

스마트 테크놀로지 활용 과학 수업 계획 시 발생하는 초등 예비교사의 질문과 수업과정안 분석

나지연

Analysis of Pre-Service Elementary Teachers' Questions and Lesson Plans in Planning Science Class Utilizing Smart Technology

Na, Jiyeon

국문 요약

본 연구는 초등 예비교사들이 스마트 테크놀로지 활용 과학 수업을 계획할 때 발생하는 질문의 유형과 작성한 수업과정안의 특징을 살펴보았다. 이를 위해 96명의 예비교사들이 작성한 수업과정안과 질문을 수집하였다. 그 결과는 다음과 같다. 첫째, 예비교사들은 시뮬레이션 앱, 정보제공 앱, clicker 평가 앱, 천문관측 앱을 활용하였으며, 수업의 도입 단계에서는 시뮬레이션 앱과 clicker 평가 앱을, 전개 단계에서는 시뮬레이션 앱을, 정리 단계에서는 clicker 평가 앱을 가장 많이 활용하였다. 둘째, 스마트 테크놀로지를 사용하는 주체는 학생인 경우가 교사에 비해 높게 나타났으며, 수업의 전개 단계에서 그 특징이 더 두드러졌다. 셋째, 수업과정안에서 활용한 스마트 테크놀로지의 콘텐츠 유형은 체험형이 가장 높게 나타났으며, 도구형, 자원형 순으로 나타났다. 이에 비해 상호작용지원형이나 학습기회확장형은 상대적으로 적게 나타났다. 넷째, 예비 교사들이 작성한 과정안에는 학생들이 직접 실험이나 체험하는 기회를 제공하는 대신 체험형 스마트 테크놀로지를 활용하여 가상 체험으로 대체하는 경우가 다수 나타났다. 다섯째, 예비 초등 교사들은 스마트 테크놀로지를 활용한 과학 수업을 계획하면서 다양한 질문을 제기하였으며, 총 7개 범주 25개의 질문 유형이 나타났다.

주제어: 스마트 테크놀로지 활용 과학 수업, 수업과정안, 초등 예비교사의 질문

ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate the types of questions raised by pre-service elementary teachers when planning a science class utilizing smart technology and the characteristics of their lesson plans. For this purpose, lesson plans and questions written by the 96 pre-service teachers were collected. The results of this study can be summarized as follows: (1) Pre-service teachers used simulation apps, information offering apps, clicker evaluation apps, astronomical observation apps. Simulation apps and clicker evaluation apps were used the most in the introduction stage of the class, simulation apps in the development stage, and clicker evaluation apps in the finishing stage. (2) In the lesson plans, the activities that elementary school students use smart technology showed more than those used by teachers, and its characteristics were more prominent in the development stage of the class. (3) As for the content type of smart technology, experience type was the highest, followed by tool type and resource type. In comparison, there were relatively few interaction support types and learning opportunity extensions. (4) There were many cases in which pre-service teachers replaced elementary school students with virtual experiences using experience type instead of providing opportunities to experiment or experience directly. (5) Pre-service teachers asked various questions while planning science class utilizing smart technology, and a total of 25 question types appeared in 7 categories.

Key words: science class utilizing smart technology, lesson plan, pre-service elementary teachers' questions

이 논문은 2017년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2017S1A5A8022612).

2021.2.6(접수), 2021.3.5(1심통과), 2021.3.8(최종통과)

E-mail: jyna@cnue.ac.kr(나지연)

I. 서 론

정보통신기술(ICT)의 발달은 산업뿐만 아니라, 정치, 사회, 문화 등의 다양한 분야에 영향을 미치며 4차 산업혁명을 이끌었다. 이로 인하여 우리의 삶은 과거와는 완전히 다르게 변화하고 있으며 (Schwab, 2016; Trilling & Fadel, 2012), COVID-19로 인하여 이러한 변화는 더욱 빠르게 진행되고 있다. 이 같은 변화에 성공적으로 적응하기 위해서는 교육의 변화가 필수적이며(Partnership for 21st Century Skills, 2010; USB, 2016), 특히 디지털 학습 환경 조성과 이를 활용하여 학생의 학습을 돕는 교사가 필요하다(Chou, 2018). 이에 대한 대책으로 우리나라는 ‘코로나 이후 미래 교육 전환을 위한 10대 정책 과제’를 발표하고, 미래형 교수·학습과 온·오프라인 융합 수업이 가능하도록 ICT 기반 스마트교실 및 디지털 전환 인프라 구축 계획을 발표하였다(MOE, 2020a). 또한 과학·수학·정보·융합 교육 종합계획을 통해 최첨단 에듀테크를 활용한 미래 교육체제로의 전환을 발표하였다(MOE, 2020b).

과학교육에 테크놀로지를 접목하려는 시도는 오래전부터 계속되어 왔다(Na & Song, 2014). 최근 들어서는 스마트 폰, 태블릿PC 등의 스마트기기와 스마트기기에 내장된 애플리케이션, 이들과 함께 사용하는 3D 프린터, 스캐너, 대화형 화이트보드, VR, AR 등과 같은 스마트 테크놀로지(smart-technology)의 사용이 증가하고 있다(Scardamalia & Bereiter, 2014; Shim *et al.*, 2011). 이러한 스마트 테크놀로지의 등장으로 인해 교육을 크게 개선할 수 있는 전례 없는 기회가 열렸다(Janssen *et al.*, 2019; Shim *et al.*, 2011). 이에 교사들은 수업에서 스마트 테크놀로지를 사용하도록 권고받고 있다(Zhou *et al.*, 2016).

교육 당국은 앞서 언급한 정책과 기회들이 학교에서 실현될 수 있도록 물리적 인프라 구축에 많은 투자를 하고 있으나, 물리적 인프라 구축이 반드시 교육의 변화로 이어지는 것은 아니다(Volman, 2005). 교육의 변화가 일어나기 위해서는 물리적 인프라를 활용할 수 있는 교사의 능력이 뒷받침되어야 하기 때문이다(Owston, 2007). 이와 관련하여 제안된 교사 전문성 개념이 ‘테크놀로지 활용 교수내용지식’(technology, pedagogy, and content knowledge: 이하 TPACK)이다(Schmid *et al.*, 2021). TPACK은 테크놀로지지식(TK), 교수지식(PK), 내용지식(CK)의

교집합을 나타내며, 이 세 지식은 상호작용하면서 TPACK을 형성한다(Khehler & Mishra, 2008; Mishra & Koehler, 2006). 따라서 예비교사 교육의 중요한 목표 중 하나는 변화하는 교육 환경에 적응하며, 과학 수업에 스마트 테크놀로지를 적절하게 활용할 수 있는 TPACK을 갖춘 교사 양성일 필요가 있다(Janssen & Lazonder, 2016).

교사가 설계한 수업을 표현하는 문서이자 타인이 그 수업에서 어떠한 일이 일어날지 이해하도록 도와주는 도구가 수업과정안이다(Ball *et al.*, 2007; Hong, 2017). 수업과정안을 작성하는 활동은 예비교사로 하여금 무엇을 가르칠지, 어떻게 가르칠지, 어떻게 평가할지에 대해 성찰할 기회를 제공하기 때문에 예비교사 교육에서 중요한 역할을 한다(Jamali Nasari & Heidari, 2014). 또한 예비교사들의 수업과정안을 통해 수업 전문성을 확인할 수 있으며(Jang, 2006; Jung & Lee, 2016; Kim, 2011), 이를 통해 교사 교육자들은 피드백을 제공할 수 있다(Kagan & Tippins, 1992). 따라서 예비교사가 작성하는 수업과정안에 관심을 가질 필요가 있으며, 이를 작성하는 과정에서 발생하는 질문을 교육에 활용할 필요가 있다. 이에 최근 들어 예비교사들이 TPACK을 갖추었는지를 알아보기 위해 수업과정안을 분석한 연구들이 등장하였다(e.g. Kim *et al.*, 2020; Schmid *et al.*, 2021). 그러나 이러한 연구들은 이미 제작된 수업과정안을 바탕으로 예비교사들의 TPACK 수준을 평가하는 데에 초점이 있었으며, 그 대상이 다양한 전공의 중등 예비교사로 과학교육에 시사점을 얻기 어렵다. 또한 수업과정안을 작성하는 과정에서 예비교사들이 떠올리게 되는 질문을 보고한 연구는 찾아보기 어렵다.

질문은 학습자가 자신이 배우는 내용에 대해서 무엇을 궁금해 하며, 얼마나 이해하고 있는지 알려주기 때문에, 학습자의 질문을 분석하면 그들의 생각과 이해 정도를 확인할 수 있다(Han *et al.*, 2012; Kim *et al.*, 1999; Kim & Choi, 2018). 이러한 생각을 바탕으로 예비교사의 질문을 조사한 연구들이 있었다. 먼저 중등 예비교사를 대상으로 한 연구로는 교수학습 모형을 활용한 수업과정안 작성 시 제시된 질문을 분석한 연구(Kim & Choi, 2018)와 물리단원 지도와 관련하여 생성한 질문을 분석한 연구(Choi, 2017)가 있었다. 초등 예비 교사를 대상으로 한 연구로는 지구과학 내용 지식에 대한 질문을 분

석한 연구(Lee, 2014)와 초등학교 물리 단원 지도와 관련하여 생성한 질문을 분석한 연구(Nam & Im, 2020)가 있었다. 그러나 이러한 연구들은 과학 내용 지식이나 과학 교육학 이론과 관련된 부분을 분석한 연구들이 대부분이고, TPACK이나 스마트 테크놀로지에 대해 다룬 경우는 찾아보기 어렵다.

앞서 기술한 바와 같이 4차 산업혁명과 함께 다가온 급격한 사회변화에 효과적인 교육을 제공하기 위해서는 스마트 테크놀로지를 활용한 수업이 초등과학교육에서 이루어질 필요가 있으며, 이를 실행할 수 있는 초등 예비교사 양성이 중요하다. 초등 예비교사 양성에 시사점을 얻기 위해서는 우선 현재 예비교사들의 상황을 점검하는 것이 필요하다. 즉, 현재 초등 예비교사들이 스마트 테크놀로지를 활용하는 과학 수업을 계획할 때 어떤 질문을 생성하는지, 수업과정안의 특징은 어떠한지를 살펴봄으로써 앞으로의 초등 예비교사 교육이 어떠한 방향으로 나아가야 하는지를 논의할 수 있을 것이다. 이에 본 연구는 초등 예비교사들이 스마트 테크놀로지 활용 과학 수업을 계획할 때 발생하는 질문의 유형과 작성한 수업과정안의 특징을 분석하는 데 그 목적이 있다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상 및 자료 수집 맥락

본 연구는 초등 예비교사들이 스마트 테크놀로지를 활용하는 과학 수업을 계획할 때 어떠한 질문이 생기는지, 계획한 수업과정안은 어떤 특징이 있는지 살펴보고자 1개 교육대학교 3학년 학생 96명이 작성한 수업과정안과 질문을 수집하였다. 해당 수업과정안은 초등과학교육 관련 강좌의 일환으로 수강생인 예비교사들에게 부여되었던 과제의 결과물이며, 과제를 부여하고 2주 후에 수집되었다. 연구자는 예비교사들에게 본인이 실제 교수실행이 가

능하도록 스마트 테크놀로지를 활용한 초등 과학 수업을 계획하여 수업과정안으로 작성할 것을 요청하였다. 또한 스마트 테크놀로지를 활용하는 과학 수업을 계획하는 동안에 생긴 질문을 모두 적어서 제출하도록 하였다. 질문은 솔직하게 모두 작성하는 것이 중요하며, 근본적인 고민부터 실제적 고민까지 무엇이든 상관없이 기술할 수 있음을 안내하였다. 수업의 대상, 목표, 단원, 내용 등은 예비교사들이 자유롭게 선정할 수 있게 하였고, 수업과정안의 양식과 분량에도 제한을 두지 않았다. 예시 과정안과 자료는 제공하지 않았다. 다만, 수업과정안 작성 과제를 부여하기 전에 4차 산업혁명과 교육의 미래, 스마트 테크놀로지의 개념, 2015 개정 과학과 교육과정의 ‘교수·학습 및 평가 방향’에 제시된 정보통신기술 및 기기 관련 내용에 대해 안내하였다. 또한 해당 강의에서 예비교사들은 시뮬레이션 애플리케이션(application)과 천문관측 애플리케이션, 평가 애플리케이션, MBL (Microcomputer-based Laboratory)을 사용해 보았다.

연구에 참여한 예비교사들은 교육대학에서 제공하는 초등과학교육 관련 강좌의 강의를 모두 이수하고, 기말고사만을 남겨둔 때에 수업과정안을 작성하였다. 예비교사들의 세부 특성은 Table 1과 같다.

예비교사들이 작성한 수업과정안을 학년과 내용 영역별로 정리하면 Table 2와 같다. 초등학교 3학년을 대상으로 하는 수업과정안이 5편, 4학년이 31편, 5학년이 35편, 6학년이 25편이 수집되었다. 내용 영역별로 살펴보면, 운동과 에너지 영역이 33편, 물질 영역이 11편, 생명 영역이 13편, 지구와 우주 영역이 38편, 탐구 기능을 가르치는 차시 과정안이 1편 수집되었다. 수집된 96편의 과정안 중에서 스마트 테크놀로지를 활용하는 수업 내용이 포함되지 않은 2편의 과정안 제외하고 총 94편을 분석하였다.

96명의 예비교사들이 스마트 테크놀로지를 활용

Table 1. Background information of the participants

성별	세부심화전공					계
	미술	수학	음악	체육	과학	
남	6	6	6	5	0	23
여	19	15	20	16	3	73
계	25	21	26	21	3	96

Table 2. Overview of pre-service teachers' lesson plan

학년	3	4	5	6	계(%)	
내용 영역별 과정안 수	운동과 에너지	3	9	5	16	33(34.4)
	물질	0	6	3	2	11(11.5)
	생명	0	4	9	0	13(13.5)
	지구와 우주	1	12	18	7	38(39.6)
	탐구 기능	1	0	0	0	1(1.0)
계(%)	5(5.2)	31(32.3)	35(36.5)	25(26.0)	96(100.0)	

한 과학 수업 계획 중에 발생하였다고 제출한 질문은 총 458개였다. 이 질문 중에는 본 과제와 관련이 없는 소감으로 작성된 14개의 문장이 포함되어 있어 이를 제외하고, 총 444개의 질문을 추출하였다. 본 연구는 스마트 테크놀로지를 활용하는 과학 수업과 관련하여 시사점을 도출하는 데에 목적이 있기 때문에 444개의 질문 중에서 스마트 테크놀로지와 관련이 없는 질문(과학교육 및 교육학 일반)을 분석에서 제외하였고, 또한 96명의 예비교사 중에서 3명 이상이 언급한 질문을 중심으로 분석하였다. 따라서 최종적으로 분석한 질문은 총 248개(1인당 평균 2.6개)였다.

2. 자료 분석 방법

수집된 수업과정안의 특징을 구체적으로 살펴보기 위해 수업과정안에 제시된 스마트 테크놀로지의 종류, 사용 주체, 콘텐츠 유형, 각 활동에서 스마트 테크놀로지를 활용한 목적을 중심으로 분석하였다. 스마트 테크놀로지의 종류와 활용 목적은 귀납적 군집화에 의해 분석하였다(Miles & Huberman, 1994). 즉, 수업과정안에 제시된 스마트 테크놀로지와 활용된 활동 내용을 추출한 후 개방 기호화 과정(open coding)을 거쳤고, 다시 상위범주로 범주화하였다. 수업에서 스마트 테크놀로지를 사용하는 주체가 누구인지에 대한 분석은 범주를 수업의 핵심 주체인 교사와 학생으로 설정하여 분석하였다. 콘텐츠 유형은 스마트 테크놀로지의 보급과 확산으로 등장한 교육의 차별화된 특징과 장점에 대해 논의한 Lim et al. (2013)과 Solomon and Schrum (2009)의 연구 내용을 수정·보완하여 Na and Jang (2016)이 설정한 범주를 사용하였다. 활용한 콘텐츠 유형 범주는 다음과 같다.

- 자원형: 학습에 필요한 다양한 정보와 자료를 찾아볼 수 있음.
- 지식안내형: 일방향으로 지식이나 정보를 전달함.
- 상호작용지원형: 동료나 전문가 등과의 상호작용을 지원하거나, 공동체를 형성하여 협력 학습이 이루어지도록 기회를 제공함.
- 맞춤형학습형: 학생 개인의 수준을 확인하거나 수준에 맞는 학습과 피드백을 제공함.
- 도구형: 학습활동이 이루어질 수 있도록 지원하는 보조도구의 역할을 함.
- 학습기회확장형: 확장된 학습 자료를 제공하거나 추가 학습이 이루어질 수 있도록 기회를 제공함.
- 이북형: 전자책이나 앱북 형태로 이미지, 멀티미디어 자료 등의 교수학습자료를 제공함.
- 프로그램형: 콘텐츠의 생산, 가공, 관리, 공유 등을 목적으로 하는 기능을 제공함.
- 체험형: 시뮬레이션과 같이 실질적 체험을 통해 학습을 수행할 기회를 제공함.

수집된 질문은 귀납적 군집화에 의해 분석하였다. 먼저 예비교사들이 작성한 질문을 원자료 그대로 목록화한 후, 하나의 질문 내에 다른 의미의 질문이 여러 개가 포함되어 있는 경우 이를 분리하였다. 이렇게 정리한 질문을 귀납적으로 개방 기호화(open coding)를 한 후 다시 상위범주로 묶었다. 범주 설정이 이루어진 후, 연구자 1인과 연구자 외 1인이 독립적으로 분석하였으며, 분석자 간 일치도는 수업과정안 분석이 98.5%, 질문 분석이 98.0%로 나타났다. 일치하지 않는 의견에 대해서는 논의를 통해 확정하였다. 본 연구는 빈도분석을 실시하였

으며, 연구에 사용된 분석의 각 범주명은 III. 연구 결과의 표 항목과 같다. 본 연구는 모집단에 비하여 적은 수의 1개 교육대학교 예비교사들이 작성한 자료를 수집하였고, 예비교사들이 자유롭게 선정한 단원과 주제에 대해 작성된 과정안과 질문을 분석하였기 때문에 연구 결과를 일반화하는 데는 한계가 있다.

III. 연구 결과 및 논의

1. 초등 예비교사의 수업과정안 특징

예비교사들이 작성한 수업과정안에서 활용한 스마트 테크놀로지의 종류를 분석한 결과는 Table 3 과 같다. 예비교사들은 시뮬레이션 앱(39개, 23.6%)

을 가장 많이 활용하였으며, 그 다음으로는 정보제공 앱(27개, 16.4%), clicker 평가 앱(20개, 12.1%), 천문관측 앱(14개, 8.5%) 순으로 많이 활용하였다. 수업과정안 내에서 시뮬레이션 앱(예: Phet interactive simulation)을 활용한 부분을 살펴본 결과, 모두 실험활동이나 실험활동 전·후에서 활용되었다. 이는 실험이 많은 초등 과학 수업의 특성상 시뮬레이션 앱을 통해 가상공간에서 실험을 할 수 있기 때문에 가장 많이 활용한 것으로 보인다. 다음으로 정보제공 앱이 많이 활용되었는데, 활용된 정보제공 앱의 70.4%(19개)가 지구와 달, 별자리, 태양계 관련 정보를 다루고 있었다. 이를 Table 2의 지구와 우주 영역 지도안 수, 천문관측 앱 활용 수와 관련지어 생각해 보면, 예비교사들은 지구와 달, 별자리, 태

Table 3. The kinds of smart-technology used in pre-service teachers' lesson plan

수업 단계	도입	전개	정리	계(%)
시뮬레이션 앱	3(23.1)	29(22.5)	7(30.4)	39(23.6)
정보제공 앱	1(7.7)	26(20.2)	0(0.0)	27(16.4)
Clicker 평가 앱	3(23.1)	4(3.1)	13(56.5)	20(12.1)
천문관측 앱	0(0.0)	14(10.9)	0(0.0)	14(8.5)
AR	0(0.0)	8(6.2)	1(4.3)	9(5.5)
카메라 앱	0(0.0)	7(5.4)	0(0.0)	7(4.2)
측정 앱	0(0.0)	6(4.7)	0(0.0)	6(3.6)
MBL	0(0.0)	5(3.9)	0(0.0)	5(3.0)
게시판 앱	1(7.7)	5(3.9)	1(4.3)	7(4.2)
인체 관찰 앱	0(0.0)	5(3.9)	0(0.0)	5(3.0)
교육용 SNS	1(7.7)	4(3.1)	0(0.0)	5(3.0)
기록앱	0(0.0)	4(3.1)	0(0.0)	4(2.4)
VR	0(0.0)	3(2.3)	0(0.0)	3(1.8)
공유 드라이브	0(0.0)	2(1.6)	0(0.0)	2(1.2)
정보검색	0(0.0)	2(1.6)	0(0.0)	2(1.2)
화면공유 앱	0(0.0)	2(1.6)	0(0.0)	2(1.8)
게임 및 놀이 앱	2(15.4)	1(0.8)	0(0.0)	3(0.6)
독서앱	0(0.0)	1(0.8)	0(0.0)	1(0.6)
디지털 교과서	0(0.0)	1(0.8)	0(0.0)	1(0.6)
모바일 투표 앱	1(7.7)	0(0.0)	1(4.3)	2(1.2)
QR 코드 인식 앱	1(7.7)	0(0.0)	0(0.0)	1(0.6)
계(%)	13(7.9)	129(78.2)	23(13.9)	165(100.0)

활용한 스마트
테크놀로지

양계 관련 수업에서의 스마트 테크놀로지 활용 가능성을 상대적으로 더 인식하고 있음을 알 수 있다.

앞서 언급한 바와 같이 해당 강의에서 예비교사들은 시뮬레이션 앱(app)과 천문관측 앱, 평가 앱, MBL을 사용해 보았다. Table 3을 살펴보면 예비교사들이 이러한 스마트 테크놀로지를 상대적으로 많이 활용한 것을 알 수 있다. 즉, 예비교사 양성 과정에서 경험한 것을 학교 현장에서 활용할 가능성이 더 있음을 추측할 수 있다. 따라서 스마트 테크놀로지를 활용한 과학 수업이 초등 과학교육 현장에서 활성화되려면 예비교사 양성 과정에서 예비교사들이 직접 사용해 보는 기회를 제공할 필요가 있다.

예비교사들은 초등 과학 수업에서 스마트 테크놀로지를 사용할 때 기기 자체에 탑재된 기본 기능(예: 카메라 앱, 정보검색 등)을 활용하거나, 추가 기능을 활용하는 경우(예: VR, AR 등)보다는 하나의 앱(예: 시뮬레이션 앱, 정보제공 앱, clicker 평가 앱, 인체 관찰 앱 등)에서 제공하는 기능과 내용을 수업에 활용하는 경우가 다수를 차지하였다.

수업 단계별로 살펴보면 주로 수업의 전개 단계에서 스마트 테크놀로지를 활용하였다(129개, 78.2). 각 수업 단계별로 가장 많이 활용한 스마트 테크놀로지의 종류를 살펴보면 도입 단계에서는 시뮬레이션 앱(3개, 23.1%)과 clicker 평가 앱(3개, 23.1%)을, 전개 단계에서는 시뮬레이션 앱(29개, 22.5%)을 가장 많이 활용하였다. 그러나 정리 단계에서는 clicker 평가 앱(13개, 56.5%)을 가장 많이 활용하였다. 이는 예비교사들의 수업이 주로 도입 단계에서 동기유발과 전 차시 상기, 진단평가를 시행하고, 전개 단계에서 실험이나 탐구활동을 하며, 정리 단계에서 평가하는 구조로 구성되었기 때문으로 추측할 수 있다.

스마트 테크놀로지를 사용하는 주체가 누구인지 분석한 결과는 Table 4와 같다. 사용 주체가 학생인 경우가 89.1%(147개)로 교사(18개, 12.2%)에 비해

높은 것을 알 수 있다. 이는 예비 교사가 구성한 수업의 활동들이 학생 중심으로 운영될 가능성이 높음을 보여준다고 할 수 있다. 수업 단계별로 살펴보면 세 단계 모두 사용 주체가 학생인 경우가 상대적으로 높았다. 그러나 도입 단계에서는 교사가 사용 주체인 경우가 38.5%로 전개와 정리 단계에 비해 높게 나타났으며, 정리 단계도 교사가 사용 주체인 경우가 26.1%로 전개 단계에 비해 상대적으로 높게 나타났다. 이는 예비교사들의 수업이 도입과 정리 단계의 경우, 교사가 주도적으로 진행하고, 전개 단계에서는 학생 활동 중심으로 진행되기 때문으로 추측할 수 있다.

수업과정안에서 활용한 스마트 테크놀로지의 콘텐츠 유형을 분석한 결과는 Table 5와 같다. 체험형이 58개(35.2%)로 가장 높게 나타났으며, 도구형이 37개(22.4%), 자원형이 33개(20.0%)로 나타났다. ‘협력적 상호작용 지원’과 ‘학습자원의 확장성을 통한 학습 공간 및 기회의 확대’는 스마트 테크놀로지를 활용한 교육의 핵심 속성(Lim et al., 2013)임에도 불구하고, 상호작용지원형이나 학습기회확장형은 체험형이나 도구형, 자원형에 비해 상대적으로 적게 나타났다.

수업 단계별로 살펴보면 도입에서는 체험형을 가장 많이 활용하였는데, 체험형이 가장 많은 이유는 시뮬레이션 앱(3개)과 게임 및 놀이 앱(1개)을 사용하여 체험을 통해 학습 문제를 인식하게 하는 활동을 했기 때문이다. 정리 단계에서는 도구형이 가장 많이 활용되었는데, 이는 평가를 위해 kahoot이나 pingpong과 같은 평가 앱을 활용했기 때문이다. 스마트 테크놀로지를 활용하는 것의 장점은 학습자들 각자가 수준별·맞춤형 개별 학습이 가능하다는 것이다(Lim et al., 2013). 그러나 예비교사들은 정리 단계에서 학생들에게 평가 문항을 제공하면서 수준별, 맞춤형 문항과 피드백을 제공하는 것이 아니라, 반 전체가 같은 문제를 풀고 교사가 전체 학생을 대상으로 피드백하는 방식을 주로 사용

Table 4. The subject using smart technology in pre-service teachers' lesson plan

수업 단계		도입	전개	정리	계(%)
사용 주체	교사	5(38.5)	7(5.4)	6(26.1)	18(12.2)
	학생	8(61.5)	122(94.6)	17(73.9)	147(89.1)
계(%)		13(7.9)	129(78.2)	23(13.9)	165(100.0)

Table 5. The types of smart-technology content used in pre-service teachers' lesson plan

콘텐츠 유형	수업 단계			계(%)
	도입	전개	정리	
체험형	4(30.8)	53(41.1)	1(4.3)	58(35.2)
도구형	2(15.4)	24(18.6)	11(47.8)	37(22.4)
자원형	1(7.7)	32(24.8)	0(0.0)	33(20.0)
상호작용지원형	2(15.4)	10(7.8)	1(4.3)	13(7.9)
지식안내형	2(15.4)	3(2.3)	6(26.1)	11(6.7)
맞춤학습형	2(15.4)	1(0.8)	3(13.0)	6(3.6)
학습기회확장형	0(0.0)	4(3.1)	1(4.3)	5(3.0)
프로그램형	0(0.0)	1(0.8)	0(0.0)	1(0.6)
이북형	0(0.0)	1(0.8)	0(0.0)	1(0.6)
계(%)	13(100.0)	129(100.0)	23(100.0)	165(100.0)

하였다. 따라서 평가지가 종이에서 스마트 폰으로 옮겨졌을 뿐 스마트 테크놀로지의 장점을 살리지 못하였다.

예비교사의 수업과정안은 전개 단계에서 스마트 테크놀로지를 가장 많이 활용하였기 때문에 전개 단계에서 스마트 테크놀로지를 활용한 특징을 구체적으로 살펴보고자, 어떠한 목적으로 해당 콘텐츠 유형이 활용되었는지 분석하였다(Table 6 참고). Table 5에 제시된 바와 같이 전개 단계에서는 체험형이 가장 높게 나타났다. 이는 앞서 Table 3의 결과에서 시뮬레이션 앱이 가장 많이 나타난 것과 일맥상통하며, Table 6에 제시한 바와 같이 주로 가상 체험이나 실험, 탐구활동을 하기 위한 목적으로 사용되었다. 평가를 목적으로 사용된 1건을 제외하고 체험형을 활용한 52건 중에서 34건(65.4%)이 직접 실험이나 체험을 실시하지 않고 가상 체험과 실험만으로 수업을 진행하였으며, 18건(34.6%)이 현실의 실험 결과와 가상의 실험 결과를 비교하는 것과 같이 둘을 병행하여 활용하였다. 초등학교 과학 교과서의 매 차시는 대부분 학생들이 직접 실험이나 탐구활동을 할 수 있도록 구성되어 있다. 이는 hands-on 활동이 학생의 과학학습에서 중요한 부분을 차지하기 때문이다. 그러나 본 연구 결과에 따르면 예비교사들은 체험형 스마트 테크놀로지를 활용하여 학생들이 직접 실험이나 체험하는 기회를 제공하는 대신 가상 체험으로 대체하는 경우가 다수 있음을 알 수 있다. 그 외에도 예비교사들은

실험 및 탐구활동(16건, 66.7%)을 하거나 그 과정과 결과 등을 기록(7건, 29.2%)하는 데에 도구형 콘텐츠(예: 지진계, 풍속계 앱)를 활용하였으며, 학습에 필요한 다양한 정보와 자료를 찾아볼 수 있도록 자원형 콘텐츠(예: 태양계 구성원 학습앱, 기상청 앱)를 활용하였다.

2. 초등 예비교사의 질문 유형

초등 예비교사들이 스마트 테크놀로지를 활용하는 과학 수업을 계획할 때, 어떠한 질문이 발생하는지 분석한 결과는 Table 7과 같다. 초등 예비교사들은 스마트 테크놀로지를 활용한 과학 수업을 계획하면서 다양한 질문을 제기하였으며, 총 25개의 질문 유형이 나타났다. 스마트 테크놀로지를 과학 수업에 활용하는 것이 실제로 효과가 있는지 묻는 질문이 가장 많이 등장하였다(24개, 9.7%). 그 다음으로 스마트 테크놀로지를 과학 수업에 도입하는 것이 필요한 것인지 묻는 질문(21개, 8.5%)과 학교 현장에 스마트 테크놀로지가 얼마나 보급되었는지 물리적 환경에 대해 묻는 질문(19개, 7.7%)이 많이 등장하였다.

질문의 유형을 각 범주별로 살펴보면 다음과 같다. 먼저 범주 1을 살펴보면 예비교사들은 스마트 테크놀로지를 과학 수업에 도입하는 것에 대한 의구심이 든 부분에 대해 질문하였다. 특히, 아래의 발췌문과 같이 스마트 테크놀로지의 도입이 필요한지, 효과가 있는지 의문을 제기하였고, 스마트 테

Table 6. The purpose of using smart-technology content used in pre-service teachers' lesson plan

콘텐츠 유형	사용 목적	빈도(%)	계(%)
체험형	가상 체험 및 실험	26(49.1)	53(41.1)
	탐구활동	13(24.5)	
	실험 결과 확인 및 비교	7(13.2)	
	실험 전 탐색하기	2(3.8)	
	예상 결과 확인	3(5.7)	
	문제 인식	1(1.9)	
	평가	1(1.9)	
도구형	실험 및 탐구활동	16(66.7)	24(18.6)
	실험, 활동, 생각의 기록	7(29.2)	
	활동 결과물 제작	1(4.2)	
자원형	학습 자료 활용	32(100.0)	32(24.8)
상호작용지원형	실험 및 활동 결과 공유	7(70.0)	10(7.8)
	생각 공유	2(20.0)	
	학습 결과 평가	1(10.0)	
지식안내형	학습 자료 활용	3(100.0)	3(2.3)
맞춤학습형	학습 결과 평가	1(100.0)	1(0.8)
학습기회확장형	실험 및 활동 결과 공유	3(75.0)	4(3.1)
	분류 활동	1(25.0)	
프로그램형	학습 자료 공유	1(100.0)	1(0.8)
이북형	학습 자료 활용	1(100.0)	1(0.8)
계(%)		129(100.0)	

크놀로지를 다루느라 과학 수업의 초점이 흐려지는 것에 의문을 제기하였다. 또한 기존 과학교육에서 강조하는 실험, 직접 체험 등과 스마트 테크놀로지의 도입 사이에서 균형을 맞추는 것에 대해 궁금해 하였다. Table 6의 결과에서 제시한 것처럼 예비교사들은 초등학생들에게 직접 실험이나 체험하는 기회를 제공하는 대신 가상 체험으로 대체하는 수업과정안을 작성한 경우가 다수 있었다. 따라서 예비교사 양성과정에서 스마트 테크놀로지의 장점은 활용하면서 과학교육에서 중요하게 다루어야 하는 부분을 놓치지 않도록 정보를 제공할 필요가 있다. 일례로 스마트 테크놀로지의 장점을 활용하여 과학 교육적 효과를 높인 교육 사례를 제공하거나, 이를 직접 경험해볼 수 있는 기회를 제공하여 스마트 테크놀로지 도입의 필요성을 인식함과 동시에 직접 체험과의 균형 또한 맞출 수 있게 지도

할 필요가 있겠다.

[ST 활용의 실효성]

Q15: 다양한 어플을 찾아보며, 게임을 활용한 것들이 꽤 많았다. 하지만 그러한 게임들은 화려한 시각이나 음향효과로 재미만 있을 뿐 실제로 효과가 있을지 고민이 됐다. 오히려 단지 게임으로서의 역할만 하게 되어 더 해롭지는 않을까?

[ST 도입 필요성]

Q24: socrative 어플 말고 ppt OX문제를 만들어서 해도 될 텐데, 굳이 어플로 해야 할까?

[ST 사용법, 기술적 능력 습득으로 과학 수업의 초점 이동]

Q50: 스마트테크놀로지 활용 시, 아이들이 실제 배우는 학습의 내용을 이해한다기보다는 테크놀로지 사용

Table 7. Pre-service teachers' questions in planning science class utilizing smart technology

범주	질문 유형	빈도(%)	
1	ST 활용에 대한 의구심	ST 활용의 실효성 24(9.7)	70(28.2)
		ST 도입 필요성 21(8.5)	
		ST 도입과 직접 체험의 균형 10(4.0)	
		ST 사용법 습득으로 과학 수업의 초점 이동 4(1.6)	
		과학 수업에 ST 도입 시 장단점 8(3.2)	
		ST 활용 수업의 정의 및 개념 3(1.2)	
2	현장 실태	학교 현장의 물리적 교육 환경 19(7.7)	27(10.9)
		학교 현장에서 ST 활용 정도 및 사례 8(3.2)	
3	학생 관리	학습활동 외의 활동 통제 17(6.9)	32(12.9)
		ST 활용 시 학생의 주의산만 극복 방법 15(6.0)	
4	학생 반응	초등학생들의 ST 활용 능력 12(4.8)	23(9.3)
		ST 도입 시 초등학생의 반응 11(4.4)	
5	ST에 대한 지식	ST 관련 정보 얻는 방법 17(6.9)	46(18.5)
		ST의 범위와 발달 정도 9(3.6)	
		과학교육에 적합한 ST의 종류 16(6.5)	
6	수업의 실제	ST의 정확성, 안정성 4(1.6)	46(18.5)
		과학 수업에 효과적인 ST 활용 방법 14(5.6)	
		ST 활용 시 학습집단 구성 7(2.8)	
		ST 도입에 적합한 과학 수업 주제, 내용, 활동 7(2.8)	
		학생 수준에 적합하지 않은 ST 해결방안 4(1.6)	
		ST 활용 수업 시 발생하는 돌발 상황 대비 방법 4(1.6)	
		ST 다루는 능력 부족 학생 대응 방법 4(1.6)	
		ST 도입 시 성취기준 이상을 가르치는 문제 3(1.2)	
ST 사용 시 수업 시간 관리 3(1.2)			
7	교사 소양	ST 도입을 위해 필요한 교사의 소양 4(1.6)	4(1.6)
계		248(100.0)	

* ST: 스마트 테크놀로지.

범이나 기술적 능력 습득에 초점이 맞춰질 것 같아 우려된다.

[ST 도입과 직접 체험의 균형]

Q148: 지도안 작성을 위해 단원을 선정하면서 느낀 것인데, 테크놀로지를 활용한 교육도 좋으나 실제로 학생이 실물을 보고 듣고 느끼게 하는 것 또한 좋을 것 같은 차이가 많았는데, 둘 중 어떤 수업을 우선시 해야 할까? 둘을 조화시킬 수는

없을까?

Q274: 과학수업에 있어서 실험기구를 만드는 과정 또한 중요한지, 아니면 편리한 스마트 기기의 어플을 사용하더라도 태양의 고도와 그림자 길이, 기온을 좀 더 정확히 측정하는 것에 중점을 두어야 하는지 궁금했다.

예비교사들은 범주 2와 같이 학교 현장의 실태

에 대해 질문하였다. 아래의 질문과 같이 학교에 충분한 기기가 갖춰져 있는지, 스마트 테크놀로지를 활용한 수업을 많이 하고 있는지, 그 사례에는 어떤 것들이 있는지 궁금해하고 있는 것으로 나타났다. 따라서 현장과의 연계 교육을 통해 현재 초등학교에서 일어나고 있는 변화와 현 상황에 대한 정보를 제공할 필요가 있으며, 현장의 실태를 인식하는 것뿐만 아니라, 앞으로의 교육 현상이 변화할 방향에 대해서도 더 다루어줄 필요가 있을 것이다.

[학교 현장의 물리적 교육 환경]

Q307: 학생들 모두에게 제공될 만큼 스마트 기기가 학교에 비치되어 있는가? 태블릿 PC가 학생 모두가 쓸 수 있는 수만큼 비치되어 있는 환경이 갖춰져 있는지에 대한 의문이 들었다.

[학교 현장에서 ST 활용 정도 및 사례]

Q205: 실제 교직현장에서도 과학 수업 때 스마트 테크놀로지를 활용한 수업을 많이 하고 있나요?

예비교사들은 범주 3과 같이 스마트 테크놀로지를 과학 수업에 활용하였을 때 초등학생들이 주의가 산만해지거나 학습활동 이외의 활동을 하는 것에 대해 우려하였으며, 이를 극복할 수 있는 방법에 대해 질문하였다. 또한 범주 4와 같이 초등학생들이 스마트 테크놀로지를 얼마나 사용할 수 있는지와 과학 수업에 스마트 테크놀로지를 활용하면 학생들이 어떤 반응을 보일지에 대해 질문하였다. 스마트 테크놀로지를 활용하는 과학 수업뿐만 아니라, 일반적으로도 예비 교사들은 수업을 계획하면서 학생의 특성과 수준을 충분히 파악하지 못하기 때문에 어려움을 겪는다(Sahin-Taskin, 2017). 따라서 교육 실습 기간에 학생의 특성과 수준을 파악할 수 있도록 대학-학교 연계 지도를 시행 및 강화하거나, 초등학생들이 스마트 테크놀로지를 다루는 장면이나 수행한 과제들을 접할 기회를 제공할 필요가 있다.

[학습활동 외의 활동 통제]

Q353: 수업시간에 스마트폰을 사용하면 안 된다는 기준의 규칙과 달리 스마트폰을 사용할 수 있게 하면 아이들이 훨씬 흥미를 가질 것이다. 하지만 반 아이들 모두가 지시 사항을 수행하지 않고 웹 서핑 등 다른 행동을 할 가능성이 있다. 교실 안의 많은 아이들을 어떻게 통제할 수 있을 지 의문이다.

[초등학생들의 ST 활용 능력]

Q62: 요즘 학생들이 스마트 기기에 친숙하고 잘 다루지만 학년에 따라 어떤 수준의 차이가 있을지 의문이다.

예비교사들은 범주 5와 같이 자신들이 활용할 스마트 테크놀로지 자체에 대한 질문도 하였다. 과학 수업 시간에 사용할 수 있는 스마트 테크놀로지는 어디까지 구현할 수 있고, 어떤 기능이 있는지, 어디서 그에 대한 정보를 얻을 수 있는지 등을 질문하였다. 연구에 참여한 예비교사들은 디지털 네이티브에 속하며, 예비교사 양성 과정에서 테크놀로지 지식(TK)을 습득할 수 있는 강좌도 수강하여 스마트 테크놀로지를 일정 수준 이상 다룰 수 있을 것으로 판단된다. 따라서 영역 일반적인 TK를 습득하였더라도 과학교육에 적합한 TK를 따로 다루어줄 필요가 있음을 알 수 있다.

[ST 관련 정보 얻는 방법]

Q423: 교육적으로 유용한 스마트 어플 같은거 소개해주는 사이트 같은게 있나요?

[ST의 범위와 발달 정도]

Q95: 인터넷을 찾아봐도 잘 안 나오는 것 같아서.. vr 기술이 얼마나 발달했는지 (중략) 마치 현실에서 물체를 가리키는 것처럼 그 공간속에서도 자유롭게 물체나 방향을 가리킬 수 있는지...

예비 교사들은 범주 6과 같이 과학 수업에서 스마트 테크놀로지를 어떻게 활용할 것인지, 학습 주제 선정부터 학습집단 구성, 시간 관리까지 수업의 실제적인 부분에 대해 질문하였다. TPACK의 세부 요소(TK, PK, CK)가 각각 충분하더라도 이것이 TPACK으로 자동전환되지 않듯이(Tondeur et al, 2012; Zhou et al., 2016). 스마트 테크놀로지를 과학 수업에 활용하여 성공적인 수업을 할 수 있는 능력을 키우기 위해서는 TPACK의 세부 요소 간 통합을 경험하는 것이 중요하다(Janssen et al., 2019). 따라서 예비교사들이 범주 6에 해당하는 질문에 답을 찾아가는 실제적 과정과 실제 수업으로 구현해 보는 기회를 제공할 필요가 있겠다. 그리고 이러한 과정을 거치면서 범주 7에 해당하는 질문에 대한 답도 예비교사들이 자연스럽게 습득할 수 있을 것이다.

[ST 활용 시 학습집단 구성]

Q232: phet 회로 만드는 활동에서 조별로 하는 것이 더 효과적이지, 개별로 하는 것이 더 효과적이지고 민디었습니까.

[ST 활용 수업 시 발생하는 돌발 상황 대비 방법]

Q363: 갑자기 기기가 고장나거나 프로그램이 오작동하는 돌발 상황에서는?

[ST 도입을 위해 필요한 교사의 소양]

Q10: 수업에 활용할 스마트 테크놀로지에 대한 교사의 이해는 어느 수준을 지향해야 하는 것인가?

IV. 결론 및 제언

본 연구는 초등 예비교사들이 스마트 테크놀로지 활용 과학 수업을 계획할 때 발생하는 질문의 유형과 작성한 수업과정안의 특징을 살펴보기 위하여 1개 교육대학교 3학년 학생 96명이 작성한 수업과정안과 질문을 수집하고, 총 94편의 수업과정안과 총 248개의 질문을 분석하였다. 그 결과는 다음과 같다.

첫째, 연구에 참여한 예비교사들은 시뮬레이션 앱, 정보제공 앱, clicker 평가 앱, 천문관측 앱 순으로 많이 활용하였으며, 수업의 도입 단계에서는 시뮬레이션 앱과 clicker 평가 앱을, 전개 단계에서는 시뮬레이션 앱을, 정리 단계에서는 clicker 평가 앱을 가장 많이 활용하였다. 둘째, 스마트 테크놀로지를 사용하는 주체는 학생인 경우가 교사에 비해 높게 나타났으며, 수업의 전개 단계에서 그 특징이 더 두드러졌다. 셋째, 수업과정안에서 활용한 스마트 테크놀로지의 콘텐츠 유형은 체험형이 가장 높게 나타났으며, 도구형, 자원형 순으로 나타났다. 이에 비해 상호작용지원형이나 학습기회확장형은 상대적으로 적게 나타났다. 넷째, 예비 교사들이 작성한 과정안에는 학생들이 직접 실험이나 체험하는 기회를 제공하는 대신 체험형 스마트 테크놀로지를 활용하여 가상 체험으로 대체하는 경우가 다수 나타났다. 다섯째, 예비 초등 교사들은 스마트 테크놀로지를 활용한 과학 수업을 계획하면서 다양한 질문을 제기하였으며, 총 7개 범주 25개의 질문 유형이 나타났다. 범주는 스마트 테크놀로지 활용에 대한 의구심, 현장 실태, 학생 관리, 학생 반응, 스마트 테크놀로지에 대한 지식, 수업의 실제,

교사 소양이었다.

위의 연구 결과로부터 도출된 시사점은 다음과 같다.

첫째, 예비교사가 작성한 수업과정안과 그 작성 과정에서 발생하는 질문을 토대로 하여 예비교사를 위한 초등과학교육 강의의 내용을 개선할 필요가 있다. 본 연구 결과에 따르면, 예비교사가 작성한 수업과정안에서 평가지가 종이에서 스마트 폰으로 옮겨갔을 뿐, 수준별·맞춤형 개별 학습이 가능한 스마트 테크놀로지의 장점을 살리지 못하였다. ‘협력적 상호작용 지원’과 ‘학습자원의 확장성’을 통한 학습 공간 및 기회의 확대’와 같은 장점을 살릴 수 있는 상호작용지원형이나 학습기회확장형도 상대적으로 적게 사용하였다. 오히려 예비교사들은 스마트 테크놀로지를 다루느라 과학 수업의 초점이 흐려지거나, 기존 과학교육에서 강조하는 실험, 직접 체험 등과 스마트 테크놀로지의 도입 사이에서 균형을 맞추는 것에 대해 질문하였다. 따라서 예비교사를 위한 초등과학교육 강의에서 스마트 테크놀로지의 장점은 활용하면서 과학교육에서 중요하게 다루어야 하는 부분을 놓치지 않도록 스마트 테크놀로지의 장점을 활용하여 과학 교육적 효과를 높인 교육 사례를 강의 내용으로 다루어, 스마트 테크놀로지 도입의 필요성을 인식함과 동시에 직접 체험과의 균형 또한 맞출 수 있게 지도할 필요가 있겠다.

둘째, 예비교사가 작성한 수업과정안과 그 작성 과정에서 발생하는 질문을 토대로 하여 예비교사를 위한 초등과학교육 강의의 방식을 개선할 필요가 있다. 수업과정안을 작성하기 전에 연구에 참여한 예비교사들은 초등과학교육 관련 강좌를 모두 이수하였고, 스마트 테크놀로지 도입과 관련된 내용에 대해서도 안내를 받았다. 그러나 예비교사들은 수업과정안을 작성하면서 스마트 테크놀로지에 대한 의구심, 현장 실태, 학생 관리와 반응, 수업의 실제에 대해 질문하였다. 즉, 교수자의 일방적 전달과 학습자의 수용으로는 실제 수업을 계획하는 데에 부족한 점이 있다는 것을 알 수 있다. 또한 스마트 테크놀로지를 일정 수준 이상 다룰 수 있고, 과학교육론 내용과 과학 개념을 배워도 이것이 스마트 테크놀로지를 활용한 과학 수업을 잘 계획할 수 있는 능력을 담보하는 것도 아님을 알 수 있었다. 이러한 연구 결과를 통해, 예비교사를 위한 초등과

학교교육 강의에서 스마트 테크놀로지를 다루는 초등 과학 교육 사례를 직접적으로 체험할 기회를 제공할 필요가 있음을 알 수 있다. 또한 체험 기회를 가진 후에는 자신이 직접 수업과정안을 작성해 보고, 이때 발생하는 질문을 교사교육자와 공유하고 피드백하는 기회를 제공할 필요가 있겠다.

셋째, 애플리케이션을 찾고, 활용하는 교사도 필요하지만, 기획하고 개발하는 교사를 양성하기 위한 방안을 고민해볼 필요가 있다. 예비교사들은 초등 과학 수업에서 스마트 테크놀로지를 사용할 때 하나의 앱에서 제공하는 기능과 내용을 수업에 활용하는 경우가 많았다. 또한 수업에 적절한 앱에는 어떤 것이 있는지, 어디에서 찾을 수 있는지 질문하였으며, 학생 수준에 적합하지 않은 스마트 테크놀로지들이 많고, 기존에 개발된 앱들을 수업에서 사용할 때 성취기준 이상의 내용을 가르치는 문제에 대해서도 질문하였다. 따라서 교사가 자신이 수업 시간에 필요한 앱을 기획하고 개발할 수 있다면 이러한 고민을 해결할 수 있을 것이다. 물론 전문적인 수준의 앱을 개발하는 것에는 무리가 있다. 다만 프로그램 코딩없이 블록을 이용하여 낮은 수준의 앱을 개발할 수 있는 프로그램들이 일반인에게 공개되어 있으므로 이를 활용할 수 있을 것이다. 또한 연구 결과에서 스마트 테크놀로지를 사용하는 주체가 학생인 경우가 교사인 경우보다 높게 나타났다. 스마트 테크놀로지로 인하여 예비교사가 구성한 수업의 활동들이 학생 중심으로 운영될 가능성이 높아진 것이다. 즉, 스마트 테크놀로지가 행동을 유도(affordance)하게 된 것이다. 따라서 교사가 간단한 앱을 기획하고 개발할 수 있다면 의도한 교육 목적에 적합한 수업을 할 수 있을 것이다.

참고문헌

Ball, A. L., Knobloch, N. A., & Hoop, S. (2007). The instructional planning experiences of beginning teachers. *Journal of Agricultural Education*, 48(2), 56-65.

Choi, J. (2017). A study on pre-service teachers' demands by analyzing their questions in the 'Introduction to Physics Education' course. *New Physics: Sae Mulli*, 67(12), 1460-1472.

Chou, P. N. (2018). Smart technology for sustainable curriculum: Using drone to support young students' learning. *Sustainability*, 10(10), 3819.

Han, J. Y., Ji, Y.-J., & Lee, J.-Y. (2012). Analysis of students' and teachers' questions posted on chemistry Q&A board in a chemistry education homepage. *Journal of the Korean Chemical Society*, 56(1), 137-143.

Hong, M. H. (2017). A study on lesson plans construction using narrative in social studies instruction. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 17(7), 597-619.

Jamali Nasari, A., & Heidari, M. (2014). The important role of lesson plan on educational achievement of Iranian EFL teachers' attitudes. *International Journal of Foreign Language Teaching and Research*, 2(5), 27-34.

Jang, M.-D. (2006). Analysis of pre-service teachers' lesson planing strategies in elementary school science. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 25(2), 191-205.

Janssen, N., Knoef, M., & Lazonder, A. W. (2019). Technological and pedagogical support for pre-service teachers' lesson planning. *Technology, Pedagogy and Education*, 28(1), 115-128.

Janssen, N., & Lazonder, A. W. (2016). Supporting pre-service teachers in designing technology-infused lesson plans. *Journal of Computer Assisted Learning*, 32(5), 456-467.

Jung, J., & Lee, B. (2016). Analysis on the mismatch between instructional design and teaching practice of pre-service science teachers in teaching practicum. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 36(3), 435-443.

Kagan, D. M., & Tippins, D. J. (1992). The evolution of functional lesson plans among twelve elementary and secondary student teachers. *The Elementary School Journal*, 92(4), 477-489.

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). Routledge.

Kim, S.-H. (2011). Exploring theoretical aspects of effective lesson planning. *The Journal of Elementary Education*, 24(3), 97-115.

Kim, J.-Y., & Choi, W.-H. (2018). Analysis of pre-service science teachers' questions about teaching and learning plans based on the teaching and learning model. *The Journal of Education*, 38(2), 21-40.

Kim, S.-G., Yeo, S.-I. & Woo, K. W. (1999). A study on students' questioning activity in science classes(Ⅱ): Analysis of the patterns of students' questions. *Journal of the Korean Association for Science Education*,

- 19(4), 560-569.
- Kim, S.-W., Yi, S., & Lee, Y. (2020). Changes of pre-service teachers' teaching expertise through lesson plan analysis. *Journal of The Korea Society of Computer and Information*, 25(1), 207-219.
- Lee, M. (2014). An analysis of types, frequencies, and sources of cognitive backgrounds of the preservice teachers' questions related to earth science knowledge presented in elementary science textbooks. *Journal of The Korean Earth Science Society*, 35(4), 277-289.
- Lim, B., Leem, J., & Sung, E. (2013). What is the concept of smart education and the typology of smart education contents? *Journal of Educational Technonology*, 29(3), 459-489.
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook* (2nd ed.). Sage Publications.
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for integrating technology in teachers' knowledge. *Teachers College Record*, 108, 1017-1054.
- Ministry of Education (2020a). After Covid 19, 10 policy tasks for transitioning future education (Proposed). Retrieved January 20, 2021, from <https://if-blog.tistory.com/11190>
- Ministry of Education (2020b). Comprehensive plan for science, mathematics, information, and convergence education ('20-'24). Retrieved January 20, 2021, from <https://blog.naver.com/moeblog/221979230254>
- Na, J., & Jang, B. (2016). The characteristics of lesson planning of pre-service elementary teachers to develop scientific communication skills for elementary school students. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 37(1), 54-65.
- Na, J., & Song, J. (2014). An analysis of trends in science education research on instructional technology and its implications for science teachers' technological pedagogical content knowledge (TPCK). *Teacher Education Research*, 53(3), 511-524.
- Nam, I., & Im, S. (2020). Analysis of the questions produced by pre-service elementary teachers regarding instruction of physics in elementary science. *New Physics: Sae Mulli*, 70(3), 245-253.
- Onwston, R. (2007). Contextual factors that sustain innovative pedagogical practice using technology: An international study. *Journal of Educational Change*, 8, 61-77.
- Partnership for 21st Century Skills (2010). Framework for 21st century learning. Retrieved January 10, 2017, from <http://www.p21.org/about-us/p21-framework>
- Sahin-Taskin, C. (2017). Exploring pre-service teachers' perceptions of lesson planning in primary education. *Journal of Education and Practice*, 8(12), 57-63.
- Scardamalia, M., & Bereiter, C. (2014). Smart technology for self-organizing processes. *Smart Learning Environments*, 1(1), 1-13.
- Schmid, M., Brianza, E., & Petko, D. (2021). Self-reported technological pedagogical content knowledge (TPACK) of pre-service teachers in relation to digital technology use in lesson plans. *Computers in Human Behavior*, 115, 106586.
- Schwab, K. (2016). *The fourth industrial revolution*. Crown Business.
- Shim, J.P., Dekleva, S., Guo, C., & Mittleman, D. (2011). Twitter, Google, iPhone/iPad, and Facebook (TGIF) and smart technology environments: How well do educators communicate with students via TGIF? *Communications of the Association for Information Systems*, 29(35), 657-672.
- Solomon, G., & Schrum, L. (2009). *Web 2.0: New tools, new schools*. (U. Um, M. Choi, & E. Park, Trans.). Academy Press. (Original work published 2007)
- Tondeur, J., Braak, J., Sang, G., Voogt, J., Fisser, F., & Ottenbreit-Leftwich, A. (2012). Preparing pre-service teachers to integrate technology in education: A synthesis of qualitative evidence. *Computers & Education*, 59(1), 134-144.
- Trilling, B., & Fadel, C. (2012). *21st Century skills: Learning for life in our times*. (KEDI, Ttrans.). Hakjisa. (Original work published 2009)
- USB (2016). *Extreme automation and connectivity: The global, regional, and investment implications of the fourth industrial revolution*. USB White Paper for the World Economic Forum Annual Meeting 2016. Retrieved January 20, 2017, from <https://www.ubs.com>
- Volman, M. (2005). A variety of roles for a new type of teacher: Educational technology and the teaching profession. *Teaching and Teacher Education*, 21, 15-31.
- Zhou, G., Xu, J., & Martinovic, D. (2016). Developing pre-service teachers' capacity in teaching science with technology through microteaching lesson study approach. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(1), 85-103.

† 나지연, 춘천교육대학교 교수(Na, Jiyeon; Professor, Chuncheon National University of Education).