

# 과학 수업에서의 실감형 콘텐츠 활용에 대한 초등 교사의 인식과 요구

차현정 · 윤혜경<sup>†</sup> · 박정우

## Elementary School Teachers' Perceptions and Demands on the Use of Realistic Content in Science Class

Cha, Hyun-Jung · Yoon, Hye-Gyoung<sup>†</sup> · Park, Jeongwoo

### 국문 초록

이 연구에서는 과학 수업에서 실감형 콘텐츠를 활용한 경험이 많은 초등 교사를 대상으로 심층 면담을 통해 실감형 콘텐츠의 활용에 대한 인식과 요구 사항을 분석하였다. 구체적으로 (1) 과학 수업에서 초등 교사는 주로 어떠한 실감형 콘텐츠를, 어떠한 방식으로 활용하고 있는지, (2) 과학 수업에서 실감형 콘텐츠 활용에 대한 초등 교사의 인식과 어려움은 무엇인지, (3) 과학 수업에서 실감형 콘텐츠 활용을 위한 연수에서의 초등 교사의 요구 사항은 무엇인지에 관해 알아보았다. 연구 결과 첫째, 초등 교사는 주로 디지털교과서와 ‘사이언스레벨업’ 사이트에서 제공하는 실감형 콘텐츠를 사용하였고 콘텐츠 유형은 활용 목적에 따라 ‘탐구형’, ‘방문형’, ‘제작형’으로 분류할 수 있었다. 둘째, 초등 교사들은 실감형 콘텐츠 활용의 교육적 장점으로 과학 내용 이해에 도움, 흥미와 호기심 유발, 실제감을 통한 몰입을 언급하였다. 실감형 콘텐츠 사용과 관련된 어려움은 여러 가지가 언급되었으나 과학 수업 내용에 적합한 양질의 교육용 콘텐츠가 매우 부족하다는 점, 실감형 콘텐츠를 활용할 수 있는 구체적인 수업 사례의 예시가 부족하다는 점 등이 있었다. 셋째 실감형 콘텐츠 활용을 위한 교사 연수와 관련해서 초등 교사들은 질 좋은 실감형 콘텐츠에 대한 정보 제공, 구체적인 수업 사례 중심의 연수, 실감형 콘텐츠 유형별로 적용해 볼 수 있는 수업 모형의 제공, 필요한 기기의 구입, 사용, 관리 및 운영에 관련된 정보 안내가 필요함을 강조하였다. 이러한 연구 결과를 반영하여 초등 과학 수업에서 실감형 콘텐츠를 보다 효과적으로 활용하기 위한 시사점을 논의하였다.

**주제어:** 과학 수업, 실감형 콘텐츠, 초등 교사

### ABSTRACT

In this study, the perception and demands on the use of realistic content were analyzed through in-depth interviews with elementary school teachers experienced in using realistic content in science classes. Specifically, the following questions were investigated: (1) What kind of realistic content and how do elementary school teachers use it in science classes? (2) What are the perceptions and difficulties of elementary school teachers regarding the use of realistic content in science classes? (3) What are the needs of elementary school teachers related to the professional development program for the use of realistic content in science classes? The study revealed the following results. First, elementary school teachers mainly used digital textbooks and realistic content provided by the “Science Level Up” site, and the content types could be classified into “exploration type,” “visit type,” and “production type,” according to the purpose of use. Second, elementary school teachers mentioned the educational advantages of using realistic content to help students understand scientific content, induce interest and curiosity, and become immersed in a sense of reality. Several difficulties related to the use of realistic content were mentioned. Among them, the lack of high-quality educational content suitable for

science classes and a lack of examples of specific class cases that use realistic content stood out. Thirdly, regarding the development of teacher expertise to use realistic content, elementary school teachers emphasized the need for information on quality realistic content; teacher training centered on specific class cases; instructional models that can be applied by realistic content type; and information on the purchase, use, management, and operation of necessary devices. Reflecting on these research results, implications for more effective use of realistic content in elementary science classes were discussed.

**Key words:** science class, realistic contents, elementary school teacher

## I. 서 론

최근 가상현실(Virtual Reality: VR)과 증강현실(Augmented Reality: AR) 기술이 현격히 발달하면서 이러한 기술을 활용한 교육에 관심이 높아지고 있으며 국내외에서 다양한 교육용 실감형 콘텐츠가 개발 및 보급되고 있다. 가상현실과 증강현실은 직접 관찰이 어려운 내용, 텍스트와 평면적인 도해나 그림으로 설명하기에 어려운 내용, 가시화하기 어려운 내용, 추상적인 내용, 위험하거나 경비가 많이 드는 실험 내용 등을 가르칠 때 유용하다(Al-khalifah & McCrindle, 2006; Dünser & Hornecker, 2007). 국내외 선행연구에 의하면, 가상현실과 증강현실은 3차원 공간에서 현실과 유사한 체험으로 학습자의 경험을 확장하고, 공간 감각을 토대로 현상을 이해하는 데에 효과적이다(김우겸 등, 2019). 또한, 기존의 2D 이미지 교육 환경을 벗어나 3D 기반의 입체적 교육 환경을 제공함으로써 다-감각적인 정보를 제공하고 학습자의 몰입을 도와주며(노경희 등, 2010; 최섭과 김희백, 2020; Wu *et al.*, 2013), 학습자 주도 활동 비율을 높이고, 긍정적 수업 분위기를 조성하는 데 도움을 준다(김창복과 김경, 2011).

우리나라의 경우 2018년부터 초등학교 3, 4학년과 중학교 1학년 과학 교과서를 시작으로 가상현실과 증강현실 콘텐츠가 디지털 교과서에 탑재되면서 학교 현장에 보급되기 시작하였고 현재 계속 확대되고 있다(교육부, 2016; 유정민 등, 2021). 이보다 앞서 2016년에 한국과학창의재단에서 ‘사이언스레벨업’ 사이트를 구축하여 가상현실, 증강현실 교육 콘텐츠를 일부 제공하기 시작하였다.<sup>1)</sup> 그러나 학교 인터넷 환경의 문제, 교육과정과의 연계 문제, 교사의 경험 부족, 기기 부족 등으로 초·중등 일선 학교에서는 가상현실, 증강현실 등의 실감형 콘텐츠를

수업에서 활용하는 게 쉽지 않았다. 그러나 2020년 COVID-19 감염병의 확산으로 실제 학교 현장에서 온라인 기반 과학 활동이 확대되고 이와 더불어 실감형 콘텐츠에 대한 수요도 증대되었다(배영임과 신혜리, 2020). 이에 정부는 2024년도까지 전국의 모든 학교에 첨단기술을 활용한 지능형 과학실을 구축하려고 계획하고 있으며(교육부, 2020), 국내의 통신 3사 또한 온라인 교육 시장 활성화를 위한 실감형 콘텐츠 개발에 적극적으로 나서고 있다(이지혜, 2020).

최근의 과학교육 연구를 살펴보면 국내에서도 실감형 콘텐츠 개발 및 활용과 관련된 다양한 연구가 수행되고 있음을 확인할 수 있다. 물리 영역에서는 포물선 운동에 대한 가상현실 콘텐츠(김연정 등, 2021), 소리의 정상파에 대한 증강현실 콘텐츠(박정우, 2020), 화학 영역에서는 화학 결합(신석진 등, 2020)과 물질의 입자성 개념(이재원 등, 2020)에 대한 증강현실 콘텐츠, 생물 영역에서는 식물 생태학습(김정민과 송신철, 2020)과 소화 및 순환(최섭과 김희백, 2020)에 대한 가상현실 콘텐츠, 지구과학 영역에서는 태양계(김태현과 고장완, 2019)와 야외 지질 답사(윤마병, 2019)에 대한 가상현실 콘텐츠가 개발 및 적용되었다. 또한, 이러한 실감형 콘텐츠를 활용한 과학 수업이 학생의 이해, 학습 동기, 몰입감 등에 효과적이라는 연구 결과가 보고되고 있다(김우겸 등, 2019; 김정민과 송신철, 2020; 신석진 등, 2020; 정민형과 소금현, 2021).

그러나 가상현실과 증강현실 등의 실감형 콘텐츠를 단순히 학교 현장에 제공하거나 보급한다고 해서 그것이 직접 교사의 수업 계획에 반영되거나 학생들의 성공적인 학습으로 연결되는 것은 아니다. 다양한 실감형 콘텐츠를 수업에 효과적으로 활용하기 위해서는 교육 환경의 변화에 따라 다양한 기술을 적절하게 수업에 활용할 수 있는 지식과 경험

<sup>1)</sup> <https://sciencelevelup.kofac.re.kr/>

을 교사들에게 제공할 필요가 있으며 교사의 테크놀로지 활용 역량을 증진하기 위한 연수가 이루어질 필요가 있다(강은희, 2018; Tondeur *et al.*, 2017). 이에 정부에서도 과학교육 혁신을 주도하는 교원의 전문성 강화를 위해 인공지능(A.I.), 사물인터넷(Internet of Things), 스마트화 기술(AR, VR, 3D 프린터 등) 등 첨단 과학기술을 교수학습·평가 등에 활용하고 온라인 수업 역량을 함양하기 위한 혁신 연수의 운영을 강조하고 있다(교육부, 2020).

교육 현장에서 좀 더 효과적으로 활용될 수 있는 실감형 콘텐츠의 개발 방향을 모색하고 아울러 교사들의 실감형 콘텐츠 활용 역량을 증진하기 위한 예비교사 및 현직교사 교육 프로그램을 개발하기 위해서는 현재 학교에서 어떠한 실감형 콘텐츠를 어떠한 방법으로 활용하고 있는지, 교사들은 실감형 콘텐츠 활용의 교육적 효과를 어떻게 인식하고 있는지, 그리고 실감형 콘텐츠를 제대로 활용하기 위해서는 어떠한 지원이 이루어져야 하는지에 관심을 둘 필요가 있다. 실감형 콘텐츠는 학교의 기술적 환경에 따라, 교사 개인에 따라 활용 정도에 차이가 비교적 클 것이라 예상된다. 실제 수업에서 실감형 콘텐츠를 활용해 본 경험이 적은 교사의 경우, 이에 대한 인식이나 평가 관점이 명확하지 않을 수 있다. 따라서 이 연구에서는 과학 수업에서 실감형 콘텐츠를 활용한 경험이 많은 초등 교사를 대상으로 심층 면담을 통해 실감형 콘텐츠 활용에 대한 인식과 요구 사항을 분석하고자 하였다. 구체적인 연구 문제는 다음과 같다.

- (1) 과학 수업에서 초등 교사는 주로 어떠한 실감형 콘텐츠를, 어떠한 방식으로 활용하고 있는가?
- (2) 과학 수업에서 실감형 콘텐츠 활용에 대한 초등 교사의 인식과 어려움은 무엇인가?
- (3) 과학 수업에서 실감형 콘텐츠 활용을 위한 연수에서의 초등 교사의 요구 사항은 무엇인가?

## II. 연구 방법

### 1. 연구 참여자

이 연구에서는 과학 수업에서 실감형 콘텐츠를 활용하는 것에 관한 초등 교사의 인식과 요구를 살펴보기 위해 10명의 초등 교사를 모집하였다. 연구 참여 교사를 선정한 기준은 첫째, 디지털교과서 연

구 학교 교사로 디지털교과서에 수록되어있는 실감형 콘텐츠를 활용하여 과학 수업을 수행한 경험이 있는 교사 둘째, 디지털교과서 외의 실감형 콘텐츠를 활용하여 과학 수업을 한 경험이 있는 교사 셋째, 실감형 콘텐츠와 관련된 교사 연구회 활동을 하며 실감형 콘텐츠를 활용하여 과학 수업을 한 경험이 있는 교사 넷째, 다양한 실감형 콘텐츠를 직접 개발하거나 연구한 경험이 있는 교사였으며 이러한 준거 표본 전략(criterion-based case selection)에 기반하여(Patton, 2015) 10명의 초등 교사(남 8명, 여 2명)를 모집하였다. 연구 참여 교사들은 11~28년의 경력을 가지고 있었으며 실감형 콘텐츠에 관심이 많아 평소 과학 수업에서 이를 많이 활용하고 있었다. 참여 교사 중 7명의 교사가 디지털교과서 실감형 콘텐츠 개발 및 심사에 참여하거나 한국과학창의재단 ‘사이언스레벨업’ 사이트에서 제공하는 실감형 콘텐츠 개발에 참여하였으며 그 외 다양한 교육 관련 기관에서의 실감형 콘텐츠 개발에 참여하거나 자문한 경험이 풍부하였다. 연구 참여 교사 중 8명의 교사는 디지털교과서 시범/연구/선도학교에서 근무하였으며, 5명의 교사는 온라인 콘텐츠 활용 교과서 선도학교나 소프트웨어(SW)교육 선도학교를 운영하였고, 에듀테크(EduTech) 관련 서적을 집필한 교사도 2명이었다. 모든 연구 참여 교사들은 소프트웨어교육, 에듀테크, 스마트교육, 컴퓨팅(computing), STEAM 교육과 관련된 교사연구회에서 활동하고 있었다.

## 2. 자료 수집 및 분석 방법

### 1) 자료 수집

실감형 콘텐츠 활용에 대한 초등 교사의 인식과 요구를 살펴보기 위해 반 구조화된 심층 면담으로 연구 자료를 수집하였으며 면담 전 연구 참여자들에게 연구의 목적을 설명하고 연구 참여에 동의를 얻은 후, 사전 설문지를 제공하였다(Table. 1). 사전 설문지는 기본 인적 사항, 본인이 활용한 실감형 콘텐츠의 종류와 방식, 실감형 콘텐츠 활용에 대한 인식과 어려움, 실감형 콘텐츠 활용과 관련된 요구와 같은 4가지의 항목으로 구성되었다. 사전 설문지에 기초하여 온라인 면담을 했으며 교사의 응답에 따라 관련 질문이 추가되기도 하였다. ZOOM을 통해 면담 전 과정을 녹화 및 녹음하였다. ZOOM으로 녹

Table 1. Content of survey questionnaire

내용	세부 내용 및 질문
기본 인적 사항	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 근무 학교</li> <li>· 성별(남/여)</li> <li>· 교직 경력(과학 전담 여부 포함)</li> <li>· 학력(학사/석사/박사)</li> </ul>
활용한 실감형 콘텐츠의 종류와 방식	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 과학 수업에서 활용한 실감형 콘텐츠의 종류는 무엇일까요?</li> <li>· 과학 수업에서 실감형 콘텐츠를 활용한 방식은 어떠합니까?</li> <li>· 어떤 주제와 관련된 과학 수업에서 실감형 콘텐츠(종류 및 방식)를 사용하였나요? (구체적인 수업 사례를 말씀해 주세요.)</li> <li>· 과학 수업에서 실감형 콘텐츠를 활용한 이유(동기, 배경)가 무엇일까요?</li> <li>· 과학 수업에서 실감형 콘텐츠를 활용할 때의 유의점은 무엇일까요?</li> </ul>
실감형 콘텐츠 활용에 대한 인식과 어려움	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 과학 수업에서 실감형 콘텐츠의 역할은 무엇일까요? (과학 수업에서 실감형 콘텐츠를 왜 사용해야 한다고 생각하시나요?)</li> <li>· 실감형 콘텐츠를 활용하기에 적합한 과학 수업 주제는 무엇일까요?</li> <li>· 과학 수업에서 실감형 콘텐츠를 활용하여 수업했을 때 학생들의 반응은 어떠했나요?</li> <li>· 과학 수업에서 실감형 콘텐츠를 활용하는 것이 교육적으로 어떠한 효과가 있을까요?</li> <li>· 과학 수업에서 실감형 콘텐츠를 활용했을 때 좋았던 점은 무엇일까요?</li> <li>· 과학 수업에서 실감형 콘텐츠를 활용했을 때 어려웠던 점은 무엇일까요?</li> <li>· 과학 수업에서 실감형 콘텐츠를 활용할 때 느낀 한계점은 무엇일까요?</li> </ul>
실감형 콘텐츠 활용에 대한 교사 연구	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 실감형 콘텐츠와 관련된 교사 연구에서 다루어야 할 내용은 무엇일까요?</li> <li>· 실감형 콘텐츠와 관련된 교사 연구가 진행된다면 어떠한 연구 방식이 좋을까요?</li> </ul>

음된 음성은 ‘네이버 클로바노트(CLOVA Note)’를 통해 1차 전사되었고 연구자들이 음성을 다시 들으며 2차 전사하여 연구 자료로 사용하였다.

## 2) 분석 방법

실감형 콘텐츠 활용에 대한 초등 교사의 인식과 요구를 도출하기 위해 세 명의 연구자가 연구 참여자별로 전사된 연구 자료를 지속적 비교 분석법(constant comparison method)에 기반하여 분석하였다(Corbin & Strauss, 2015). 먼저 사전 설문지 문항에 근거하여 대영역과 각 대영역의 하위 영역을 나누어 예비 분석 틀을 구성하고 세 명의 연구자가 연구 참여자별 심층 면담 전사 내용을 살펴보며 1차 분석을 수행하였다(Table 2). 1차 분석 후, 연구자들이 함께 하위 영역 중 다르게 코딩된 부분에 대해 논의하였고 ‘실감형 콘텐츠의 활용’ 대영역의 하위 영역을 ‘종류’, ‘주제 및 방식’, ‘환경 및 인프라’로 수정하였다. 또한 ‘인식과 어려움’ 대영역의 하위 영역 중 ‘적절한 주제’는 다른 영역과 겹치게 코딩되는 경향이 있어 삭제하였으며 ‘인식과 어려움’ 대영역의 하위 영역을 ‘교육적 효과와 장점’, ‘좋은 콘텐츠의 특징’, ‘어려운 점과 유의점’으로 수정하게 되었다. 1차 분석 결과에 기반하여 수정된 분석 틀을 기준으로 세 명의 연구자가 각자 데이터

를 꼼꼼하게 읽어나가며 2차 분석을 하였다. 모든 분석 과정에서 각 연구자가 개별적으로 분석한 후 연구자 간 논의 과정을 거치면서 의견이 일치하지 않는 경우 원자료에 대한 토의를 반복하여 합의의 이르는 방식으로 분석 결과의 타당도를 높이려고 노력하였다.

## III. 연구 결과 및 논의

과학 수업에서 실감형 콘텐츠를 활용하는 초등 교사의 인식과 요구는 첫째, 실감형 콘텐츠 활용 실태, 둘째, 실감형 콘텐츠 활용에 대한 인식과 어려움, 셋째, 실감형 콘텐츠 활용을 위한 연구 영역으로 구분하여 결과를 분석하고 종합하였다. 각 영역은 다시 2~3개의 세부 주제로 구분하여 기술하였다.

### 1. 실감형 콘텐츠 활용 실태

#### 1) 초등 교사가 활용하는 실감형 콘텐츠의 자원

초등 교사가 과학 수업에서 가장 많이 활용한 실감형 콘텐츠는 과학 디지털교과서에서 제공하는 실감형 콘텐츠(VR, AR, 360°)(Fig. 1)와 ‘사이언스레벨업(<https://sciencelevelup.kofac.re.kr/>)<sup>2)</sup>(Fig. 2)에서 제

Table 2. Preliminary Analysis Framework and Examples of Coding

면담 전사본	개인 특성	실감형 콘텐츠의 활용			인식과 어려움			연수 인식	
		종류	방식	주제	이유, 효과, 장점, 반응	적절한 주제	좋은 콘텐츠 의 특징	어려운 점, 유의점, 필요한 지원	내용 방식
연구학교를 거의 5년 내내 했기 때문에, 디지털 교과서 안에 실감형 콘텐츠나 그런 쪽은 계속 사용했고		디지털 교과서의 실감형 콘텐츠							
사실 실감형 콘텐츠라는 게 단순히 지식을 그냥 배우는 것보다는 뭔가 이렇게 체험을 하거나 뭔가 이렇게 경험을 하면서 배운 지식이 오래 간다는 그런 게 있잖아요.					체험, 경험 통해 오래 기억				
제가 봤을 때는 실감형 콘텐츠는 그러니까 교실에서 직접 체험을 할 수 없는,			체험 불가능 가능한 주제		체험 불가능 한 것을 체 험할 수 있 게 해주는	체험 불가능 한 것을 체 험할 수 있 게 해주는			
이게 생각보다 제가 한창 사용할 때는 이게 교육용으로 딱 적합하게 막 나오는 케이스들이 별로 없었어요.							적합한 교육용 콘텐츠 부족		

공하는 실감형 콘텐츠였다. 우선 초등 교사가 많이 활용하고 있는 과학 디지털교과서는 2015 개정 과학과 교육과정에 기반하여 만들어진 서책형 교과서의 교과 내용에 용어 사전, 멀티미디어 자료, 평가 문항, 보충·심화 자료와 같은 학습 자료가 추가로 제공되며 학습 커뮤니티 ‘위두랑’과 연계하여 사용할 수 있는 장점이 있다(교육부와 한국교육학술정보원, 2021). 2018년부터 초등학교 3, 4학년 과학 교과서에 수록된 교과 학습 내용에 맞춰 제작된 가상현실과 증강현실을 도입한 과학 디지털교과서가 학교 현장에 보급되었으며 2022년 현재 초등학교 3~6학년 과학 디지털교과서에 가상현실, 증강현실, 360° 사진/영상 콘텐츠가 계속 확대 제공되고 있다. 연구에 참여한 교사 대부분이 디지털교과서 시범/연구/선도학교에서 3~5년 근무한 경험이 있었기 때문에 자연스럽게 디지털교과서를 많이 사용하였고 디지털교과서 내 실감형 콘텐츠를 활용하기 위해 ‘실감형 콘텐츠’ 앱(Fig. 3)을 사용하고 있었다. 또, 초등 교사들이 많이 사용한 실감형 콘텐츠는 한국과학창의재단에서 구축한 ‘사이언스레벨업’에서 제공하는 여러 가지 개별 증강현실, 가상현실 앱이었다. ‘사이언스레벨업’은 기존의 ‘과학기술 백두대간’

사이트를 개편한 것으로 2016년 2월에 오픈하였다. 즉, 2018년부터 실감형 콘텐츠를 제공한 과학 디지털교과서보다 먼저 실감형 콘텐츠를 제공하고 있었으며 연구에 참여한 교사들이 많이 활용한다고 언급한 콘텐츠 역시 ‘사이언스레벨업’ 오픈 초기, 2017년 1월부터 제공한 ‘AR 빛 실험실’ 콘텐츠(Fig. 4)였다. ‘AR 빛 실험실’ 외에도 2020년부터 제공된 ‘AR 동물관찰’ 콘텐츠 역시 교사들이 많이 활용한다고 언급하였다. ‘사이언스레벨업’과 과학 디지털교과서에서 제공하는 실감형 콘텐츠를 교사들이 많이 활용한 것은 교사들이 가장 먼저 접한 콘텐츠이자 교육부와 한국과학창의재단과 같은 국가기관에서 교과 학습 내용에 맞춰 개발하여 제공하였기 때문이라 판단되었다.

한편, 특정 기관에서 제공하는 콘텐츠가 아닌 교사가 개별적으로 검색하여 사용하는 인기 앱은 3개 정도로 공통되게 언급되었다. 교사들은 생물 관련 학습을 위해 ‘해부학-3D 아틀라스(Atlas)’, ‘휴먼 아나토미 아틀라스(Human Anatomy Atlas)’ 앱을 사용하였으며, 지구과학 관련 학습을 위해 ‘SolarAR’ 앱을 사용하였다. 또 몇몇 교사(3명은 구글(Google)에서 제공하는 구글 스트리트뷰(street view), 구글

2) 2022년 4월 15일 기준으로 사이언스 레벨업 사이트 통합 이전이 이루어지고 있으며(2022.04.15. ~ 약 한 달간), 통합 이후에는 사이언스올(www.scienceall.com) > 과학체험 > 실감형 콘텐츠에서 기존의 실감형 콘텐츠를 이용할 수 있다.

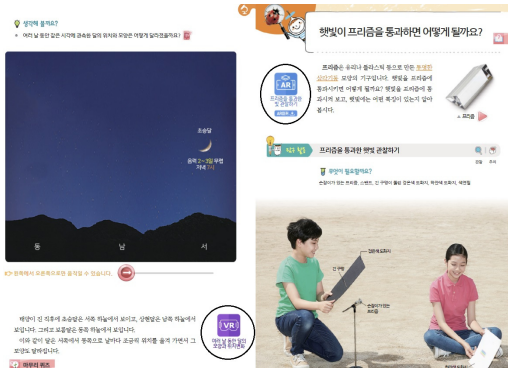


Fig. 1. An example of Elementary Science Digital Textbook

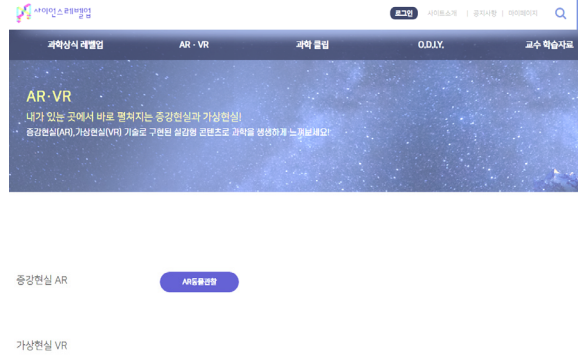


Fig. 2. Sciencelevelup Website (<https://sciencelevelup.kofac.re.kr/>)

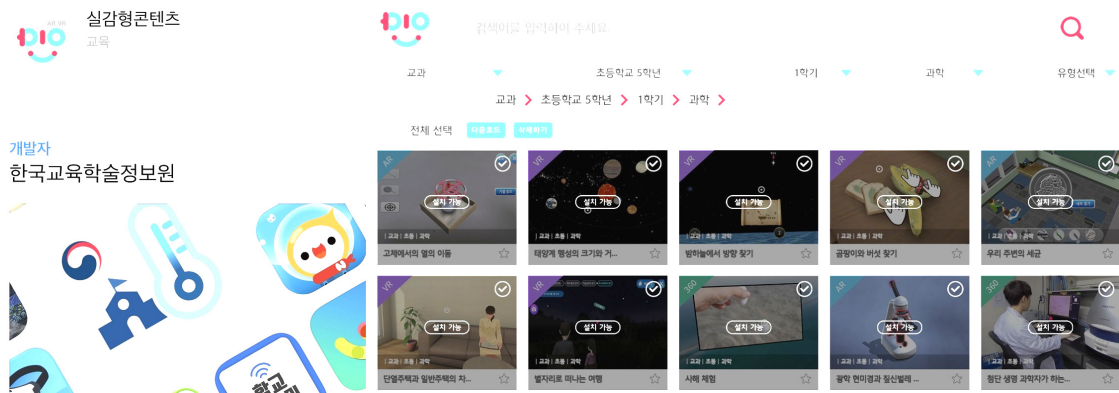


Fig. 3. 'Realistic contents' App developed by Korea Education and Research Information Service (KERIS)

어스(earth), 구글 아트앤컬처(artsandculture), 2021년 6월 30일에 비활성화된 익스페디션(Expeditions)과 같은 콘텐츠를 활용하기도 하였다.

초등 교사들은 이미 제작되어 제공되는 실감형 콘텐츠를 활용할 뿐만 아니라 학생들과 직접 가상 현실을 제작하는 활동도 하였다. 이때 교사들은 대부분 가상현실 제작 도구로 '코스페이스스 에듀

(CoSpaces Edu)'를 활용하고 있었다. 또 한 교사에게 국한된 사례이기는 하지만 그린스마트 학교를 운영하는 초등 교사의 경우 지스페이스(zSpace)사의 XR 장치를 활용하여 지구, 태양계 행성, 생물 등을 생생하게 관찰하기도 하였다.

연구 결과, 초등 교사들이 과학 수업에서 활용하는 실감형 콘텐츠가 과학 디지털교과서와 사이언스

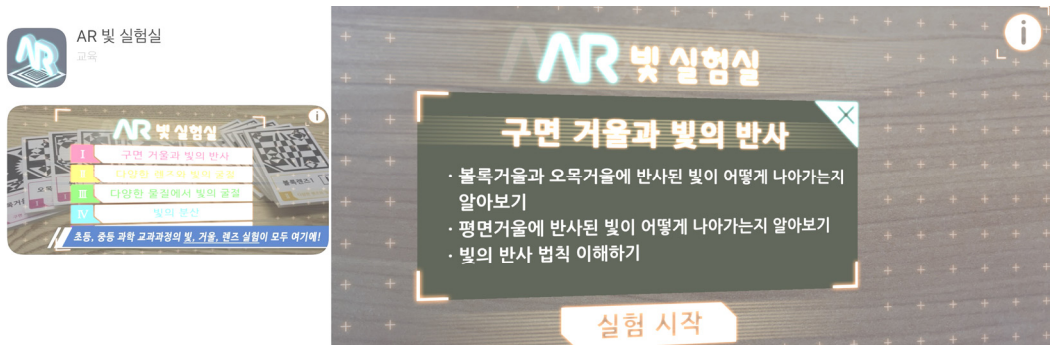


Fig. 4. 'AR Light laboratory' App developed by Korea Foundation for the Advancement of Science & Creativity (KOFAC)

레벨업에서 제공하는 콘텐츠에 다소 국한되어 있다는 점을 알 수 있었다. 이는 디지털교과서에 수록된 실감형 콘텐츠를 활용하여 과학 수업을 수행한 경험이 있는 교사를 연구 참여자로 선정했기 때문이라고도 해석될 수 있다. 하지만 증강현실과 가상현실 콘텐츠 이해 및 교육적 활용 방안에 대한 연구(한국교육학술정보원, 2017)와 VR·AR을 활용한 실감형 교육 콘텐츠 정책 동향 및 사례 분석에 대한 연구(정보통신산업진흥원, 2019)에서 파악된 교육용 콘텐츠로는 구글 익스페디션(Expeditions)과 디지털 교과서의 실감형 콘텐츠 정도밖에 없었으므로 실제로 학교 현장에서 초등 교사들이 활용할 수 있는 실감형 콘텐츠의 자원이 상당히 제한적이라고 생각되었다. 디지털교과서와 사이언스레벨업에서 실감형 콘텐츠를 제공하기 전부터 다양한 테크놀로지를 결합한 과학 융합 수업에 관심을 가지고 관련 수업을 많이 실행해 온 초등 교사를 대상으로 한 이 연구 결과를 통해 초등 교사들이 활용할 수 있는 좋은 실감형 콘텐츠의 자원이 굉장히 부족하다는 점을 한번 더 확인할 수 있었다고 생각된다.

A교사: 사실 디지털 교과서가 아니더라도 융합인재교육 파트 할 때 VR, AR 해가지고 그런 거 활용해서 하는, 앱 활용해서 하는 수업들. 그런 것들은 사실 13년 14년도부터 시작을 했었거든요. [...] 그 체험형이나 그런 만들어진 콘텐츠를 가지고 학생들을 이제 교육을 시키는 경우가 있고, 또 가상 현실이나 증강현실도 약간 창작 형태로 그걸 활용해서 학생들이 산출하는 경우가 두 가지 케이스로 나뉘는 것 같은데, 이게 생각보다 제가 한창 사용할 때는 이게 교육용으로 딱 적합하게 막 나오는 케이스들이 별로 없었어요. 교육 콘텐츠는 더더욱 그랬고요.

H교사: 학생들이 직접 보거나 좀 돌려볼 수 있는 것들로 콘텐츠를 찾아보고 있습니다. 그런데 지금도 VR이 메타버스에서 많이 이슈가 되고 있잖아요. 근데 정말 이제 이슈가 돼서 좀 쓰려고 찾아보면 교육적인 거는 정말 몇 개 없고요. 아니면 그런 것들은 대부분 좀 유료거나, 또 만드는 데가 극히 제한적이다 보니까 대부분 결제를 해오 결제를 해야 된다거나 이런 문제들이 조금 걸려서... 저히도 지능형 과학 수업 구축하려고 또 이제 오클러스 VR이나 이런 것들을 지금 구매하려고 준비를 하고 있거든요.

## 2) 초등 교사의 활용 목적에 따른 실감형 콘텐츠 유형

초등 교사가 과학 수업에서 활용한 실감형 콘텐츠는 과학 디지털교과서 내 실감형 콘텐츠, 사이언

스레벨업에서 제공하는 콘텐츠, 교사가 개별적으로 검색하여 사용하는 콘텐츠로 구분할 수 있었고 직접 소프트웨어를 이용해서 가상현실이나 증강현실 콘텐츠를 학생들이 제작하는 경우도 있었다. 다음으로 교사들이 활용하고 있는 실감형 콘텐츠를 활용한 목적에 따라 분류하고자 하였다. 실감형 콘텐츠의 유형은 구분 목적에 따라, 기반 이론에 따라 다양한 방식으로 구분할 수 있을 것이다. 하지만 이 연구에서는 교사들이 활용하는 실감형 콘텐츠에 대해 ‘어떤 주제와 관련된 과학 수업에서 실감형 콘텐츠를 사용하였나요?’와 같은 면담 질문에 대한 교사의 응답에 기반하여 실감형 콘텐츠의 유형을 귀납적으로 도출하였으며 활용 목적에 따라 ‘탐구형’, ‘방문형’, ‘제작형’으로 분류할 수 있었다. 첫째, ‘탐구형’은 학생들이 관찰하는데 긴 시간을 요구하는 주제와 실험 혹은 관찰이 어려운 주제에 관한 것이었다. 교사들은 동물의 한살이, 식물의 한살이, 달의 위상 변화, 태양 남중고도 변화, 시간에 따른 태양 위치 변화, 구름/비/눈이 만들어지는 과정과 같이 학생들이 직접 관찰할 수는 있지만 관찰하는데 긴 시간이 요구되는 주제의 과학 수업을 할 때 실감형 콘텐츠를 사용하였다. 또, 사막에 사는 식물, 우리 몸 내부 관찰, 화산 활동과 같이 직접 관찰하거나 실험하는 것이 불가능한 주제를 다룰 때 실감형 콘텐츠를 사용하였으며 빛의 굴절과 반사 주제의 경우 학생들이 실험하는 것이 가능하지만 학생들이 명확한 실험 결과를 관찰하는 것이 어려워서 실감형 콘텐츠를 사용하고 있다고 하였다. 둘째, ‘방문형’은 학생들이 직접 가보는 것이 불가능하거나 가보는 것이 어려운 장소를 쉽게 방문할 수 있다는 장점이 있어 실감형 콘텐츠를 사용한다고 하였다. 교사들은 실감형 콘텐츠를 활용하여 자연사 박물관이나 과학관 같은 곳에 간접적으로 방문해 볼 수 있는 경험을 학생들에게 제공하거나 학생들과 직접 현장 체험을 하러 가기 전 원활한 현장 체험을 위하여 해당 현장 체험 장소에 대한 정보를 실감형 콘텐츠를 통해 안내하기도 하였다. 셋째, ‘제작형’으로 교사들은 ‘코스페이스스 에듀’를 활용하여 학생들이 직접 가상 공간을 구현하는 기회를 제공하였는데 학생들이 상상력을 발휘하여 공통 세상을 구현해 볼 수 있게 하거나 생태계 공간을 만들어보는 활동을 하기도 하였다. 또한, 학생들이 자신이 관심 있는 과학 관련 주제 전시관을 직접

제작해 볼 수 있도록 하기도 하였다.

초등 교사들이 과학 수업에서 활용한 실감형 콘텐츠의 세 가지 유형별로 다루었던 주제를 2021년 기준 초등학교 3~6학년 과학 교과서 내용에 기반하여 ‘운동과 에너지’, ‘물질’, ‘생명’, ‘지구와 우주’ 영역으로 나눠 살펴보면 Table 2와 같았다.

초등 교사들은 대부분 ‘탐구형’ 실감형 콘텐츠를 사용하고 있었으며 그에 해당하는 주제는 생명 영역과 지구와 우주 영역이 많은 부분을 차지하고 있었다. 이는 초등학교 과학에서는 관찰과 실험 활동이 많은 부분을 차지하고 있는데 생명 영역과 지구와 우주 영역의 경우 학생들이 직접 관찰하거나 체험하기 어려운 경우가 많아 해당 영역의 과학 수업에 흥미를 갖기 어렵고 그로 인해 과학 수업을 이해하는 데 어려움을 겪기 때문으로 생각되었다. 그 외 ‘방문형’과 ‘제작형’에서는 특정 영역의 주제보다는 통합 영역의 주제를 많이 다루고 있음을 알 수 있었다.

B교사: 저희가 네 가지 영역을 가르치잖아요. 지구, 물리, 생물, 화학 영역, 이렇게 네 영역을 과학에서 가르치고 있는데 사실 화학 같은 경우는 학생들이 실험하는 게 많이 나와요. 재미있어하고 또 이해도 잘하죠. 그런데 지구 영역이나 이런 생물 영역 같은 경우는 아이들을 실험할 수도 없고 실제로

볼 수 없기 때문에 이거를 되게 재미없어 하고 이해하기도 어려워하거든요. 근데 실감형 콘텐츠 같은 경우는 그런 것들을 좀 많이 도와주죠.

한편, ‘탐구형’에 해당하는 ‘운동과 에너지’ 영역의 주제는 5명의 교사가 빛의 반사와 굴절에 대한 과학 수업을 할 때 실감형 콘텐츠를 활용한다고 응답하였으며, 5명의 교사 모두 사이언스레벨업에서 제공하는 ‘AR 및 실험실’ 콘텐츠를 활용하고 있었다. ‘물질’ 영역의 경우 1명의 교사만이 면담에서 언급하였는데 디지털교과서에서 제공하는 ‘물의 상태변화 이용’ 증강현실 콘텐츠를 활용하였으며 학생들이 우리 생활에서 물의 상태변화가 일어나는 상황을 찾아보고 재미있게 가상으로 체험해 볼 수 있는 활동이 가능해서 사용하고 있었다고 답하였다. 생명 영역과 지구와 우주 영역에서는 교사에 따라 다양한 주제의 실감형 콘텐츠를 사용하고 있는 것으로 나타났다.

### 3) 초등 교사가 실감형 콘텐츠를 활용하는 방식과 교육 환경

연구 참여 교사들은 다양한 시범/연구/선도학교에서 근무하였거나 현재 근무하고 있었기 때문에 실감형 콘텐츠를 활용하기에 적합한 교육 환경에서 근무

Table 3. Realistic content types according to purpose of utilization

콘텐츠 유형	탐구형	방문형	제작형
개요	· 관찰하는 데 긴 시간을 요구하는 주제 · 관찰/실험이 어렵거나 실험 결과가 뚜렷하게 관찰되지 않는 주제	· 직접 방문하기 어려운 공간을 교실에서 간접적으로 방문	· 코스페이스스 등을 활용하여 가상 공간을 학생들이 제작
운동과 에너지	· 빛의 반사나 굴절 과정 관찰	-	-
물질	· 물의 다양한 상태를 간접 관찰	-	-
생명	· 다양한 동·식물 모습을 긴 시간 동안 관찰 · 다양한 환경에 사는 식물의 모습 관찰 · 신체 내·외부 기관, 근육, 심장, 소화 과정 및 혈액 순환 과정 관찰	-	· 생태계 공간 제작
영역	· 강이나 바닷가 주변의 지표 관찰 · 지층이나 화석 관찰 · 화산, 용암, 화산분출물 관찰 및 체험	· 자연사 박물관 방문 · 과학관 방문	-
지구와 우주	· 지구, 달, 달의 위상 변화 관찰 · 태양, 행성, 별자리, 천체, 우주 관찰 · 태양 남중고도 변화, 계절 변화 관찰 · 구름, 비, 눈 만들어지는 과정 관찰	-	-
통합	· 공룡 관찰 · 핀치새 관찰 · 다양한 형태의 에너지 간접 체험 및 관찰	· 현장 체험 학습 사전 지도	· 공룡 세상 재현 · 학생별 관심 있는 주제로 가상 전시관 꾸미기 활동





Fig. 5. Marker-based augmented reality content

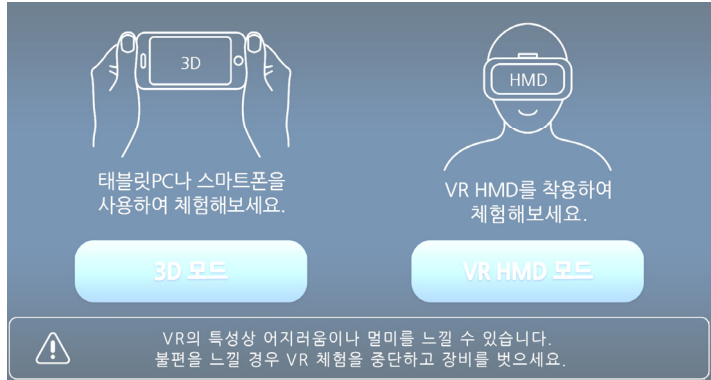


Fig. 6. Two ways to use virtual reality content

무한 경우가 많았다. 더욱이 2020년 발생한 COVID-19로 인해 학교 현장은 비대면 수업이 가능한 인프라를 갖춰야만 했고 그 결과 대부분 학교에 무선 인터넷망이 설치되고 학생 1인당 1개의 태블릿을 사용할 수 있게 되어 교사가 학생들과 실감형 콘텐츠를 활용하기에 좋은 교육 환경이 구축되어 있다고 답하였다. 하지만 시범/연구/선도학교가 아니거나 2020년 이전에는 개별 교실이나 학교에 무선 인터넷망이 설치되어 있지 않은 경우도 많아 인터넷 접속이 가능한 교사의 스마트폰을 모뎀으로 활용하여 학생들이 인터넷에 접속하는 방식으로 실감형 콘텐츠를 활용하기도 하였고 학생이 사용할 수 있는 기기가 부족한 경우, 휴대전화 공기계를 교사가 직접 구입해서 수업에서 사용하기도 하였다.

교사들이 실감형 콘텐츠를 활용한 방식은 증강현실 콘텐츠와 가상현실 콘텐츠로 나뉘어 살펴볼 수 있었다. 증강현실 콘텐츠의 경우, 교사들이 활용하는 증강현실 콘텐츠는 대부분 마커(Marker) 기반 콘텐츠<sup>3)</sup>였기 때문에 수업에서 필요한 마커를 교사가 학생들에게 개별적으로 나누어 준 뒤 콘텐츠를 사용할 수 있게 하거나(Fig. 5), 교실 앞쪽 큰 화면에 마커를 띄워놓고 활용하였다. 비대면 수업의 경우 학생들에게 미리 마커를 나눠주고 학생들이 각자 집에서 증강현실 콘텐츠를 활용할 수 있게 하였다.

가상현실 콘텐츠의 경우 콘텐츠마다 사용 방식이 다르지만, 교사들이 많이 활용하는 디지털교과서 내의 가상현실 콘텐츠의 경우는 두 가지 모드, ‘VR

HMD 모드’와 ‘3D 모드’로 활용할 수 있다(Fig. 6). VR HMD 모드는 HMD(Head Mounted Display, 안경처럼 착용하고 사용하는 영상표시장치) 기기를 사용하여 콘텐츠를 활용하는 방식이며 3D 모드는 VR HMD 모드로 활용할 수 없는 경우, 자이로스코프 센서(gyroscope sensor)가 내장된 스마트폰이나 태블릿으로 콘텐츠를 활용하는 방식이다(Fig. 6). 연구 결과, 두 가지 모드에 따라 교사들의 활용 방식이 달랐으며, VR HMD 모드로 실감형 콘텐츠를 활용하는 경우 학교 현장에는 고가의 HMD 기기가 갖춰진 경우가 거의 없었기 때문에 대안으로 구글 카드보드(Google Cardboard)를 직접 만든 후, 가상현실 체험용으로 구입한 공기계 휴대전화를 끼워서 사용하기도 하지만(Fig. 7), 교사들은 구글 카드보드를 통한 가상현실 콘텐츠의 활용에 만족하지 못하였으며 사용하는 데에 번거로움을 느껴 활용의 빈도수가 낮았다. 대신 교사들이 근무하고 있는 학교에 학생들이 개별적으로 활용할 수 있는 태블릿이 보급된 경우가 많았기 때문에 주로 태블릿을 사용하여 가상현실 콘텐츠를 3D 모드로 체험하는 방식으로 활용하고 있었다(Fig. 8). 3D 모드로서의 가상현실 콘텐츠를 체험하는 것은 조작(manipulation), 감각화(sensitization), 상호작용(interaction)과 같은 가상현실 매체의 특징(한정선과 이경순, 2001)을 제대로 활용한 것이 아니라는 한계를 지닌다고 볼 수 있다. 하지만 가상현실의 유형은 HMD, 포지션 트래킹 도구(position tracking devices), 3D 그래픽스(graphics), 사

3) 2022년 6월 초 기준, 디지털교과서 내 증강현실 콘텐츠를 마커 없이도 활용할 수 있도록 업데이트 진행 중이지만 초등학교 과학 3~6학년의 모든 증강현실 콘텐츠가 업데이트된 것은 아니다. 예를 들어, 4학년 1학기 지층의 생성과정 콘텐츠는 현재 마커 없이도 사용할 수 있지만, 6학년 1학기 프리즘을 통과한 빛 관찰하기 콘텐츠는 여전히 마커가 필요하다.



Fig. 7. Google cardboard  
(from [https://arvr.google.com/intl/ko\\_kr/cardboard/](https://arvr.google.com/intl/ko_kr/cardboard/))

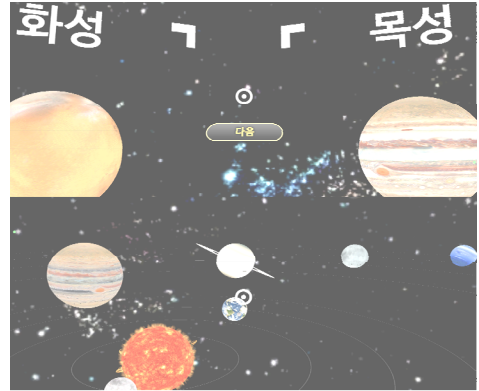


Fig. 8. Screen view when using virtual reality content in 3D mode

운드 등을 기반으로 몰입할 수 있는 경험을 제공하는 몰입(immersive)형 외에도 특별한 입출력 장치 없이 컴퓨터 모니터 상의 화면을 보면서 마우스를 통해 조정하는 방식인 윈도우(window)형, 네트워크를 통해 다수의 사용자가 가상 공간에 동시에 접속하는 형태의 사이버스페이스(cyberspace)형, 움직임을 감지하는 센서가 장착된 옷을 입은 사용자의 동작이 화면에 나타나고 마치 화면상의 인물이 움직이는 것처럼 보이는 월도우(waldo)형(Brill, 1994) 등의 여러 형태를 포함하기도 한다. 또한, 제한적인 환경인 학교 현장에서 가상현실 콘텐츠를 윈도우형 혹은 사이버스페이스형에 해당하는 3D 모드 방식으로 체험하도록 안내하는 것은 교사 입장에서 현실적인 방안이라고 생각되었다.

## 2. 실감형 콘텐츠에 대한 인식과 어려움

### 1) 초등 교사가 인식하는 실감형 콘텐츠 활용의 교육적 효과와 장점

연구자가 교사들에게 했던 ‘과학 수업에서 실감형 콘텐츠를 활용한 이유가 무엇일까요?’, ‘과학 수업에서 실감형 콘텐츠의 역할은 무엇일까요?’, ‘과학 수업에서 실감형 콘텐츠를 활용하는 것이 교육적으로 어떠한 효과가 있을까요?’, ‘과학 수업에서 실감형 콘텐츠를 활용했을 때 좋았던 점은 무엇일까요?’와 같은 면담 질문에 대한 응답에 기반하였을 때 초등 교사들이 인식한 실감형 콘텐츠 활용의 교육적 효과와 장점은 크게 세 가지로 범주화되었다.

첫째, 초등 교사들은 과학 수업에서 실감형 콘텐

츠를 활용하면 학생들이 과학 학습 내용을 쉽게 배울 수 있고, 과학 학습 내용을 이해하는 데 도움이 된다고 하였다. 결과적으로 학생들이 배운 내용을 오래 기억할 수 있다는 장점이 있다고 인식하고 있었다.

G교사: 영상으로 보고 그랬는데 이제 부리를 만져보고 지렁이를 먹는 거 이런 걸 보면서 아이들이 더 실제로 이걸 보니까 이해가 더 잘 됐어요. 특히 화산재 같은 경우는 용암 같은 경우. 그런 거는 이제 물론 직접적으로 이렇게 만져보지는 않지만 되게 그런 콘텐츠를 가져왔을 때는 아이들이 이해가 잘 됐다고.

이처럼 학생들이 쉽게 배우고, 내용을 더 잘 이해하며, 오래 기억할 수 있는 이유에 대해서는 실감형 콘텐츠가 관찰 불가능한 과학 현상을 간접적으로 관찰할 수 있게 해주며, 더 나아가 감각 기관을 사용하는 체험 및 조작 활동을 가능하게 해주기 때문이라고 생각하고 있었다. 또한, 실감형 콘텐츠를 활용하면 실제로 실험 수행이 어려운 경우 실험 결과를 명확하게 관찰할 수 있게 도와주기 때문에 학생이 학습 내용을 더 잘 이해할 수 있게 된다고 인식하였다.

J교사: 예를 들어서 빛 같은 경우도 우리가 실험을 좀 해보지만, 사실은 정확하게 잘 안 보이잖아요. 상황에 따라서도 실험이 잘 안 되기도 하고 주변의 환경이라든지 프리즘 수업 같은 경우도 대표적인데 프리즘 수업 같은 경우도 사실은 햇빛에 그날의 어떤 상태라든지 또는 준비된 재료라든지 여러 가지 면에서 잘 안 되고 할 수 있는데 그런 어떤 제약을 극복할 수도 있고 또는 태양계라든지 또는 사람의 이 안에 사

람의 구조와 구조화 장기화 이런 것들이라든지 이런 것들을 확인해본다. 이런 거는 거의 사실은 아이들에게는 불가능한 어떤 상황들 그런데 그걸 내가 직접 관찰해보고 싶은 대로 조작도 해보고 그럴 수 있기 때문에 더 의미 있고.

둘째, 초등 교사들은 과학 수업에서 실감형 콘텐츠를 활용하면 학생들의 과학 수업에 대한 흥미와 호기심이 유발될 수 있으며, 학생들이 과학 수업을 재미있게 느끼고 적극적으로 수업에 참여할 수 있게 해주는 원동력이 된다고 하였다. 결과적으로 학생들이 수업에 좀 더 집중하고 몰입하며 과학 수업에 대한 긍정적 태도를 함양할 수 있다고 인식하였다.

A교사: 엄청 집중해서 수업에 참여하죠. [...] 생각보다 애들이 많이 생활 속에서 많이 접하지 못하는 경우들이 많아요. 그래서 굉장히 신기해하고요. 거의 다른 생각을 하거나 다른 걸 하는 친구가 없죠.

C교사: 상호작용을 할 수 있는 요소가 있다 보니까 학생들이 적극적으로 참여를 하게 된다 이런 장점이 있는 것 같아요.

더 나아가 과학 수업에서 실감형 콘텐츠를 활용해서 교사와 학생 간 혹은 학생 간 협업 활동도 가능하며, 학생 중심 탐구와 자기 주도 학습 또한 가능할 수 있다고 인식하였다.

I교사: 학생들이 굉장히 흥미를 가지고서 참여할 수 있게 한다는 게 가장 큰 장점이었고 자기 스스로 이렇게 보면서 물론 이제 흥미로 끝나는 것이 아니라 거기다 조금만 조금 정성을 해서 하게 된다면 자기 주도적인 학습이 가능하다고 생각을 합니다. 그런 화면들을 보게 하고 그거를 캡처해서 올리고 그걸 해서 이유라든지 설명 댓글을 달게 하면은 굉장히 아이들이 흥미를 가지고서 하더라고요. 그렇게 올리게 되면은 서로 또 주고받게 된다면 협력 수업도 가능하고.

셋째, 초등 교사들이 생각하는 실감형 콘텐츠 활용의 장점은 시각적 실재감(visual realism)을 통한 몰입(immersion)이었다. 즉, 실감형 콘텐츠를 통해 학생들이 생생하고 입체적인 관찰 및 실험을 할 수 있으며, 생생하게 체험할 수 있어 콘텐츠 자체와 과학 수업에 몰입할 수 있다는 점을 장점으로 꼽았다.

A교사: 정말 화면 안에 작은 그림이랑 내 눈앞에 이게 실제처럼 보이는 거는 굉장히 다르다고 생각을 하거든요. 그리고 이게 애들한테 평면으로 느껴지는 거랑 입체로 느껴지는 건 굉장히 다른 것 같아요. [...] 정말 애들이 일단은 흥미, 몰입,

재미. 이거는 정말 애들이 진짜 확 올라오는 것 같고요.

초등 교사들은 과학 수업에서 실감형 콘텐츠를 활용했을 때의 교육적 효과와 장점을 인지적 측면, 정의적 측면, 시각적 실재감 측면에서 인식하고 있음을 알 수 있었다. 교사가 인식하는 인지적 측면에서의 효과는 육안으로 쉽게 관찰할 수 없는 현상, 개념, 사건 등을 탐구할 수 있는 환경이 조성되어(EI Sayed *et al.*, 2011; Wu *et al.*, 2013), 학생들이 과학적 현상을 이해하는 데 도움이 된다(Kamarainen *et al.*, 2013; Lu & Liu, 2015)는 선행 연구 결과와도 일치하였다. 또한, 실감형 콘텐츠를 활용함으로써 학생들의 흥미(Zhang *et al.*, 2014), 학생 간 상호작용(Kamarainen *et al.*, 2013), 학생과 교사 간 상호작용(Zarraonandia *et al.*, 2013)이 증대되어 결과적으로 정의적 측면에서의 장점이 있음(Dede, 2009)을 교사들 역시 인식하고 있었다. 종합적으로, 교사들은 실감형 콘텐츠 활용을 통해 학생들이 입체감, 생생함, 현장감을 느낄 수 있는 몰입형 학습 환경과 상호의존적인 협동 활동이 가능한 환경이 조성되어 비관적 사고와 탐구를 통한 인지적 효과와 상호작용과 의사소통을 기반으로 하는 정의적 효과가 나타날 수 있는 것(Dunleavy *et al.*, 2009; Lähtevänoja *et al.*, 2021)으로 인식함을 알 수 있었다.

## 2) 초등 교사가 인식하는 실감형 콘텐츠 활용 시 유의 사항

초등 교사들에게 실감형 콘텐츠 활용 시 유의할 점에 대해 질문한 결과 교사의 입장과 학생의 입장 두 가지 측면에서 유의점을 말하였다. 교사를 위한 유의점은 세 가지였으며 첫 번째는 과학 수업에서 다루려는 주제가 실제 실험이 가능한 것인지를 판단한 후 실감형 콘텐츠를 사용해야 할지를 판단해야 한다는 점이었다. 초등 교사들은 실제로 실험이 가능한 것은 학생들이 직접 실험하는 것이 제일 좋은 교수·학습 방법이며 실제로 실험하는 것이 불가능하거나 어려운 경우 실감형 콘텐츠를 활용하는 것이 좋다고 하였다.

B교사: 처음에는 이제 실험할 수 있는지 없는지를 먼저 판단해 봐야 될 것 같아요. 실험할 수 있는 콘텐츠라고 하면은 실험을 먼저 하는 것을 중점을 두고, 그 다음에 실감형 콘텐츠를 활용하는 것이 좋을 것 같고, 만약에 이제 실험을 통해서

학생들이 명확하게 알 수 있을 때에는 실감형 콘텐츠를 활용하는 것보다 실험한 내용을 토대로 이제 정리하는 것이 훨씬 더 효과적이겠지만, 실험을 했음에도 불구하고 그것이 학생들이 눈으로 확인하기 어렵거나 그런 것들이 있을 때는 실감만 콘텐츠를 곁들여서 활용을 해야 한다고 말씀을 드리고 싶네요.

두 번째는 실감형 콘텐츠에 대해서 실감형 콘텐츠를 위한 과학 수업이 아닌 과학 수업을 위한 실감형 콘텐츠로 인식해야 한다고 하였다. 학생들에게 단순히 재미를 주기 위한 목적으로 실감형 콘텐츠를 사용하는 것이 아니라 수업 목표나 성취 기준을 달성하기 위해서 실감형 콘텐츠를 사용해야 하므로 실감형 콘텐츠를 가지고 어떻게 교수 설계를 할지에 대한 충분한 고민이 필요하며, 수업 목표에 맞게 실감형 콘텐츠를 활용하기 위해서 꼼꼼한 수업 계획이 필요하다는 점을 강조하였다.

A교사: 그러한 콘텐츠를 사용하고 와 재미있다 하고 끝나면 안 될 것 같고 저희가 왜 그 차시의 학습 목표가 있잖아요. 그래서 그 목표에 도달하기 위해서 사실 실감형 콘텐츠를 사용하는 거지, 제가 아까 이게 주제가 전도돼서 실감형 콘텐츠를 쓰기 위해서 수업을 하면 안 된다고 생각을 하거든요.

세 번째는 교사가 수업을 실행하기 전 실감형 콘텐츠를 조작하고 사용하는 데 익숙해져야 하며, 실감형 콘텐츠를 활용하는 수업에 대한 준비가 필요하다고 하였다. 그 과정을 통해 실제 수업에서 발생할 수 있는 다양한 상황과 문제를 먼저 예상해 볼 수 있고 대처 방안을 미리 준비할 수 있으며 좀 더 학생들에게 유의미한 과학 수업이 될 수 있다고 하였다.

I교사: 첫 번째는 실감형 콘텐츠에 대해서 미리 한번 사용해 봐야 한다. 선생님이 수업을 준비하다 보면 이제 선생님들이 미리 계획을 해야 하는데 3D나 이런 실감형 콘텐츠 같은 경우에 세부 콘텐츠 내용을 모르게 된다면 할 수 있는 게 거의 드물어요. 만약에 미리 보지 못하게 된다고 한다면 '그냥 봐라' 이렇게 되는 거죠.

실감형 콘텐츠를 수업에 활용할 때의 제한점에 관한 선행 연구들은 주로 학생 측면에서 고려해야 할 점들을 다루었으며, 교사 측면에서의 제한점으로는 많은 학생을 대상으로 하는 수업에는 적절하지 않은 점(Chang *et al.*, 2015)과 관련 테크놀로지를 활용하는 교사의 능력의 중요성(Dunleavy *et al.*,

2009) 정도만이 언급되었다. 하지만 연구 결과, 초등 교사들은 수업 준비 단계에서 해당 수업 주제와 목표를 달성하기 위해 실감형 콘텐츠의 활용이 필요한지를 판단하는 것이 중요하며 수업 목표에 맞게 실감형 콘텐츠를 활용할 수 있도록 치밀한 수업 계획이 필요하다는 점을 중요하게 인식하였다.

초등 교사들이 생각하는 학생을 위한 유의점은 세 가지로 정리되었다. 첫째, 학생들이 실감형 콘텐츠를 활용하는데 필요한 기기에 익숙해지도록 연습해 볼 수 있는 충분한 시간을 제공해야 하며 기기를 사용하는 방법에 대한 안내가 필요하다. 둘째, 실감형 콘텐츠를 활용하기 위해서는 핸드폰이나 태블릿을 필수적으로 사용할 수밖에 없으므로 적절한 통제를 위한 규칙을 정하는 것이 필요하고, 규칙을 지키는 연습이 필요하다는 점이었다.

H교사: 처음에는 좀 이제 좀 어수선하고 좀 정리가 안 되는 게 좀 있어요. 그리고 아무래도 하다 보면 첫 시간은 저도 이걸 할 때 한두, 세 시간 좀 길게 생각하고 하거든요. 첫 시간에 '안 돼요', '뭐가 안 돼요' 그러면 그거 봐주고 그다음에 좀 어수선하고 난 뒤 이제 진짜 애들이 정말 보고 하게 되면 보고, '관찰한 거 쓰라' 그러면 그냥 일반적인 사진이나 영상 보고 하는 것보다 더 집중하고 재미있었다고 얘기를 하더라고요.

셋째, 실감형 콘텐츠 중 가상현실 콘텐츠는 구글 카드보드나 HMD를 사용해야 하는데 그런 기기를 착용하게 되면 학생의 시야가 가려지게 되므로 책상이나 벽과 같은 곳에 부딪히는 일이 발생하지 않도록 안내해야 하며 학생 단독으로 사용하기보다는 조별 활동으로 계획하여 안전 문제가 발생하는 것을 미리 방지해야 한다. 또한, 가상현실 콘텐츠를 활용하기 위해 HMD 기기를 사용하는 경우 어지러울 수 있다는 점을 반드시 안내해야 함을 강조하였다.

F교사: 간혹 이런 게 있습니다. 디지털교과서 연구학교랑 선도학교 할 때 설문이 항상 있어요. 어지러운 온 학생들이 있나를 꼭 파악을 해야 되거든요. 그래서 그것도 이제 염두해서 파악을 하는데 반마다 한두 명은 좀 어지러워서 좀 오랫동안 못 본 학생들이 VR 같은 경우, AR은 괜찮은데 그런 학생들이 좀 있었던 것 같고요. 그다음에 그 외에는 이제 좀 시간 지나면 다들 적응해서.

초등 교사들이 강조하는 유의사항을 교사 측면과 학생 측면에서 살펴보았지만 가장 강조된 유의

점은 교사의 노력과 인내였다. 기존 과학 수업과는 다른 실감형 콘텐츠를 활용하기 위한 수업을 계획하고 준비하는 교사의 노력은 기본적으로 필요하며, 교사와 학생 모두에게 생소한 방법과 기기를 사용하는 수업이라는 점에서 교사 자신의 인내뿐만 아니라 학생들에게 실감형 콘텐츠 활용에 대한 충분한 안내가 이루어지고 학생들에게 기기에 적응하고 기기를 사용하는 수업에 익숙해질 수 있는 시간을 충분히 제공해야 한다는 점 역시 중요한 유의사항이었다(Squire & Jan, 2007).

B교사: 이게 선생님들이 벽에 한 번씩 부딪히다가 '역시 안 되는구나'라고 하면서 포기하시는 분들이 많은데, 사실은 이게 벽을 한 번 뚫고 학생들이 이것을 학습하는 도구라고 인식을 하게 되면 학생들이 그런 것을 장난친다거나 떨어뜨린 다거나 이런 것들은 없거든요. 그래서 학습 훈련이나 그리고 학습 훈련이 좀 필요하고 물론 학습 훈련이 필요하고, 교사에게는 그런 과정들을 좀 더 안내할 수 있는 그런 것들이 좀 필요한 것 같아요.

### 3) 초등 교사가 인식하는 실감형 콘텐츠 활용 시 어려움

초등 교사들이 과학 수업에서 실감형 콘텐츠를 활용하면서 겪는 어려움은 크게 콘텐츠와 관련된 어려움과 교육 환경 및 인프라와 관련된 어려움으로 구분되었다. 콘텐츠와 관련된 어려움은 첫째, 과학 수업 내용에 적합한 양질의 교육용 콘텐츠가 매우 부족하다는 점이었다. 현실적으로 교육용으로 개발된 콘텐츠(예: 디지털교과서 내 실감형 콘텐츠) 즉 과학 수업 목표를 달성할 수 있는 콘텐츠의 양이나 종류가 매우 부족하다고 인식하였다. 둘째, 기존에 개발된 다양한 실감형 콘텐츠에 대한 홍보가 부족하며, 기존에 개발된 실감형 콘텐츠의 목록과 정보가 제대로 정리되어 있지 않다는 점이었다. 현실적으로 디지털교과서 연구/선도학교, 소프트웨어 교육 선도학교, 온라인 콘텐츠 활용 교과서 선도학교와 같은 학교에서 근무한 경험이 없는 교사들은 디지털교과서나 디지털교과서에서 제공하는 실감형 콘텐츠의 존재를 모르는 경우가 많고, 관련된 연수를 받은 경험이 적으므로 이에 대한 홍보가 필요함을 강조하였다. 또한, 교사들이 생소한 실감형 콘텐츠를 자신의 수업에 적용해보기 위해서는 교사 개인의 시간을 투자해서 콘텐츠를 검색하고 연구물 등을 찾아야 하는데 그것만을 위해 시간과 노

력을 투자하기에는 어려움이 많으므로 수업에 활용할 수 있는 양질의 콘텐츠의 목록과 정보를 정리한 자료를 제공해준다면 도움이 된다고 하였다. 셋째, 기존에 개발된 실감형 콘텐츠를 활용할 수 있는 구체적인 수업 사례 예시가 부족하다는 점이었다. 어떤 수업 주제에 어떤 콘텐츠를 사용하는 것이 좋은지 파악하는 것이 어려우므로, 특정 콘텐츠를 활용하여 어떤 식으로 수업할 수 있는지에 대한 안내가 필요하고 우수 실감형 콘텐츠 활용 수업 사례를 정리하여 학교 현장에 알리는 것이 필요하다고 하였다.

다음으로, 교육 환경과 인프라와 관련된 어려움은 유용성/편리성(Usability), 자원(Resources), 기술상 문제점(Technical problem), 기술 지원(Technical support)으로 구분되었다. 첫째, 유용성/편리성(Usability) 측면에서는 디지털교과서 사이트 이용과 실감형 콘텐츠 활용을 위한 앱 사용과 관련된 어려움을 겪고 있었다. 디지털교과서 내 실감형 콘텐츠를 사용하기 위해서는 학생들이 디지털교과서 사이트에 가입해야 하는데 그 과정이 복잡하며 가입한 이후에도 학생들이 아이디나 비밀번호를 생각내지 못하는 경우 교사가 바로 해결해줄 수가 없다고 하였다. 또한, 디지털교과서에서 제공하고 있는 실감형 콘텐츠를 이용할 수 있는 '실감형 콘텐츠' 앱이 안정적으로 구동되지 않을 때가 종종 있으며 콘텐츠를 실행하는 과정에서 조작이 제대로 되지 않는다거나 조작 방식이 불편한 경우가 있었다.

F교사: 제일 큰 단점이 학생들 회원 가입이에요. 회원 가입하는 거랑 그다음 아이디 그다음 비밀번호. 학생들이 아이디랑 비밀번호 관리가 안 됩니다. 부모님이 만들어줬을 때는 선생님의 비번을 찾아줄 수가 없고. 학교에서 또 일괄로 만들어 줄 때는 부모님도 동의받아서 또 pdf 떼가지고 에듀넷에 보내야 하고 또 받아서 하고. 선생님이 아이들 비번 관리하면 학생들이 가끔 또 이게 몇 달에 세 달에 한 번씩인가 비번을 바꾸라고 나와요. 그럼 학생들 또 바꿔요.

둘째, 자원(Resources) 측면에서 학교에 실감형 콘텐츠를 활용하기 위한 기기와 환경이 충분히 구축될 필요성을 강조하였다. 고성능의 무선 인터넷(wifi) 환경, 학생 1명당 1개의 태블릿 제공, 미러링(mirroring)을 가능하게 해주는 도구 제공 등이 기본적으로 구비되어야 한다고 하였다. 환경이 갖춰지고 태블릿이 제공되고 있다고 하더라도 지속해서

기기의 업데이트가 필요하다고 하였다. 또한, 구글 카드보드를 통한 가상체험 체험은 질이 좋지 못하기 때문에 제대로 된 가상현실 체험을 위해서는 오쿨러스 퀘스트(Oculus Quest)와 같은 VR 기기가 갖춰지기를 원하였다. 하지만 이러한 자원 측면이 지원되기 위한 예산 지원이 충분하지 못할뿐더러 예산이 있다고 하더라도 교사가 원하는 기기를 구입하는 것에 제한이 많다고 하였다.

F교사: 예를 들어, 학교에 1천만 원 정도의 예산이, 만약에 특정 교육을 하라고 해서 1천만 원이 왔는데, '그 예산으로 스마트 패드를 다 사겠습니다' 하면은 교육청에서 돈을 안 줘요. 특이하게 교육청이 장비를 사는 거에 대해 제한을 많이 둡니다.

셋째, 기술상 문제점(Technical problem) 측면에서 특정 핸드폰이나 특정 태블릿에서 실감형 콘텐츠 활용을 위한 앱이 잘 구동되지 않는 문제가 발생하기도 하며 앱을 깔아놓은 기기의 성능이 좋지 못한 경우 앱을 내려받는 데 시간이 오래 걸리기도 하며 앱을 실행해도 오류가 나는 경우도 많았다. 또 다른 기술상 문제점으로는 개별 교실에 무선 인터넷(wifi)이 설치되어 있음에도 불구하고 수업 도중에 태블릿에 인터넷이 연결되지 않거나 하는 문제가 생기기도 하였다.

J교사: 요즘에 콘텐츠가 안드로이드용과 아이폰용으로 또 이렇게 나눠질 수도 있잖아요. 어떤 콘텐츠는 아이폰에서 안 된다든지 그런 문제, 기기들에서 다 문제가 있는지 없는지 체크해 보는 것도 중요하고 [...] 아이들의 가정 환경이나 아니면 가정에서의 교육 방침 이런 거에 따라서 콘텐츠가 구현이 안 되는 디바이스들을 가지고 있는 아이들도 있어요. 선생님 폰에서는 되는데, 학생 폰에서 안 돼. 왜냐면 학생이 가지고 있는 기기가 아주 보급형이라든지, 여러 가지 센서라든지 여러 가지 칩이 안 되든지 이럴 수 있거든요. 그런 것들도 고려하지 않으면 거기서 갑자기 소외되는 아이가 생길 수가 있거든요.

넷째, 교사들은 실감형 콘텐츠 활용을 위한 각종 기기를 관리하고 유지하는데 필요한 인력이 부족하여 어려움을 겪고 있었다. 교사가 기존에 해오던 수업이 아닌 실감형 콘텐츠를 활용한 과학 수업을 계획하고 실행하기 위해서는 교사 개인적인 노력과 시간 투자가 필수인데 이러한 교수 설계뿐만 아니라 관련된 기기를 관리하고 업데이트하는 것까

지 교사가 신경 쓰는 것은 어려움이 많다고 하였다.

H교사: 일단은 패드는 항상 업데이트가 돼야 하잖아요. 근데 이것을 누군가는 관심을 가지고 적어도 필요한 걸 계속 업데이트하고 관리를 해줘야 되는데 이게 또 시간이 한 두세 시간 걸리거든요. 그러면 이 사람이 업무를 만약에 다른 학교도 그렇게 좀 그런 분이 계시다면 선생님들은 그런 기기에 대한 것들을 좀 내려놓고 교수 설계에 좀 더 초점을 둘 수 있으니까 좀 더 좋은 수업 이런 것들이 좀 더 나올 수 있지 않을까라는 생각이 들긴 합니다.

초등 교사들이 인식하는 교육 환경과 인프라와 관련된 어려움 중 자원 측면에서의 어려움, 특히 고가의 장비 구입과 그것을 가능하게 해주는 예산 확보의 문제는 실감형 콘텐츠를 활용하는 환경에서는 항상 제기되는 것이었으며(Furió *et al.*, 2013), 실감형 콘텐츠를 활용하기 위한 어플리케이션의 사용성과 그와 관련된 각종 기술상 문제점은 선행 연구에서도 지속적으로 언급된 사항이었다(Akçayır & Akçayır, 2017; Chang *et al.*, 2015; Lin *et al.*, 2011; Wu *et al.*, 2013). 하지만 이러한 어려움 외에도 초등 교사들은 현실적으로 수업 시간에 활용할 수 있는 질 좋은 실감형 콘텐츠가 부족하다는 점과 실감형 콘텐츠 활용을 위한 각종 기기에 대한 관리와 유지 보수 측면에서의 어려움 또한 겪고 있음을 알 수 있었다.

#### 4) 초등 교사가 인식하는 좋은 실감형 콘텐츠의 특징

초등 교사들이 생각하는 좋은 실감형 콘텐츠의 특징은 상호작용이 가능한 콘텐츠, 학생들의 탐구 활동을 보조해주는 콘텐츠, 사용하기 쉽고 용량이 크지 않아 빨리 그리고 안정적으로 구동되는 콘텐츠 세 가지로 나타났다. 우선 상호작용할 수 있는 콘텐츠는 세 가지 의미로 언급되었는데 첫째, 학생들이 단순히 수동적으로 관찰하는 것에 그치는 것이 아니라 조작할 수 있으며 학생(사용자)의 의도나 방향성이 반영될 수 있는 즉, 학생과 실감형 콘텐츠 간의 상호작용이 가능한 콘텐츠가 좋은 콘텐츠라고 많은 교사가 언급하였다. 둘째 기존의 실감형 콘텐츠는 학생 각자가 실감형 콘텐츠를 독립적으로 사용하는 방식이지만 실감형 콘텐츠 내에서 학생끼리 혹은 교사와 학생 간 상호작용이 가능한 실감형 콘텐츠가 개발되었으면 좋겠다고 하였다.



셋째, 학생의 손동작을 인식하고 반응하는 등으로 학생(사용자)의 신체 활동을 수반하는 방향으로 실감형 콘텐츠가 개발되기를 원한다고 하였다.

B교사: 지구나 아니면 빛 실험이나 이런 여러 가지 콘텐츠를 우리가 받아들이는 것이 아니라 아이들이 실제로 실험을 해 본다거나 조작해본다거나 체험한다거나 아니면 아이들이 그곳에 가본다거나 하는 사용자의 원가 의도나 방향이 있어요. 그렇기 때문에 아이들이 되게 재밌어하고 좋아하는 것 같아요.  
E교사: 개념보다는 상당히 흥미 위주로 되다 보니까 좀 그런 부분이 요새도 실감형 콘텐츠가 아쉬운 점이 그 부분이 되게 커요. 실제로 아이들이 발표를 해서 동작을 해가지고 움직여서 그거에 반응을 하거나 그 반응에 대해서 답을 할 수 있게끔 이 반응형 형태가 좀 많이 없거든요.

다음으로 교사들은 학교 교실에서 실험하는 것이 어렵거나 체험하기 어려운 것을 가능하게 해주는 실감형 콘텐츠 즉, 학생들의 탐구 활동을 보조해주는 콘텐츠가 좋은 콘텐츠라고 인식하고 있었다.

C교사: 오래 걸린다든지 아니면 직접 관찰하는 것이 어려운, 예를 들어서 지구의 모습에서 사막이라든지 강이라든지 호수라든지 이런 것들을 직접 가면 좋지만 직접 가지 못하는 경우가, 직접 가지를 못하잖아요. 그런 경우에는 이렇게 실감형 콘텐츠를 활용하는 것이 좋겠다는 생각이 들고 [...] 이게 적합한 분야다가 아니라 학생들에게 꼭 필요하지만 여건상 체험하기가 어려운 것들, 실험이라든지 어려운 것들을 실감형 콘텐츠로 제작을 하면 학생들에게 교육적인 효과를 기대해 볼 수가 있다.

마지막으로 교사들은 사용하기 쉽고, 앱 자체 용량이 크지 않아 빨리 구동되며 안정적으로 구동되는 콘텐츠를 선호하였다.

J교사: 아이들이랑 선생님들이 잘 사용할 수 있으면 좋은 콘텐츠겠죠. 근데 그 좋은 콘텐츠라는 게 너무 무겁지 않고 콘텐츠를 구동하는 데 굉장히 또, 이게 무거우면 되게 힘들잖아요. 디바이스에서 무겁지 않으면서 그러니까 예를 들어서 요즘에 제가 AR 동물 관찰이라는 툴을 많이 소개를 하는데, 이 툴은 굉장히 빨리 구동이 되는데 데이터가 없어도 구동이 돼요. 와이파이기가 없어도, 와이파이기가 없고 인터넷이 있지 않아도 프로그램을 한 번 설치하고 나면 바로바로 구현되고. 그리고 그 안에서 하나 가지고 여러 가지 것을 할 수가 있어요. 그러면 활용도가 높잖아요.

요컨대, 교사들은 교수·학습 상황에서 수업 목

표를 달성하는 데 도움이 되며 학생들이 주도적으로 참여하는 탐구 활동과 상호작용을 가능하게 해주는 실감형 콘텐츠를 좋은 콘텐츠라고 하였고, 직관적으로 사용할 수 있으며 기술적으로 안정적으로 구동되는 앱이 좋은 콘텐츠라고 인식하였다.

### 3. 실감형 콘텐츠 활용을 위한 교사 연수에서의 요구 사항

과학 수업에서 실감형 콘텐츠의 활용을 돕고 활성화하는 방안으로서의 교사 연수에 대한 초등 교사들의 요구를 조사하기 위해 ‘실감형 콘텐츠와 관련된 교사 연수에서 다루어야 할 내용은 무엇인지’, ‘실감형 콘텐츠와 관련된 교사 연수가 진행된다면 어떠한 연수 방식이 좋은지’라는 면담 질문을 하였으며, 교사들의 응답에 기반하여 초등 교사들이 인식하는 과학 수업에서 실감형 콘텐츠 활용을 위한 교사 연수를 내용적 측면과 방법적 측면으로 두 가지로 범주화하였다.

#### 1) 교사 연수의 내용 측면

초등 교사들은 과학 수업에서 실감형 콘텐츠를 활용하기 위한 지원으로 교사 연수 과정에서 네 가지 측면으로 지원이 필요하다고 하였다. 첫 번째로 질 좋은 실감형 콘텐츠에 대한 정보가 제공되기를 원하였다. 현재 다양한 실감형 콘텐츠가 개발되고 있지만, 교육용으로 적합하게 만들어진 콘텐츠 즉, 특정 차시의 수업 목표를 달성하는 데 도움이 되는 콘텐츠나 과학 수업에서 다룰 수 있는 매력적인 주제를 다루고 있는 콘텐츠가 부족하므로 학교 현장에서 활용할 수 있는 수업 주제에 적합한 질 좋은 실감형 콘텐츠의 정보가 제공되기를 바랐다. 두 번째로 실감형 콘텐츠를 활용한 구체적인 수업 사례 중심으로 교사 연수가 이루어져야 한다고 하였다. 단순히 과학 수업에서 활용할 수 있는 실감형 콘텐츠를 소개해주는 것에 그치는 것이 아니라 특정 실감형 콘텐츠를 어떤 주제의 과학 수업에 어떻게 활용할 수 있는지 즉, 수업에서의 실제 활용 방식과 예시를 안내해주시기를 원하였다. 또한, 특정 실감형 콘텐츠를 활용할 때의 팁과 유의사항 등을 안내해주시기를 원하였다.

D교사: 수업의 어떤 차시에 어떤 프로그램을 어떻게 사용하면 도움이 된다는 어떤 수업 사례에 대한 노하우를 전달해

주는 연수가 있으면 더 좋을 것 같거든요. 저는 그런 연수는 그렇게 많이 받아본 적은 없는 것 같아요.

세 번째로는 실감형 콘텐츠 유형별로 적용해 볼 수 있는 수업 모형이 제공되기를 원하였다. 기존에 개발되어 있는 실감형 콘텐츠의 유형을 분류한 후 해당 콘텐츠의 유형(예: 체험형, 탐구형, 탐방형)에 맞는 가능한 수업의 모습이나 예시 혹은 수업 프로그램을 개발하여 제공해주는 것이 좋다고 하였다. 네 번째로는 실감형 콘텐츠를 활용하는 데 필요한 기기의 구입, 사용, 관리 및 운영에 대한 정보에 대한 안내가 필요함을 강조하였다. 실감형 콘텐츠를 활용한 과학 수업이 이루어지기 위해서는 실감형 콘텐츠 자체도 중요하지만, 그것을 이용할 수 있는 환경이 갖춰져야 하므로 환경 구축을 하는 방법이나 사후 관리에 대한 것도 교사 연수에서 안내가 되기를 원하였다. 특히, 어떤 기기를 어디서, 어떻게 사야 하는지에 대한 정보와 구입 이후 관리 방법에 대한 정보를 교사 연수에서 다뤄주기를 원하였다.

A교사: 콘텐츠를 쭉 놓고 그 콘텐츠마다 유형을 나누고. 체험형, 탐구형, 탐방형 이렇게 약간 유형을 나누고 그 유형 밑에 여러 콘텐츠가 들어가겠죠. 그랬을 때 탐방형의 경우에는 수업 진행할 때 이렇게 처음에는 이렇게 가고 중간에 이렇게 하고 이런, 왜 공식 같은 유형 모델 이런 거 있으면 [...] 이게 보통 테크는 환경 구축이나 관리 이런 것들도 좀 필요합니다. 선생님들은 그런 것도 물어보거든요 '뭐 사야 돼요?', '수업하려면 기기 뭐 사야 돼요?', '학교에서는 뭘 구축해야 돼요?', '뭘 마련해야 돼요?' 이런 거. 왜냐하면 사실 선생님들이 이거 기기 사시고 이런 거 잘 모르시거든요.

이러한 네 가지 측면에서의 지원이 필요하다고 교사들이 언급하였지만, 그 외에도 교사 연수에서 기본적으로 가상현실과 증강현실의 기본 원리에 대한 설명도 필요하며 과학 수업에서 실감형 콘텐츠를 활용했을 때의 효과와 장점이 있다는 점을 알려줘서 교사 스스로가 자신의 과학 수업에서 실감형 콘텐츠를 활용하고자 하는 동기가 생길 수 있도록 해야 한다고 하였다. 이러한 동기가 유발되기 위해서는 앞서 언급된 네 가지의 지원, 질 좋은 실감형 콘텐츠 정보 안내, 구체적인 수업 사례 제시, 실감형 콘텐츠 유형별 수업 모형 제시, 실감형 콘텐츠 활용을 위한 환경 구축과 관련된 정보 제공이 뒷받침되는 것이 필요하다고 하였다.

## 2) 교사 연수의 방법 측면

초등 교사들은 과학 수업에서 실감형 콘텐츠를 활용하는 데 도움이 되는 세 가지 방식의 교사 연수를 제안하였다. 첫 번째는 교사가 직접 체험을 해보고 실습을 해보는 방식의 교사 연수였다. 증강현실 콘텐츠의 경우 핸드폰이나 태블릿 등의 기기와 마커를 가지고 직접 체험해보고 가상현실 콘텐츠의 경우 구글 카드보드나 최신 기기인 오클러스 퀘스트(Oculus Quest)를 사용해서 직접 체험해보며 이 과정을 통해 현재 개발되어 있는 다양한 실감형 콘텐츠를 직접 사용해보는 실습이 필요하다고 하였다. 다음으로 실습을 해본 콘텐츠가 활용된 수업 사례를 살펴보고 자신만의 수업을 계획해보고 교사들끼리 공유하고 토론하는 시간이 중요하다고 하였다. 한편, 교사 연수에 참여한 교사가 실감형 콘텐츠를 활용한 과학 수업에서 학생으로 참여해보며 수업을 경험해보는 과정도 필요하다고 하였다.

C교사: 그 무엇보다도 선생님들이 직접 해봐야 돼. 직접 할 수 있는 그런 시간을 마련을 해야죠. 직접 조작을 해야 돼요. 그래서 선생님들이 학생의 입장이 되어서. 학생의 입장이 되어서 이제 선도 교사가. 선도 교사라든지 아니면 연수 강사가 나서서 연수 강사는 선생님의 역할을 하는 거죠.

두 번째로 교사들이 원한 교사 연수 방식은 참여자 맞춤형이었다. 참여자 맞춤형 방식은 다시 동·학·교·동·학년 연수와 수준별 연수로 나뉘었다. 교사들은 교사 연수에서 일반적인 실감형 콘텐츠 정보와 활용에 대한 연수가 아닌 학교에 돌아가서 바로 활용해볼 수 있는 즉, 자신이 맡은 담당 학년의 과학 수업 주제에 직접적으로 활용할 수 있는 실감형 콘텐츠를 체험해보고 실습해보기를 원하였다. 한편 교사 수준별로 교사 연수가 이루어지면 더 효율적으로 교사 연수가 이루어질 수 있다고 하였다. 특히 실감형 콘텐츠를 포함한 테크놀로지를 활용한 과학 수업과 관련해서는 교사마다 활용 능력에서 차이가 크기 때문에 기본 연수에서는 실감형 콘텐츠 소개, 교육적 효과, 수업 사례 등을 안내하고 심화 연수에서는 코스페이스스 에듀(CoSpaces Edu), 블렌더(Blender), 유니티(Unity)와 같은 실감형 콘텐츠를 제작할 수 있는 도구에 대한 소개와 실습이 이루어질 수 있다고 하였다.



G교사: 어떤 형태의 연수가 더 바람직하면, 내가 지금 4학년이예요, 그럼 4학년 선생님들만 모이는 거죠. 더 바람직한 거는 학교 단위로 모이는 거죠 [...] 어떻게 모집을 해야 되냐면 연수 받을 사람은 지금 과학을 가르치는 사람만 와야 돼요. 교사: 급을 나눠서 하는 것도 좋을 거라는 생각이 드네요. 좀 처음 사용해보는 교사들, 그다음에 이제 중급 단계, 고급 단계로 나눠서 급별로 나눠서 뭔가 거기에 맞추는 연습을 제작하는 것도 좋을 거라는 생각이 듭니다.

세 번째로 교사들이 제안한 교사 연수 방식은 지속 가능하고 계속 확장될 수 있는 교사 연수 방식이었다.

일회성으로 그치는 연수가 아닌 매 연수에 참여했던 모든 교사가 만들어낸 수업 계획 및 사례와 같은 결과물을 연수 공유 플랫폼에 공유하고, 연수 참여 후 학교 현장에 돌아가서 실제 과학 수업을 하면서 개발한 수업 사례를 지속적으로 공유 플랫폼에 업데이트하고 공유하는 방식의 교사 연수 방식을 제안하였다. 이런 방식으로 교사 연수가 이루어져야 과학 수업에서 실감형 콘텐츠를 활용하는 교사들이 더 많이 늘어날 수 있음을 강조하였다.

A교사: 이제 (학교에) 가서 수업에 적용시켜야 되잖아요. 그랬을 때 이렇게 계속 이게 끈이 이어지도록, 예전에 어떤 수업 같은 경우에는 그렇게 해가지고, 약간 연수를 길게 잡으셔가지고 실제 배운 다음에 학교 현장에 가서 적용을 하고 그 결과물을 다시 공유하는 것까지를 포괄하는 연수가 있어요. 이제 그게 좀 약간 스트레스일 수도 있지만 실제로 선생님들께서 이 수업 되게 좋다 공감하고 이 결과물도 이렇게 서로 공유하고 이런 것들에 대해서 공감을 하시면서.

#### IV. 요약 및 시사점

이 연구에서는 과학 수업에서 실감형 콘텐츠를 활용한 경험이 많은 초등 교사를 대상으로 심층 면담을 통해 실감형 콘텐츠의 활용에 대한 인식과 요구 사항을 분석하였다. 구체적으로 (1) 과학 수업에서 초등 교사는 주로 어떠한 실감형 콘텐츠를, 어떠한 방식으로 활용하고 있는지, (2) 과학 수업에서 실감형 콘텐츠 활용에 대한 초등 교사의 인식과 어려움은 무엇인지, (3) 과학 수업에서 실감형 콘텐츠 활용을 위한 연수에서의 초등 교사의 요구 사항은 무엇인지에 관해 알아보았다. 연구 결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 실감형 콘텐츠 활용 실태 측면의 결과는 다음과 같다. 초등 교사는 주로 디지털교과서와 ‘사이언스레벨업’에서 제공하는 실감형 콘텐츠를 사용하였다. 특정 기관에서 제공하는 콘텐츠가 아니라 개별적으로 검색하여 앱을 사용하는 경우에는 ‘해부학-3D 아틀라스’, ‘휴먼 아나토미 아틀라스’, ‘SolarAR’ 앱 등을 사용하였으며, 일부 초등 교사는 ‘코스페이스 시스 에듀(CoSpaces Edu)’를 사용하여 학생들과 직접 실감형 콘텐츠를 제작하기도 하였다. 초등 교사가 활용하는 실감형 콘텐츠 유형은 활용 목적에 따라 ‘탐구형’, ‘방문형’, ‘제작형’으로 분류할 수 있었는데, ‘탐구형’ 콘텐츠 활용이 가장 많았다. 또한, ‘탐구형’ 콘텐츠는 ‘운동과 에너지’, ‘물질’ 영역보다는 ‘생명’, ‘지구와 우주’ 영역에서 다양한 콘텐츠가 활용되고 있었다. 연구에 참여한 모든 초등 교사들은 무선 인터넷망이 설치되고 학생 1인당 1개의 태블릿을 사용할 수 있는 학교 환경에서 실감형 콘텐츠를 사용하고 있었다. 마커 기반의 증강현실 콘텐츠 사용을 위해 교사들은 수업 전에 미리 마커를 인쇄하여 나눠주고 수업을 하였으며, 가상현실 콘텐츠는 HMD 기기의 부족과 구글 카드보드의 저품질 때문에 3D 모드로 사용하는 것을 선호하였다.

둘째, 실감형 콘텐츠 활용에 대한 인식과 어려움 측면의 결과는 다음과 같다. 초등 교사들은 실감형 콘텐츠 활용의 장점으로 과학 내용 이해에 도움, 흥미와 호기심 유발, 실제감을 통한 몰입을 언급하였다. 실감형 콘텐츠 사용 시 교사의 유의사항으로는 실험이 가능한 것은 실감형 콘텐츠가 아니라 실제 실험으로 할 것, 과학 수업의 수업 목표나 성취 기준을 달성하기 위해서 실감형 콘텐츠를 사용할 것, 교사가 실감형 콘텐츠의 내용과 조작에 익숙해야 할 것을 제안하였다. 또한, 실감형 콘텐츠 사용 시 학생을 위한 유의점으로는 기기에 익숙해질 수 있는 충분한 시간을 제공할 것, 적절한 통제를 위한 규칙을 정할 것, HMD 사용 시 안전에 유의할 것, 어지러울 수 있음을 안내해야 할 것을 제안하였다. 초등 교사들은 실감형 콘텐츠와 관련된 어려움으로 과학 수업 내용에 적합한 양질의 교육용 콘텐츠가 매우 부족하다는 점, 기존에 개발된 다양한 실감형 콘텐츠에 대한 홍보 부족과 목록이 정리되어 있지 않다는 점, 기존에 개발된 실감형 콘텐츠를 활용할 수 있는 구체적인 수업 사례의 예시가 부족한 점을 지적하였다. 또 교육 환경 및 인프라

와 관련된 어려움으로는 유용성/편리성, 자원, 기술상 문제점, 기술 지원을 지적하였다. 초등 교사들은 상호작용이 가능한 콘텐츠, 학생들의 탐구 활동을 보조해주는 콘텐츠, 사용하기 쉽고 용량이 크지 않아 빨리 그리고 안정적으로 구동되는 콘텐츠를 좋은 실감형 콘텐츠라고 인식하고 있었다.

셋째, 실감형 콘텐츠 활용을 위한 지원과 교사 연수 측면의 결과는 다음과 같다. 초등 교사들은 연수 내용 측면에서 질 좋은 실감형 콘텐츠에 대한 정보의 제공, 구체적인 수업 사례 중심의 연수, 실감형 콘텐츠 유형별로 적용해볼 수 있는 수업 모형의 제공이 필요하다고 하였다. 또한, 기기의 구입, 사용, 관리 및 운영에 대한 정보 안내가 필요함을 강조하였다. 연수의 방법 측면에서는 교사가 직접 체험해보고 실습을 해보는 연수, 동 학교·동 학년 연수와 수준별 연수 등의 참여자 맞춤형 연수, 매년 자료가 누적해서 쌓일 수 있는 지속·확장 가능한 교사 연수가 필요하다고 생각하였다.

연구 결과를 바탕으로 이 연구에서는 초등 과학 교육을 위한 실감형 콘텐츠 활용과 관련하여 다음의 시사점을 도출할 수 있었다. 첫째, 다양한 실감형 콘텐츠, 질 높은 과학 콘텐츠의 개발 및 보급이 필요하다. 초등 교사들은 주로 디지털교과서나 ‘사이언스레벨업’에서 제공하는 프로그램을 주로 사용하였다. 또한, 개별적으로 검색하여 사용하는 앱도 거의 동일한 앱을 사용하고 있다는 점에서 실감형 콘텐츠에 대한 교사의 선택지가 다양하지 못함을 알 수 있다. 좀 더 다양한 유형과 다양한 주제의 과학 콘텐츠가 개발되고 활용되는 가운데 콘텐츠의 질이 높아지는 효과도 기대할 수 있을 것이다. 특히, 교사들은 새로 개발되는 콘텐츠는 수업에 직접 활용할 수 있도록 수준이 높아야 할 뿐 아니라 구체적인 수업 사례와 함께 소개되어야 한다고 생각하였다. 이처럼 실감형 콘텐츠 활용을 위해 ‘학생 특성 및 교육과정에 맞는 사용 가능한 콘텐츠 개발 및 지원’에 대한 요구는 특수교사를 대상으로 한 김우리와 옥민욱(2021)의 연구에서도 찾아볼 수 있다. 이러한 콘텐츠의 개발은 실감형 콘텐츠의 적용을 막는 다양한 방해 요인인 아이디어의 부족과 준비 시간의 부족 등(Alfalah, 2018)을 극복하는 기회를 제공할 수 있을 것이다. 덧붙여 초등 교사들이 인식하는 좋은 콘텐츠의 특징 즉, 상호작용이 가능한 콘텐츠, 학생들의 탐구 활동을 보조해주는 콘텐

츠, 사용하기 쉽고 용량이 크지 않아 빨리 그리고 안정적으로 구동되는 콘텐츠를 고려하여 새로운 콘텐츠 개발이 이루어져야 할 것이다.

둘째, 실감형 콘텐츠 활용을 촉진하기 위해서는 기기 관리 및 운영에 대한 정보의 안내 및 지원이 필요하다. 선행 연구에 따르면 교사는 ‘테크놀로지 기자재 지원 및 환경 구성’이 실감형 콘텐츠 활용을 위해 매우 중요하다고 인식하였는데(김우리와 옥민욱, 2021), 이 어려움은 최근 많이 개선되고 있음을 이 연구 결과에서 확인할 수 있다. 최근 와이파이가 태블릿이 많이 보급되면서 학교 현장은 실감형 콘텐츠를 활용하기에 좋은 환경이 되어가고 있다. 최근에는 마커가 없이 구동할 수 있는 증강현실 콘텐츠가 개발되면서 증강현실 콘텐츠 활용의 현실적 어려움은 많이 개선되고 있다. 가상현실 콘텐츠의 경우 HMD의 보급 부족으로 인해 제한적으로 ‘3D 모드’로 콘텐츠를 활용하고 있다는 점을 고려할 때, 조만간 HMD의 보급이 추가로 이루어진다면 실감형 콘텐츠의 교실 현장 적용을 위한 물리적인 인프라는 상당 수준 마련된 것으로 볼 수 있을 것이다. 다음으로는 이것들을 어떻게 관리하고 운영할지에 대한 정보가 체계적으로 전달되고 이것들을 지원한 인력이 지원되어야 할 것이다. 초등 교사들이 어려움과 지원에 대한 요구를 말할 때 기술 지원이나 사용 관리 및 운영에 대한 정보의 안내가 필요한 점을 강조하여 말한 것을 통해 이를 알 수 있다. 실제로 개인적으로 테크놀로지를 잘 활용할 수 있는 사람 일지라도 교육적 목적으로는 테크놀로지를 잘 활용하지 않는 경향이 있으므로(Hughes et al., 2015), 테크놀로지의 교육적 활용을 위해서는 개인적 활용을 위한 지원과 다른 차원의 지원이 제공될 필요가 있다. 하지만 일반적인 기술적 지원(교육용 소프트웨어의 구비, 인프라 및 장비의 구비)의 증가가 실감형 콘텐츠 활용 수업의 빈도를 직접적으로 늘리지는 않으므로(장재홍 등, 2020), 이 연구에서 언급된 것처럼 교사의 기술적 어려움을 맞춤형으로 지원해 줄 수 있는 인력 및 기술 지원 방안을 마련하기 위한 고민도 같이 수행되어야 할 것이다.

셋째, 실감형 콘텐츠 활용을 위한 교사 연수의 형태는 참여자 맞춤형 연수가 적합하다. 수준별로는 우선 실감형 콘텐츠와 수업 모형 및 구체적인 수업 사례를 소개하는 기본 연수와 자신의 수업에 필요한 실감형 콘텐츠를 직접 제작하는 방법을 소개하는

심화 연수의 두 단계로 연수를 진행할 수 있을 것이다. 또한, 동 학교·동 학년 교사를 대상으로 하는, 소규모 학교 내 연수의 형태로 운영될 수 있을 것이며 이때는 수요자의 요구에 따라 바로 적용할 수 있는 완성된 자료를 제공하는 방식의 연수를 진행할 수 있을 것이다. 이처럼 수업에 바로 적용할 수 있는 수업 자료를 직접 제공해 달라는 요청(주미경 등, 2013)과 교과별, 학교급별, 학년별로 세분화한 연수에 대한 요구(권민경과 유미현, 2013)는 다양한 영역의 교사 연수 요구에 관한 선행 연구에서도 찾아볼 수 있다. 이 연구에서 특징적으로 나타난 것은 자신의 수업에 맞는 실감형 콘텐츠를 제작하고자 하는 교사의 요구가 드러났다는 것이며 이와 관련된 추후 연구가 수행될 필요가 있다.

인공지능, 사물인터넷, 가상현실, 증강현실 등 다양한 첨단 테크놀로지가 학교 현장에 빠르게 도입되고 있는 상황에서 실제 이러한 테크놀로지를 활용해 본 교사의 경험과 인식은 특정 테크놀로지의 효과적 활용 방안과 이와 관련된 교육 연구 방향, 교사 교육 방향에 많은 시사점을 줄 수 있다. 이 연구에서는 실감형 콘텐츠 활용 경험이 많은 초등 교사를 대상으로 하여 실감형 콘텐츠의 활용에 대한 인식과 요구 사항을 분석하였다. 소수의 교사를 대상으로 하였으므로 연구 결과가 초등 교사의 의견이나 초등 교육 현장의 실태를 대표한다고 볼 수는 없다. 그러나 연구에 참여한 교사들은 과학 수업에 실감형 콘텐츠를 활용하는 것에 관해 대부분 긍정적인 교육적 효과가 있다고 인식하였고 좀 더 다양하고 질 높은 콘텐츠의 개발 및 보급, 구체적인 수업 사례나 모형, 기기 관리 및 운영에 대한 연수의 필요성에 대해 유사한 의견을 개진하고 있었다. 이는 적절한 콘텐츠가 보급되고 교육 환경이 개선되면 학교 현장에 가상현실과 증강현실 콘텐츠 활용이 점차 확대될 것임을 시사하기도 한다. 이 연구에서 조사한 초등 교사의 경험과 인식은 앞으로 가상현실, 증강현실 콘텐츠 제작 및 이를 활용하는 과학 교수·학습 자료를 개발하는 데 도움이 될 수 있다. 또 이러한 테크놀로지 활용 역량을 키우기 위한 교사 교육 프로그램의 개발에도 도움이 될 수 있다.

이 연구의 후속 연구로 연구진은 교사의 역량에 따라 실감형 콘텐츠 활용 양상이 어떻게 달라지는지, 또 교사와 학생이 가상현실, 증강현실 교육 콘

텐츠를 주로 어떠한 관점에서 어떻게 평가하는지 교사와 학생의 평가 관점을 비교하는 연구를 수행할 예정이다.

## 참고문헌

- 강은희(2018). 스마트 지원 수업 설계에서 초등 예비교사들이 보이는 스마트 도구에 대한 인식과 활용의 차이. *초등과학교육*, 37(1), 66-79.
- 교육부(2016). 2015 개정 교육과정에 따른 초·중등학교 디지털교과서 국·검정 구분(안). 교육부.
- 교육부(2020). 기초를 다지고, 첨단을 누리며, 미래를 이끄는 과학교육 종합계획(안) [2020년~2024년]. 교육부.
- 교육부, 한국교육학술정보원(2021). 기타자료 PM 2021-1 2021 디지털교과서와 함께하는 우리 학교. 대구: 한국교육학술정보원.
- 권민경, 유미현(2013). 영재교사 연수 프로그램 평가 및 교사 요구 분석. *과학영재교육*, 5(2), 105-119.
- 김연정, 윤세희, 신병석(2021). 포물선 운동을 중심으로 한 가상현실 기반 물리 실험 교육 시뮬레이터 개발. *정보처리학회논문지/소프트웨어 및 데이터 공학*, 10(1), 19-28.
- 김우경, 최동열, 광승철, 김희수(2019). 가상현실 기술을 활용한 학습이 학습 동기에 미치는 영향. *과학교육연구지*, 43(3), 271-283.
- 김우리, 옥민옥(2021). 특수교사와 일반교사의 증강·가상현실 활용현황, 인식 및 TPACK 수준 비교. *특수교육 저널: 이론과 실천*, 22(2), 15-44.
- 김정민, 송신철(2020). 3D 파노라마 가상현실 기술을 활용한 식물 생태학습 프로그램의 개발 및 적용. *생물교육*, 48(1), 88-98.
- 김창복, 김경(2011). 증강현실 기반 체험학습이 유아동화 학습의 효과 및 수업 활동에 미치는 영향. *열린유아교육연구*, 16(4), 449-468.
- 김태현, 고장완(2019). 몰입형 가상현실 학습이 중학생의 학습성파에 미치는 영향. *교육정보미디어연구*, 25(1), 99-120.
- 노경희, 지형근, 임석현(2010). 증강현실 콘텐츠 기반 수업이 학습 성취, 학습 흥미, 몰입에 미치는 효과. *한국콘텐츠학회논문지*, 10(2), 1-13.
- 박성우(2020). 공명관 내 정상파 실험을 가상화하기 위한 증강현실 실험 자료 개발. *새물리*, 71(8), 673-682.
- 배영민, 신혜리(2020). 코로나 19, 언택트 사회를 가속화하다. *이슈 & 진단*, 416, 1-26.
- 신석진, 노태희, 이재원(2020). 증강현실을 활용한 소집단 학습에서 개념 이해 및 몰입, 상황 흥미를 촉진할 수 있는 학습 환경 탐색. *대한화학회지*, 64(6), 360-370.

- 유정민, 서수연, 허송이, 최규리(2021). 사회문제기반 과학-예술 융합교육을 위한 실감형 콘텐츠 개발. 한국디지털콘텐츠학회 논문지, 22(12), 1959-1967.
- 윤마병(2019). 3D 파노라마 가상현실 만들기를 통한 학생 리 맨십지 야외학습장 융합교육 프로그램 개발. 현장과학교육, 13(3), 339-358.
- 이재원, 박가영, 노태희(2020). 물질의 입자성 개념에서 증강현실을 활용한 다중 표상 학습 전략의 개발과 적용. 한국과학교육학회지, 40(4), 375-383.
- 이지혜(2020). 비대면 교육에서의 실감형 콘텐츠(AR, VR, 360°) 활용현황 및 개선방향: 초등학교 교육 중심으로. 한국디자인문화학회지, 26(3), 369-377.
- 장재홍, 신원석, 고유정(2020). 교사의 AR·VR 테크놀로지 활용 수업 인식에 대한 잠재프로파일 분석 및 영향변인 탐색. 교육정보미디어연구, 26(2), 367-393.
- 정민형, 소금현(2021). 증강현실과 가상현실을 활용한 과학 수업이 초등학생의 과학학습동기와 학습성취도에 미치는 영향. 생물교육, 49(3), 391-398.
- 정보통신산업진흥원(2019). 이슈리포트 2019-15호 VR·AR을 활용한 실감형 교육 콘텐츠 정책동향 및 사례 분석. 충북: 정보통신산업진흥원.
- 주미경, 문중은, 박모라(2013). 중등 교사의 융복합교육 연수 만족도 및 요구 조사. 교과교육학연구, 17(2), 521-547.
- 최섭, 김희백(2020). 가상현실 특성을 반영한 VR 프로그램 기반 수업 적용 및 효과. 한국과학교육학회지, 40(2), 203-216.
- 한국교육학술정보원(2017). KERIS 이슈리포트 증강현실(AR)과 가상현실(VR) 콘텐츠 이해 및 교육적 활용 방안. 대구: 한국교육학술정보원.
- 한정선, 이경순(2001). 교수-학습 과정에서 가상현실의 구현을 위한 이론적 고찰. 교육공학연구, 17(3), 133-163.
- Akçayır, M., & Akçayır, G. (2017). Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literature. *Educational Research Review*, 20, 1-11.
- Alfalah, S. F. M. (2018). Perceptions toward adopting virtual reality as a teaching aid in information technology. *Education and Information Technologies*, 23(6), 2633-2653.
- Al-khalifah, A., & McCrindle, R. (2006). Student perceptions of virtual reality as an education medium. In *Proceedings of world conference on educational multimedia, hypermedia and telecommunications 2006* (pp. 2749-2756). Chesapeake, VA: AACE.
- Brill, L. M. (1994). Metaphors for the Traveling Cybernaut: Part II. *Virtual Reality World*, 2(3), 30-33.
- Chang, Y. L., Hou, H. T., Pan, C. Y., Sung, Y. T., & Chang, K. E. (2015). Apply an augmented reality in a mobile guidance to increase sense of place for heritage places. *Journal of Educational Technology & Society*, 18(2), 166-178.
- Corbin, J., & Strauss, A. (2015). *Basics of qualitative research: Techniques and procedures for developing grounded theory*. Los Angeles: SAGE.
- Dede, C. (2009). Immersive interfaces for engagement and learning. *Science*, 323(5910), 66-69.
- Dunleavy, M., Dede, C., & Mitchell, R. (2009). Affordances and limitations of immersive participatory augmented reality simulations for teaching and learning. *Journal of Science Education and Technology*, 18(1), 7-22.
- Dünser, A., & Homecker, E. (2007). Lessons from an AR book study. In *Proceedings of the 1st international conference on tangible and embedded interaction* (pp. 179-182). New York, NY: Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/1226969.1227006>.
- El Sayed, N. A. M., Zayed, H. H., & Sharawy, M. I. (2011). ARSC: Augmented reality student card. *Computers & Education*, 56(4), 1045-1061.
- Furió, D., González-Gancedo, S., Juan, M. C., Seguí, I., & Costa, M. (2013). The effects of the size and weight of a mobile device on an educational game. *Computers & Education*, 64, 24-41.
- Hughes, J. E., Ko, Y., Lim, M., & Liu, S. (2015). Preservice teachers' social networking use, concerns, and educational possibilities: Trends from 2008-2012. *Journal of Technology and Teacher Education*, 23(2), 185-212.
- Kamarainen, A. M., Metcalf, S., Grotzer, T., Browne, A., Mazza, D., Tutwiler, M. S., & Dede, C. (2013). EcoMOBILE: Integrating augmented reality and probeware with environmental education field trips. *Computers & Education*, 68, 545-556.
- Lähtevänoja, A., Holopainen, J., Vesisenaho, M., & Häkkinen, P. (2021). Developing design knowledge and a conceptual model for virtual reality learning environments. In G. Akçayır & C. Demmans Epp (Eds.), *Designing, deploying, and evaluating virtual and augmented reality in education* (pp.100-123). Hershey, PA: IGI Global.
- Lin, H. C. K., Chen, M. C., & Chang, C. K. (2015). Assessing the effectiveness of learning solid geometry by using an augmented reality-assisted learning system. *Interactive Learning Environments*, 23(6), 799-810.
- Lu, S. J., & Liu, Y. C. (2015). Integrating augmented

- reality technology to enhance children's learning in marine education. *Environmental Education Research*, 21(4), 525-541.
- Patton, N. Q. (2015). *Qualitative research & evaluation methods: Integrating theory and practice*. Thousand Oaks, California: SAGE Publications, Inc.
- Squire, K. D., & Jan, M. (2007). Mad city mystery: Developing scientific argumentation skills with a place-based augmented reality game on handheld computers. *Journal of Science Education and Technology*, 16(1), 5-29.
- Tondeur, J., Pareja Roblin, N., van Braak, J., Voogt, J., & Prestridge, S. (2017). Preparing beginning teachers for technology integration in education: Ready for take off? *Technology, Pedagogy and Education*, 26(2), 157-177.
- 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.
- Zarraonandia, T., Aedo, I., Díaz, P., & Montero, A. (2013). An augmented lecture feedback system to support learner and teacher communication. *British Journal of Educational Technology*, 44(4), 616-628.
- Zhang, J., Sung, Y. T., Hou, H. T., & Chang, K. E. (2014). The development and evaluation of an augmented reality-based armillary sphere for astronomical observation instruction. *Computers & Education*, 73, 178-188.

---

차현정, 춘천교육대학교 박사후 연구원(Cha, Hyun-Jung; Postdoctoral researcher, Chuncheon National University of Education)

† 윤혜경, 춘천교육대학교 교수(Yoon, Hye-Gyoung; Professor, Chuncheon National University of Education)

박정우, 제주대학교 교수(Park, Jeongwoo; Professor, Jeju National University)