은 ‘수업 아이디어 선정’의 어려움, ‘적절한 발문 및 설명 구성’의 어려움, 그리고 ‘학생참여유도’의 어려움을 경험하였다. 연구 참여자들이 테크놀로지를 활용한 과학수업에서 겪은 이 6가지의 어려움은 테크놀로지 활용 과학 수업뿐만 아니라, 일반

과학수업에서도 경험할 수 있는 어려움이다. 따라서 과학 수업에 테크놀로지를 도입하더라도 일반 과학수업과 유사한 어려움이 발생한다는 것을 알 수 있다.

[수업 아이디어 선정]

A\_\_(57:23) 최고 힘든 건 준비하는 게 저한테는 힘들었던 것 같아요. 수업에 대해서 어떤 단원이나 차시가 정해지면 그걸 어떻게 해야 할지. 성향도 있기는 한데, 아이디어를 갖다가 뭔가를 잡아내고 뭐 하는 게 시간이 제일 많이 걸려서. 그게 좀 제일 힘들었던 것 같아요.

I: 거기서의 아이디어라고 하면 어떤 거 말씀하시는 거예요?

A: 수업 구성을 할 때 처음에 동기유발부터 이렇게 할 때, 동기유발에서 다음으로 넘어갈 때 어떻게 넘어갈 게 좋을 건지, 동기유발은 어떤 걸 하는 게 좋은 건지, 이게 맞는지 틀리는지를 계속 뭔가 머릿속으로 계속 구상하는 게 시간이 많이 걸리다보니까...

[적절한 발문 및 설명 구성]

A\_\_(18:35) 저만 그런건지 아니면 전체 학생들이 그런 건지 몰라도. 재밌있게 하거나 아니면 학생들을 어쨌든 끌어오는 것까지 어떻게든 뭔가를 하면 반이나 이 정도는 성공하는 것 같은데, 마무리가 잘 안되더라고요. (중략) 마무리를 일반화시켜, 어느 정도 수업에서 뭘 했고, 왜, 뭐가 핵심이었는지 일깨우게 해주는 발문이라던가 이런 거가 잘 안되더라고요.

[학생참여유도]

J\_\_(15:47) 학교에서 할 때는 무슨 활동하지만 대충 정하면 됐었는데, 초등학교 가니까 그 활동을 아무리 제가 막 고심을 해서 짜가도 일단 애들부터 못 끌어들이면 말짱 팡이니까. 그게 제일 어렵더라고요.

교육실습의 구조에서 발생하는 어려움으로 ‘현장지도교사와의 수업에 대한 인식 차’가 있었다. 예비 교사들은 교육실습을 통해 현장교사의 지도를 받으면서 교육현장을 이해하고 적응하게 된다. 따라서 지도교사의 영향력이 상당히 크다(강훈식 등, 2010). 그러나 아래의 면담 결과에서 알 수 있듯이, 지도교사와의 인식 차이가 있을 경우, 자신의 신념이나 생각과 달리 지도교사의 조언에 따라 수업을 하게 되며, 이로 인해 갈등이 발생할 수 있다.

[현장지도교사와의 수업에 대한 인식 차]

B\_\_(10:53) 수업에 대한 아이디어를 많이 주셨는데, 저는 좀 담임선생님과 성향이 좀 많이 안 맞아가지고... 저희 담임선생님께서도 되게 활동적인 수업을 좋아하세요. 그래서 교과 과목 상관없이 아이들이 자리에서 일어나서 교실을 돌아다녀야 되고 노래를 부르고 춤을 추고 함께 추고 약간 그런 분위기의 수업을 좋아하시는 데, 저는 딱 제가 받아들일 수 있는 범위 안에서의 수업이란 조별로 하고 발표하고, 그리고 그런 특수한 거는 진짜 몇 번. 꼭 교과에서 필요할 때 하는데, 그게 많이 안 맞아서 담임선생님께 제 수업을 다 활동적이기를 바라셨고, 저는 좀 정적이기를 바랐어요. 담임선생님께 비해서. 그래서 아이디어를 주시는 것을 많이 따라서 하기는 했는데 할 때마다 좀 힘들었어요.

위에서 살펴본 지도교사와의 인식 차에서 발생하는 어려움은 테크놀로지를 과학 수업에 활용하는 경우에도 마찬가지로 나타날 수 있다. 아래의 면담 결과에서 볼 수 있듯이, 9명 중에 7명의 연구참여자가 자신을 지도했던 현장지도교사가 TPACK의 개념과 테크놀로지 활용 과학수업에 대한 이해가 부족했고, 관련 지도는 받지 못하였다고 말하였다. 대학에서는 교육실습을 통해 예비 초등교사의 TPACK을 증진시키고, 테크놀로지 활용 과학수업을 구현할 수 있는 능력을 키우고자 현장지도교사를 대상으로 소규모 연수와 컨설팅을 실시하였으나, 현장지도교사의 이해를 이끌어내고 이를 예비교사의 지도에까지 연결시키는 데에는 부족했던 것으로 보인다.

[현장지도교사의 TPACK이해 부족]

B\_\_(08:41) 저희 담임선생님께서도 우선은 저한테 스마트 기기를 활용한 TPACK 수업이랑... 스마트 기기를 활용한 연수 같은 걸 받으셨다고, 그래서 TPACK이 뭐냐고 많이 물으셨어요. (중략) 저희가 사용하는 어플에 대해서도 신기해 하셨어요. 패들릿을 보시고 패들릿 처음 봤다. 태양고도 측정 어플 보시고 아 이런 것도 있었냐? 되게 신기하다. 담임선생님이 신기해 하시면서, 구글어스 지구본 돌리는 거 하니까 담임선생님 되게 좋아하셨어요.

D\_\_(15:30) 수업에서 사용할 수 있는 애플 몇 개 소개해 주시기는 했는데, 그냥 담임선생님 이야기 들으면서 생각했던 거는 담임선생님도 잘 모르시지 않을 까하는 생각을... 저도 부족하네, 그런 걸 들으면서 조금 뭔가 비현실적이라는 생각이 들었거든요.

E\_\_(37:50) 잘 모르시는 것 같았어요. 여자선생님이시

고 나이가 좀 있으셔서. 테크놀로지 쪽으로는 많이 안해보신 것 같아요. 오히려 제가 한 수업에서 한 기능들을 다음에 수업에서 사용하셨어요.

J\_(07:22) 여기에 테크놀로지를 활용하면 좋겠다. 그런 코멘트는 없었어요.

과학 수업에 테크놀로지를 활용하게 되면서 겪게 되는 어려움으로 ‘테크놀로지의 접목’, ‘테크놀로지 사용 필요성 인식’, ‘테크놀로지 수업자료 준비’, ‘예상보다 열악한 ICT 수업환경’, ‘수업 분위기 조성’, ‘학생의 테크놀로지 사용 지도’, ‘시간 배분 및 활용’이 있었다. 먼저 학생들은 테크놀로지를 과학수업에 접목하는 데 어려움을 느꼈다. 디지털 네이티브 세대에 속하는 연구 참여자들은 스마트 기기의 기능을 익히는 데에는 별 어려움이 없었던 것으로 보였으나, 수업에 적절한 테크놀로지를 선별하고, 이를 활동으로 구성하는 데에 고민하고 준비 시간을 많이 할애한 것으로 보인다.

[테크놀로지의 접목]

B\_(42:50) 과학내용에 대한 수업을 들을 때 이 부분에서는 이것 사용해야 되. 그게 접목이 안됐어요. 내용은 내용대로, 기술은 기술대로 따로 하니까 나중에 접목을 시키려면 다시 찾아야 되는 거예요. (중략) 그래서 그냥 교과지식에 대해서 배울 때에도 이 부분에서는 이런 거 활용해서 하면 좋아라고 테크놀로지적인 거 기술적인 것을 같이 접목해서 배웠으면 좀 수업을 하기가 됐는데, 실제로는 학교에서는 아까 말씀하신 것처럼 교과 따로, 기술 따로 배웠기 때문에 나갔을 때 이제 저희가 배운 기술을 적용해야 될 교과에 적용을 하고 그 부분이 좀 힘들었고 많이 더 혼란스러웠던 것 같아요.

C\_(12:03) 제가 그 기능을 익힐 수는 있는데 이 기능을 가지고 수업 때 너희가 어떤 식으로 활용할 수 있다는 연결이 안 되는 거 같아요. (중략) 막상 수업에서 저희가 알아서 해라니까.

J\_(08:03) 일단 그냥 과학수업이 주어진 상태에서 테크놀로지를 넣으라고 하니까 그걸 어떻게 집어넣어야 하는지 그걸 제일 고민했어요.

J\_(21:05) 테크놀로지 수업에서는 애들 태블릿 줬을 때 통제하는 거랑, (테크놀로지)어떤 걸 넣어야 할지 잘 모르겠더라고요.

연구 참여자 중의 일부는 테크놀로지 활용 과학수업을 하기에 앞서 이러한 수업을 꼭 해야 하는가에 대해 고민하고 혼란을 겪었다. 굳이 스마트 기

기를 사용하지 않아도 과학수업이 가능하다고 생각하고 있었으며, 단지 기존의 종이나 칠판이 하던 일을 스마트 기기로 대체할 필요가 있는가에 대해 의문을 제기하였다. 테크놀로지를 사용해야 하는 필요성에 대해 예비 초등교사 자신의 확고한 신념이 없었기 때문에 과학수업에 테크놀로지를 도입하는 데에 어려움을 겪었다.

[테크놀로지 사용 필요성 인식]

B\_(15:00) 꼭 스마트 기기를 사용해야 하나? 라는 생각을 되게 많이 했어요. 분명히 스마트 기기를 사용하지 않아도 되는 수업인데, 스마트 기기를 꼭 사용해야 되냐? 이것을 언제 사용해야 맞는 거지? 모든 수업을 생각하면서 여기서 스마트 기기를 꼭 써야 하나? 왜 이것 써야 하지? 저조차도 모르겠는 거예요. 쓰라고 하니까 쓰기는 하는데 이거 썼다고 해서 학습 목표에 더 다가가는 것도 아닌 것 같고, 아이들 흥미를 위해서 쓰는 건가? 약간 그런 생각을 많이 했어요. 교수님 수업을 들어서 아는 것도 되게 많고, 많이 안다고 생각했고, 활용하고 싶은 것도 많은데 아이들이 그 수준이 안 되니까 그러면 정말 스마트 기기는 간단하게 OX를 클릭하거나 그런 거면 스마트 기기 아니어도 되잖아요. 손들어도 되는 데, 왜 굳이 이렇게 스마트 기기를 써야 될까? 저도 수업을 하면서도 꼭 사용해야 하나?

D\_(40:48) 매번 필요하다고 생각을 안 하니까, 여기서 정말 필요 없다고 생각을 하니까 자꾸 조금 그것도 고민이었던 거 같아요. 막 귀위 넣어서 진짜 써볼지, 그냥 빼고 다른 방식으로 수업을 할지에 대한 고민.

연구 참여자 E는 과학수업에 테크놀로지를 도입하기 위해 테크놀로지를 활용한 수업자료를 직접 제작하려고 하자 실물교구를 만드는 것처럼 프로그램 디자인을 구성해야 했고, 이때 어려움을 겪었다고 말하였다. 실물교구를 만드는 어려움처럼 테크놀로지를 활용한 수업자료 역시 준비를 위한 고민과 노력이 필요하다는 것을 알 수 있다.

[테크놀로지 수업자료 준비]

E\_(26:30) 자료를 제작하거나 이런 거에는 학생들의 이목을 집중시켜야 하잖아요. 근데 또 여기서도 실물교구를 만드는 것처럼 디자인이라는 거를 잘 구성을 해야 하겠더라고요. 그런데 제가 미술을 잘 못하다 보니까 그쪽이 어려웠던 것 같아요.

연구 참여자들은 수업계획을 실행에 옮기면서 물리적 환경으로 인해 어려움을 겪었다. 대학에서 실습대용학교에 태블릿PC를 제공하고, 인터넷 교육환경 마련을 위해 노력하였으나 학생들이 체감하기에는 여전히 부족했던 것으로 보인다. 실습기간 중에 시정되기는 하였지만 컴퓨터실 밖으로 태블릿PC를 반출할 수 없다는 실습대용학교 운영 방침으로 인해 어려움을 겪기도 하였다.

[예상보다 열악한 ICT 수업환경]

G\_\_(4:44)

I: 어떠셨어요. 해보니까, 테크놀로지 써서 하는 거?

G: 너무 어려웠어요.

I: 다른 일반적인 수업보다 더 어렵던가요?

G: 훨씬. 일단은 가장 근본적으로 제일 큰 문제는 TPACK 수업을 하기 위한 환경 자체가

I: 기기나 인터넷이나 그런 거요?

(중략)

G: 이번에는 총 (태블릿pc) 40대를 주셨어요. 한 학급 당 하나씩 배정되는 데는 문제가 없었는데, 가장 큰 문제 통신망 와이파이 존이 설정이 안 되어 있다 보니까, 에그를 따로 마련해서 주더라고요. 그런데 에그를 4개 정도를 주는데 거기서 4개를 다 활용해도 학생들이 접속을 해도, 버벅거리는 현상이 일어나고.

I: 기기가 다 충분하지 않아서 원래 계획했던 것보다 시간이 많이 걸려서 오는 어려움이었어요?

G: 네. 처음하는 TPACK수업이었는데요. 그 수업을 할 때, 처음 하는 거다 보니까 미리 기기를 연결하는 데 있어서도 학생들 미리 한 20분 전부터 학생들하고 연결을 하려고 와이파이에다 접속을 하려고 다 연결을 하려고 막 씨름을 하고 있었는데 그렇게 해도 안 되더라고요. 그리고 다 연결했음에도 불구하고, 막상 수업을 했을 때에는 한 에그 당 기기 연결하는 제한 수가 있었나 봐요. 그 이상 접속이 되면 끊김 현상이나 이런 게 일어나 가지고요. 수업 중에 끊겨 가지고 활동을 못한 학생들도 좀 있고.

예상보다 열악한 ICT 수업환경과 사용의 불편함은 아래의 면담결과처럼 예비 초등교사들이 테크놀로지 활용 수업 실시를 꺼려하게 만들기도 하였다.

[테크놀로지 활용 수업에 대한 거부감]

T\_\_(22:01) 다른 수업하다가도 이거 TPACK 넣어도 괜찮겠다 싶은 수업이 있었는데, 굳이 괜히 이렇게 했다가 고생만 할 것 같아가지고...

T\_\_(10:01) 테크놀로지 사용하려면 그거에 관해 또 찾아봐야 되고, 수업 준비하기도 바쁘는데 그거 일단 찾아봐야 되고, 그것도 기능 익혀야 되고, 그런 것도 좀 어려웠던 것 같아요. 제가 테크놀로지를 그렇게 잘 활용했던 것 같지는 않아가지고.

연구 참여자들 모두는 과학수업에 테크놀로지를 활용하게 되었을 때 학생들이 흥미를 가지고 스마트 기기 사용에 참여했다고 응답하였다. 그러나 이러한 학생의 흥미는 수업을 처음 이끌어가는 예비 교사들에게는 또 하나의 어려움이였다. 일명 ‘학생 통제’라고 하는 것을 할 수 없었기 때문이다. 스마트 기기에 집중하여 수업 분위기를 조성하기 어려웠고, 활동 중에 스마트 기기로 인해 발생하는 학생 간 다툼을 해결하는 데에 어려움을 겪었다. 또한 과학수업에서 지도해야 하는 1개 차시 분량의 내용을 스마트 기기를 활용해서 하다 보니 스마트 기기 사용시간이 계획했던 것보다 초과되어 수업 계획을 모두 구현하지 못하였다.

[수업 분위기 조성]

C\_\_(19:07) 일단 애들 통제하는 게 제일 힘들었구요.

C\_\_(19:46) 테크놀로지 요소를 넣었을 때 어려웠던 거는 애들이 딴 짓을 해요. 그걸 주면, 딴 거 검색하고. 그리고 꿈기가 힘들어요. 테크놀로지 요소를 넣었을 때 애들이 그거에 몰입하고 있으면은 그걸 꿈고 그만 했어도 되게 늦게 되요. 갖다 달라고 해도 안 갖다 주고 또 보통 태블릿을 활용하다보면 패드가 1인 하나씩이 안 되더라고요. 모듈별로 진행했을 때 싸워요. 또 그거 서로 하고 싶으니까 그런 게 좀 어려웠던 거 같아요.

E\_\_(08:39) 제가 생각했던 거를 100이라고 한다면 50% 아래쪽. 과학수업 뿐만 아니라 다른 수업들도 전체적으로 좀 제 생각대로 안 된 것도 있었는데, 어 일단 기기라는 거를 스마트 기기라는 거를 애들에게 쥐어주면 그게 좀 잘 통제가 안 되더라고요. 그래서 제가 생각한 흐름대로 안 되고, 또 시간도 지체되고 준비한 활동도 제대로 다 못하고, 애들이랑 그 어떤 실험 결과에 대해서 이야기할 시간도 없고, 이렇다 보니까 애들이 제대로 잘 배웠는지 그걸 확인할 수가 없더라고요.

T\_\_(05:52) 한 명당 주어지는 게 아니라 모듈별로 주어지다보니까 애들끼리도 자꾸 자기가 만지려고 하는 애들도 있고, 다른 수업에서 싸우는 경우도 있었거든요. (중략) 애들 자체도 그걸 다루는 데 익숙해 보이지 않았어요.

[시간 배분 및 활용]

C\_(07:05) 평소 수업이랑 TPACK 수업이랑 둘 다 시간 관리에 중점적으로 고민했는데요. 초반에 수업할 때 몇 번이 자꾸 시간이 40분이 넘어가더라고요. 그래서 40분이 넘어가니까 애들이 집중력이. 40분 딱 하는 순간 그냥 다. 애들이 수업에서 빠져나가는 것을 몇 번 경험하니까, 그걸 신경을 많이 썼는데, TPACK수업할 때 제일 신경 쓰인 거는 애들이 이것저 말하니까 하는 데 제가 선생님 말만 듣고 그리고 또 과목이 다른 과목이었으니까 이 수업에서 이 단계에서 TPACK을, 그 태블릿을 활용하는 활동을 시켰을 때 이게 얼마나 걸릴지 제가 가늠이 안 되는 거예요.

연구 참여자들이 겪었던 어려움 중 하나는 과학 수업에 특정 테크놀로지를 사용하고자 하면 그 테크놀로지에 대한 사용법을 학생들에게 따로 지도해야 한다는 것이었다. 예를 들어 과학 시뮬레이션 애플리케이션을 활용하는 경우, 해당 차시 40분내에서 애플리케이션 사용법을 지도한 후 이를 활용하여 실험을 해야 했고, 애플리케이션 사용에 집중하느라 정작 실험을 잘 지도할 수 없는 일이 발생하였다. 수업시간 40분을 과학실험과 탐구에 집중하려면 수업시간 외의 쉬는 시간이나 아침활동 시간을 통해 학생들에게 따로 사용할 테크놀로지에 대해 가르쳐야 했으며, 학생들의 이해 수준에서 그 사용법을 지도하는 일조차 쉽지 않았다.

[학생의 테크놀로지 사용 지도]

A\_(14:04) 부딪혀 봐야 하는 데 부딪혀 보기가 조금 너무 기간이 짧고, 배웠던 게 저지만 연습이 되어야 하는 게 아니라, 학생도 연습이 되어야 하는데 학생이 연습이 안 될 상태니까 거기다 적용을 못하는 경우가 대부분이었던 거 같아요. 교사만 할 수 있는 것들은 그냥 어떻게든 적용해볼 수 있는 데, 학생들이랑 같이 해야 하는 부분은 잘 안되더라고요.

앞서 언급했듯이, 연구 참여자들은 테크놀로지 활용 과학수업에서 학생 주도적으로 운영되거나 학생 1인이 스마트 기기를 다루어야 하는 상호작용지원형이나 맞춤형학습정보는 교사가 스마트 기기를 사용하여 주도적으로 정보를 제시할 수 있는 지식안내형, 학습기회확장형 등의 테크놀로지를 주로 사용하였다. 즉, Niess *et al.*(2009)가 분류한 교사의 TPACK 발달 단계 중에서 교사 자신

의 의도와 계획대로만 학생이 활동하게 하고, 그 외의 능동적 활동이나 탐구를 허용하지 않는 ‘적용’ 단계에서 ‘탐구’와 ‘발전’ 단계로 넘어가지 못하고 있는 것이다. 이는 학생들에게 스마트 기기 사용 주도권을 제공할 경우, 테크놀로지 사용지도를 더 해야 하고, 수업 시간 배분이 어려우며, 기기 사용 및 학생 지도의 돌발 상황이 발생하고, 수업준비를 하기가 어렵다고 판단하였기 때문으로 추측된다.

3. 테크놀로지 활용 과학수업을 하기 위해 필요한 도움

앞서 제시된 테크놀로지 활용 과학수업의 어려움을 극복하기 위해 예비 초등교사에게 필요한 도움을 교사양성 교육과정과 관련지어 살펴보았다. 연구 참여자 모두는 아래와 같이 ‘스마트기기활용 과학교육’ 강의가 교육실습에서 가장 도움이 되었다고 응답하였다. 그러나 소속된 대학의 교육과정과 TPACK 관련 특강에 대해서는 보완 또는 개선이 필요한 점을 지적하였다.

[대학 강의에서 얻은 도움]

F\_(30:23) 이게 각각 별개라고 생각했거든요. 원래 처음에 배웠을 때에는. 그런데 이번에 000교수님 수업을 들으면서 테크놀로지하고, 과학수업하고 이제 연관시켜서 수업 많이 하시니까 그 부분에 대한 건 많이 이해가 됐던 거 같아요. 그래서 이번 실습에 많이 도움이 됐고. 그래서 그 전까지는 연결시켜주는 연결고리가 없다고 생각했거든요. 별개의 건데 왜 배우지? 약간 이런 생각이 들었는데. 도움이 된 거 같고.

예비 초등교사들이 테크놀로지 활용 과학수업을 하기 위해 어떠한 도움을 필요로 하는지를 교사양성 과정 특히 대학 강좌 중심으로 살펴본 결과, 연구 참여자들은 크게 2가지 도움을 필요로 하였다. 먼저 과학내용지식(SK), 교수지식(PK), 테크놀로지 지식(TK)이 통합된 형태(TPASK)를 경험할 수 있는 강좌가 더 마련되기를 바랐다. 아래의 면담 결과에서 알 수 있듯이, 연구 참여자들은 테크놀로지 기능, 교수지식, 과학내용지식을 분리하여 배우는 경우에 개인 내부에서 이를 통합하여 수업에서 구현하는 데 어려움을 느꼈기 때문이다.

[테크놀로지 활용 교수과학지식 세부요소 통합이 가능한 강좌 필요]

D\_\_(48:16) 세 개를 어떻게 연결 짓고 생각할지, 사실 그러니까 알고는 있지만 시키지 않으면 하지 않고 하지 않으니까 생각을 못하는 거 같아요. 그래서 그런 거를 세 개를 다 연결해서 배워야 될 것들도 제시해 주시면 좋을 것 같아요.

T\_\_(17:26) 그게 다 따로 있으니까 그것을 연결할 줄을 알아야 하는데 그걸 잘 못하니까.

I: 그걸 연결되는 것을 더 배웠으면 좋겠다?

T: 네. 어떤 수업에 TPACK 이거 TPACK을 넣는다면.

G\_\_(19:25) 프로그램 자체적인 내용을 배우는 데 그것을 수업에 활용하기 위한 것은 학생들의 몫으로 둘리니까. 아무래도 수업 지도안을 짜기에도 급급한데 거기서 그냥 배운 내용을 접목을 시켜라 라고 던져주고 주어져서 된다면 어렵다는 생각이 들어요.

다음으로 연구 참여자들은 현장 실천 사례 교육을 받고 싶어 하였다. 대학에서는 현장교사 특강을 몇 차례 제공한 적이 있어 도움이 되었으나, 테크놀로지 활용 수업의 긍정적인 면만 부각하거나, 현실적으로 정규 과학수업시간에 활용할 수 없는 사례들이 많아 아쉬웠다고 하였다. 아래의 면담 결과와 같이 예비 초등교사가 바라는 현장 실천 사례 교육은 과학과 교육과정에서 준하는 테크놀로지 활용 과학수업의 실제적 사례와 그 시행착오, 지도경험과 고민들을 공유할 수 있는 것이다.

[현장실천 사례 교육 필요]

C\_\_(18:05) 교수님들이 수업에서 이 단원에서는 이런 요소를 넣었으면 좋겠다는 말씀이나 사례를 보여주셨으면 좋겠어요.

G\_\_(18:03) 그런 강사선생님이 계시는지 모르겠어요. 실제로 TPACK 수업을 현장에서 TPACK 수업을 하면서 그리고 학생. 그냥 수업을 한 것뿐만 아니라 학생들에 대해서 전반적인... 이제 한 길다면 1년에 걸쳐서 그런 수업을 하면서 어떤 효과를 보고 앞으로 향후 이런 수업을 하나간다면 학생들이 어떤 이점이 있을 수 있고 그리고 그 수업을 하나하면서 이러한 부분은 문제가 되고, 이러한 점은 더 개선해나갈 수 있다라는 그런 실질적 부분을 말씀해주실 수 있는 그런 수업이 있다면은 좀 더 많이 도움이 될 것 같아요.

H\_\_(22:16) 일단 그 과학 개념이라는 것에 대해서 그냥 그 지식 자체를 배우는 것도 좋기는 한데요. 그것도

알아야 되기는 하겠지만, 그걸 학생의 눈높이에서 어떻게 전달해줘야 되는지 방법에 대해서는 어느 정도 알고 갈 수 있는... 그거 좀 필요한 거 같아요.

T\_\_(09:06) (전담교사가) 조언 해주신 것 중에도 괜찮았던 게 그게 애들이 검색할 때 그 검색어를 다 지정해주라고 하시더라고요. 엉뚱한 거 검색한다고. 그렇게 지정을 해줘도 애들은 다른 걸 검색하고 있기는 했는데, 제가 미리 검색을 해보고 그 검색어로 검색을 해보라고 하니가 그게 좀 더 괜찮았던 거 같아요.

## IV. 결론 및 제언

본 연구는 테크놀로지 활용 과학수업에서 예비교사들이 겪은 어려움과 필요한 도움을 조사하기 위하여 예비교사의 TPACK 향상을 위해 관련 강의를 개설하고, 교육프로그램을 제공하는 한 교육대학의 예비 초등교사 9명과 담당 교수 1명을 대상으로 반구조화된 심층 면담을 실시하고, 실습에서 생산된 문서인 실습 지도안, 실습록, 실습 참관록을 수집·분석하였다. 또한 대학 강의의 수업 자료를 수집하고, 해당 강좌와 테크놀로지 활용 과학수업을 각 두 차례에 걸쳐 참관하였다. 그 결과는 다음과 같다.

첫째, 연구 참여자가 교육실습 동안 작성한 지도안을 수집하여 수업 단계별 사용 테크놀로지 유형을 조사한 결과, 연구 참여자들은 지식안내형 테크놀로지를 가장 많이 사용하였으며, 상대적으로 상호작용지원형이나 맞춤형학습형 테크놀로지를 적게 사용하였다. 연구 참여자들은 협력적 상호작용을 지원하거나, 학생 맞춤형 교육에 부합하는 방식으로 테크놀로지를 과학수업에 활용하기 보다는 동영상이나 프레젠테이션 프로그램을 활용하여 지식을 전달하는 보조 전달 매체로 테크놀로지를 사용했다는 것을 알 수 있었다. 둘째, 연구 참여자들은 테크놀로지 활용 과학수업을 준비하고 실행하면서 다양한 어려움을 겪은 것으로 나타났다. 세부 어려움은 학생수준에 대한 이해, 수업 아이디어 선정, 테크놀로지의 접목, 테크놀로지 사용 필요성 인식, 교사 자신의 불충분한 내용지식, 테크놀로지 수업 자료 준비, 현장지도교사의 TPACK 이해 부족, 현장지도교사와의 수업에 대한 인식 차, 예상보다 열악한 ICT 수업환경, 수업 분위기 조성, 학생의 테크놀로지 사용 지도, 적절한 발문 및 설명 구성, 시간 배분 및 활용, 실험지도 안전 및 과학실 사용, 학생 참여유도였다. 셋째, 과학내용지식(SK), 교수지식(PK),

테크놀로지지식(TK)이 통합된 형태(TPASK)를 경험할 수 있는 강좌가 더 마련되기를 바란다. 또한 과학과 교육과정에 준하는 테크놀로지 활용 과학수업의 실제적 사례와 그 시행착오를 공유하는 현장 실천 사례 교육을 받고 싶어 하였다.

본 연구는 예비교사의 TPACK 향상을 위해 관련 강의를 개설하고, 교육프로그램을 제공하는 한 교육대학의 사례를 중심으로 예비교사가 테크놀로지 활용 과학수업에서 겪는 어려움과 필요한 도움에 대해 논의하였다. 현 시점에서 이 대학의 사례는 초등교원양성대학에서 일반적으로 시행되지 않는 독특한 사례이기 때문에 연구 결과를 일반화하는 데 제한이 있다. 그러나 시대의 변화와 사회적 요구를 고려할 때 이 대학의 사례는 앞으로 변화하게 될 초등교원양성대학의 일면과 겪게 될 상황을 보여준다고 할 수 있다. 따라서 앞서 언급된 연구 결과를 참고하여 예비교사들이 테크놀로지 활용 과학수업을 하면서 겪게 될 어려움을 예방하기 위한 준비가 필요하다.

위의 연구결과로부터 도출된 시사점은 다음과 같다. 첫째, 예비 초등교사의 TPACK을 향상시키고 테크놀로지 활용 과학수업을 실천하게 하려면 교사양성 교육과정과 수업 개선이 필요하다. 본 연구의 결과를 살펴보면 학생들은 테크놀로지 활용 과학수업을 하면서 다양한 어려움을 경험하고 있으며, 이를 개선하기 위해 제공받으려 하는 강의에 대해 제안하였다. 과학내용지식(SK), 교수지식(PK), 테크놀로지지식(TK)이 통합된 형태(TPASK)를 경험할 수 있는 강좌개설과 현장 실천 사례 교육을 필요로 하였다. 그러나 현재의 체제에서 과학내용지식, 교수지식, 테크놀로지지식을 동시에 갖춘 전문가나 이들을 통합하는 전문가가 부족할 수 있으며, 이를 극복하기 위해 전문가들의 팀티칭 강연을 활성화시킬 필요가 있겠다. 또한 현장 실천 사례 교육을 위해서나 현장 교육의 변화를 위해서도 대학은 예비 교사 양성뿐만 아니라, 현장 교사 재교육에도 관심을 기울여야 할 것이다.

둘째, 교육실습을 바라보는 관점의 변화가 필요하다. 교육실습은 예비교사들이 현재 이루어지고 있는 교육체제에 적응하고 실제적 교육활동에 참여하면서 체험하는 것으로 인식되고 있다. 따라서 교육대학에서 습득한 새로운 이론과 기능을 현장에 적용하거나 실천하는 데에 어려움이 따른다. 실

제로 본 연구 결과에서 연구 참여자들은 대학으로부터 테크놀로지 활용 과학교육을 실시하도록 권고 받았고, 관련 특강과 강의들을 들었다. 그러나 실천과정에서 현장지도교사의 관련 지도를 받지 못한 경우가 많았다. 이에 교육실습을 선배교사로부터의 ‘답습’이 아니라, 함께 새로운 교육변화를 고민하고 준비하는 단계로 사용할 필요가 있겠다. 대학 또한 교육실습을 준비하기 위하여 교육청, 현장지도교사 등과 좀 더 긴밀한 관계를 유지하고, 미래교육 준비를 위한 현장지도교사 교육을 더 적극적으로 실시할 필요가 있다.

셋째, 예비 초등교사들은 과학교육에서 테크놀로지의 역할에 대해 분명히 인식할 필요가 있다. 연구 참여자들은 테크놀로지의 사용과 과학 교수학습을제로섬계임처럼 테크놀로지를 도입하면 과학을 가르칠 시간이 부족하다고 생각하거나, 단지 종이나 칠판을 대체하는 도구로 스마트 기기들을 사용하였다. 그러나 스마트 기기는 협력적 상호작용 지원과 학생 맞춤형 교육을 가능하게 하고, 학습공간과 기회의 확대나 자기주도학습을 지원하는 데에 강점이 있다(임병노 등, 2013). 과학을 과학답게 가르침과 동시에 스마트 기기의 강점을 살려 과학을 가르치는 데에 더 집중할 수 있어야 할 것이다. 예를 들어 최근 테크놀로지의 도움을 받아 수업 방식을 변화시킨 일명 거꾸로 교실 또는 뒤집힌 학습(flipped learning)이 과학교육계의 관심을 끌고 있다(Bergmann & Sams, 2012). 이것이 학교 밖에서 동영상 시청을 하는 테크놀로지가 도입된 사례이지만, 우리가 관심을 가져야 할 핵심은 학교 밖에서 동영상을 시청한다는 테크놀로지 적용 시도가 아니라, 학교 밖에서 동영상 시청을 했기 때문에 생긴 시간적 여유를 바탕으로 학교에서 학생들을 대면했을 때 어떠한 교육경험을 제공할 것인가이며, 탐구와 실험, 자기주도학습을 시키고자 했던 개발자들의 고민과 노력에 관심을 기울이고, 그 활동들을 어떻게 구성할 것인지에 대해 논의하는 것이다.

본 연구가 시대의 변화와 함께 그 중요성이 증가하고 있는 테크놀로지 활용 교수내용지식(TPACK)을 향상시키고자 노력하는 교사교육자들이 예비교사를 이해하는 데 도움을 줄 수 있으며, 지도법을 구성하는 데에 아이디어를 제공할 수 있기를 기대한다.

## 참고문헌

- 강경희(2009). 중등 과학 예비교사들이 교육실습에서 겪는 어려움 분석. *한국과학교육학회지*, 29(5), 580-591.
- 강훈식, 김은경, 최숙영, 노태희(2010). 교육실습이 초등 예비교사들의 과학 교수에 대한 자기 이미지에 미치는 영향. *한국과학교육학회지*, 30(2), 261-274.
- 강훈식, 유지연, 김경순, 이정순, 노태희(2009). 교육실습이 중등 예비교사들의 순환학습에 대한 인식에 미치는 영향. *한국과학교육학회지*, 29(4), 450-462.
- 교육과학기술부(2011). 인재대국으로 가는 길: 스마트교육 추진전략 실행계획. 서울: 교육과학기술부.
- 교육부(2000). 초·중등학교 정보통신기술교육 운영 지침-해설서(교육과정 자료 2000.12). 서울: 교육부.
- 교육부(2015). 과학과 교육과정(교육과학기술부 고시 제 2015-74호 별책9). 서울: 교육부.
- 나지연, 송진웅(2014). 테크놀로지 도입에 대한 과학교육학 연구동향의 분석 및 과학교사의 테크놀로지 활용 교수내용지식(TPCK)을 위한 시사점. *교사교육연구*, 53(3), 511-524.
- 박철용, 민희정, 백성혜(2008). 교육실습을 통한 예비과학교사의 교수내용지식 분석. *한국과학교육학회지*, 28(6), 641-648.
- 배성아, 안정희(2014). 예비교사의 반성적 저널에서 나타난 수업시연과정에서 경험한 어려움과 의미 분석. *학습자중심교과교육연구*, 14(11), 393-417.
- 유기웅, 정종원, 김영석, 김한별(2012). 질적 연구방법의 이해. 서울: 박영사.
- 윤혜경(2004). 초등 예비교사들이 과학 수업에서 겪는 어려움. *초등과학교육*, 23(1), 74-84.
- 윤혜경, 심재규, 박승재(1997). 물리교육 전공 학생들의 교육실습 과정 사례 연구. *한국과학교육학회지*, 17(3), 289-299.
- 임병노, 임정훈, 성은모(2013). 스마트 교육 핵심 속성 및 스마트 교육 콘텐츠 유형 탐색. *교육공학연구*, 29(3), 459-489.
- 정애란, 맹승호, 이선경, 김찬중(2007). 교육실습에 참여한 예비과학교사의 과학수업 실행에 대한 관심 영역과 반성적 사고. *한국과학교육학회지*, 27(9), 893-906.
- 최무영(2008). 최무영 교수의 물리학 강의. 서울: 책갈피.
- Angeli, C. & Valanides, N. (2009). Epistemological and methodological issues for the conceptualization, development, and assessment of ICT-TPCK: Advances in technological pedagogical content knowledge (TPCK). *Computers & Education*, 52(1), 154-168.
- Bergmann, J. & Sams, A. (2012). Flip your classroom: Reach every student in every class every day. International Society for Technology in Education.
- Jimoyiannis, A. (2010). Designing and implementing an integrated technological pedagogical science knowledge framework for science teachers professional development. *Computers & Education*, 55, 1259-1269.
- Koehler, M. J. & Mishra, P. (2008). Introducing TPCK. In AACTE Committee on Innovation and Technology (Ed.), *Handbook of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPCK) for Educators* (pp. 3-29). NY: Routledge.
- McCrory, R. (2008). Science, technology, and teaching: The topic-specific challenges of TPCK in science. In AACTE Committee on Innovation and Technology (Ed.), *Handbook of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPCK) for Educators* (pp. 193-206). NY: Routledge.
- Mishra, P. & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for integrating technology in teachers' knowledge. *Teachers College Record*, 108, 1017-1054.
- Niess, M. L. (2009). Mathematics teacher TPACK standards and revising teacher preparation. From [http://math.unipa.it/~grim/21\\_project/Niess445-449.pdf](http://math.unipa.it/~grim/21_project/Niess445-449.pdf)
- Partnership for 21st Century Skills (2010). Framework for 21st century learning. Retrieved April 28, 2015, from <http://www.p21.org/about-us/p21-framework>.
- Patton, M. Q. (1990). *Qualitative evaluation and research methods* (2nd ed.). Newbury Park, CA: Sage Publications.
- Schmidt, D. A., Baran, E., Thompson, A. D., Mishra, P., Koehler, M. J. & Shin, T. S. (2009). Technological pedagogical content knowledge (TPACK): The development and validation of an assessment instrument for preservice teachers. *Journal of Research on Technology in Education*, 42(2), 123-149.
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1-22.
- Solomon, G. & Schrum, L. (2007). Web 2.0: New tools, new schools. 엄우용, 최명숙, 박은실 역(2009). 웹 2.0 과 교육. 서울: 아카데미 프레스.