

ORIGINAL ARTICLE

메타버스를 활용한 초등학생 대상 온라인 기반 학습형 STEAM 프로그램 개발

박기락¹ · 김형범^{2*}

(¹송광중학교 교사, ²충북대학교 부교수)

Developing an Online-based Learning STEAM Program for Elementary School Students using Metaverse

Ki Rak Park¹ · Hyoungbum Kim^{2*}

(¹Songgwang Middle School, ²Chungbuk National University)

ABSTRACT

This study examined the effects of an online-based learning STEAM program using Metaverse on elementary school students' attitudes toward and satisfaction with STEAM in 197 students in grades 2, 4, and 6 at a rural elementary school. To conduct this study, we developed and implemented a four- to five-lesson online-based STEAM program in each grade level. The conclusions of this study are as follows. The online learning STEAM program had a statistically significant effect on improving elementary school students' attitudes toward STEAM, and students' satisfaction with the program was high. In addition, the pilot teacher said in an interview that 'the students' attention to the program was very high, and it was very interesting to use the Metaverse space'. Based on the results of the pilot, one STEAM program for students and teachers was developed for the fourth and fifth periods of each grade level in elementary school. Online learning programs using Metaverse have the potential to transform education during the pandemic by addressing educational inequalities and providing a flexible learning environment. Therefore, we propose a study on the development of online STEAM programs for middle and high school students.

Key words : Metaverse, STEAM program, online-based learning

I. 서론

최근 몇 년 동안 교육 분야는 기술 발전으로 인해 상당한 변화를 겪고 있다. 이러한 발전은 새로운 교육 및 학습 전략으로 이어져 학습의 효율성과 학생의 수업 참

여 향상에 긍정적 효과를 가져오고 있는데 이러한 발전의 혜택을 받은 교육 분야의 하나로 STEAM 교육을 들 수 있다. STEAM 교육 연구자들은 하드웨어에서 소프트웨어에 이르기까지 스마트 테크놀로지(smart technology) 유형의 기술을 교육에 접목하고 있다(서영준 외, 2022; 한아름과 나지연, 2019). 예를 들면, 3D 프린터를

Received 21 March, 2023; Revised 15 April, 2023; Accepted 24 April, 2023

*Corresponding author: Hyoungbum Kim, Chungbuk National University, 1 Chungdae-ro, Seowon-Gu, Cheongju Chungbuk Chungcheongbuk-do, 28644, Korea
E-mail : hyoungbum21@gmail.com

This work was supported by a funding for the academic research program of Chungbuk National University in 2022.

© The Korean Society of Earth Sciences Education. All rights reserved.
This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

사용하여 학생이 구현하고자 하는 디자인의 프로토타입을 만들거나 과학 실험을 위한 특정 개체를 만들고 (고동국과 홍승호, 2019; 김덕호 외, 2016; 김상걸 외, 2022), 컴퓨터 프로그래밍 기술을 가르치기 위해 로봇의 설계에서부터 작동에 이르는 일련의 활동이 포함된 STEAM 교육을 연구하고 있다(박현주와 백운수, 2015; 최재혁 외, 2018). 또한, 메타버스나 인공지능과 같은 기술을 접목하여 STEAM 수업을 구성하기도 하는데, 이 기술을 수업에 접목하면 학습 경험이 이루어지는 상황을 교수자가 모니터링할 수 있어서 학생들의 학습증진 및 진로 교육에 도움이 되는 장점이 있다(이혜리, 2022; 전재천 외, 2022).

여기서 말하는 메타버스(Metaverse)란 사용자가 시뮬레이션 된 환경에서 디지털 개체와 상호 작용할 수 있는 가상 현실 공간을 말한다. 메타버스는 인공지능과 함께 최근 학교 교육, 특히 초등학교 교육을 변화시키는 도구로 주목받고 있다. 이는 메타버스가 가상 현실 공간으로서 학생들이 기존 교실에서는 불가능한 방식으로 탐색, 실험 및 학습할 수 있는 고유한 환경을 제공하기 때문이다(정유남과 이영희, 2022). 메타버스 및 인공지능(artificial intelligence; AI) 기술 또한 학생들에게 개인화된 학습 경험을 제공함으로써 초등학교 교육을 혁신할 수 있는 잠재력을 가지고 있다(Vázquez-Cano, 2021). AI 알고리즘은 학생들의 학습 진행 상황을 추적하거나 학습자 개인의 수준별로 학습 난이도를 조절할 수 있어서 수준별 학습에 효과적으로 이용할 수 있다(이주영과 김기훈, 2022). STEAM 프로그램에 메타버스와 AI를 통합하는 것은 학생들에게 가상 환경에서 탐구하고 실험하는 기회와 비판적 사고력, 문제 해결력 및 디지털 리터러시와 같은 중요한 능력을 함양하는 기회를 제공한다(정예희 외, 2023). 전반적으로 메타버스와 AI를 통합한 STEAM 프로그램은 초등학생이 미래의 디지털 세계에 대비할 수 있는 능력을 갖추도록 도울 수 있다.

이런 장점으로 인해 메타버스를 학교교육에 활용하는 교수·학습전략에 관한 다양한 연구가 활발히 진행 중이다(이우섭, 2021; Rachmadtullah *et al.*, 2023; Suh & Ahn, 2022). 메타버스를 활용하면 학습자에게 몰입적이고 매력적인 학습 경험을 제공할 수 있고 문제해결 능력을 향상하는 협력 및 상호 작용 학습 경험을 촉진할 수 있으며 학생의 창의성, 비판적 사고력, 디지털

리터러시와 같은 능력을 함양하는 데 도움이 될 수 있기 때문이다(최일훈과 소금현, 2022). 반면, Dahan *et al.* (2022)은 메타버스와 인공지능을 활용한 STEAM 프로그램을 학생에게 적용할 때 다음과 같은 주의사항을 언급한 바 있다. 첫째는 연령에 적합한 콘텐츠 개발이다. 메타버스에서 제공하는 콘텐츠는 학생에게 적합해야 하며, 콘텐츠가 흥미로우며 학습 목표 및 함양하고자 하는 능력과 연관이 있어야 한다. 둘째는 개인 정보 보호 및 보안이다. 모든 온라인 플랫폼과 마찬가지로 학생의 개인 정보 보호를 고려하는 것이 중요하다. 셋째는 기술적인 요구 사항이다. 메타버스가 효과적으로 작동하려면 특정 하드웨어 및 소프트웨어가 필요한데, 학생들이 필요한 장비와 기술에 접근할 수 있도록 교사의 도움이 필요하다. 마지막으로 디지털 리터러시이다. 학생들이 메타버스를 효과적으로 탐색하고 안전하게 사용하려면 디지털 리터러시 능력이 필요하며 이때 교사의 적절한 도움이 필요하다고 언급하였다. 하지만 지금까지 메타버스를 활용한 STEAM 프로그램의 효과성 연구는 많지 않으며, 보고된 논문들 역시 특정 학년이나 학급 중심의 실험연구가 주를 이루었다.

이 연구에서는 위에서 언급한 주의사항을 고려하여 메타버스를 활용한 온라인 기반 환경에서 학습할 수 있는 초등학교 1~2학년, 3~4학년, 5~6학년군별 총 3개의 초등학생 중심의 STEAM 프로그램을 개발하고 이에 따른 효과를 알아보하고자 하였다. 연구의 목적은 다음과 같다. 첫째, 초등학생을 대상으로 한 온라인 기반 학습형 STEAM 프로그램을 개발한다. 둘째, 개발한 STEAM 프로그램을 초등학생에게 적용하여 STEAM 프로그램의 효과를 분석하고 시사점을 도출한다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

이 연구에서 개발한 온라인 기반 학습형 STEAM 프로그램을 지방 도시에 소재한 C 초등학교 2학년 44명, K 초등학교 2학년 10명, A 초등학교 4학년 26명, B 초등학교 4학년 50명, D 초등학교 6학년 67명, 총 197명에게 적용하였다(Table 1).

Table 1. Schools and students served by the program

프로그램명	시범 적용 학교	학생 수	
		남	여
가상현실 탐험대의 가을 친구 찾기	C 초등학교 2학년 가반	8	8
	K 초등학교 2학년 가반	5	5
	K 초등학교 2학년 나반	14	13
메타버스로 구현하는 나만의 정원	A 초등학교 4학년 가반	13	13
	B 초등학교 4학년 가반	14	11
	B 초등학교 4학년 나반	14	11
AI 특허검색 활용, 자연 속 발명 아이디어를 찾아라!	D 초등학교 6학년 가반	12	11
	D 초등학교 6학년 나반	12	11
	D 초등학교 6학년 다반	12	10
전체 학생 수		96	85
		197	

Table 2. Research procedures

단계	내용	세부 활동
준비	<ul style="list-style-type: none"> • 문헌 연구 • 요구 분석 • 교육과정 분석 	<ul style="list-style-type: none"> • 기개발 온라인 기반 융합 교육 프로그램 분석 : 현황 및 내용 체제, 한계 및 개선점 • 설문 조사: 융합 교육 프로그램의 수요자와 운영자의 요구 분석 • 초등학교의 학년군별 온라인 기반 차시 대체형 융합 프로그램으로 대체 가능한 성취기준 분석
↓		
개발	<ul style="list-style-type: none"> • 주제 선정 • 학습목표 개발 • 학습내용 선정 	<ul style="list-style-type: none"> • 주제 선정: 초등학교 학년군별 1종씩 총 3종의 주제 선정 • 내용 목표와 과정 목표 개발 • 3종 13차시의 차시별 교수학습내용 선정 및 조직
↓		
적용	<ul style="list-style-type: none"> • 시범 적용 • 전문가 협의 	<ul style="list-style-type: none"> • 프로그램 시범 적용: 개발진 소속 학교 및 시범 적용 학교 대상(5개 학교, 197명 대상) • 전문가 의견 수렴: STEAM 프로그램 내용 체제에 대한 타당화 등 • STEAM 태도 검사 및 프로그램 만족도 검사 실시
↓		
평가	<ul style="list-style-type: none"> • 평가 결과 환류 • 프로그램 완성 	<ul style="list-style-type: none"> • 시범 적용 결과 및 전문가 의견을 반영하여 최종 프로그램 완성

연구 시작 전, 초등학생들에게 연구 참여 의사를 물은 후 자발적 참여 의사를 확인하였으며 학부모와 담임교사의 행정적 동의 절차를 거친 후 연구를 수행하였다.

각 단계가 단방향 프로세스처럼 도식화되었지만, 연구진은 순환적인 접근을 통해 협의한 내용을 바탕으로 프로그램을 수정·보완하였다. 이 연구의 실험 설계는 Table 3과 같다.

2. 연구 절차

프로그램은 초등학교 1~2학년군, 3~4학년군, 5~6학년군별 1종씩 총 3종을 개발하였다. 구체적인 연구 절차는 Table 2와 같다.

Table 2의 연구 절차는 준비부터 평가에 이르기까지

Table 3. Designing experiments

G	O ₁	X	O ₁ , O ₂
G : 실험 집단			
O ₁ : STEAM 태도 검사			
O ₂ : STEAM 만족도 검사			
X : '메타버스를 활용한 온라인기반 학습형 STEAM 프로그램' 수업			

3. 프로그램 개발 절차

가. 프로그램 개발 의도

최근의 팬데믹 상황은 4차 산업혁명과 지능 정보 기술의 급속한 발전과 맞물려 학교의 학습생태계가 온라인 기반 수업 중심으로 언제든지 전환될 수 있음을 여실히 보여주었다. 이에 따라 각급 학교 교사들은 지난 수십 년 동안 전통적인 교실 상황에 적합하게 다져 온 수업을 새로운 온라인 환경에 맞춰 변경해야 했다. 새로운 디지털 수업 환경은 학생과 교사 모두에게 낯설었지만, 이는 연구가 수행되는 동안 어느 정도의 시간이 흐름에 따라 자연스럽게 해결할 수 있었다. 하지만 온라인 환경의 특성상 자연 현상을 직접 눈으로 보고 체험하면서 탐구하는 수업에서의 한계(Veletsianos *et al.*, 2021)를 고려함과 동시에, 이 연구에서 개발한 STEAM 프로그램은 효율성과 효율성을 높이기 위해 Dahan *et al.*(2022)가 제안한 내용을 중심으로 현 교육과정의 내용 요소에서 각 학년군에 적합한 주제 및 내용을 프로그램에 추가하였다. 또한 개인정보 보호를 통한 메타버스 플랫폼에서의 학습활동이 일상생활에서의 학습활동과 같이 이루어질 수 있도록 구성하였다. 또한 학생들이 메타버스에 손쉽게 접근할 수 있도록 가이드 자료도 개발 교재에 추가하였으며, 디지털 리터러시 능력 향상을 위해 체험 중심으로 프로그램을 구성하였다. 이러한 구성을 통해 이 연구에서는 온라인 수업으로 촉발된 학습자의 자연 결핍 현상을 해결하고 다양한 디지털 미디어 자료를 통해 자연 현상을 탐구할 수 있는 융합교육 프로그램을 개발하고자 하였다.

나. STEAM 프로그램 개발을 위한 지침 및 모형 설정

이 프로그램은 ‘메타버스로 이해하는 융합과학 세상’이라는 주제를 중심으로 온라인 기반 환경에서 초등학교의 차시 대체형 수업을 개발하였다. 일반적인 융합교육 프로그램 개발 절차(윤진영 외, 2021)에 따라 STEAM 프로그램을 개발하였다. 프로그램 개발 지침은 Table 4와 같다.

이 연구에서는 초등학생을 대상으로 한 온라인 기반 수업에서 차시 대체형으로 활용할 수 있는 교사용 지도서와 학생용 교재를 개발하였다. 교사용 지도서는 주제 개요부터 학생용 자료의 예시 답안 작성에 이르기까지 현장 교사가 수업에 쉽게 적용할 수 있도록 구성하였다. 학생용 교재는 상황 제시, 창의적 설계, 감성적 체험 단계에 맞춰 학습 내용을 구성하였다. 실생활 맥락 중심의 문제를 창의적으로 해결할 수 있도록 독려하고 수업 성찰의 기회를 제공하여 학생의 전인적 성장을 유도하도록 하였다. 또한 학습과 성장이 이루어질 수 있도록 자기 평가지와 모둠 평가지를 제시하였다. STEAM 프로그램의 구성 틀과 내용은 Table 5와 같다.

다. 프로그램 개발 과정

초등학생을 대상으로 하는 STEAM 프로그램의 주제 선정은 교과 교육과정 분석에서 시작하였다. 이후 온라인 기반의 프로그램 제작 취지에 맞게 실습, 체험 학습이 가능한 것 외에도 학생들의 관심과 필요에 부합한 주제를 선정하고자 하였다. 과학교육 전문가 2인과 초·

Table 4. Guidelines for developing a STEAM program

구분	프로그램 개발 지침
주제 선정	<ul style="list-style-type: none"> • 2015 개정 과학과 교육과정 분석을 통한 학습 목표 선정 • 온라인 기반의 프로그램 제작 취지에 맞게 실습, 체험 학습이 가능한 것 외에도 학생들의 관심과 필요에 부합한 주제를 선정
온라인 기반 STEAM 프로그램 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 메타버스를 활용한 STEAM 프로그램 개발 • 비대면 상황에서 활용할 수 있으며 융합 교육의 미래 지향적 방향성을 제시할 수 있는 프로그램 개발 • 2015 개정 교육과정과 2022 교육과정에서 요구하는 핵심역량 중심의 차시 대체형 프로그램 개발 • 과학 원리와 기술 공학적 이해를 접목하여 창의 융합적 사고력을 신장할 수 있는 프로그램 개발
STEAM 프레임워크를 적용한 실용적 문제해결	<ul style="list-style-type: none"> • 문제해결력과 문제력을 개발하기 위해 실생활의 문제해결에 초점을 맞춘 프로그램 주제 선택 • 일상생활과 미래의 직업에 적용할 수 있는 실용적 지식의 개발 기회 제공
인지 분석	<ul style="list-style-type: none"> • 빅데이터, 디지털, AI 등 문제해결 과정에서 활용 • 문제해결 과정에서 학습자가 사용한 인식, 추론, 의사 결정 등의 인지 과정 분석

Table 5. STEAM program organizational framework

구분	프로그램 구성 틀	내용	
교사용	주제 개요	• 주제 선택 이유 및 제작 의도 설명	
	학습 목표	• 주제에 따른 내용 목표와 과정 목표 구성	
	Steam 과목 요소	• 프로그램 내용에서 Steam 과목 요소 추출	
	Steam 단계 요소	• Steam 구성 틀에 따른 상황 제시, 창의적 설계, 감성적 체험 요소 제시	
	지도안 총괄표	• 차시별 수업 계획 총괄표 안내 • 학습자료 및 유의점, 기타 수업 자료 제공	
	지도안	• 수업의 흐름에 알맞은 차시별 지도안 제공	
	평가 계획	• 학습 목표 달성을 위한 과정중심평가 총괄표 제공 • 학교생활기록부 기재 예시 제공	
	학습 내용	• 학생 자료의 제작 의도 및 활용 방법 제시	
	수업 자료	• 수업에서 활용할 수 있는 참고 자료 안내	
학생용	학생용 자료	• 학생용 자료의 예시 답안을 제시	
	상황 제시	실생활 문제	• 문제 파악 및 문제 정의하기
	창의적 설계	아이디어 발현	• 학생의 아이디어 발현 기회 제공
		산출물	• 개인별과 모둠별 다양한 산출물이 나오도록 독려
	감성적 체험	성찰	• 수업 성찰 기회를 제공하여 학생의 성장 유도
	평가		• 자기 평가지, 모둠 평가지 제공 • 학습과 성장이 이루어지는 방향으로 평가

Table 6. A group of educational experts to verify the validity of the development program content

구분	구성 내용
전문가 (N=12)	<ul style="list-style-type: none"> • 과학교육 분야 교수 2명, 박사 1명(STEAM 교육 관련 연구 경험자) • 초·중등학교 과학 교사 5명(교직 경력 10년 이상, STEAM 프로그램 개발 경험자) • STEAM 교육 관련 논문 실적 보유한 초등학교 교사 4명

중등학교 교사로 구성된 12명의 전문가 집단이 지속적인 온라인 회의를 진행하여 온라인 기반에서 활용할 수 있는 차시 대체형 STEAM 프로그램 주제를 선정하였으

며, 전문가 타당화 과정을 실시하였다(Table 6).

최종 선정된 주제의 키워드는 ‘가을의 동식물’, ‘드론’, ‘VR 데이터’, ‘AI’, ‘특허’이었으며, 개발진은 키워드를 바탕으로 초등학교의 각 학년군 수준에 맞게 프로그램을 개발하였다. 또한 교과 교육과정에서 제시한 핵심 성취기준을 바탕으로 STEAM 요소를 통합한 프로그램을 개발하였다. Table 7은 초등학교 교육과정에서 3가지 주제에 해당하는 STEAM 요소를 추출한 것이다.

Table 7. Extracting STEAM elements based on topic

주제	STEAM 요소
가상현실 탐험대의 가을 친구 찾기	<ul style="list-style-type: none"> • 과학: 가을의 특징, 관련 동식물 알아보기 • 기술: 메타버스와 AR 이용 방법 알아보기 • 미술: 가을과 어울리는 오브젝트 선정 후 뽀꾸미기
메타버스로 구현하는 나만의 정원	<ul style="list-style-type: none"> • 과학: 식물의 서식지 분류하기 • 기술: 메타버스 웨비나를 활용하여 나만의 정원 공유하기 • 미술: 디지털 드로잉으로 식물 표현하기 • 수학: 가을 동물을 분류하고 숫자 세어보기
AI 특허검색 활용, 자연 속 발명 아이디어를 찾아라!	<ul style="list-style-type: none"> • 과학: 주변에서 볼 수 있는 열매의 특징 조사하기 • 기술: AI 특허검색 및 메타버스 게시판 활용 • 공학: 자연을 모방한 발명품 구상하기 • 미술: 발명 아이디어를 그림으로 표현하기 • 수학: 자연에서 수학적 규칙 발견하기

라. 온라인 기반 학습형 STEAM 프로그램 개발

이 연구에서는 ‘메타버스로 이해하는 융합과학 세상’을 주제로 하여 초등학교의 각 학년군에 적용할 온라인 기반 학습형 STEAM 프로그램을 개발하였다 (Table 8). 각 학년군에 1종씩 총 3종의 프로그램을 개발하였으며 각 프로그램은 4~5차시로 구성하였다. 교

Table 8. STEAM program key activities

학년군	주제	프로그램 주요활동(STEAM 요소)		
		상황 제시	창의적 설계	감성적 체험
1~2	가상현실 탐험대의 가을 친구 찾기	<ul style="list-style-type: none"> • 우리 주변에서 느낄 수 있는 가을의 특징 조사하기 • 가을과 관련된 다양한 동식물 알아보기 • 기준을 정해 동식물 분류하기 : ⑤ ④ 	<ul style="list-style-type: none"> • 계절 특징에 맞게 메타버스 꾸미기 • 가을 관련 동식물이 나타나도록 메타버스 설계하기 • 자기의 메타버스를 친구와 공유하기 : ⑤ ④ ③ ② ① 	<ul style="list-style-type: none"> • 가을 동식물을 메타버스로 체험하기 • 다양한 자료를 보며 동식물을 탐구하기 • 여러 가지 체험형 콘텐츠로 심화활동하기 : ⑤ ④ ③
3~4	메타버스로 구현하는 나만의 정원	<ul style="list-style-type: none"> • 메타버스에 접속하기 • 식물을 사는 곳에 따라 분류하고 들, 산, 강, 언덕, 사막에 서식하는 식물 알아보기 • 식물의 특징을 서식지의 환경과 관련지어 조사하기 • 식물의 특징을 디지털 드로잉으로 표현하고 패들렛에 이미지를 공유하여 메타버스 오브젝트로 활용할 자료 구축하기 : ⑤ ④ 	<ul style="list-style-type: none"> • 메타버스 오브젝트와 효과 배치 방법 알아보기 • Map의 배경을 다양한 서식지에 맞게 구성하기 • 식물 오브젝트를 서식지에 맞게 배치하기 • 식물 특징에 따른 서식지를 패들렛에 게시하기 • 식물과 서식지를 설명한 패들렛 링크를 메타버스 Map에 연결하기 : ⑤ ④ ③ ② ① M 	<ul style="list-style-type: none"> • 메타버스 Map 에디터를 활용해 나만의 정원 전시회를 열고 도슨트 해보기 • 친구의 정원을 관람한 후 소감 발표하기 : ⑤ ④ ③
5~6	AI 특허검색 활용, 자연 속 발명 아이디어를 찾아라!	<ul style="list-style-type: none"> • 열매의 모습과 특징, 씨를 퍼뜨리는 방법 조사하기 • 메타버스 게시판에 조사한 열매를 게시하고 발표하기 • 메타버스 O, X 게임으로 열매의 특징 학습하기 : ⑤ ④ ③ 	<ul style="list-style-type: none"> • 다양한 발명 기법과 발명품 살펴보기 • 메타버스 협업공간에서 발명 과정 토론하기 • Zep 활동실에서 발명 아이디어 공유하고 선정하기 • AI 특허 검색으로 발명 아이디어 정교화하기 • 정교화한 발명 아이디어를 글과 그림으로 표현하기 • 메타버스에서 발명 아이디어 포스터 제작하기 : ⑤ ④ ③ ② ① M 	<ul style="list-style-type: none"> • 최종 발명 구상작품을 Zep 웹이나에서 발표하기 • 친구의 작품을 감상하고 우수한 점과 개선할 점을 토의하기 : ④ ③

사용 지도서의 내용은 Fig. 1과 같다.

학생용 교재는 Fig. 2와 같이 학생의 참여를 유도하고 몰입도를 높이기 위해 실생활에서 접할 수 있는 사례를 삽화로 제시하였다. 또한 팀 프로젝트 활동, 주제 기반 학습, 문제해결 능력 개발을 촉진하는 다양한 활동을 포함하였다.

이 연구에서 개발한 프로그램의 적절성, 교육과정과의 연계성, 단위 학교의 수업 환경 등을 전문가에게 종합적으로 검토 받았고 검토 의견은 개발진 협의를 거쳐 프로그램에 반영하였다. 이 과정에서 상황 제시 단계는 초등학생에게 더 친숙한 소재를 이용하여 제시할 것과 메타버스를 접한 경험이 없는 교사와 학생을 위해 구현 방법을 좀 더 상세하게 안내하면 좋겠다는 검토 의견을 프로그램에 반영하였다. 또한 프로그램의 현장 적합성 검증과 완성도 향상을 위해 프로그램 개

발자가 시범 적용을 하였다. 개발진은 학생 반응, 수업 분위기, 온라인 수업 환경을 기반으로 개선할 영역을 식별하기 위해 수업을 녹화 후 모니터링하였다. 수업이 끝난 후 개발진은 시범 적용을 한 교사를 인터뷰하여 프로그램을 구현하는 동안 직면한 문제에 대한 정보를 수집하였다(Table 9).

면담 내용에서 알 수 있듯이, 메타버스는 대화형 몰입형 학습 경험을 제공하여 STEAM 수업에서 학생 참여도와 동기부여를 높일 수 있다. 또한 개별 학생의 요구와 선호도에 맞게 STEAM 콘텐츠를 제공할 수 있으며 학생들은 메타버스에서 친구들과 협력하면서 독창적으로 고유한 학습 경험을 디자인할 수 있는 장점이 있다. 다만, 대면 수업과 같은 수준의 물리적 상호 작용이 어려우며 인터넷 연결 불량이나 소프트웨어 오작동과 같은 기술적 문제로 인해 온라인 수업이 중단되

차시	소주제	학습 내용	관련 교과 및 활동	표준	문제제시 & 제작활동	학습자료(▶) 및 유의점(※)
1	가을의 특징 알아보기	<p>ET</p> <ul style="list-style-type: none"> 우리의 주변에서 느낄 수 있는 가을의 특징을 조사한다. <p>Co</p> <ul style="list-style-type: none"> 가을과 관련된 다양한 동·식물에 대해 알아본다. 가을과 관련된 동·식물을 기준에 따라 분류해 본다. 	<p><솔기로운 생활></p> <p>[2술06-01] 가을 날씨의 특징과 주변의 생활 모습을 관련짓는다.</p> <p>[2술06-04] 가을에 볼 수 있는 것을 살펴보고, 특징에 따라 우리 짓는다.</p>	<p><창의적 설계></p> <ul style="list-style-type: none"> 메타버스 이용 방법 알아보기 메타버스에 표현하는 가을 꾸며보기 가을과 관련된 다양한 동·식물이 나타나도록 웹 설계하기 자신이 만든 맵을 친구들과 공유하기 	 <ul style="list-style-type: none"> 메타버스 활용 방법을 알고, 가을과 어울리는 오브젝트를 골라 꾸며볼 수 있도록 지도한다. 교사는 가을과 어울리는 동·식물 오브젝트를 미리 준비한다. 	
2.3	가상현실에 표현하는 가을 모습	<p>ET</p> <ul style="list-style-type: none"> 계절의 특징에 맞게 메타버스를 꾸며 본다. <p>Cd</p> <ul style="list-style-type: none"> 가을과 관련된 다양한 동·식물이 나타나도록 웹을 설계한다. 자신이 만든 맵을 친구들과 공유하며 이야기를 나눈다. 	<p><즐거운 생활></p> <p>[2술06-01] 가을의 모습과 느낌을 창의적으로 표현한다.</p> <p>[2술06-04] 가을 낙엽, 열매 등을 소재로 다양하게 표현한다.</p>	<p><감성적 체험></p> <ul style="list-style-type: none"> 메타버스에서 만난 가을 친구들과 (40분) (4/4차시) (온라인) 	<ul style="list-style-type: none"> 사이언스레벨업 AR동용관리함 https://scenolevelup.kofec.re.kr/virtualReality/list 	
4	가상현실에서 만난 가을 친구들	<p>ET</p> <ul style="list-style-type: none"> 가을의 동·식물을 메타버스를 통해 체험한다. AR 프로그램을 활용하여 동물 관찰을 실시한다. 가을에 볼 수 있는 동물과 이년 동물로 분류해 본다. 	<p><솔기로운 생활></p> <p>[2술06-04] 가을에 볼 수 있는 것을 살펴보고, 특징에 따라 우리 짓는다.</p>	<p><감성적 체험></p> <ul style="list-style-type: none"> 메타버스에서 만난 가을 친구들과 (40분) (4/4차시) (온라인) 	<ul style="list-style-type: none"> 초등 1,2학년 수준에서 아이들이 가상현실과 증강현실 프로그램을 연결하는 것은 어려움이 있으므로, 교사가 유도적으로 메타버스에 증강현실 자료를 배치하여 아이들이 쉽고 즐겁게 체험해 볼 수 있도록 유도한다. 	

Fig. 1. Example of teacher's guide

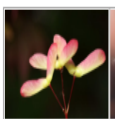
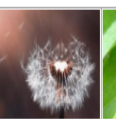

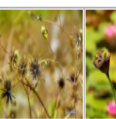
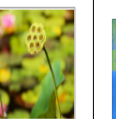

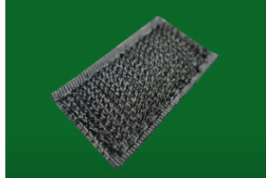


<p>1. 다음 열매들의 색감새를 살펴보고, 특징을 조사하여 씨를 퍼뜨리는 방법을 알맞게 분류해 봅시다.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">      </div> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>단풍나무</td> <td>민들레꽃</td> <td>제비꽃</td> <td>도깨비바늘</td> <td>연꽃</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">(보기)</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>가벼운 솜털이 있어 바람에 날려 퍼집니다.</td> </tr> <tr> <td>날개가 있어 빙글빙글 돌며 날아갑니다.</td> </tr> <tr> <td>갈고리가 있어 동물의 털이나 사람의 옷에 붙어서 퍼집니다.</td> </tr> <tr> <td>물에 떠서 이동합니다.</td> </tr> <tr> <td>열매껍질이 터지며 씨가 튀어 나옵니다.</td> </tr> </table>	단풍나무	민들레꽃	제비꽃	도깨비바늘	연꽃						가벼운 솜털이 있어 바람에 날려 퍼집니다.	날개가 있어 빙글빙글 돌며 날아갑니다.	갈고리가 있어 동물의 털이나 사람의 옷에 붙어서 퍼집니다.	물에 떠서 이동합니다.	열매껍질이 터지며 씨가 튀어 나옵니다.	<p>1. 동영상을 잘 살펴보고, 자연에서 발견한 발명품을 빈칸에 알맞게 써봅시다. (▶ https://www.youtube.com/watch?v=4QSCBUR0y)</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p style="text-align: center;">()의 갈고리 모양 털끝을 보고 발명한 () 테이프</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p style="text-align: center;">()를 모방하여 발명한 ()</p>
단풍나무	민들레꽃	제비꽃	도깨비바늘	연꽃												
가벼운 솜털이 있어 바람에 날려 퍼집니다.																
날개가 있어 빙글빙글 돌며 날아갑니다.																
갈고리가 있어 동물의 털이나 사람의 옷에 붙어서 퍼집니다.																
물에 떠서 이동합니다.																
열매껍질이 터지며 씨가 튀어 나옵니다.																

Fig. 2. Examples of student's textbook

Table 9. Teacher interview implications

프로그램	시범 적용 교사 면담 시사점
가상현실 탐험대의 가을 친구 찾기	<ul style="list-style-type: none"> 융합수업을 통해 과학 지식을 예술 감성 체험으로 확장하여 재구성할 좋은 기회였다. 일시적 체험용 프로그램이었던 메타버스 맵을 직접 꾸미는 것에 있어 아이들의 기대 심리가 작용하여 수업 집중도가 굉장히 높았다. Zep 사이트가 ○○메타스쿨 통합 아이디로 관리되어 있어서 맵을 만들고 공유하기가 수월했다. 평소 자주 사용하던 메타버스 프로그램으로 아이들의 수업에 대한 흥미를 높일 수 있었고, 학생 중심 수업을 진행할 수 있었다. 맵을 직접 꾸미고 공유하는 과정을 통해 학생들의 창의 활동에 대한 만족도가 높았고, 가을이라는 자연 현상에 대한 심도 있는 이해가 가능했다.
	<ul style="list-style-type: none"> 2학년 아이들 발달 과정상 교사가 미리 철저히 준비하지 않으면 시간 소모가 많은 점이 아쉬웠다. 특히 ○○메타스쿨 통합 아이디 발급 후에 선생님이 직접 아이 한 명 한 명을 대상으로 태블릿에 로그인 해주는 작업이 필요했고, 시간 소모가 많았다. 3학년 이상 대상으로 하는 수업이어야 더 적절한 듯싶었으나, 긴 시간 동안 충분히 체험하며 메타버스를 접하니 아이들이 적응할 수 있었다. 특히 아이콘 파일의 크기가 매우 커서 맵 꾸미기가 어려우니, 선생님이 구글 드라이브에 올릴 때는 이미

프로그램		시범 적용 교사 면담 시사점
		<ul style="list-style-type: none"> 지 파일의 크기를 작게 변환하여 올려야 했다. 4차시 수업 시간이 부족하여 창의적 체험활동의 동아리 활동이나 자율활동 시간을 활용해야만 했다. 호흡을 길게 가져갈수록 좋은 결과가 나올 수 있는 프로그램인 만큼, 메타버스를 활용한 창의적 체험활동과 연계한 교과 수업이 되어야 한다.
	장점	<ul style="list-style-type: none"> 처음 접해보는 융합 수업이라는 것을 할 수 있었고, 지구과학뿐만이 아닌 미술이나 생명과학 등 다양한 과목에 접목하여 수업하여도 좋다는 생각이 들었습니다. 패들렛은 온라인 수업 때 자주 사용한 도구라서 학생들이 쉽게 사용할 수 있었지만 ‘알로’와 ‘zep’은 사용한 적이 없어 새로운 온라인 교육 매체로써 활용할 수 있었습니다. 교과서와 콘텐츠 위주의 수업에서 벗어나 교과 내용을 학생들이 스마트기기를 활용하여 재생산하는 과정이 흥미로웠고 모둠별 활동으로 이루어진다는 점에서 협력의 미덕을 키울 수 있어 좋았습니다.
메타버스로 구현하는 나만의 정원	개선점	<ul style="list-style-type: none"> 기후 변화를 인공지능으로 대응하는 아이디어는 생각해 냈지만, 티처블 머신을 활용해 적용하기에는 어려운 아이디어들도 있어 티처블 머신을 활용하는 것보다는 미리캔버스나 망고보드 등으로 포스터를 만드는 활동을 해보는 것이 어떨까 하는 생각이 들었습니다. 4차시로 수업을 마무리하려고 하다 보니 계획했었던 수업 내용을 다 소화하는 것이 불가능했고, 차시마다 사용 다양한 학습 활동에 대한 선수학습이 필요했습니다. 패들렛 사용법, 구글 카드 보드 만드는 법, 티처블 머신 사용법, 영상 녹화 및 편집하는 방법 등을 알려주고 나니 수업할 시간이 부족하여 6차시로 변경하여 진행하였습니다. 만약 4차시로 진행한다면 수업을 진행할 때 시간이 부족하여 제대로 된 수업을 하지 못할 것 같으므로 6차시 정도로 확보하면 좋을 것 같습니다. ‘알로’ ‘패들렛’ ‘스마트드로잉’ 등을 처음 사용한다면 사용법을 익혀야 하므로 시간이 더 걸릴 것으로 보입니다. 온라인 매체를 다루기 어려워하는 학생들에 대한 교육도 따로 필요할 것으로 보입니다. 스마트기기 활용이 익숙하지 않은 학생들에게는 QR코드를 인식하여 링크에 접속하는 것도 쉽지 않은 활동이었습니다. 사전에 충분한 연습과 안내가 필요합니다. 5차시의 수업 중 1,2차시까지는 태블릿을 이용하여 활동이 가능했지만, 3~5차시의 수업은 컴퓨터를 활용하여 ZEP을 사용한 활동이었기에 패들렛 등에 게시된 활동 결과물을 ZEP의 스페이스에 올리기가 어려웠습니다. 또한 구글 계정이 없는 학생들이 많아 회원가입 후에 사용하기까지 시간이 많이 소요되었습니다.
AI 특허검색 활용, 자연 속 발명 아이디어를 찾아라!	장점	<ul style="list-style-type: none"> 발명과 인공지능을 체험할 수 있는 즐거운 수업이었습니다. zep 공간을 활용함으로써 학생들의 흥미가 수업 초반부터 매우 높았습니다. 전시공간과 작업공간이 따로 있어 학생들이 실시간으로 작업하고 친구들 작품을 감상할 수 있어서 환류 효과가 좋았습니다. 과학과 실과, 미술 과목을 접목하여 공부할 수 있어 융합적 사고를 키울 수 있었습니다. 이번 수업으로 알게 된 패들렛이라는 온라인 수업이나 오프라인 수업에서 학생들의 참여도를 높이는 데 아주 좋은 에듀테크 도구였습니다.
	개선점	<ul style="list-style-type: none"> 평소 수업에 패들렛과 피피티를 활용하여 학생들이 익숙하게 다룰 수 있었으나 학급 상황에 따라 활용하기 어려운 경우도 있을 것 같습니다. 4차시로 수업을 마무리하려고 하다 보니 발명 아이디어를 표현하는 학습지를 과제로 대체해야 했습니다. 만약 4차시로 진행한다면 수업을 진행할 때 시간이 부족하여 제대로 된 수업을 하지 못할 것 같으므로 6차시 정도로 확보하면 좋을 것 같습니다. zep 공간이 불안정해 중간에 쫓기는 현상이 반복하여 아쉬웠습니다. 부르넬 사이트와 zep 스페이스가 학생들이 동시에 들어가는 경우 로딩이 잘되지 않는 문제점이 있었습니다.

어 학습 기회를 놓칠 수 있는 단점이 있는데 이에 대한 보완을 어떻게 할 것인지에 대한 논의가 필요하였다. 개발진은 시범 적용 교사의 의견을 신중하게 고려하였고 개발진의 협의를 통해 최종 프로그램을 완성하였다.

4. 검사 도구

이 연구에서는 STEAM에 대한 태도 검사지와 만족도 검사지를 사용하였다.

가. STEAM 태도 검사 도구

온라인 기반 학습형 STEAM 프로그램의 효과를 양적으로 분석하기 위해 한국과학창의재단(2018)이 개발한 STEAM 태도 검사지를 사용하였다. 이 검사지는 흥미, 배려, 소통, 유용성 및 가치 인식, 자아 개념, 자아 효능감, 이공계 진로선택의 7개 구인으로 5점 likert 척도 40 문항으로 구성되어 있다. 이 연구에서는 수학 관련 문항을 제외한 과학 태도에 관련된 20 문항을 사용하였다(Table 10). Cronbach α 는 .919 ~ .936으로 신뢰도를 확보하였다.

Table 10. STEAM attitude checklist

하위 구인	문항 번호	문항수
1	흥미	1, 2, 3, 4, 5
2	배려	6, 7, 8
3	소통	9, 10, 11
4	유용성 및 가치 인식	12, 13, 14
5	자아 개념	15, 16
6	자아 효능감	17, 18
7	이공계 진로선택	19, 20
전체 문항수		20

나. STEAM 만족도 검사 도구

온라인 기반 학습형 STEAM 프로그램을 경험한 학생들의 수업 만족도를 알아보기 위하여 한국과학창의재단 (2018)의 만족도 검사지를 활용하였다. 이 검사지는 만족도, 흥미, 수업전반의 3개 구인으로 5단계 likert 척도 26개 문항으로 구성되어 있다(Table 11).

5. 자료 분석

이 연구에서 개발한 온라인 기반 학습형 STEAM 프로그램을 초등학생에게 적용한 후 STEAM 프로그램의 효과를 분석하고 시사점을 도출하고자 하였다. STEAM 태도 검사 자료는 SPSS 25를 사용하여 대응 표본 *t* 검정

(paired *t*-test)을 통해 분석하였다. 또한 프로그램 만족도 검사 자료는 사후 평균값을 정리하여 통계 처리하였다.

Ⅲ. 연구 결과 및 논의

1. STEAM 프로그램에 대한 태도 결과

STEAM 태도 설문에 참여한 초등학생은 197명이며, 대응 표본 *t* 검정에서 $p = .000$ 으로 유의미한 값을 나타냈다. 사전 STEAM 태도 평균은 2.85, 사후 STEAM 태도 평균은 3.28로 프로그램 적용 결과 .43이 향상되었다 (Table 12). 즉, 이 연구에서 개발한 STEAM 프로그램의 수업 효과가 통계적으로 유의미하였음을 알 수 있다.

STEAM 태도 측정 도구의 구인별로 알아본 구체적 결과는 Table 13과 같다. 7개의 하위 구인 모두 통계적으로 유의미한 검정 결과를 나타냈다($p < .001$). 이 결과를 볼 때 온라인 기반 학습형 STEAM 프로그램은 초등학생의 STEAM에 대한 태도에 긍정적 결과를 미치는 것을 확인하였다. 프로그램에 참여한 학생들은 STEAM 교육의 유용성과 가치에 대한 인식이 향상되었을 뿐 아니라 관심, 배려, 의사소통 능력이 향상되었다. 또한 이 프로그램은 초등학생의 자아 개념과 자아

Table 11. STEAM satisfaction checklist

하위 구인	내용	문항 번호	문항수
만족도	STEAM 수업에 만족하는가?	1	20
	STEAM 수업을 지속적으로 받고 싶은가?	8	
	STEAM 수업의 '만족도' 관련 소문항(18개)	9	
흥미	STEAM 수업은 재미있었는가?	2	2
	STEAM 수업 활동에 적극적으로 참여하였는가?	3	
	STEAM 수업의 내용 수준은 어떠했는가?	4	
	전에 받았던 수업과 오늘 참여한 STEAM 수업의 가장 큰 차이점은 무엇이라고 생각하는가?	5	
수업전반	STEAM 수업에서 좋았던 점은 무엇인가?	6	4
	STEAM 수업 중 가장 어려웠던 점은 무엇인가?	7	
	전체 문항수		

Table 12. STEAM attitude *t*-test results

($N = 197$)

	time	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
STEAM 태도	pre	2.85	.51	-7.25	.000***
	post	3.28	.47		

*** $p < .001$

Table 13. STEAM attitude *t*-test results by subgroup

(N = 197)

하위 구인	time	M	SD	t	p
흥미	Pre	2.58	.65	-6.81	.000***
	Post	3.09	.60		
배려	Pre	2.86	.65	-5.48	.000***
	Post	3.29	.58		
소통	Pre	2.70	.63	-6.34	.000***
	Post	3.23	.61		
유용성 및 가치 인식	Pre	2.79	.73	-4.89	.000***
	Post	3.21	.61		
자아 개념	Pre	3.21	.66	-4.43	.000***
	Post	3.53	.42		
자아 효능감	Pre	3.00	.67	-4.42	.000***
	Post	3.35	.57		
이공계 진로선택	Pre	2.84	.69	-4.98	.000***
	Post	3.24	.61		

*** $p < .001$

효능감에 긍정적 영향을 미쳤다. 이러한 결과는 온라인 기반 STEAM 프로그램이 STEAM 교육을 강화하고 초등학생의 긍정적 결과를 촉진하기 위한 실행 가능한 접근 방식임을 뒷받침한다. 그러나 이러한 프로그램의 장기적 효과를 평가하고 다양한 학생 집단에 미치는 잠재적 영향을 조사하기 위해서는 추가 연구가 필요할 것으로 사료된다.

2. STEAM 프로그램에 대한 만족도 결과

프로그램 적용 이후 실시한 만족도 설문 결과는 Table 14와 같다. 분석 결과 만족도 평균은 3.847로 나타났다. 개별 문항의 평균이 대체로 3점 후반과 4점 초반인 것을 볼 때 수업에 참여한 학생들은 온라인 기반 학습형 STEAM 프로그램에 대체로 만족했다는 점을 알 수 있다. 가장 높은 평균 점수는 4.13으로 ‘나는 문제해결을 위해 스스로 생각을 하게 되었다’라는 항목이고, 다음으로 ‘나는 배운 내용을 실생활과 연결 지으려고 노력하였다(4.11)’, ‘나는 문제해결에 여러 과목에서 배운 내용을 동시에 적용하려고 노력하였다(4.08)’, ‘나는 적극적이고 활발하게 수업에 참여하였다(4.07)’의 순으로 높은 평균 점수를 나타냈다. 이는 이 프로그램을 적용한 수업이 실생활 적용 및 과목 통합을 통해 비판적 사고와 문제해결 능력을 장려하는 데 중점을 두었기 때문으로 판단한다. 또한 이 수업을 통해 학생

들은 독립적으로 생각하고, 지식을 실제 상황에 연결하고 학습한 내용을 다양한 주제에 적용하여 문제를 해결하도록 동기를 부여받은 것으로 판단한다. 따라서 이 프로그램은 초등학생의 능동적 학습, 비판적 사고 및 문제해결 능력 증진에 긍정적 영향을 줄 수 있음을 시사한다. 평균 점수가 3.56인 가장 낮은 항목은 ‘나는 다른 친구들에게 나의 생각을 표현하였다’, ‘나는 실패하는 것을 두려워하지 않고, 도전하려는 마음이 생겼다’라는 2개 항목이다. 이는 학생들이 STEAM 수업에서 또래들에게 자기의 생각을 표현하는 데 어려움을 겪은 것으로 볼 수 있다. 학생들이 수업에서 자기의 생각을 공개적으로 공유할 충분한 기회를 제공받지 못하여 자신감이 부족했을 것으로 판단한다. 이러한 점을 개선하기 위해 STEAM 수업을 또래 간의 의사소통과 토론을 장려하는 상호작용적이고 협력적인 학습활동으로 구현하는 것을 고려할 필요가 있다.

IV. 결론 및 제언

이 연구의 목적은 ‘메타버스로 이해하는 융합과학 세상’을 주제로 초등학생을 대상으로 한 온라인 기반 학습형 STEAM 프로그램을 개발하고 이를 적용한 후 프로그램의 효과를 분석하고 시사점을 도출하는 것이다. 연구

Table 14. Satisfaction with STEAM programs results

문항	M	Variance	SD
1. 나는 과학 수업이 재미있어졌다.	3.87	1.015	1.031
2. 나는 과학·수학 학습 내용에 대해 많이 이해하게 되었다.	3.97	.911	.830
3. 나는 과학·수학 학습에 대한 흥미가 생겼다.	3.83	.947	.897
4. 나는 과학 기술에 대한 관심이 생겼다.	3.81	1.005	1.009
5. 나는 과학 관련 책이나 글을 읽는 것이 좋아졌다.	3.85	.950	.902
6. 나는 문제해결을 위해 스스로 생각을 하게 되었다.	4.13	.864	.747
7. 나는 다양한 학습 활동을 끝까지 해내게 되었다.	3.66	1.051	1.105
8. 나는 한 가지 문제를 다양하게 생각해보았다.	3.81	.970	.942
9. 나는 배운 내용을 실생활과 연결 지으려고 노력하였다.	4.11	.826	.683
10. 나는 문제해결에 여러 과목에서 배운 내용을 동시에 적용하려고 노력하였다.	4.08	.889	.791
11. 나는 적극적으로 활발하게 수업에 참여하였다.	4.07	.823	.677
12. 나는 의견에 대한 근거를 가지고 친구들과 토론하였다.	3.88	.944	.891
13. 나는 다른 친구들에게 나의 생각을 표현하였다.	3.56	1.182	1.397
14. 나는 다른 친구들의 의견을 잘 들어주고 존중하였다.	3.79	1.129	1.274
15. 나는 다른 친구들과 협력하는 것이 중요함을 알게 되었다.	3.86	1.027	1.054
16. 나는 다른 친구들을 배려하는 마음이 생겼다.	3.75	1.102	1.215
17. 나는 실패하는 것을 두려워하지 않고, 도전하려는 마음이 생겼다.	3.56	1.296	1.680
18. 나는 과학기술 분야와 관련된 직업에 대한 관심이 생겼다.	3.66	1.207	1.456

결과를 바탕으로 한 연구의 결론은 다음과 같다.

메타버스를 활용한 온라인 기반 학습형 STEAM 프로그램은 초등학생의 긍정적인 성과를 촉진하는 데 효과적인 접근 방식인 것으로 나타났다. 이 프로그램은 STEAM 관련 활동에 대한 학생들의 태도와 참여를 향상하고 이러한 분야의 가치와 중요성에 대한 이해를 높이는 데 효과적이었다. 이 연구 결과는 온라인 기반 STEAM 교육을 위한 플랫폼으로써 메타버스를 활용하면 학생들의 학습 경험 향상과 적극적 학습 참여에 기여할 수 있음을 시사한다. 또한 온라인 기반 프로그램은 유연성을 지니므로 학생들은 자신의 학습 속도를 조절하여 학습 목표를 효과적으로 달성할 수 있다고 판단한다.

메타버스를 이용한 온라인 기반 STEAM 프로그램의 개발은 특히 COVID-19로 인한 팬데믹 상황에서 중요한 의미가 있다. 팬데믹으로 인해 전통적 대면 학습이 광범위하게 중단된 현실에서 가상 환경과 메타버스 기술은 학생들이 온라인에서 학교 교육을 이어가는 기회를 제공할 수 있다. 이 연구와 관련한 시사점은 다음과 같다.

첫째, 메타버스를 활용한 온라인 기반 STEAM 프로그램이 초등학생의 STEAM에 대한 태도와 만족도를

향상한 결과를 보았을 때, 미래 교육에서 메타버스를 활용한 온라인 교육은 더욱 중요한 역할을 할 수 있을 것임을 시사한다. 다만, 인터넷 연결 불량이나 소프트웨어 오작동과 같은 기술적 문제에 대한 사전 점검과 온라인 수업이 중단되어 학습 기회를 놓치지 않게 하는 작업이 필요할 것으로 보인다.

둘째, 메타버스를 활용한 온라인 기반 학습 프로그램은 유연한 학습 환경을 제공할 수 있다. 특히 이 연구의 시사점으로 메타버스를 활용한 STEAM 수업에서 개별 학생의 요구와 선호도에 맞는 STEAM 콘텐츠를 제공해주어야 한다는 점과 학생들이 메타버스에서 친구들과 협력하면서 독창적으로 고유한 학습 경험을 실제로 디자인할 수 있도록 하는 체험 중심의 수업 가이드는 필수적이라고 볼 수 있다. 일반적으로 팬데믹으로 인해 전통적인 학습 방법이 지속하여 중단되는 상황에서 가상 환경과 메타버스 기술은 학생들에게 교육을 지속할 방법을 제공한다. 전반적으로 메타버스를 사용한 온라인 기반 학습 프로그램의 개발은 팬데믹에 직면한 교육에 혁신을 일으켜 학생들에게 안전하고 매력적이며 유연한 학습 환경을 제공할 수 있는 잠재력을 가지고 있다. 따라서 이와 같은 장점이 존재하므로 중·고등학생을 위한 온라인 학습형 STEAM 프로그램

을 개발하는 연구가 후속되어야 할 것이다.

국문요약

이 연구는 지방에 소재한 초등학교 2학년·4학년·6학년 197명의 학생을 대상으로 메타버스를 활용한 온라인 기반 학습형 STEAM 프로그램을 적용한 수업이 초등학교 학생의 STEAM에 대한 태도와 만족도에 어떤 효과가 있는지를 알아본 것이다. 연구 수행을 위해서 각 학년군에서 각각 4~5차시의 온라인 기반 학습형 STEAM 프로그램을 개발한 후 이를 적용하여 효과를 알아보았다. 이 연구의 결론은 다음과 같다. 온라인 기반 학습형 STEAM 프로그램을 적용한 수업은 초등학교 학생의 STEAM에 대한 태도를 향상하는 데 통계적으로 유의미한 효과가 있었으며, 프로그램에 대한 학생들의 만족도가 높게 나타났다. 또한 시범 적용 교사는 면담에서 ‘프로그램에 대한 학생들의 수업 집중도가 굉장히 높았으며 메타버스 공간을 활용하는 것이 매우 흥미로웠다’는 긍정적 평가를 하였다. 시범 적용 결과를 바탕으로 초등학교의 학년군별 4~5차시에 해당하는 1종의 학생용·교사용 STEAM 프로그램을 개발하였다. 메타버스를 활용한 온라인 학습 프로그램은 교육 불평등을 해소하고 유연한 학습 환경을 제공하여 팬데믹 기간에 교육을 혁신할 수 있는 잠재력을 가지고 있다. 이에 중·고등학생을 위한 온라인 STEAM 프로그램 개발 연구를 제안하였다.

주제어: 메타버스, STEAM 프로그램, 온라인 기반 학습

References

- 고동국, 홍승호(2019). 3D 프린터를 활용한 TPACK 기반 STEAM 프로그램 개발 및 적용-‘우리 몸의 구조와 기능’ 단원 중 소화 기관을 중심으로. *생물교육*, 47(2), 153-170.
- 김덕호, 양지혜, 홍승호(2016). 3D 프린터 기반 기후 관련 STEAM 프로그램이 초등과학 영재 학생들에게 미치는 영향. *에너지기후변화교육*, 6, 127-138.
- 김상걸, 김형범, 김용기(2022). 3D 프린터 활용 체험형 STEAM 프로그램 개발 연구: ‘태양’ 개념을 중심으로. *대한지구과학교육학회지*, 15(1), 62-75.
- 박현주, 백운수(2015). 로봇 STEAM 교수학습 프로그램 제안. *Journal of Engineering Education Research*, 18(6), 3-10.
- 서영준, 한도윤, 손윤정, 허윤정, 김형범(2022). AR/VR을 활용한 창의교육 프로그램의 효과 분석: 천문 영역을 중심으로. *대한지구과학교육학회지*, 15(2), 310-321.
- 윤진영, 김연형, 이채원(2021). 메타버스를 활용한 창작 기반 융합교육 프로그램 개발 연구. *한국과학예술 융합학회지*, 39(5), 273-283.
- 이용섭(2021). 초등예비교사의 ‘지구와 우주’ 영역에서 메타버스 활용가능성 제안. *대한지구과학교육학회지*, 14(3), 248-256.
- 이주영, 김귀훈(2022). 인공지능과 과학 교과의 체계적인 융합을 위한 내용 체계 및 교수·학습 사례 연구. *학습자중심교과교육연구*, 22(13), 623-640.
- 이혜리(2022). STEAM 교육을 위한 에듀테크: 메타버스의 이해와 콘텐츠 활용. *문화예술융합연구*, 3(1), 15-26.
- 전재천, 장준혁, 정순기(2022). 메타버스 환경의 융합(STEAM) 교육 프로그램 개발과적용을 통한 학습자 태도 및 만족도 분석. *정보교육학회논문지*, 26(3), 187-195.
- 정예희, 김형범, 박기락, 유상미(2023). 빅데이터 기반 인공지능 교육프로그램 연구: 일반계 고등학교 사례를 중심으로. *한국인터넷방송통신학회지*, 23(1), 83-92.
- 정유남, 이영희(2022). 메타버스 플랫폼을 활용한 초등 융합교육 사례 연구. *학습자중심교과교육연구*, 22(16), 561-580.
- 최일훈, 소금현(2022). 메타버스를 활용한 기후변화교육 프로그램이 초등학생의 기후소양과 자기효능감에 미치는 영향. *초등교육연구*, 37(2), 199-216.
- 최재혁, 최호명, 박종석(2018). 레고 마인드스톰 로봇을 활용한 STEAM 교육 프로그램 개발 및 적용. *과학교육연구지*, 42(1), 1-11.
- 한국과학창의재단(2018). 2017년 융합인재교육(STEAM) 사업 성과 분석 연구[AD18030006]. 서울: 한국과학창의재단.
- 한아름, 나지연(2019). STEAM 수업에서 스마트테크놀로지 적용에 대한 초등교사의 인식·적용 유형과 어

- 려움 및 지원을 중심으로. 한국과학교육학회지, 39(6), 777-790.
- Dahan, N. A., Al-Razgan, M., Al-Laith, A., Alsoufi, M. A., Al-Asaly, M. S., & Alfakih, T. (2022). Metaverse framework: A case study on E-learning environment (ELEM). *Electronics*, 11(10), 1616.
- Rachmadtullah, R., Setiawan, B., Wasesa, A. J. A., & Wicaksono, J. W. (2023). Elementary school teachers' perceptions of the potential of metaverse technology as a transformation of interactive learning media in Indonesia. *International Journal of Innovative Research and Scientific Studies*, 6(1), 128-136.
- Suh, W., & Ahn, S. (2022). Utilizing the metaverse for learner-centered constructivist education in the post-pandemic era: An analysis of elementary school students. *Journal of Intelligence*, 10(1), 17.
- Vázquez-Cano, E. (2021). Artificial intelligence and education: A pedagogical challenge for the 21st century. *Educational Process: International Journal*, 10(3), 7-12.
- Veletsianos, G., VanLeeuwen, C. A., Belikov, O., & Johnson, N. (2021). An analysis of digital education in Canada in 2017-2019. *International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 22(2), 102-117.