

증강현실 기반의 안내된 과학탐구 프로그램 개발에서 초등 예비교사들은 무엇에 중점을 두고, 어떤 어려움을 겪는가?

장진아 · 나지연[†]

What Did Elementary School Pre-service Teachers Focus on and What Challenges Did They Face in Designing and Producing a Guided Science Inquiry Program Based on Augmented Reality?

Chang, Jina · Na, Jiyeon[†]

국문 초록

본 연구는 AR 기술을 활용하여 안내된 과학탐구 프로그램을 개발함에 있어서 초등 예비교사들이 무엇에 중점을 두었으며, 어떠한 어려움을 겪었는지 분석하고, 이를 토대로 예비교사의 역량 함양 및 양성 교육을 위한 시사점을 제공하는 데 목적이 있다. 이를 위하여 AR 기반 안내된 탐구 프로그램을 개발하는 강의에 참여한 초등 예비교사들의 사례를 수집하고 그들이 중점을 둔 부분과 겪은 어려움을 프로그램 ‘실제 단계’와 ‘제작 단계’로 범주화하여 분석하였다. 분석 결과, 프로그램 실제 단계에서 예비교사들은 능동적인 탐구과정을 촉진하는 시나리오를 구성하고, 동시에 AR 기술이 지닌 고유의 행위유도성으로서 3D 환경의 생생한 시각 자료를 구성하여 가상세계와 실세계에서의 탐구 경험을 의미 있게 연결 짓는 데에 중점을 두었다. 또한 예비교사들은 시나리오의 설계, 탐구 프로그램 개발을 위한 정보 수집, 초등학생의 능동적 관찰을 이끄는 방법구현에 어려움을 경험하였으며, 탐구에 대한 근본적 의문으로 어려움을 겪었다. 또한 예비교사들은 AR 기술의 장점을 살리는 것을 어려워하였으며, 콘텐츠 제작 프로그램인 CoSpaces에 대한 배경지식이 부족하여 탐구 프로그램을 구상하는 데에 어려움을 겪었다. 프로그램 제작 단계에서는 초등학생들이 탐구에 집중할 수 있는 환경을 조성하기 위해, 예비교사들은 프로그램 조작을 쉽고 단순하게 구성하고자 했으며, 게임적 요소나 쌍방향적 상호작용 요소를 추가하여 학습자의 흥미를 높일 방법에 중점을 두었다. 또한 CoSpaces를 이용한 프로그래밍 과정에서 어려움을 겪었다. 이러한 결과를 바탕으로 예비교사 역량 함양 및 교사양성교육 방안 모색을 위한 시사점에 대해 논의하였다.

주제어: 증강현실, 안내된 과학탐구, 초등 예비교사, 프로그램 개발, 어려움

ABSTRACT

This study aims to analyze what elementary school pre-service teachers focused on and what challenges they faced in designing and producing a guided science inquiry program based on augmented reality (AR) and to provide some implications for teachers' professionalism and teacher education. To this end, focusing on the cases of pre-service teachers who designed and created AR-based guided inquiry programs, the researchers extracted and categorized the pre-service teachers' focus and challenges from the program design and production stages. As a result, in the program design stage, the pre-service teachers tried to construct scenarios that could promote students' active inquiry process. At the same time, drawing on the unique affordances of AR, the pre-service teachers focused on creating vivid visual data in a 3D environment and making meaningful connections between

virtual and real-world activities. The pre-service teachers faced challenges in making use of the advantages of AR technology and designing an inquiry program due to a lack of background knowledge about CoSpaces, a content creation program. In the program production stage, the pre-service teachers tried to make their program easy to handle to improve students' concentration on inquiry activities. In addition, challenges of programming using CoSpaces were reported. Based on these results, educational implications were discussed in terms of the pedagogical uses of AR and teachers' professionalism in adopting AR in science inquiry.

Key words: Augmented reality, guided science inquiry, pre-service primary teachers, program development, challenges

I. 서 론

4차 산업혁명 시대의 도래와 함께 다양한 기술들이 산업과 우리 생활에 도입되었고 팬데믹으로 더욱 가속화되고 있다. 산업생태계 내에서 인간을 로봇이나 인공지능(이하 AI)이 대신하는 비율이 증가하고 있으며(Frey & Osborne, 2017; Schwab, 2016; World Economic Forum, 2017), 이러한 변화는 산업에만 그치는 것이 아니라 우리의 사회문화적 환경에도 영향을 미치고 있다(Trilling & Fadel, 2012). 이러한 상황에 적응하고 더 나은 삶을 살기 위해서는 이에 맞는 인재 양성이 더욱 중요해졌고, 각 국가에서는 사회변화에 적합한 인재 양성을 위해 여러 제도를 마련하고 지원하고 있다(교육부, 2020a, 2020b; Partnership for 21st Century Skills, 2010; World Economic Forum, 2016).

이에 다양한 최신 기술들이 교육에 접목되고 있으며, AI나 혼합현실(이하 MR), 확장현실(이하 XR)과 같은 기술을 도입해야 한다는 주장도 제기되었다(Buckenmeyer, 2010; Martín-Gutiérrez *et al.*, 2017; Stanford University, 2016). 이 중, XR 기술은 가상현실(이하 VR)과 증강현실(이하 AR)을 아우르는 기술을 말하는 것으로 VR과 AR 기술을 각각 활용하거나 혼합 활용하여 확장된 현실을 구현하는 것을 말한다. Covid-19와 함께 가상세계에 관한 관심이 증폭되었고, 이러한 흐름과 함께 교육을 비롯하여 다양한 분야에서 XR 기술이 활발히 적용되기 시작하였다. 미국, 영국, 중국, 일본 등에서 MR, XR 기술 활용을 강조하고 있으며(Mateos-Garcia *et al.*, 2018), 우리나라 역시 2020년 ‘가상융합경제발전전략’을 발표하였다.

XR 기술 가운데 AR은 우리가 존재하고 있는 현실 이미지에 3차원 가상 이미지를 겹쳐서 보여주는 기술로서 과학교육에 활용하려는 시도들이 있

었다(Bacca *et al.*, 2014). AR은 3D 학습콘텐츠를 제공할 수 있고, 지리/위치 정보를 활용하기 때문에 현실감, 몰입감, 즉각성을 제공할 수 있다. 따라서 상황학습, 협동학습, 형식교육과 비형식 교육의 연계가 가능하다(Asakle & Barak, 2022; Wu *et al.*, 2013). 이러한 특징 때문에 과학교육에의 활용 가치가 크다(Chen *et al.*, 2011; Johnson *et al.*, 2011).

교육이 성공하기 위해서는 교사의 역량이 상당히 중요하다. 따라서 교사의 역량을 높이기 위한 여러 노력이 필요한데, 그중 가장 효과적인 방법은 교원 양성 교육을 개선하는 것이다(Khalid *et al.*, 2017; Nadeem *et al.*, 2011; Nuangchalem & Prachagool, 2010). 즉, AR을 효과적으로 과학교육에 접목하기 위해서는 교사가 이에 대한 역량을 갖추고 있어야 하며, 이를 위해 예비교사 양성 과정에서부터 AR을 활용한 과학교육을 다룰 필요가 있다. 그러나 AR을 과학교육에 활용하는 주체로서 교사에 초점을 맞추어 예비교사 양성에 관한 다룬 연구는 찾아보기 어렵다. 따라서 예비교사 양성 과정에서 AR을 활용한 과학교육 프로그램에 대해 다룬 사례를 발굴하고 그들의 경험과 어려움 등을 연구할 필요가 있다. 특히 본 연구에서는 테크놀로지 기반 교수학습을 설계하면서 교사의 테크놀로지 활용 역량과 전문성이 효과적으로 개발된다는 ‘learning by design’ 관점에 입각하여, 예비교사들의 AR 기반 과학교육 프로그램 개발에 초점을 맞추었다(Yeh *et al.*, 2021).

AR 기반 과학교육 프로그램은 과학지식, 탐구, 태도 등의 여러 측면에서 활용할 수 있지만, AR 기술을 과학교육에 접목한 연구의 대부분은 AR이 과학교육의 인지적 영역에 주는 효과를 살펴보거나 AR 프로그램을 활용하여 얻게 된 연구 참여자의 흥미를 조사하였다(나지연과 윤희정, 2021). 즉, 과학교육에서의 중요성에 비해 AR 기술을 활용한 과

학탐구 교육에 대해 다른 경우는 소수에 불과하였다. 그러나 AR 기술을 과학탐구 교육에 활용하면 학습성취도와 주의집중, 관련성, 자신감 향상 등의 교육적 효과를 얻을 수 있다(Chiang *et al.*, 2014). 따라서 과학탐구의 중요성과 이미 밝혀진 AR 기술의 과학교육적 효과를 고려한다면 예비교사 양성과 관련해서도 탐구에 초점을 둔 AR 기반 프로그램에 관해 다른 연구가 필요하다.

과학탐구 수업은 크게 구조화된 탐구, 안내된 탐구, 개방적 탐구로 구분할 수 있는데, 그중 안내된 탐구는 효율적으로 시간을 활용할 수 있으며 실패로 인한 학생의 좌절과 두려움을 줄이고 개념 이해 등과 같은 학생의 성취에 긍정적 영향을 미치는 것으로 나타났다(Sarioglan, & Gedik, 2020). 또한 안내된 탐구에서는 교사가 조사할 자료와 문제를 제공하고 학생이 문제 해결을 위한 방법을 고안하고 실천한다(Colburn, 2000). 이러한 탐구 수준의 개방성을 고려할 때, AR 기술은 탐구 주제와 관련된 텍스트 및 시청각 자료들을 제공할 수 있기 때문에(장진아 등, 2019) 안내된 탐구를 이끌어나가는 데에 적합하다. 따라서 본 연구에서는 AR 과학교육 프로그램을 과학탐구, 특히 안내된 탐구로 한정하여 연구하고자 한다.

종합하면, 본 연구는 초등 예비교사들이 직접

AR 기술을 활용하여 초등학생을 위한 안내된 탐구 프로그램을 설계하고 제작하면서 중점을 둔 부분과 겪은 어려움을 분석하여 예비교사의 역량 함양과 예비교사 양성 교육에 시사점을 제공하는 데에 그 목적이 있다.

II. 연구방법

1. 연구 참여자와 연구 맥락

초등 예비교사들이 AR 기반 안내된 탐구 프로그램을 설계 및 제작하면서 중점을 둔 부분과 겪은 어려움을 살펴보기 위해 본 연구에서는 과학탐구 교육 관련 강좌를 개설하여 AR 기반 안내된 탐구 프로그램 개발 경험을 제공한 1개 교육대학의 사례를 살펴보았다. 해당 강좌에서 AR 기반 안내된 탐구 프로그램을 개발한 초등 예비교사 10명을 연구 참여자로 선정하였다(Patton, 1990). 이들은 과학 심화전공 2학년에 재학 중인 예비교사들이었으며, 초등과학교육 관련 강좌와 과학탐구 교육 관련 강좌를 수강하고 있었다. 참여자들은 컴퓨터교육과 수업을 통해 기초적인 프로그래밍 과정을 학습한 상태로, 스크래치와 같은 블록 기반 교육용 프로그래밍 도구를 사용할 수 있었다.

Table 1. Teacher education for developing an AR-based guided inquiry program

1단계. 과학탐구의 이해	· 과학탐구의 정의, 초등학생을 위한 과학탐구 실행 및 다양한 탐구활동 유형과 지도법 안내
↓	
2단계. 안내된 탐구 학교 밖 과학체험 이해	· 자연탐구대회 초등학생 결과물 탐색, 안내된 탐구 주제 정하기 연습 활동 · 학교 밖 과학체험 활동에서의 탐구활동 특징 및 사례 분석
↓	
3단계. AR 기초 습득	· AR 기반의 탐구활동 해외 연구 사례(Chiang <i>et al.</i> , 2014) 및 AR의 3가지 방식(마커, 마커리스, GPS) 안내 · CoSpaces 프로그램 사용법 교육(개발 사례, 스토리보드 예시 및 세부 기능 안내)
↓	
4단계. (프로그램 설계) 학교 밖 과학체험 장소 견학 및 자료조사	· ○○도립화목원 방문 (주제원1, 2, 3 탐방-산림박물관 견학) · AR 기반 안내된 탐구 프로그램 제작을 위한 자료 수집 및 탐구 주제, 개발 방향 설정 (조별 활동) · 수집 자료 점검 및 개발 방향과 계획에 대한 피드백 (전체 활동)
↓	
5단계. (프로그램 설계 및 개발) 제작 활동	· AR 작품 개발 방향 및 구체적인 방법에 대한 조별 토의(조별 활동: 스토리보드 만들기, CoSpaces 조별로 초안 만들어보기) · 조별 토의를 토대로, 개인의 역량에 맞추어 AR 기반의 안내된 탐구활동 프로그램 제작 (개별 활동) · 개발 후 개인별 자기성찰지, AR 기반의 안내된 탐구활동 프로그램 Play 설명 동영상 및 보고서 작성 (개별 활동)

본 연구에서 살펴본 사례에서는 교사의 테크놀로지 기반 교과교육 전문성이 구체적인 수업 설계 및 구성 경험을 통해 신장될 수 있다는 점을 고려하여(나지연과 송진웅, 2014; Koh *et al.*, 2013), 초등 예비교사들로 하여금 AR 기반의 안내된 탐구 프로그램을 직접 설계하고 제작해보도록 하였다. 해당 사례에서 강의담당교수는 예비교사들이 AR 기반 안내된 탐구 프로그램을 개발할 수 있도록 Table 1과 같이 지도하였다. 1~3단계는 프로그램 개발을 위한 기초적인 역량을 키우기 위한 이론적인 부분을 지도하였으며, 이를 토대로 4~5단계는 실제 프로그램을 설계, 개발해보는 실천적 과정으로 구성되었다. 예비교사들은 4~5단계에 참여하면서, 개인별 자기성찰지, 개인별 AR play 설명 동영상, 개인별 AR 기반 안내된 탐구 프로그램 설명 보고서, 조별 스토리보드 계획, 조별 AR 시작품과 같은 활동 결과물을 산출하였다.

예비교사들에게 이루어진 교육 내용을 구체적으로 살펴보면, 1단계에서는 과학탐구 지도를 위한 이론적 토대를 마련하기 위해, 초등 예비교사들에게 과학탐구의 정의, 초등학생을 위한 과학탐구 실행 및 다양한 탐구활동 유형과 지도법을 안내하였다. 2단계에서는 과학탐구에 관한 내용을 구체화하여, 안내된 탐구활동과 학교 밖 과학체험 활동 상황에서의 탐구 사례들을 분석하고 그 특징을 도출하였다. 3단계에서는 AR에 대한 기초 지식을 습득하고, CoSpaces 프로그램의 사용법을 학습하였다. 예비교사들에게 CoSpaces 프로그램의 기초적인 사용법을 설명하고, 참고할 수 있는 책과 블로그들도 안내하였다. CoSpaces 프로그램은 온라인상에서 3차원 공간 및 가상현실 콘텐츠를 제작할 수 있는 웹기반 플랫폼으로서 블록 코딩이 가능하며 교사 교육에서 많이 활용되고 있는 프로그램이다(남충모와 김종우, 2018a). 최근에는 초등학생들도 이 프로그램을 이용해 가상현실을 제작하는 등 제작 방법이 간단하여 대중적으로 많이 활용되고 있다(남충모와 김종우, 2018b). 4단계에서는 실제 학교 밖 과학체험 학습 장소인 ○○도립화목원을 방문하여 AR 기반의 안내된 탐구 프로그램 제작을 위한 자료를 수집하고 설계하였다. 이 과정에서 강의담당교수가 예비교사들이 조별로 구성한 설계 아이디어에 대해 피드백을 하였다. 끝으로 5단계는 이전 단계에서 학습한 내용을 종합하여, AR 기반 안내

된 탐구 프로그램 설계를 위한 조별 토의를 수행하고, 개별 작품을 완성하였다. 특히 이 과정에서 예비교사들이 ‘프로그래머’가 아닌 ‘교수학습 설계자’로서 안내된 탐구 프로그램의 설계에 집중하도록 독려하였다. 이를 위해, 프로그램 설계 및 제작에 대한 교육적 의도와 구상에 초점을 맞출 수 있도록 아이디어를 생각하였으나 기술적 한계나 개발 능력 등에 의해 구현하지 못한 것은 ‘프로그램 설명 보고서’에 기술하고 구현하지 않아도 됨을 안내하였다.

2. 자료 수집 및 분석 방법

본 연구에서는 Table 1의 과정에서 산출된 예비교사들의 자기성찰지, AR play 설명 동영상, AR 기반 안내된 탐구 프로그램 설명 보고서, 조별 스토리보드 계획, 조별 AR 시작품을 수집하였다. 설명 보고서에는 개발된 프로그램의 목표, 제작의도, 프로그램의 내용, 구현하고 싶었지만 못한 부분 등을 담도록 요구하였으며, 자기성찰지에는 설계 및 제작 단계에서의 어려움, 중점을 둔 부분, 만족스럽거나 개발로 얻게 된 점 등을 기술하게 하였다. 개발된 AR 기반 안내된 탐구 프로그램은 언어적, 시각적, 청각적 정보들이 융합된 다중양식의 특징을 갖는다. 이에 자기성찰지나 프로그램 설명 보고서와 같은 언어집약적인 자료 외에도, 학생들이 자신이 개발한 AR 프로그램을 직접 구두로 설명하며 작동시키는 장면을 담은 AR play 설명 동영상이나 스토리보드 계획과 같이 시각과 청각적인 특성도 고루 분석할 수 있도록 여러 자료를 수집하였다.

이처럼 수집된 자료는 지속적 비교분석법을 사용하여 예비교사들이 중점을 둔 부분과 겪은 어려움을 추출하였다. 먼저, 수집된 자료들을 코딩하여 예비교사들이 중점을 둔 부분이나 겪은 어려움과 관련된 부분을 귀납적으로 추출한 뒤, 유사한 특성을 보이는 어려움들을 범주화하는 과정을 지속적으로 반복하였다(Merriam, 1998). 예를 들어, 자기성찰지에서 예비교사들이 중점을 둔 사항이나 어려움으로 발견된 내용들을 추출한 뒤, 이를 예비교사들이 만든 동영상에서 해당 내용을 확인하고, 동시에 조별 스토리보드 계획서 및 개인별 프로그램 설명 보고서를 함께 점검하였다. 이러한 과정을 통해 해당 중점사항이나 어려움들에 대한 데이터 삼각검증을 수행하였다.

범주화한 결과는 2명의 연구자가 교차 분석을 시행하였는데, 각 연구자들은 독립적으로 자료를 검토하며, 추가로 발견된 어려움이나 해석이 다른 부분들에 대하여 논의하는 과정을 거쳤다. 이를 통해, 예비교사들이 중점을 둔 부분과 어려움 관련 요인 추출 및 재범주화 과정을 연구진 모두가 동의할 때까지 반복하였다. 이와 같이 다양한 출처 및 자료, 연구자 간 삼각 검증을 통해 질적 분석의 타당도와 신뢰도를 확보하였다.

III. 연구 결과 및 논의

1. AR 기반 안내된 과학탐구 프로그램 설계

1) 과학탐구 시나리오의 구성

초등 예비교사들은 AR 기반의 안내된 과학탐구 프로그램을 설계함에 있어서 능동적인 탐구과정을 촉진하는 시나리오를 구성하는 데에 중점을 두었다.

(예비교사 A 자기성찰지) (초등)학생들이 프로그램을 가지고 탐구를 능동적으로 할 수 있게 하는 것에 중점을 둔 것 같다.


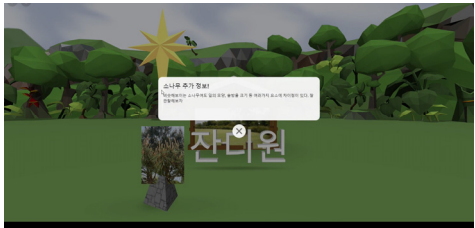
(예비교사 D 자기성찰지) 직접 조작해서 돌아다니면서 문제를 해결하는 것에 중점을 두었습니다.

‘시나리오’는 학습자에게 탐구활동의 동기나 목표를 제공하기 위해, 활동 내용을 담은 유인책이나 미션을 제시하여 탐구 기반 학습 환경을 구축하는 요소 중 하나이다(Joolingen & Zacharia, 2009). 온라인 환경의 탐구활동에서는 콘텐츠와 온라인 학습 환경 및 도구 등을 유기적으로 결합한 시나리오 기반 탐구(scenario-based inquiry)가 적극 활용되고 있다(임병노, 2008). 본 연구에 참여한 예비교사들도 시각적 장면과 콘텐츠, 온라인 학습 환경 및 AR 도구들을 결합하여 스토리보드를 작성하고 각 장면별로 초등학생의 탐구과정을 설계하는 일련의 ‘시나리오’를 구성하였다. 특히 예비교사들은 AR 기반의 안내된 과학탐구 프로그램에서 초등학생들의 능동적인 참여를 촉진하기 위해 Table 2와 같이 탐구활동들을 미션이나 퀴즈 형태로 구성하였다.

(예비교사 G 자기성찰지) 식물의 특성 파악할 수 있는 방법 학습 유도, 화목원을 돌아다니면서 식물 예시를 통한 퀴즈를 통해서 식물에 대한 지식 학습과 특징 파악(에 중점을 두었다.)

한편, 예비교사들이 구성한 시나리오들은 대부분 작은 단위의 탐구였음에도 불구하고, 예비교사들은 이러한 시나리오를 설계하고 기획하기가 쉽지 않았다고 설명하였다. 예비교사 A와 C처럼 초

Table 2. The observation-centered scenario and its focus (pre-service teacher F)

제시할 장면	내용	중점 사항
	(AR play 설명 동영상) 탐구방법 1. 화목원의 여러 장소를 다녀본다. 2. 지도를 보며 별표가 나오면 터치한다. 3. 해당 화면에 있는 식물들을 찾아 관찰한다. 4. 관찰한 식물에 대한 퀴즈를 푼다. 5. 식물들의 특징을 메모하고 나중에 어떻게 실생활에 적용할지 생각해본다.	초등학생들의 적극적인 참여를 위해, 장소별 미션(퀴즈)을 설계하고, 이를 활용한 안내된 관찰 활동에 중점을 두었음.
	(AR play 설명 동영상) 비슷해 보이는 소나무 여도 잎의 모양, 솔방울 크기 등 여러 가지 요소에 차이가 있다. 잘 관찰해 보자. 퀴즈: 소나무의 잎은 어떤 모양일까? ① 넓고 둥근 모양 ② 얇고 뾰족한 모양 ③ 가장자리가 갈라진 모양	

등학생들이 탐구하도록 설계하는 것 자체의 어려움이나 탐구 프로그램을 개발을 위한 정보 수집의 어려움을 경험하였다.

(예비교사 A 자기성찰지) (어려움은) 계획을 하면서 항상 '프로그램으로 학생들에게 어떻게 탐구시키지?'였던 것 같다. (하락)

(예비교사 C 자기성찰지) 아이디어 기획과 화목원 탐방을 동시에 하다 보니, 어느 부분을 중점적으로 정보 수집해야 할지 고민이 됐다.

예비교사들이 설계한 시나리오를 구체적으로 살펴보면 탐구 프로그램들은 두 가지 유형의 시나리오로 구분할 수 있었다. 첫 번째 유형은 '관찰' 활동에 초점을 맞춘 시나리오이고, 두 번째 유형은 화목원에서 초등학생들이 관찰한 내용을 활용하여 탐구활동을 하도록 안내하는 시나리오이다. 먼저, 예비교사들이 설계한 탐구 프로그램 중에서 '관찰' 활동에 초점을 맞춘 시나리오 유형들은 초등학생들에게 화목원의 식물들을 관찰할 수 있도록 안내하는 데에 중점을 두고 있었다.

(예비교사 F 자기성찰지) 학생들이 관찰단계에서 어느 부분에 집중해야 하는 스스로 학습할 수 있도록 하는 것에 중점을 두었다.

(예비교사 F 프로그램 설명서) 관찰할 때 어떤 요소를 주로 생각하며 관찰을 해야 하며 어떤 부분을 중점으로 봐야 하는지. 그렇게 관찰의 경험을 늘리고 스스로 새로운 식물을 관찰해 그 식물의 특성을 파악하고...

위와 같이 예비교사들은 화목원의 각 장소마다 집중적으로 관찰할 식물을 선정하고, 이들에 대한 관찰 관점을 안내하는 시나리오를 설계하였다. 하지만 예비교사들은 이 과정에서 능동적 관찰을 이끌 수 있는 발문이나 퀴즈를 만드는 것이 어렵다고 토로하였다. 앞서 소개했던 사례에서 예비교사 F는 "스스로 학습할 수 있게 한다는 점에서 직접적인 제시보다는 퀴즈와 안내 정도의 유도로 학생들이 경험을 통해 학습할 수 있게 했어야 했는데 그에 맞게 퀴즈를 만드는 것이 어려웠다.(예비교사 F 자기성찰지)"고 설명하였다. 즉, 예비교사들은 관찰 활동에 초점을 맞춘 시나리오 기반 탐구를 설계하면서 초등학생이 능동적으로 관찰하게 하는 방법

을 고안하는 데에 어려움을 겪었다. 초등학생들의 탐구 지도에 있어서, 능동적인 참여를 이끌어내는 것은 과학탐구 프로그램 설계의 가장 본질적인 부분으로서, 기존 연구에서도 가장 어려운 부분으로 보고된 바 있다(전영석과 전민지, 2009).

관찰한 내용을 활용해서 탐구활동을 하도록 안내하는 시나리오 유형의 경우, 예비교사들은 초등학생들에게 화목원의 식물들을 '관찰'하게 한 뒤, 한 단계 더 나아가서 관찰한 내용을 토대로 한 '분류'나 '추론' 해보는 시나리오를 설계하였다. Table 3은 예비교사들이 설계한 탐구 내용의 일부이다.

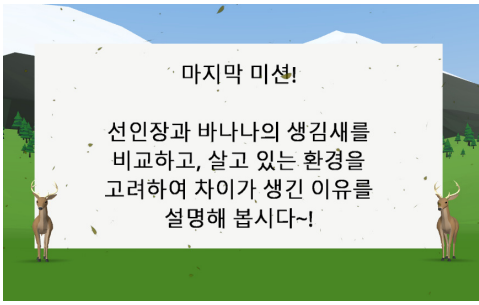
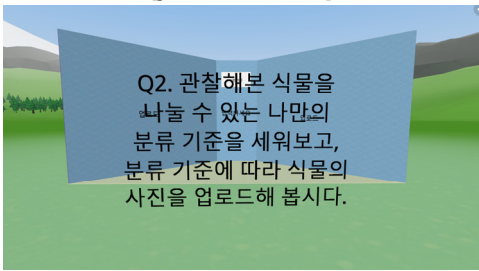
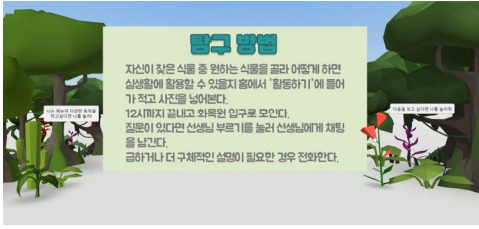
Table 3의 사례에서 예비교사 A는 선인장, 바나나와 같은 특정 식물들의 생김새를 관찰하고, 각 식물이 사는 환경을 고려하여 생김새의 차이를 설명하도록 추론하는 탐구를 설계하였다. 이때, 초등학생들이 화목원의 온실을 직접 돌아다니며, 온실 속 환경을 관찰하여 추론할 수 있다고 기대하였다. 이 외에도 식물에 대한 관찰 내용을 토대로 분류해보거나(예비교사 B 사례), 관찰한 식물들을 골라 실생활에서 활용할 수 있는 방안을 탐구하는(예비교사 I 사례) 시나리오를 설계한 경우도 있었다. 이들 중 예비교사 I는 초등학생들이 "탐구를 제대로" 하는 것에 중점을 두고 탐구 프로그램을 설계하면서, 탐구라는 것이 무엇인가라는 근본적 의문이 있었다.

(예비교사 I 자기성찰지) 학생들이 더 탐구를 제대로 할 수 있도록 정확하게 안내하는 것에 중점을 두었다.

(예비교사 I 자기성찰지) 탐구가 무엇인지 생각하는 것이 어려웠다.

위와 같이 예비교사 I가 나타낸 어려움은 테크놀로지 기반의 탐구 프로그램을 제작함에 있어서 '탐구' 자체에 대한 교사의 이해와 전문성이 토대가 됨을 보여준다. 특히 본 연구에 참여했던 예비교사들은 Table 1의 1~2단계에서와 같이 탐구의 이론적인 부분에 대해 학습하였으나, 이를 활용하여 실제 안내된 탐구 프로그램의 개발에 접목하는 것은 이론적으로 아는 것과는 다른 차원의 문제일 수 있다. 과학탐구에 대한 이론적인 이해를 실제 교수학습 맥락에 접목하기 위해서는 좀 더 구체적이고 정교한 도움이 필요하기 때문이다.

Table 3. The scenarios for guiding students' reasoning/classification and their foci (pre-service teachers A, B and I)

제시할 장면	내용	중점 사항
<p>[pre-service teacher A]</p>  <p>마지막 미션! 선인장과 바나나의 생김새를 비교하고, 살고 있는 환경을 고려하여 차이가 생긴 이유를 설명해 봅시다!</p>	<p>(프로그램 설명서) 강원도립화목원에는 건조 온실과 열대 온실이 함께 있어, (초등학생들이) 온실마다의 환경을 파악할 수 있다. 이 점은 학생들이 2단원 중 ‘생물은 환경에 어떻게 적응될까요?’을 몸소 느낄 수 있는 기회를 준다. (AR play 설명 동영상) 탐구 방법: 탐구 2번의 3개의 기준을 다 쓰게 되면 탐구 3번 문제를 푸는 장소로 이동하게 됨. 처음 오자마자 탐구 문제를 설명해 줌.</p>	<p>식물을 관찰한 결과를 토대로, 식물이 살고 있는 환경과 연결지어 추론하는 탐구에 중점을 두었음.</p>
<p>[pre-service teacher B]</p>  <p>Q2. 관찰해본 식물을 나눌 수 있는 나만의 분류 기준을 세워보고, 분류 기준에 따라 식물의 사진을 업로드해 봅시다.</p>	<p>(프로그램 설명서) 과제 2 탐구방법: 두 번째 과제를 수행할 수 있는 공간이다. 문제를 한번 클릭하면 텍스트가 사라지고 과제를 수행할 수 있다.</p>	<p>식물을 관찰한 결과를 토대로, 식물을 나만의 기준에 따라 분류하는 탐구에 중점을 두었음.</p>
<p>[pre-service teacher I]</p>  <p>탐구 방법 자신이 찾은 식물 중 원하는 식물을 골라 어떻게 하면 실생활에 활용할 수 있을지 홈에서 ‘활동하기’에 들어가 ‘카드’ 버튼을 눌러본다. 12가지 고난도 질문을 맞추면 인공로 온실이다. 질문이 있다면 선생님 부르기 버튼을 눌러 선생님께서 채팅을 남긴다. 궁금해나 더 구체적인 설명이 필요한 경우 전화한다.</p>	<p>(AR play 설명 동영상) 탐구방법: 자신이 찾은 식물 중 원하는 식물을 골라 어떻게 하면 실생활에 활용할 수 있을지 홈에서 ‘활동하기’에 들어가 적고 사진을 넣어본다. ... (중략) ... (프로그램 설명서) 질문이 있다면 선생님 부르기 버튼을 눌러 선생님께 채팅을 남긴다. 급하거나 더 구체적인 설명이 필요한 경우 전화한다.</p>	<p>식물을 관찰한 결과를 토대로, 원하는 식물에 대해 실생활에 활용할 수 있는 방법을 탐색하는 탐구에 중점을 두었음.</p>

2) AR 기술 고유의 특징

초등 예비교사들은 다른 교수학습 자료들과 차별화된 AR 기술 고유의 특징들을 AR 기반 안내된 탐구 프로그램 설계에 반영하고자 하였으며, AR 기술이 가진 특징에 적합한 과학탐구를 설계하는 것에 중점을 두었다. 그리고 그 과정에서 AR 기술의 장점을 살리는 것이 어려웠다고 기술하였다.

(예비교사 C 자기성찰지) 일반적인 어플(스탬프 투어나 박물관 설명)이 아니라, AR이라는 특성에 부합하는 프로그램과 콘텐츠를 구상하는 것이 중요하다고 생각했다... AR 프로그램의 핵심적인 기술이라고 할 수 있는 GPS 기반 프로그래밍을 활용해... 휴대폰에서 손가락으로 조작에 의해 카메라가 움직이는 것이 아니라, 게임 ‘포켓몬 고’처럼 사람이 움직이면, 지도상의 시야가 움직이

는 것과 같이...

(예비교사 I 자기성찰지) AR 프로그램의 장점을 살리는 것이 어려웠다.

좀 더 구체적으로 살펴보면, 예비교사들이 주목한 AR 기술의 특징들은 두 가지로 구분할 수 있는데, 첫 번째 특징은 ‘3D 환경’의 ‘생생한’ 자료를 제공하는 것이고, 두 번째 특징은 ‘가상세계’와 ‘실세계’를 연결하는 경험을 제공하는 것이다. 예비교사들은 이러한 AR 기술의 특징들이 초등학생들의 탐구활동을 유도하고 학습에 대한 몰입감, 흥미를 불러일으킬 것이라고 기대하였다. 예를 들어, 예비교사 C는 위치 기반의 AR(location based AR)이 지닌 특징에 주목하여, ‘포켓몬 고’ 게임에서처럼 초등학생들이 화목원의 특정 위치에 가면 예비교사가 의도한 관찰과 탐구 활동을 할 수 있도록 계획했다.

이처럼 예비교사들은 탐구과정에서 학생들의 구체적인 행동과 학습 활동을 유도하는 AR 기술 고유의 행위유도성(affordance)에 중점을 두어 탐구 프로그램을 설계했다고 할 수 있다. 행위유도성은 주체의 행위를 유도하는 환경적 특징으로서(Gibson, 1977), 교육 맥락에 적용되면 특정 교구나 기술이 갖는 환경적 특성임과 동시에 학습자에 따라 그 특성이 달라질 수 있는 쌍방향적이고 역동적인 특성을 갖는다(John & Sutherland, 2005). 본 연구에서 예비교사들이 주목한 AR 기술 고유의 특징과 장점을 살리는 것에 대한 어려움은 ‘AR 고유의 행위유도성을 어떻게 활용할 것인지’로서 해석될 수 있을 것이다.

초등 예비교사들이 주목한 AR 기술 고유의 첫 번째 특징으로서 예비교사들은 3D 환경에서 제공되는 자료들의 입체감과 생생함을 의미 있게 활용하고자 했다. 이처럼 AR을 통해 실감나는 자연 현상을 구현하려고 한 것은 생명 영역에서 지향하는 대표적인 특징으로서(장진아 등, 2019), 예비교사들이 개발한 자료가 화목원에서의 식물에 대한 탐구이기 때문에 두드러지게 나타난 것으로 판단된다. 다음은 이에 대한 예비교사들의 생각이다.

(예비교사 B 자기성찰지) 학생이 AR을 사용했을 때 실제로 화목원에 온 것처럼 생생한 시각효과를 주는 것과 매체를 사용해서 식물을 더 알아볼 수 있도록 하는 것에 중점을 두었습니다... AR을 활용한 수업이 학교에서 ppt를 보여 주는 것보다 더 몰입감이 있을 거라는 것을 깨달았습니다.

(예비교사 F 자기성찰지) 2D가 아닌 3D 환경인만큼 3D의 이점을 살릴 수 있도록 노력했고... 지도의 제작 방식은 3D의 느낌을 가장 잘 구현한 부분인 것 같아 마음에 들었으며...

위의 자료에서 예비교사들은 AR 기술의 3D 환경에서 제공하는 입체감이 있고 생생한 시각 자료들이 학습자에게 몰입감을 불러일으킬 것으로 기대했다. 실제로 예비교사 F는 앞서 Table 2에서 제시된 첫 번째 지도 자료와 같이 입체감 있는 시각 자료들을 제작하였다. 하지만 동시에 예비교사들은 이처럼 입체감 있는 자료를 제작하는 것이 쉽지 않았다고도 설명했다. 가령, 예비교사 E는 “지원하지 않는 기능이나 사용할 수 있는 3D 모델링 자체의 수가 적어 원하는 대로 구현하기가 어려웠다. 또한,

시점을 이동하는 것에 제한이 있어 각 아이템을 배치하는데 까다로웠다(자기성찰지).”라는 어려움을 토로하였다. 즉, CoSpaces 자체의 기술적 한계로 인하여 예비교사가 기대하는 과학탐구에 적합한 AR 기술 고유의 행위유도성을 구현하는 데에 어려움이 있었음을 알 수 있다.

다음으로 예비교사들이 주목한 AR 고유의 행위유도성은 탐구과정에서 ‘가상세계’와 ‘실세계’를 연결하는 경험을 이용할 수 있다는 점이었다. 예비교사들은 가상세계와 실세계의 경험을 연결 짓는 AR 기술을 탐구 프로그램에 적용하는 방법을 고민하고, 나아가 새로운 아이디어들을 제안하기도 하였다.

(예비교사 C 프로그램 설명서) 일반적인 스마트폰 애플리케이션과 다르게 AR 기술을 활용하는 활동이니 만큼, 단순한 퀴즈나 스탬프 투어 같은 것에 치중한 콘텐츠가 아니라 GPS를 활용한 로케이션 베이스 AR 방식을 활용하여 ‘새로운 경험’에 중점을 두고 제작하였다...

(예비교사 G 프로그램 설명서) 지도 부분에서 gps연동 - 별첨플릿이 등장하는 조건을 ‘설정된 gps값을 만족하면’으로 설정 - 기기의 위치와 연동되어 쿼즈를 해결할 수 있도록 구현

본 연구에서는 예비교사들에게 자신이 직접 제작하기 어려운 기능일지라도, 설계한 교육적 목적과 맥락에 맞추어 적용하고 싶은 기능이 있다면 설명 보고서나 AR play 설명 동영상에 표현하도록 하였다. 위의 자료에서 예비교사 C는 위치 기반 AR 기술을 활용해서, 화목원의 특정 위치에 도착하면 자동으로 해당되는 자료들이 지도상에서 활성화되어 초등학생에게 제공되는 과정을 설명하였다. 비슷하게, 예비교사 G는 GPS 값을 이용하여 학습자가 사용하는 기기의 위치가 연동되어 자신이 제작한 퀴즈를 제시하는 방식을 제안하기도 하였다. 이처럼 예비교사들은 ‘실세계’에서 학습자가 탐구 대상을 향해 이동하거나 관찰하는 경험과 ‘가상세계’에서 탐구와 관련된 정보나 발문 및 자료를 제시하는 과정을 어떻게 연결 지을지 고민하였고, 어려움을 겪었다.

(예비교사 A 자기성찰지) (상략) 탐구는 직접 경험을 하는 것인데, 가상의 세계에서 학생들에게 자연스럽게 탐구를 할 수 있게 하는 있을까 하는 의문이 계

속해서 들어서 그 점이 가장 어려웠다고 할 수 있다.

예비교사 A의 생각에서도 드러나듯이, AR 기반 탐구는 직접 경험을 토대로 이루어지는 초등학생의 일반적인 탐구 맥락과는 매우 다르다. 즉, AR 기반의 안내된 과학탐구에서는 가상세계와 실세계에서의 탐구 경험을 유의미하게 연결 짓는 과정이 AR 기술 활용에서 고려해야 할 핵심적인 행위유도성 중 하나임을 알 수 있다.

3) 콘텐츠 제작 프로그램에 대한 배경지식 부족

AR 기반 안내된 과학탐구 프로그램의 설계 단계에서 나타난 마지막 어려움은 프로그래밍 및 코딩과 같은 테크놀로지를 다루는 데에서 비롯되었다. 구체적인 사례를 살펴보면, 예비교사들은 AR 자료 제작을 위해 사용했던 CoSpaces 프로그램에서 제공하는 기능에 대한 배경지식이 부족하여, 탐구 프로그램을 설계하는 데에 어려움이 있었다고 설명했다.

(예비교사 D 자기성찰지) 처음 구성할 때는 CoSpaces 체험판과 pro의 기능 차이점을 잘 알지 못했기 때문에 어떤 모델링들이 있고 움직임은 어느 정도까지 가능한지 몰라서 구상이 어려웠습니다.

(예비교사 H 자기성찰지) 프로그램을 써본 적이 없다보니 구현을 어느 정도 할 수 있을지, 어떻게 프로그램을 짜나가야 할지, 어떤 내용을 넣을지 가능하기 힘들었다.

본 연구에서는 테크놀로지의 활용에 있어서 교사는 ‘프로그래머’가 아닌 ‘교육전문가’이자 ‘교수학습 설계자’로서의 역할에 초점을 맞추어야 한다는 점(김혜정 등, 2020; 장진아 등, 2021)에 유의하여, 교사들에게 교수학습 설계에 좀 더 초점을 맞추도록 독려했다. 그럼에도 불구하고 예비교사들이 인식한 위와 같은 어려움들은 ‘교수학습 설계자’로서 탐구 프로그램을 설계함에 있어서도 AR 관련 기초 지식이 어느 정도 영향을 미친다는 점을 보여준다.

비슷한 맥락에서 탐구활동이나 관련 발문을 구성할 때 이들을 AR 공간에 접목하여 좀 더 효과적으로 제시하기 위해서는, AR 자료를 제작하는 CoSpaces 프로그램의 기능에 대한 기초적인 이해가

필요했다. 가령, 예비교사들이 CoSpaces 프로그램의 기능을 모른 채로 탐구활동을 설계했다가 다음과 같이 수정하는 경우도 종종 발생했다.

(예비교사 E 프로그램 설명서) 식물을 터치하였을 때 식물을 관찰한 결과를 입력할 수 있는 칸을 넣은 것이다... 계획대로 구현되지 않은 부분이기도 한데, 프로그램 상 텍스트를 입력하고 저장할 수단이 마련되어 있지 않아 실제 입력을 구현하지 못하였다.

위와 같은 사례들은 예비교사가 ‘교수학습 설계자’로 성장하기 위해서 또는 프로그래머와의 협업을 위해서라도 테크놀로지의 종류와 기능 그 특징을 어느 정도 파악할 수 있는 능력이 필요함을 시사한다. 나아가 AR과 관련한 예비교사들의 경험과 지식이 설계 단계에 반영되는 경우도 있었다.

(예비교사 C 프로그램 설명서) 게임 ‘포켓몬 고’처럼 사람이 움직이면 지도상의 시야가 움직이는 것과 같이 구현하면 훨씬 제작 목적에 부합할 것으로 사료된다.

예비교사 C는 위치기반서비스(Location Based Service : LBS)를 이용한 ‘포켓몬 고’ 게임의 기능을 확장하여 탐구 프로그램에 접목하는 아이디어를 제안하고 있다. 이러한 사례로 볼 때, 예비교사들이 프로그래머가 될 필요는 없으나, 일상에서 보편적으로 사용되는 테크놀로지들의 기능에 대한 다양한 경험을 쌓고, 관련 프로그램에서 제공하는 기초적인 기능이나 배경지식을 이해하는 것은 탐구 프로그램 설계를 위한 새로운 아이디어를 얻거나 이를 접목하는 데에 필요하다고 판단된다.

2. AR 기반 안내된 과학탐구 프로그램 제작

1) 초등학생들이 탐구에 집중할 수 있는 AR 프로그램 제작

예비교사들은 실제로 AR 기반의 안내된 과학탐구 프로그램을 제작함에 있어서 초등학생들이 탐구에 집중할 수 있는 AR 프로그램 내 환경을 만드는 데에 중점을 두었다. 또한 예비교사들은 초등학생들이 탐구에 집중할 수 있도록 돕기 위한 나름의 방안을 제안하는 모습을 보였다. 첫 번째 방안은

초등학생들이 쉽게 조작할 수 있는 환경을 조성하여, 탐구에 대한 집중력을 높이는 것이다.

(예비교사 A 자기성찰지) 학생들이 쉽게 조작할 수 있도록 한 것에 중점을 두었던 것 같다. 아무래도 초등학생이고, 또 처음 써보는 프로그램이기 때문에, 학생들에게 조작할 수 있는 시간을 주지 않는 이상, 어렵게 만들면 조작하는 것이 힘들어서 탐구하는 것에 집중력이 떨어질 가능성이 높다고 생각했다.

위의 설명에서 예비교사 A는 초등학생들의 경우, AR 프로그램 자체를 처음 다루기 때문에 프로그램을 작동하고 조작하는 것 자체가 부담이 될 것이라는 점을 염려하였다. 이에 최대한 직관적이고 간단한 방식의 AR 프로그램 환경을 제작하여, 초등학생들이 탐구 내용 자체에 집중할 수 있도록 돕는 것이 중요하다고 인식하고 있었다.

다음으로 예비교사들은 학생들이 정의적인 측면에서 재미와 흥미를 느껴 탐구에 집중할 수 있게 하는 데에 중점을 두었다. 다음은 이와 관련한 예비교사들의 의견이다.

(예비교사 H 자기성찰지) 아이들이 흥미를 가질 수 있도록

재미있게 하고 싶었다.

(예비교사 D 프로그램 설명서) 게임을 연상할 수 있도록 직접 움직이는 구간을 넣으려고 하였습니다. 또 지루해지지 않도록 계속 활동이 달라지는 것을 의도했습니다.

(예비교사 C 프로그램 설명서) 단순히 마우스 클릭만 있어서는 이제까지의 온라인 문제풀이 수업과 크게 다르지 않다고 생각하여 게임을 연상할 수 있도록 직접 움직이는 구간을 넣으려고 하였습니다.

이와 같이 예비교사들은 AR 기반 안내된 탐구에 참여하는 학습자들이 단순히 클릭만 해서 따라가는 온라인 학습자료가 되지 않도록 활동을 좀 더 역동적으로 구성하는 것이 중요하다고 인식하였다. 즉, 지루해지지 않도록 다양한 방식의 활동을 제시(예비교사 D)하거나 게임적인 요소를 넣을 수 있다는 의견(예비교사 C)도 있었다. 비슷하게 다음 사례에서는 학습자에게 단순히 탐구과정을 안내, 지시하기보다는, 학습자가 관찰하거나 수집한 자료를 직접 플랫폼에 업로드 하여 쌍방향으로 소통할 수 있는 프로그램을 제작하였다.

요컨대, 예비교사들은 초등학생들이 탐구과정에 재미를 느끼고 몰입할 수 있는 환경을 조성하기 위한 기술적인 대안들로서 AR 프로그램에서의 기술

Table 4. The scenarios for guiding students' reasoning/classification, their foci (pre-service teachers B and I)

제시할 장면	내용	중점 사항
<p>[pre-service teacher B]</p> 	<p>(자기성찰지) 직접 온 것 같은 느낌의 입체감을 주고 활동감을 주는 것이 어려웠습니다. (프로그램 설명서)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 앞의 사진을 크게 보여준 후, 식물의 어떤 부분을 관찰해야 하는 지를 제시한다. - 왼쪽 하단에 있는 업로드 버튼을 이용하여 식물의 특징을 찍은 사진을 저장한다. 	<p>초등학생들이 수동적으로 따라가는 프로그램이기 보다는, 쌍방향적으로 소통할 수 있고, 입체감과 활동감이 있는 프로그램 제작에 중점을 두었음.</p>
<p>[pre-service teacher I]</p> 	<p>(자기성찰지) 학생들이 재미있게 느끼도록 기술적으로 어떻게 접근할지 고민했다... 탐구의 경우에는 학생들이 메모하거나 작성한 내용을 3D화면에 넣을 수 있도록 제작하려 했으나 구현하지 못하는 등 아쉬운 부분이 많았다. (프로그램 설명서) 탐구 해보기 화면에서는 자신이 고른 식물이 어떤 특징을 가지고 있는지 적을 수 있는 칸을 만들고 사진을 입력할 수 있는 칸을 만들었다. 옆에는 어떻게 실생활에 이용할지 설명하는 칸도 만들었다. 이 탐구 해보기 화면에서는 메모장을 메뉴의 도움 없이 기본적으로 볼 수 있다.</p>	<p>초등학생들이 능동적으로 자신이 수집한 자료와 생각을 탐구 결과로 업로드 할 수 있는 프로그램 제작에 중점을 두었음.</p>

적 조작을 최대한 복잡하지 않게 구성하고, 활동감과 입체감을 주기 위하여 게임적 요소를 가미하거나 학습자들이 수집한 자료를 업로드하여 함께 공유할 수 있는 공간을 제공하는 아이디어를 제안하였다. 예비교사들 중에는 이 아이디어를 구현하기 위해 기술적인 조력이 필요했기 때문에, 직접 구현하지 못하고 아이디어를 제안하는 수준으로 진행된 경우도 있었다. 그럼에도 불구하고 이러한 예비교사들의 고민과 노력의 과정은 추후에 기 개발된 AR 기반 탐구 프로그램을 선택하여 활용함에 있어서, 학습자의 탐구력과 흥미를 촉진할 수 있는 탐구 자료를 판단하는 안목을 갖게 하는 기반이 될 수 있을 것으로 판단된다.

2) 콘텐츠 제작 프로그램 활용 경험

초등 예비교사들은 AR 기반 안내된 탐구 프로그램을 개발함에 있어서, 프로그램 제작을 위해 사용했던 CoSpaces 프로그램을 다루는 것이 어려웠다고 설명했다. 다만 CoSpaces 프로그램의 활용에서 오는 어려움의 정도는 예비교사마다 조금씩 다른 모습을 보였다.

(예비교사 A 자기성찰지) 컴퓨터와 소프트웨어에 일가견이 없는데, 거기에 처음 써보는 프로그램이어서 그 프로그램을 익히는 것에 너무 오랜 시간이 걸렸다.

(예비교사 C 자기성찰지) CoSpaces 프로그램을 처음 다루어 보다 보니 조작법을 익혀서 직접 구현하는데 어려움이 있었다. 블록형 코딩 방식은 'scratch'를 통해서 경험한 적이 있지만, 블록의 개수나, 방식에서 조금 차이가 있어서 프로그래밍을 하는데 구상한 대로 쉽게 이루어지지 않아서 조금 오래 애를 먹었던 것 같다.

(예비교사 D 자기성찰지) CoSpaces의 퀴즈 기능이 scratch보다 쓰기 편했고 경로 기능을 통해 학생들에게 진행방향을 안내할 수 있어서 복잡한 설명 없이 순서대로 배치할 수 있었습니다.

위의 설명처럼 예비교사들 대부분은 컴퓨터과 수업을 통해 scratch 프로그램을 통한 블록코딩 경험이 있었지만, 개인의 관심이나 역량에 따라 예비교사 A와 같이 어려움을 크게 느끼는 경우도 있었고, 예비교사 D와 같이 좀 더 수월하게 진행한 경우도 있었다. 2015 개정 실과 교육과정에 따르면,

‘[6실04-09] 블록 기반의 교육용 프로그래밍 도구를 활용하여 기초적인 프로그래밍 과정을 체험하고 자신만의 간단한 프로그램을 만들어 본다’는 성취 기준에 따라 예비교사들은 초등학생들에게 기초적인 프로그래밍을 가르쳐야 한다(교육부, 2015). 이에 기초적 프로그래밍 능력은 앞으로의 교사들에게 필수적으로 요구되는 역량이며, 본 연구의 교사 교육 사례는 과학 수업을 위한 교사의 테크놀로지 활용 역량이 타교과 수업과의 협업을 통해 길러질 수 있음을 시사한다. 실제로 예비교사들은 CoSpaces 프로그램으로 AR 기반 탐구 프로그램을 제작하면서, 컴퓨터교육과 수업에서 배운 프로그래밍과 관련 경험들을 점차 확장, 적용하고 있음을 알 수 있다. 다음은 이와 관련한 예비교사들의 설명이다.

(예비교사 E 자기성찰지) 직접 수집한 자료들을 활용해 하나의 프로그램을 만드는 과정과 그 과정을 통해 하나의 결과물을 완성할 수 있다는 점이 만족스러웠다. 코딩을 처음부터 직접 짜서 결과물을 만드는 것은 이번이 처음이었는데 생각보다도 잘 실행돼서 만족스러웠고, 코딩하는 법에 대해 약간은 더 잘 알게 된 것 같다.

(예비교사 C 자기성찰지) 블록형 코딩 방식 말고도 다른 프로그래밍 언어를 배우면 더 많은 작업을 할 수 있을 것 같다는 생각을 하게 되었다. 또 아직 어색한 부분은 많지만, 나름 계획했던 줄거리대로 프로그래밍이 흘러가는 모습이 만족스러웠다.

예비교사들은 여러 어려움을 겪었지만 그럼에도 불구하고 과거에 배우고 경험했던 테크놀로지 기반 교육과 관련한 학습을 본 연구에서 제공한 활동과 함께 확장하고 정교화하였다. 이 과정에서 예비교사들은 자신이 설계한 시나리오에 따라 프로그램을 제작해본 경험 자체에 만족감을 느꼈다고 응답했다.

끝으로 본 연구에서는 프로그램 제작과 관련한 예비교사의 어려움 대부분이 ‘테크놀로지’에 대한 부분에 집중되었다는 점에 주목했다. 특히 이러한 경향성은 프로그램 설계에서 나타난 어려움들과는 사뭇 달랐다. 프로그램 설계에 있어서는 예비교사들이 ‘과학탐구가 무엇이며’, ‘어떠한 발문과 활동, 자료를 활용해야 하는가’와 같이 과학탐구 수업에

대해 예비교사들이 일반적으로 경험하는 어려움들(양미선 등, 2012; 윤혜경 등, 2012)이 주를 이루었던 반면, 프로그램 제작에 있어서는 테크놀로지 활용과 관련된 어려움이 많이 보고되었다. 이처럼 본 연구에서 보고된 특징들은 기존 탐구수업과 관련한 일반적 특징들이 ‘AR 관련 탐구 프로그램 개발’이라는 맥락에서 AR 기술과 복합적으로 작용하면서 나타난 결과로 해석할 수 있다.

이러한 특징으로 미루어볼 때, 과학수업에서 예비교사들의 테크놀로지 활용 역량을 길러냄에 있어 프로그램의 ‘설계’와 프로그램 ‘제작’에서의 경험을 균형 있게 구성할 필요가 있다. 실제 프로그램을 제작해보지 않고 아이디어 생성 차원에서 프로그램 설계 활동이 끝난다면 프로그램 구동에 대한 이해가 어렵고 현실성 있는 프로그램 개발 능력을 갖추기 어려울 것이다. 그러나 교사교육 활동에서 프로그램의 제작에만 몰입할 경우, 예비교사들이 테크놀로지 제작에만 압도되어 ‘과학탐구’의 근본적인 핵심 요소들에 대해 집중하지 못할 수 있다. 이를 방지하기 위하여 예비교사들을 과학수업을 위한 ‘교수학습 설계자’로서 자리매김하는 데에 초점을 두고, 프로그램의 설계에서 과학 교육적으로 의미 있는 학습을 이끌어내기 위한 활동 흐름과 AR 구성 요소들을 충분히 논의하는 데에 집중할 필요가 있을 것이다. 그리고 이를 바탕으로 프로그램 설계 활동이 이루어져야 할 것이다.

IV. 결론 및 제언

본 연구는 초등학생을 위한 AR 기반 안내된 과학탐구 프로그램 개발에서 초등 예비교사들이 무엇에 중점을 두고, 어떠한 어려움을 겪었는지 분석하여 과학수업에서의 테크놀로지 활용을 위한 예비교사의 역량 및 교사양성교육에 시사점을 제공하는 데 그 목적이 있다. 이를 위해 교육대학교의 과학탐구 교육 관련 강좌를 수강하는 예비교사들이 AR 기반의 안내된 과학탐구 프로그램을 설계하고 제작하는 단계에서 구성한 조별 스토리보드 계획, 개인별 프로그램 설명서, AR play 설명 동영상 및 자기성찰지 등의 자료를 다양하게 수집하였다. 수집된 자료들에 대한 지속적 비교분석을 통해 예비교사들이 중점을 둔 부분과 겪은 어려움을 귀납적으로 추출하고, 프로그램 ‘설계’와 ‘제작’ 맥락으

로 범주화하여 결과를 도출하였다. 연구 결과, 예비교사들은 AR 기반 안내된 과학탐구 설계함에 있어서 능동적인 탐구과정을 촉진하는 시나리오를 구성하는 데에 중점을 두고 있었다. 동시에 예비교사들은 AR 기술이 지닌 고유의 특징으로서, 3D 환경에서의 생생한 자료를 구성하고 가상세계와 실세계에서의 탐구 경험을 의미 있게 연결 짓는 행위유도성에 중점을 두었다. 예비교사들은 시나리오의 설계, 탐구 프로그램 개발을 위한 정보 수집, 초등학생의 능동적 관찰을 이끄는 방법 구현에서 어려움을 경험하였으며, 탐구에 대한 근본적 의문으로 어려움을 겪었다. 또한 AR 기술의 장점을 살리는 것을 어려워하였으며, 콘텐츠 제작 프로그램인 CoSpaces에 대한 배경지식이 부족하여 탐구 프로그램을 구상하는 데에 어려움을 겪었다. 한편 프로그램을 제작함에 있어서 예비교사들은 학습자가 탐구에 집중할 수 있는 AR 프로그램 내 환경을 조성하는 데에 중점을 두었고 그 방안으로 프로그램을 쉽고 단순하게 구성하고, 게임적 요소나 쌍방향적 상호작용 요소를 추가하여 학습자의 흥미를 높이는 방법을 고민하였다. 특히 프로그램 제작에서는 CoSpaces를 이용한 프로그래밍과 관련된 실질적인 어려움이 보고되었다. 본 연구 결과들은 다음과 같은 교육적 시사점을 갖는다.

첫째, 본 연구에서 드러난 예비교사의 사례는 과학탐구에 AR 기술을 효과적으로 접목하기 위해서 고려해야 할 측면들을 시사한다. 본 연구에서 예비교사들은 다양한 어려움을 경험했지만, 나름의 AR 기반 안내된 과학탐구 프로그램을 개발하면서 더 나은 탐구를 위한 아이디어를 생성하였다. 학습자의 몰입감을 높이기 위해 3D 환경에서의 입체적이고 생생한 자료를 제공하고, 가상세계와 실세계의 탐구 경험을 효과적으로 융합하는 방법에 초점을 맞추었다. 또한 AR 기반의 탐구 프로그램에 쌍방향적 상호작용이나 게임적 요소들을 융합하는 아이디어를 제시하기도 하였으며, 탐구과정에서 학습자의 사고를 촉진할 수 있는 발문의 내용과 제시 방법에 대해서도 고민하였다. 이러한 연구 결과는 실제로 AR 기반 안내된 과학탐구 프로그램을 설계 및 제작하는 초심자들이 경험하게 될 어려움, 그들이 떠올릴 수 있는 아이디어를 드러냈다는 점에서 의미가 있으며, AR 기반 탐구를 설계하고 제작하는 교사들이 고민해봐야 할 문제를 구체화했다는

접에서 의미가 있다. 나아가 본 연구 결과들을 토대로, AR 기반 안내된 과학탐구 프로그램을 경험하는 실제 초등학생들의 탐구과정에서 무엇을 촉진하고 또 저해하는지를 실증적으로 분석하는 추후 연구가 필요하다.

둘째, 예비교사의 역량 관점에서 볼 때, 예비교사들의 어려움들은 AR 기반 탐구를 개발하고 활용하는 과정에서 교사들에게 무엇이, 어떻게 필요한지를 보여준다. 본 연구에서 예비교사들의 어려움에는 ‘과학탐구를 설계, 안내하는 데에서 오는 어려움’과 ‘테크놀로지와 관련된 어려움’이 있었으며, 두 가지 어려움이 독립적으로 작용하기 보다는 서로 영향을 미치며 발생했다. 이는 AR 기반 탐구 프로그램을 개발함에 있어서 교사에게는 ‘과학탐구에 대한 교수 역량’과 ‘테크놀로지 활용 역량’이 두 역량이 복합적으로 작용함을 의미한다. 가령, 과학탐구 수업을 위한 발문이나 활동의 구조와 방식을 고민하는 것은 기존 연구들에서도 보고된 탐구 수업에 대한 일반적인 특징들(윤혜경 등, 2012; 조성민과 백종호, 2015)과 상통하지만, 본 연구에서는 CoSpaces에서 제공하는 기능과 환경에 맞춰 탐구활동의 구조와 방식을 설계하고 수정해나가는 모습을 나타냈다는 점에서 AR 기술 및 교육 환경과 복합적으로 작용하면서 나타난 결과로 해석할 수 있다. 또한 예비교사들이 지닌 AR에 대한 경험과 지식은 교수학습 설계 단계에서 창의적이고 새로운 아이디어를 산출하는 데에 도움이 되기도 했다. 특히 예비교사들은 테크놀로지와 관련한 과거 경험, 다른 교과에서 학습한 내용들을 본 연구에서 학습한 내용과 융합하여, 정교화시키는 모습을 보였다. 이러한 사례들은 테크놀로지 기반 프로그램을 위한 ‘교수학습 설계자’들에게도 테크놀로지와 관련한 기초적인 경험과 지식이 필요하고, 예비교사 양성 과정에서 연속적으로 이어 나가도록 조력해야 함을 시사한다. 하지만 여전히, 프로그래머가 아닌 ‘교수학습 설계자’에게 요구되는 테크놀로지 관련 지식이란 어느 정도를 의미하는지에 대한 논의를 구체화할 필요가 있다. 예를 들어, 테크놀로지 활용 교수내용지식(이하 TPACK)의 관점에서 과학교사에게 요구되는 테크놀로지(TK)의 수준과 범위에 대한 논의(나지연과 송진웅, 2014)로 이어질 수 있을 것이다.

셋째, 본 연구의 결과들은 과학탐구에 테크놀로

지를 효율적으로 접목할 수 있는 교사 역량을 기르기 위한 교사교육 방안을 시사한다. 특히 본 연구는 예비교사들이 프로그램을 직접 고안하는 경험을 통해 테크놀로지 활용 역량을 기를 수 있다는 ‘learning by design(Yeh et al., 2021)’ 관점에서 AR 기반 프로그램 설계와 제작에서 나타나는 특징들을 살펴보았다. 중요한 점은 설계 및 제작 단계에서 나타난 예비교사들이 경험한 어려움들의 초점은 조금 달랐다는 것이다. 설계 단계에서 예비교사들은 탐구과정이나 주된 탐구기능 등 과학탐구의 주요 요소에 대해 고민한 반면, 제작 단계에서는 테크놀로지 제작과 프로그래밍 과정에 집중하는 모습을 보였다. 이러한 결과들을 돌이켜볼 때, 예비교사 교육에서는 테크놀로지 기반 프로그램의 설계와 제작 경험을 균형 있게 구성할 필요가 있으며, 특히 설계 단계에서는 ‘교수학습 설계자’로서 계획하는 활동에 대한 과학교육적 의미와 영향을 고민하고, 이를 테크놀로지와 연결 짓는 방안을 모색하는 데에 집중할 필요가 있겠다.

나아가 이러한 결과와 시사점들은 TPACK 관점으로 재해석될 수 있다. TPACK의 형성이 각 지식 요소들이 복합적으로 작용하며 형성된다는 점을 고려할 때(Mishra & Khehler, 2006), 테크놀로지 지식(TK)에 압도되지 않고 과학수업의 교수학습내용지식(PCK) 간의 균형을 맞춘 과학 교사교육이 필요하다고 볼 수 있다. 특히 초등 예비교사들은 실과나 교육공학 등의 여러 교과를 통해 테크놀로지 활용 역량을 키워나가고 있으므로, 과학수업에의 테크놀로지 활용 역량 신장을 과학교육에서 모두 담당하는 것은 비효율적일 뿐 아니라, 실질적으로 구현하기 쉽지 않다. 이에 타교과 간의 연결과 통합을 통해 교사의 과학수업 테크놀로지 활용 역량이 균형 있게 발전할 수 있는 구체적 방안을 모색할 필요가 있으며, 본 연구에서의 구체적 사례와 결과들이 이러한 교사교육 방향 설정의 기초가 될 것으로 기대한다.

참고문헌

- 교육부(2015). 실과(기술·가정)/정보과 교육과정. 교육부 고시 제2015-74호[별책10].
- 교육부(2020a). 코로나 이후, 미래교육 전환을 위한 10대 정책과제(안). Retrieved January 20, 2021, from

- <https://if-blog.tistory.com/11190>
 교육부(2020b). 과학·수학·정보·융합 교육 종합계획 ('20-'24). Retrieved January 20, 2021, from <https://blog.naver.com/moeblog/221979230254>
- 김혜정, 유성애, 김은영(2020). 교실수업 활용을 위한 인공지능 챗봇의 개발 및 활용 모형: 학습대화 설계 중심. *Brain, Digital, & Learning*, 10(4), 535-545.
- 나지연, 송진웅(2014). 테크놀로지 도입에 대한 과학교육학 연구동향의 분석 및 과학교사의 테크놀로지 활용 교수내용지식 (TPCK) 을 위한 시사점. *교사교육연구*, 53(3), 511-524.
- 나지연, 윤희정(2021). 증강현실을 활용한 국내·외 과학교육 연구 동향 분석: 초등과학교육 연구를 위한 시사점을 중심으로. *초등과학교육*, 40(1), 22-35.
- 남충모, 김종우(2018a). 예비교사의 코스페이스스 교육을 위한 수업 설계 및 학습동기에 미치는 영향의 분석. *정보교육학회논문지*, 22(4), 501-508.
- 남충모, 김종우(2018b). 초등학생의 가상현실 콘텐츠 제작 교육에 관한 연구. *정보교육학회논문지*, 22(1), 33-40.
- 양미선, 민병미, 손연아, 김동렬(2012). 예비 과학교사가 중학교 과학수업에서 겪는 어려움 분석: 과학수업모형과 탐구과정요소 적용을 중심으로. *교원교육*, 28(2), 143-164.
- 윤혜경, 정용재, 김미정, 박영신, 김병석(2012). 모의 수업 실행 과정에서 나타난 초등 예비 교사의 과학 탐구 수업에 대한 인식. *초등과학교육*, 31(3), 334-346.
- 임병노(2008). 온라인 탐구활동 활성화를 위한 시나리오 기반탐구(Scenario-Based Inquiry) 모델 개발. *교육정보미디어연구*, 14(1), 5-30.
- 장진아, 박준형, 박지선(2021). 인공지능 챗봇 관련 국내 연구 동향 및 챗봇 활용 현황 분석: 과학 교육에서의 활용을 위한 시사점을 중심으로. *학습자중심교과교육연구*, 21(13), 729-743.
- 장진아, 박준형, 송진웅(2019). 초등학교 과학 디지털교과서에 제시된 테크놀로지를 활용한 탐구 활동의 특징: 가상실험, 가상현실, 증강현실 활용 사례들을 중심으로. *초등과학교육*, 38(2), 275-286.
- 전영석, 전민지(2009). 과학 자유탐구를 지도할 때 발생하는 어려움. *한국초등교육*, 20(1), 105-115.
- 조성민, 백종호(2015). 예비 과학교사의 탐구지도 경험에 관한 사례연구: 탐구의 인식과 실천 사이의 딜레마 해소를 중심으로. *한국과학교육학회지*, 35(4), 573-584.
- Asakle, S., & Barak, M. (2022). Location-based learning and its effect on students' understanding of Newton's Laws of Motion. *Journal of Science Education and Technology*, 1-11.
- Bacca, J., Baldiris, S., Fabregat, R., & Graf, S. Kinshuk. (2014). Augmented reality trends in education: A systematic review of research and applications. *Journal of Educational Technology & Society*, 17(4), 133-149.
- Buckenmeyer, J. A. (2010). Beyond computers in the classroom: Factors related to technology adoption to enhance teaching and learning. *Contemporary Issues in Education Research (CIER)*, 3(4), 27-36.
- Chen, Y. C., Chi, H. L., Hung, W. H., & Kang, S. C. (2011). Use of tangible and augmented reality models in engineering graphics courses. *Journal of Professional Issues in Engineering Education & Practice*, 137(4), 267-276.
- Chiang, T. H. C., Yang, S. J. H., & Hwang, G. J. (2014). An augmented reality-based mobile learning system to improve students' learning achievements and motivations in natural science inquiry activities. *Educational Technology & Society*, 17 (4), 352-365.
- Colburn, A. (2000). An inquiry primer. *Science Scope*, 23(6), 42-44.
- Frey, C. B., & Osborne, M. A. (2017). The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation?. *Technological Forecasting and Social Change*, 114, 254-280. Retrieved from https://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The_Future_of_Employment.pdf
- Gibson, J. J. (1977). The theory of affordances. *Hilldale, USA*, 1(2), 67-82.
- John, P., & Sutherland, R. (2005). Affordance, opportunity and the pedagogical implications of ICT. *Educational Review*, 57(4), 405-413.
- Johnson, L., Smith, R., Willis, H., Levine, A., & Haywood, K. (2011). The 2011 Horizon Report. Austin, Texas: The New Media Consortium.
- Joolingen, W. R. V., & Zacharia, Z. C. (2009). Developments in inquiry learning. In *Technology-enhanced learning* (pp. 21-37). Dordrecht: Springer.
- Khalid, A., Dukmak, S. J., & Dweikat, F. F. I. (2017). Pre-service teachers' perception of their educational preparation. *International Journal for Research in Education*, 41(1), 273-303.
- Koh, J. H. L., Chai, C. S., & Tsai, C. C. (2013). Examining practicing teachers' perceptions of technological pedagogical content knowledge (TPACK) pathways: A structural equation modeling approach. *Instructional Science*, 41(4), 793-809.
- Martin-Gutierrez, J., Mora, C. E., Anore-Diaz, B., & Gonzalez-Marrero, A. (2017). Virtual technologies trends in Education. *EURASIA Journal of Mathematics*

- Science and Technology Education, 13(2), 469-486.
- Mateos-Garcia, J., Stathouloupoulos, K., & Thomas, N. (2018). The immersive economy in the UK: the growth of virtual, augmented, and mixed reality technologies.
- Merriam S. B. (1998). Qualitative research and case study applications in education. San Francisco: Jossey-Bass Publishers.
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054.
- Nadeem, M., Rana, M. S., Lone, A. H., Maqbool, S., Naz, K., & Ali, A. (2011). Teacher's competencies and factors affecting the performance of female teachers in Bahawalpur (Southern Punjab) Pakistan. *International Journal of Business and Social Science*, 2(19), 217-222.
- Nuangchalem, P., & Prachagool, V. (2010). Influences of teacher preparation program on preservice science teachers' beliefs. *International Education Studies*, 3(1), 87-91.
- Partnership for 21st Century Skills. (2010). Framework for 21st century learning. Retrieved January 10, 2017, 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.
- Sarioglan, A. B., & Gedik, I. (2020). Investigated effects of guided inquiry-based learning approach on students' conceptual change and durability. *Cypriot Journal of Educational Science*, 15(4), 674-685.
- Schwab, K. (2016). The fourth industrial revolution. (K. Song, Trans.). New York, NY: Crown Pub. (Original work published 2016)
- Stanford University. (2016). Artificial intelligence and life in 2030: One hundred year study on artificial intelligence. Retrieved December 27, 2018, from <https://ai100.stanford.edu/about>
- Trilling, B., & Fadel, C. (2012). 21st century skills: Learning for life in our times. (KEDI, Trans.). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons. (Original work published 2009)
- World Economic Forum. (2016). The future of jobs report: Employment, skills and workforce strategy for the fourth industrial revolution. Retrieved December 27, 2018, from http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs.pdf
- World Economic Forum. (2017). The Global risks report 2017. Retrieved December 27, 2018, from <https://www.weforum.org/reports/the-global-risks-report-2017>
- Wu, H. K., Lee, S. W. Y., Chang, H. Y., & Liang, J. C. (2013). Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. *Computers & Education*, 62, 41-49.
- Yeh, Y. F., Chan, K. K. H., & Hsu, Y. S. (2021). Toward a framework that connects individual TPACK and collective TPACK: A systematic review of TPACK studies investigating teacher collaborative discourse in the learning by design process. *Computers & Education*, 171, 104238.

장진아, 서울성일초등학교 교사 (Chang, Jina; Teacher, Seoul Seong-il Elementary School)

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