

메타버스 플랫폼을 활용한 ‘생물과 환경’ 수업이 초등학생의 과학 흥미 및 과학에 대한 태도에 미치는 영향

곽희관 · 신동훈[†]

The Effect of Metaverse Platform-Based “Living Things and Environment” Learning on Science Interest and Attitude toward Science in Elementary School Students

Gwak, Hee-Gwan · Shin, Dong-Hoon[†]

국문 초록

이 연구에서는 메타버스 플랫폼을 활용한 ‘생물과 환경’ 단위 수업을 개발하고, 이 수업이 초등학생의 과학 흥미 및 과학에 대한 태도에 미치는 효과에 대해 알아보려고 하였다. 연구 대상은 서울특별시 Y초등학교 5학년 1개 학급 15명 학생을 실험집단, 다른 1개 학급 15명을 비교집단으로 구성하였다. 실험집단은 개발한 메타버스 플랫폼을 활용한 수업을 실시하였고, 비교집단은 교과서와 실험관찰 및 교사용 지도서에 따른 전통적 교수법에 따라 수업을 실시하였다. 각 집단은 과학 흥미, 과학에 대한 태도 검사지를 사전에 실시하였고, 수업 후 동일한 검사지를 사후에 실시한 후 결과 분석하였다. 이 연구의 결과는 다음과 같다. 첫째, 메타버스 플랫폼을 활용하여 초등학교 과학 5학년 2학기 ‘생물과 환경’ 단원의 수업 프로그램을 개발하였다. 둘째, 메타버스 플랫폼을 활용한 수업은 초등학생의 과학 흥미와 과학에 대한 태도에 긍정적인 영향을 미쳤다. 다음과 같은 결과를 토대로, 메타버스를 활용한 ‘생물과 환경’ 단원의 수업은 초등학생의 과학 흥미, 과학에 대한 태도에 효과적인 수업 방법임을 알 수 있었다.

주제어: 메타버스, 초등 과학, 과학 흥미, 과학에 대한 태도, 정의적 영역

ABSTRACT

This study aimed to develop the “Living Things and Environment” learning program based on a metaverse platform and determine its effect on “science interest” and “attitude toward science” in elementary school students. The study participants were 30 students of two 5th grade classes. The experimental group was designed to use the metaverse program during studying the “Living Things and Environment” unit. Furthermore, the comparison group was designed for general explanatory science classes with textbooks and the guide books of the teachers in the “Living Things and Environment” unit. The results of this study were as follows. First, the “Living Things and Environment” learning program was developed based on the metaverse platform. Second, this study found that the science class that used the metaverse program exerted positive effects on “science interest” and “attitude toward science” in elementary school students. Thus, the use of the learning program based on the metaverse platform is an effective method for “science interest” and “attitude toward science” in elementary school students.

Key words: metaverse, elementary science, science interest, attitude toward science, affective domain

I. 서 론

2020년 12월, 국제 교육성취도 평가 협회(International Association for the Evaluation of Educational Achievement)는 수학·과학 성취도 추이 변화 국제 비교 연구(Trends in International Mathematics and Science Study) 2019 결과를 공식 발표하였다. 이 연구는 초등학교 4학년과 중학교 2학년 학생들의 수학·과학 성취도와 교육 맥락 변인 사이의 관계를 파악하기 위한 것으로, 4년을 주기로 시행되는 국제 비교 연구이다. TIMSS 2019 결과를 보면 우리나라 초등학교 4학년 학생들의 과학 성취도는 참여국 중 2위를 기록했지만, 과학 학습에 대한 흥미와 과학 학습에 대한 자신감은 모두 국제 평균에 비해 낮은 결과를 보여주었다(Sang *et al.*, 2020). 이와 같은 결과는 비단 TIMSS 2019에만 국한되지 않는다. 우리나라 초등학교 4학년 학생들의 경우 TIMSS 2011, 2015에도 참여하였는데, 학업성취도의 경우 최상위권 성적을 유지해 왔지만 과학 학습에 대한 흥미와 자신감 등 정의적 특성에 있어서는 국제 평균에 비해 상대적으로 낮은 성취를 나타내고 있다(Kim *et al.*, 2012; Sang *et al.*, 2016).

학생의 인지적 성취와 더불어 정의적 성취의 조화로운 발달은 우리나라 교육에서 지속적으로 강조해온 목표이다(Seo *et al.*, 2022). 2022 개정 과학과 교육과정은 미래 사회를 살아갈 시민으로서 ‘과학적 소양을 갖추고 더불어 살아가는 창의적인 사람’을 육성하는 것을 목적으로 하며, 과학과 교육과정에서는 과학 지식·이해, 과정·기능, 가치·태도가 복합적으로 발현되어 나타나는 총체적인 능력인 역량을 함양하고자 한다(Ministry of Education, 2022). 즉, 과학과 교육과정은 과학과의 지식, 기능, 태도가 분절적으로 발현된 학생이 아닌 복합적으로 발현된 학생을 육성하는 것을 목표로 하는 것이다. 따라서 교육부에서는 학생들의 정의적 태도를 향상시키고자 다양한 교육정책을 추진하고, 교육과정에서 정의적 태도의 중요성을 부각하는 등 십 수 년 동안의 노력을 해왔지만 실질적인 개선을 가져오진 못했다(Seo *et al.*, 2022). 하지만 정의적 성취 혹은 태도는 학업 성취와 더불어 학교 교육의 중요한 목표 중 하나이며 장기적인 측면에서 학습에 대한 동기나 정서 등 다른 부분에도 영향을 미치므로(Rho & Ryu, 2022), 학생들의 학업 성취도는 높으나 흥미와 자신

감 등 정의적 특성은 낮은 이와 같은 상황은 분명 개선이 필요해 보인다.

Jeong *et al.*(2022)의 연구에 따르면 우리나라 학생들의 과학 정의적 성취가 낮은 원인은 다양하지만, 과학 수업의 내용 및 용어가 어렵다는 점과 학생의 흥미를 고려하지 않은 방식의 수업 등이 영향을 주는 일부 원인이라고 하였다. 또한 Shin *et al.*(2020)의 연구에서는 정의적 성취 향상에 미치는 영향을 8가지 요인으로 나누어 설명하였는데 대표적으로 ‘직접적인 탐구 활동’, ‘학생 주도적 수업’, ‘흥미와 적성 등 학생의 특성을 반영한 수업’ 등이 있다. 이와 같은 내용들을 고려해보면, 학생들의 정의적 성취 향상을 위해서는 적절한 난이도의 과학 내용을 학생의 흥미와 적성을 고려하여, 직접적인 탐구 활동 위주의 학생 주도적 수업을 진행하는 것이 필요하다고 볼 수 있다.

2015 개정 교육과정의 초등학교 5학년 과학 ‘생물과 환경’ 단원은 환경과 생태계라는 영역을 중심으로 생물 요소와 비생물 요소, 생태계의 구조와 기능, 먹이 관계, 생태계 평형 등의 학습 요소를 다루며 관련 성취 기준 달성을 목표로 하는 단원이다(Ministry of Education, 2015). 하지만 ‘생물과 환경’ 단원의 내용 구성과 수업 운영의 적절성에 대해서는 계속해서 문제가 제기되어 왔고, 실제 학교 현장에서의 성취 기준 달성 정도 역시 낮은 수준인 것으로 파악된다(Park, 2009). 또한 Lee and Park(2022)의 연구에 따르면 학교 현장에서 교사들은 ‘생물과 환경’의 기준 차시보다 1개 차시 이상을 감축하여 운영하는 경우가 많았는데, 그 이유에 대해서 교사들은 ‘실제로 할 수 있는 실험 및 활동의 양이 많지 않기 때문에’의 응답 비율이 가장 높았고, ‘아이들의 흥미와 관심이 낮기 때문에’의 응답 비율 역시 높았다. 구체적인 응답을 살펴보면 다양한 환경과 생물을 다루는 ‘생물과 환경’ 단원의 특성상, 학생들과 실제적으로 탐구 가능한 활동이 굉장히 부족하고, 대체적인 활동 역시 시청각 자료에 의존한 단조로운 활동 위주여서 감축이 불가피함을 토로하였다. 이는 결국 교사에게는 단원 운영의 어려움으로, 학생들에게는 지루하고 단조로운 활동으로 인한 흥미 감소로 이어졌다. 교사들은 ‘생물과 환경’ 단원의 적정성 확보를 위한 방안으로 ‘학교 밖 관찰 및 활동 기회’의 풍부한 제공, ‘학습자의 지적 호기심과 동기를 유발할 수 있는 다양한 환경 관련 소재의 도입’ 등으로 응

답했다. 즉, ‘생물과 환경’ 단원의 효과적인 운영을 위해서는 학생들이 흥미 있게 참여할 수 있는 다양한 기회와 활동이 필요함을 시사한다.

4차 산업혁명을 비롯한 다양한 과학 및 정보통신 기술의 급격한 발달은 우리 사회 전반에 걸쳐 큰 변화를 가져왔다. 교육환경 역시 많은 변화를 맞이했는데, 이러한 변화는 교수학습 자료와 도구를 넘어서 학습 환경, 학습 체제, 교수학습 과정, 평가 구조 등 교육의 총체적인 변화를 포함하고 있다(Chang & Jung, 2017). 이에 우리나라는 변화하는 디지털 시대에 어울리는 미래 인재 육성을 위하여 학교 교육에서의 인공지능(AI) 관련 교육 실시, 다양한 인공지능 콘텐츠의 교과 활용 등 미래를 위한 교육 패러다임의 구조적 변화를 강조했고, 이러한 흐름에 맞추어 교육에 다방면으로 활용할 수 있는 기술이 바로 메타버스이다.

메타버스(Metaverse)는 초월과 추상을 뜻하는 ‘메타(Meta)’와 우주를 뜻하는 ‘유니버스(Universe)’가 결합한 합성어로 ‘현실을 초월한 가상세계’를 의미하며, 이는 다양한 디지털 미디어를 통해 표현되는 새로운 세상을 뜻한다(Kim, 2020). 구체적으로 살펴보면, ‘미국 미래 가속화 연구재단(Acceleration Studies Foundation: ASF)’에서는 메타버스의 유형을 증강현실(Augmented Reality), 라이프로그(Life Logging), 거울세계(Mirror Worlds), 가상세계(Virtual Worlds)로 분류하였다(Acceleration Studies Foundation, 2006). 증강현실은 현실 공간에 가상의 물체를 겹쳐 상호작용하는 환경을 뜻하고, 라이프로그는 사물과 사람의 다양한 정보를 저장 및 공유하는 기술이며, 거울세계는 실제 세계와 외부 환경을 통합하여 반영한 세계, 가상세계는 디지털 데이터로 구축한 세계를 말한다(KERIS, 2021). 즉, 사용자들은 이 메타버스 속에서 현실의 물리적 한계를 넘어서거나, 현실적 존재를 대신한 아바타를 통해 가상 세계 속에서 활동하는 등의 다양한 방식으로 메타버스를 경험할 수 있는 것이다(Park, 2022). 또한 메타버스는 가상화나 게임화를 통한 높은 몰입도와 자유도를 반영하여 시공간을 초월한 새로운 경험을 제공하는 등의 긍정적 요소가 충분하고(Cheong & Lee, 2022), 사용자 및 콘텐츠 간의 상호작용을 활발히 하여 학습자의 정의적 영역에 긍정적인 효과를 유발할 수 있다(Choi & Kim, 2019). 이러한 메타버스의 다양한 특성은 스마트 기기를 다루는 데 능하고 가상공간의

인간관계에도 익숙한, 디지털 네이티브 세대들의 흥미를 불러일으킬 것이고 더불어 많은 상호작용을 유발하여 학습 및 정의적 영역에 긍정적인 영향을 미칠 것으로 기대된다.

교육에 메타버스를 활용한 연구들을 살펴보면, 초등 국어와 사회 교과에서 메타버스 플랫폼 기반의 플립러닝 프레임워크를 적용했을 때 학생들의 학습 몰입도에 유의미한 영향이 있었다(Ko *et al.*, 2022). 또한 과학 교과를 살펴보면, 메타버스 플랫폼을 활용한 생물 탐구 프로그램이 초등 과학영재 학생들의 학습동기 및 과제 집착력에 긍정적 영향을 주었고(Byeon, 2022), 증강현실과 가상현실을 활용한 초등과학 수업이 초등학생들의 학업 성취도와 학습동기 향상에 미치는 효과를 검증하기도 했다(Jung & So, 2021). 이처럼 현재 메타버스는 다양한 교과에 활용되고 있으며 여러 교육적 효과를 보이고 있음을 알 수 있다. 그러므로 초등학생의 과학 교과에 대한 낮은 정의적 성취가 계속되는 상황 속에서 메타버스 플랫폼을 활용한 과학 수업은 정의적 성취를 향상하는 좋은 해결책이 될 것이고, 더불어 ‘생물과 환경’처럼 실제적인 탐구와 다양한 활동이 제한되는 단원에 있어서도 좋은 대안이 될 것으로 생각한다. 따라서 이 연구에서는 다음과 같은 연구문제를 설정하였다.

첫째, 메타버스 플랫폼을 활용하여, 초등학교 과학 5학년 2학기 ‘생물과 환경’ 단원을 효과적으로 학습할 수 있는 학습 프로그램을 개발한다.

둘째, 메타버스 플랫폼을 활용한 ‘생물과 환경’ 수업이 초등학생들의 과학 흥미 및 과학에 대한 태도에 미치는 영향을 확인한다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

이 연구는 서울특별시 Y구 소재 Y초등학교의 5학년 2개 학급을 대상으로 진행되었다. 1개 학급은 메타버스 플랫폼을 활용한 ‘생물과 환경’ 수업으로 치치한 실험집단(남9, 여6, 총15)으로, 나머지 1개 학급은 전통적 교수법을 실시한 비교집단(남10, 여5, 총15)으로 설정하였다.

2. 연구 절차

이 연구는 메타버스 플랫폼을 활용한 ‘생물과 환경’ 수업 프로그램을 개발하고 학교 현장에 적용하여 초등학생들의 과학 흥미 및 과학에 대한 태도에 미치는 영향을 알아보기 위한 것으로 연구 절차는 Fig. 1과 같다. 연구 1단계에서는 메타버스 관련 문헌과, 메타버스 플랫폼을 활용하여 초등학생에게 적용한 선행 연구를 분석하였다. 2단계에서는 메타버스 플랫폼을 활용할 초등 과학 단원으로 5학년 2학기 ‘생물과 환경’ 단원을 선정하고 수업 프로그램을 개발하였다. ‘생물과 환경’ 단원은 적절한 단원 지도 환경 여건의 미비, 학습자의 낮은 관심과 흥미도, 다양한 교수학습 방법 활용의 어려움 등으로 인해 많은 교사들이 단원 운영 상 어려움을 겪고 있기에(Lee & Park, 2019) 메타버스를 활용한 수업이 효과적인 대안이 될 수 있을 것으로 판단하였다. ‘생물과 환경’ 수업 프로그램은 5학년 2학기 ‘생물과 환경’ 단원의 핵심 개념, 성취 기준, 학습 요소를 기반으로 하였으며, 메타버스 플랫폼인 ‘ZEP’을 이용하여 개발하였다. 수업 프로그램은 3단계에서 과학교육 전공 교수 1인 외 동료 교사 7인(박사과정 2, 석사과정 5)의 타당도 검토를 진행하여 수정 및 보완하였다. 이어 4단계에서는 실험집단과 비교집단을 대상으로 과학 흥미와 과학에 대한 태도 사전 검사를 실시하였다. 5단계에서는 개발한 ‘생물과 환경’ 수업 프로그램을 실험집단 학생들을 대상으로 개인 태블릿 PC를 이용하여 진행하였고, 비교집단 학생들은 교과서, 실

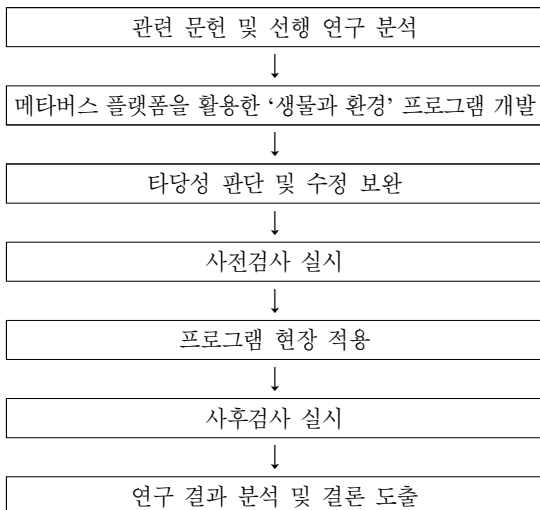


Fig. 1. A research procedure

험관찰 기반의 전통적 교수법을 진행하였다. 이후 6단계에서 각 집단 학생들을 대상으로 동일하게 사후검사를 실시한 후, 7단계에서 통계 처리 및 결과를 분석하였고 정량적인 분석 결과만으로는 나타나지 않는 부분도 분석하기 위해 학생 개인 인터뷰 분석 등을 통하여 결론을 도출하였다.

3. 연구 설계

메타버스 플랫폼을 활용한 ‘생물과 환경’ 수업 프로그램이 초등학생의 과학 흥미 및 과학에 대한 태도에 미치는 영향을 알아보기 위하여 이질집단 사전사후검사 설계를 진행하였다. Y 초등학교 5학년 2개 학급 중 1개 학급을 실험집단, 나머지 1개 학급을 비교집단으로 선정하여 사전검사를 실시하고 SPSS Statistics 17.0 통계 프로그램을 이용하여 동질성을 확인하였다. ‘생물과 환경’ 단원 수업은 실험집단의 경우 메타버스 플랫폼인 ‘ZEP’을 활용하여 11차시의 수업을 진행하였고, 비교집단의 경우 교과서와 실험관찰 등을 활용한 전통적 교수법을 총 11차시 진행하였다. 수업이 끝난 후 실험집단과 비교집단 모두 사후검사를 실시하고, 사후검사 결과는 마찬가지로 SPSS Statistics 17.0을 이용하여 통계 처리 및 결과 분석을 진행하였다. 연구 설계를 도식화하여 나타내면 Table 1과 같다.

Table 1. Research design

Group	Pre test	Experimental treatment	Post test
실험집단	O ₁	X ₁	O ₂
비교집단	O ₁	X ₂	O ₂

O₁: 사전검사 (과학 흥미 및 과학에 대한 태도)

X₁: 메타버스 플랫폼을 활용한 수업

X₂: 전통적 교수법을 활용한 수업

O₂: 사후검사 (과학 흥미 및 과학에 대한 태도)

4. 검사 도구

1) 과학 흥미 검사

학생들의 과학 흥미 검사지는 Kim *et al.*(1998)이 개발한 정의적 영역에 대한 검사지 중, 과학 흥미만을 선정하여 이 연구에 사용하였다. 검사지는 과학에 대한 흥미, 과학학습에 대한 흥미, 과학 관련 활동에 대한 흥미, 과학 관련 직업에 대한 흥미, 과학 불안으로 총 5개 영역으로 구성되어 있으며, 각 영역은 5단계 리커트 척도로 구성된 3개의 문항으로

총 15개의 문항으로 이루어져 있다. 이 연구에서 사용된 과학 흥미 검사지의 세부 하위 요소와 문항 구성, 신뢰도 값(Cronbach's α)은 Table 2와 같다.

2) 과학에 대한 태도 검사

과학에 대한 태도 검사지는 Fraser(1981)가 개발한 TOSRA(Test of Science Related Attitudes) 검사지를 한국 초등학생들에게 맞도록 수정 및 보완한 Lim (1992)의 과학에 대한 태도 측정 설문지를, 초등학교 5학년 상황과 수준에 맞도록 수정한 Kim(2016)의 검사지를 사용하였다. 검사지는 과학 탐구에 대한 태도, 과학적 태도의 수용, 과학 수업의 즐거움, 과학에서의 여가 활용, 과학관련 직업의 선호 총 5개의 범주로 구성되어 있으며, 리커트 4점 척도 총 39문항으로 이루어져 있다. 세부 문항 및 신뢰도 (Cronbach's α)값은 Table 3과 같다.

5. 자료 처리 및 분석

메타버스 플랫폼을 활용한 ‘생물과 환경’ 수업이 초등학생의 과학 흥미 및 과학에 대한 태도에 효과가 있는지 확인하기 위하여 실험 집단과 비교 집단을 대상으로 사전·사후검사를 실시했다. 실험 집단과 비교 집단이 각각 15명이므로, 정규성을 단정 짓기 어렵다고 판단하여 검사 자료는 비모수 통계 방법인 Mann-Whitney 검정으로 자료 처리 및 분석하였다. 실험 집단과 비교 집단의 사전 검사 후, 유의한 차이가 있는지 확인하기 위하여 실시한 Mann-Whitney 검정에서는 두 집단 간 과학 흥미와 과학에 대한 태도가 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 이후 실험 집단은 메타버스 플랫폼을 활용한 수업을, 비교 집단은 전통적 교수법을 통한 수업을 각각 실시 후 사후 검사를 진행했다. 사후 검사의 자료 처리 및 분석은 사전 검사에서 이미 동질성을 확인하였기 때문에, 각 집단의 수업 이후 유의한 차이가 있는지 확인하기 위하여 다시 한 번 Mann-Whitney 검정을 실시했으며 유의성 검증의 진단기준은 $p < .05$ 수준에서 판정하였다. 추가적으로, 정량적인 검사만으로는 나타나지 않는 부분을 확인하기 위하여 학생 개인 인터뷰를 실시하였고 사후 검사 결과 및 학생 개인 인터뷰 결과를 분석하여 결론을 도출하였다.

Table 2. Composition of questions for each sub-domain of Science interest

하위 요소	문항번호	문항수	신뢰도(Cronbach's α)
과학에 대한 흥미	1, 2, 3	3	0.81
과학학습에 대한 흥미	4, 5, 6	3	0.81
과학 관련 활동에 대한 흥미	7, 8, 9	3	0.83
과학 관련 직업에 대한 흥미	10, 11, 12	3	0.84
과학 불안	13*, 14*, 15*	3	0.82
Total		15	

문항 뒤 *표시는 부정문항을 나타냄.

Table 3. Composition of questions for each sub-domain of attitude toward science

하위 요소	문항번호	문항수	신뢰도(Cronbach's α)
과학 탐구에 대한 태도	1, 6*, 11, 16*, 21, 26*, 30, 35*	8	0.65
과학적 태도의 수용	2, 7, 12*, 17, 22, 31, 36*	7	0.67
과학 수업의 즐거움	3, 8*, 13, 18*, 23, 27*, 32, 37*	8	0.85
과학에서의 여가 활용	4, 9*, 14, 19*, 24, 28*, 33, 38*	8	0.78
과학관련 직업의 선호	5, 10*, 15, 20*, 25, 29, 34*, 39	8	0.83
Total		39	

문항 뒤 *표시는 부정문항을 나타냄.

III. 연구 결과 및 논의

1. 프로그램 개발 및 적용

1) ‘생물과 환경· 메타버스 수업 프로그램 개발

‘생물과 환경’ 단원의 메타버스 수업 프로그램은 2015 과학 교육과정에서 제시하고 있는 ‘생물과 환경’ 단원의 핵심 개념과 성취 기준, 학습 요소를 바탕으로 분석 후 개발하였고, 개발에 참고한 분석내용은 Table 4와 같다.

5학년 2학기 ‘생물과 환경’ 단원은 환경과 생태계라는 영역을 중심으로 생물요소와 비생물요소, 생태계의 구조와 기능, 먹이 사슬과 먹이그물, 생물과 환경 사이의 관계를 학습하는 단원이다. 메타버스 플랫폼을 활용한 수업 프로그램이 학생들의 흥미 등 정의적 부분만을 단순히 강조한 수업만이 아닌 필수적인 학습 내용 역시 성취할 수 있도록, 교육과정에 제시된 핵심 개념과 성취기준, 학습 요소를 모두 메타버스 플랫폼 내에서 다룰 수 있도록 프로그램 개발 단계에서 분석하였다.

다음 단계로, 다양한 메타버스 플랫폼 중에서 ‘생물과 환경’ 수업을 적용할 메타버스 플랫폼으로 ‘ZEP’을 선정하였는데 그 이유는 다음과 같다. Kim(2022)에 따르면 메타버스 플랫폼 ‘ZEP’은 슈퍼캣(Supercat)과 제페토(Zepeto)를 만든 네이버 Z(Naverz)의 합작으로, 다른 메타버스 플랫폼들에 비해 편리하고 비교적 접근성이 쉽다. 국내에서 제작된 플랫폼이기 때문에 언어적 장벽이 없어, 사용자 입장에서 편리한 사용이 가능하며 개발자와의 소통도 원활하다. ‘ZEP’은 사용 가능 인원의 규모가 타 플랫폼들에 비해 크기 때문에, 동시에 많은 사용자가 함께 사용 가능한 장점이 있고 화상회의, 자료 및 화면 공유, 채팅, 프레젠테이션 등의 기능과 더불어 포탈을 통

한 공간 이동, OX 퀴즈, 골든벨, 방 탈출 등 학습자의 몰입을 유발하고 흥미를 증진할 다양한 요소들이 있다. 또한 기본적으로 제공되는 맵과 오브젝트들이 다양하며 필요 시 원하는 오브젝트와 맵을 자유롭게 만들어 사용할 수 있기 때문에, 수업에 필요한 맵을 구성하고 제작하는 교사 입장에서는 원하는 맵과 환경 구성을 굉장히 편리하게 할 수 있다.

‘생물과 환경’ 프로그램의 기본적인 맵 구성은 가상 학교로부터 시작되며 크게 실외영역과 실내영역으로 구성하였다. 가상 학교는 Y 초등학교의 실제 외관을 바탕으로 만들어 학생들의 몰입과 흥미를 유발하였으며, 더불어 교실, 토의실 등의 실내영역으로 구성하였다. 실외영역은 5학년 2학기 ‘생물과 환경’ 단원에서 다루어지는 환경인 숲과 연못을 포함하여 사막, 극지방, 바다로 구성하였고, 가상공간에서의 활동은 실제 환경을 기반으로 구성될 때 실재감을 갖기 때문에(Yang & Ryu, 2021) 각 환경에는 교과서에서 제시되는 생물을 포함하여 다양한 생물들을 서식 환경에 맞게 배치하였다. 또한 해당 환경의 특징을 살펴볼 수 있는 동영상을 팝업 형태로 배치하여 학생들의 이해를 돕고, 환경에 배치된 생물 역시 텍스트 팝업 형태로 간단한 생물의 서식 환경 및 먹이, 특징들을 제시하였다.

수업의 전체적인 흐름은 2015 개정 교육과정(Ministry of Education, 2015)을 기초로 한 5학년 2학기 지도서의 단원별 흐름과 유사하게 구성하였다. 또한 각 차시별 교수학습과정안을 개발하여 메타버스 프로그램과 함께 과학교육 전공 교수 1인 외 동료 교사 7인(박사과정 2, 석사과정 5)의 타당도 검토를 진행하여 수정 및 보완하였다. 차시별 학습 목표 및 주요 활동은 Table 5와 같다.

Table 4. Contents of curriculum analysis

영역(핵심개념)	성취 기준	학습 요소
환경과 생태계 (생태계와 상호작용)	[6과05-01] 생태계가 생물 요소와 비생물 요소로 이루어져 있음을 알고 생태계 구성 요소들이 서로 영향을 주고받음을 설명할 수 있다.	생물 요소와 비생물 요소 생태계의 구조와 기능 먹이 사슬과 먹이 그물 생태계 평형
	[6과05-02] 비생물 환경 요인이 생물에 미치는 영향을 이해하여 환경과 생물 사이의 관계를 설명할 수 있다.	환경 요인이 생물에 미치는 영향
	[6과05-03] 생태계 보전의 필요성을 인식하고 생태계 보전을 위해 우리 가 할 수 있는 일에 대해 토의할 수 있다.	환경오염이 생물에 미치는 영향 생태계 보전을 위한 노력

Table 5. Study on the course of teaching and learning by time

차시	학습 요소	학습 목표 및 주요 활동
1		학습 목표: 메타버스 속의 다양한 자연환경과 생물을 관찰하며 환경과 생물에 흥미를 가질 수 있다. ① 메타버스 환경 및 생물 자유 탐구 ② 살아있는 것과 살아있지 않은 것 분류
2	생물 요소와 비생물 요소	학습 목표: 생태계의 의미를 설명하고, 생태계를 관찰하여 구성 요소를 분류할 수 있다. ① 생물 요소와 비생물 요소 알아보기 ② 메타버스 환경 속에서 생태계 구성 요소 찾기 ③ 생물 요소와 비생물 요소의 영향 토의하기
3		학습 목표: 양분을 얻는 방법에 따라 생물 요소를 분류할 수 있다. ① 생물 요소가 양분을 얻는 방법 알아보기 ② 메타버스 환경 속 생물 요소 분류하기 ③ 생물 요소의 역할 알기
4	생태계의 구조와 기능 먹이 사슬과 먹이그물	학습 목표: 생태계를 구성하는 생물의 먹이 관계를 설명할 수 있다. ① 먹이 사슬과 먹이 그물의 개념 알기 ② 메타버스 속의 먹이 관계 찾기 ③ 먹이 사슬과 먹이 그물 토의하기
5	생태계 평형	학습 목표: 생태계 내에서 살고 있는 다양한 생물의 소중함을 깨닫고, 생태계 평형의 의미를 설명할 수 있다. ① 생태 피라미드 알아보기 ② 메타버스 속 생물들의 먹이 피라미드 만들기 ③ 어느 국립공원 이야기 토의하기
6		학습 목표: 비생물 요소가 생물 요소에 미치는 영향을 설명할 수 있다. ① 메타버스 속 비생물 요소가 생물 요소에 미치는 영향 찾아보기 ② 풍나물 실험 계획 및 토의하기
7	환경 요인이 생물에 미치는 영향	학습 목표: 다양한 환경에 적응된 생물의 특징을 관찰하여 말할 수 있다. ① 메타버스 속 여우의 특징 탐구하기 ② 환경에 적응된 생물들을 메타버스 속에서 찾아보기 ③ 환경에 적응된 까닭 토의하기
8	환경오염이 생물에 미치는 영향	학습 목표: 환경오염의 원인을 알고, 환경오염이 생물에 미치는 영향을 조사할 수 있다. ① 환경오염의 종류 찾아보기 ② 환경오염에 따른 메타버스 속 생물들의 영향 예상해보기
9~10	생태계 보전을 위한 노력	학습 목표: 생태계 보전의 필요성을 알고, 생태계 보전 방법을 알리는 캠페인 도구를 만들 수 있다. ① 생태계 보전을 위한 우리의 노력 계획 및 토의 ② 생태계 보전을 위한 캠페인 도구 만들기
11	단원 학습 정리	학습 목표: 생물과 환경에 단원 학습 내용을 정리할 수 있다. ① 생물과 환경 단원 내용 정리하기

2) 프로그램 적용

비교집단은 ‘생물과 환경’ 단원을 교과서와 실험 관찰 등을 이용한 전통적 교수법으로 총 11차시 진행하였다. 실험집단은 ‘생물과 환경’ 프로그램을 개인 태블릿 PC를 활용하여 동일하게 11차시로 수업을 진행하였고, 아이스크림(I-Scream)의 ‘핑크보드’를 활용하여 내용 정리 및 토의 활동을 진행하였다. ‘핑크보드’를 활용한 내용 정리 및 토의 활동의 경우, 이 활동이 연구 결과에 영향을 주는 것을 막기 위하여 교과서와 실험관찰에서 동일하게 다루는 내용과 질문들로 구성하였으며, 비교집단 역시 동일한

질문과 토의를 수업 속에서 진행하였다. 그리고 OX 퀴즈, 골든벨 등 여러 게임들을 수업의 정리 단계에 사용하여 각 차시의 학습 내용을 정리하였는데, 메타버스 환경에서 사용하는 자신의 캐릭터를 통해 환경을 경험하고 다양한 활동을 하는 가운데 흥미와 몰입을 하는 특성이 있기 때문에 자연스레 게이미피케이션 요소가 포함되어 있다. 더불어 비교집단 역시 수업의 정리 단계에 OX 퀴즈, 골든벨 등의 게임을 진행하여, 메타버스 플랫폼 외의 다른 요소들이 연구 결과에 영향을 미치지 않도록 프로그램을 적용하였다. 자세한 차시별 흐름은 다음과 같다.

1~3차시는 생물 요소와 비생물 요소를 학습하는 차시로, 학생들은 메타버스 속의 숲과 연못, 바다, 사막, 극지방을 자유롭게 돌아다니며 환경과 생물들을 탐구한다. 탐구한 내용들을 바탕으로 ‘땡커보드’에서 토의 및 생각 공유 활동을 통해 학생들은 생물 요소와 비생물 요소, 생산자, 소비자, 분해자 등의 개념을 학습한다. 4차시는 먹이 사슬과 먹이 그물 등 먹이 관계를 학습하는 차시로, 먹이 관계의 개념을 학습한 후 학생들은 메타버스 속에서 먹이 관계를 직접 찾아보는 활동을 한다. 5차시에서는 생태 피라미드 개념을 학습하고, 모듈별로 메타버스 환경을 돌아다니며 생태 피라미드를 만들어보는 활동을 한다. 또한 ‘어느 국립 공원 이야기’ 동영상을 보고 토의하는 활동을 통해 학생들은 생태계 평형을 학습하게 된다. 6~7차시는 환경 요인이 생물에 미치는 영향을 알아보는 차시로, 콩나물 실험 토의 및 메타버스 속 사막, 극지방, 숲에 사는 여우의 생김새를 관찰하여 환경에 따른 여우들의 특징과 까닭을 알아본다. 8차시는 다양한 환경오염의 종류에 대해 학습을 하여 환경오염이 생물에 미치는 영향에 대해 알아보고, 9~10차시에서 환경오염 예방 등 생태계 보전을 위해 우리가 할 수 있는 다양한 노력들을 학습한다. 마지막으로 11차시는 ‘생물과 환경’ 단원의 학습 내용 정리를 하며 마무리한다. 실제 수업 활동과 결과물(Fig. 2) 및 수업의 흐름은 다음과 같다.

수업 시작 후 학생들이 메타버스 환경에 접속을 하게 되면 가장 먼저 학교 맵으로 이동된다. 가상공간 속에서 학생들의 흥미와 몰입을 유발하기 위하여 실험집단 학생들이 다니고 있는 Y 초등학교의 외관 및 환경을 메타버스 속에 유사하게 구현하였기 때문에, 학생들은 메타버스 환경 속에 입장하는 순간부터 실제 학교의 모습 및 환경과 유사한 공간임을 느껴 친숙함과 흥미를 가졌다. 학생들이 학교 내부로 들어오게 되면 자동적으로 학급 교실로 이동이 이루어지며 학급 교실 역시 실제 교실과 유사하게 자리 배치 및 공간 구성을 하였다. 또한 메타버스 환경 속에서는 자신의 아바타 주변에 위치한 아바타의 음성만 들리게 설정하여 학생들은 주변 학생과 실제로 대화를 나누는 듯한 느낌을 갖게 되고, 교사의 음성 설정 기능을 활용하여 발표를 진행하는 등 다양한 기능을 통하여 학생의 몰입과 흥미를 유발했다. 수업은 먼저 메타버스 내부의 교실 환경에서 교사가 학생들에게 차시별 주요 내용과 활동

안내를 진행하였다. 이후 학생들은 교실을 벗어나 각 환경의 맵으로 이동하여 차시별 안내에 따른 각 환경과 생물의 특징을 영상과 사진 및 검색 등을 활용하여 자율적으로 탐구하였다. 탐구가 끝난 뒤에는 실험관찰에서 다루고 있는 질문과 내용을 교사가 제시하고 학생들은 땡커보드를 활용하여 자신의 생각을 정리 및 공유하였다.

2. 과학 흥미 검사 분석 결과

메타버스 플랫폼을 활용한 ‘생물과 환경’ 수업이 초등학생의 과학 흥미에 미치는 효과를 알아보기 위하여 실험 집단과 통제 집단 모두 사전·사후 검사를 실시하였고, 비모수 통계 기법인 Mann-whitney 기법으로 결과를 분석하였다. 과학 흥미 검사의 사전·사후 검사 결과는 Table 6과 같다. 각 집단의 과학 흥미 사전 검사 결과, 과학 불안 영역을 제외한 모든 하위 영역에서 평균 순위는 비교 집단이 실험 집단보다 높았으며, 전체 과학 흥미 역시 비교 집단의 평균 순위가 높음을 알 수 있다. 하지만 전체 과학 흥미와 과학 흥미의 하위 영역의 유의확률을 살펴보면 모두 0.05보다 크기 때문에 두 집단은 유의미한 차이가 없음을 확인할 수 있다. 따라서 과학 흥미 사전 검사 결과 두 집단은 동질한 집단임을 알 수 있다. 실험 집단과 비교 집단의 과학 흥미 사후 검사 결과를 살펴보면 전체 과학 흥미, 과학 흥미의 하위 영역들 모두 실험 집단이 비교 집단보다 평균 순위가 높았다. 유의확률의 경우, 전체 과학 흥미는 1% 수준에서 유의한 차이를 보였고, 과학에 대한 흥미는 5% 수준에서, 과학학습에 대한 흥미는 0.1% 수준에서 유의함을 확인하였다. 반면에 하위 요소 중 과학 관련 활동에 대한 흥미와 과학 관련 직업에 대한 흥미, 과학 불안의 경우에는 유의한 수준을 보이지 않았다. 이는 과학 관련 활동이나 과학 관련 직업에 대한 흥미, 과학 불안 등은 한 단위처럼 비교적 짧은 기간의 수업으로는 유의한 차이를 나타내기 어렵고, 비교적 오랜 시간 동안의 과학 경험이 누적되어 영향을 미치는 것으로 생각되며 수업 이후의 학생 인터뷰 분석을 통해 확인할 수 있었다. 결론적으로, 메타버스 플랫폼을 활용한 ‘생물과 환경’ 수업은 초등학생의 과학 흥미를 향상시키고, 특히 과학에 대한 흥미와 과학학습에 대한 흥미에 많은 긍정적인 영향을 줄 수 있음을 알 수 있다. 또한 이와 같은 결과는 메타버스를 활용한 수학 수업을

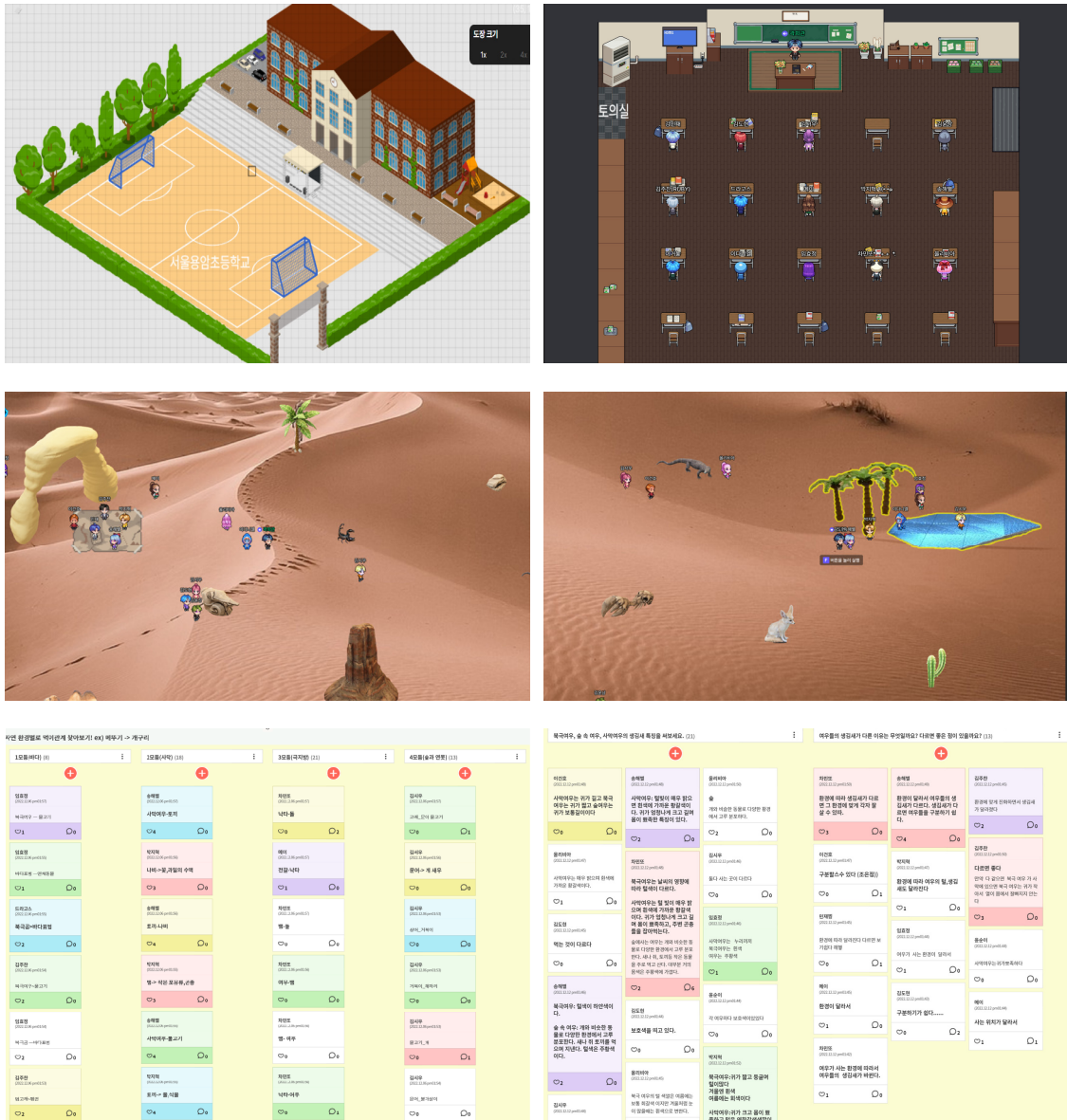


Fig. 2. The activities and output in metaverse platform

Table 6. The results of the pre- and post-test examinations of the factors of science interest

	과학에 대한 흥미		과학학습에 대한 흥미		과학 관련 활동에 대한 흥미		과학 관련 직업에 대한 흥미		과학 불안		전체	
	사전	사후	사전	사후	사전	사후	사전	사후	사전	사후	사전	사후
실험 집단 평균 순위	13.30	19.07	13.60	21.07	13.33	18.40	12.53	17.40	16.20	18.10	12.50	20.13
비교 집단 평균 순위	17.70	11.93	17.40	9.93	17.67	12.60	18.47	13.60	14.80	12.90	18.50	10.87
근사 유의확률	.169	.025*	.234	.000***	.171	.068	.063	.232	.659	.102	.062	.004**

*p<.05, **p<.01 ***p<.001

진행했을 때, 가상공간이 학생들에게 제공하는 몰입과 다양한 콘텐츠를 통한 상호작용이 학생들의 교과 학습에 대한 흥미와 만족감 등에 긍정적인 영향을 주었다는 Park et al.(2023)의 연구 결과와 맥을 같이 한다고 볼 수 있다.

3. 과학에 대한 태도 분석 결과

다음으로는 메타버스 플랫폼을 활용한 ‘생물과 환경’ 수업이 초등학교의 과학에 대한 태도에 미치는 효과를 알아보기 위하여 실험 집단과 통제 집단 모두 사전·사후 검사를 실시하였고, 역시 비모수 통계 기법인 Mann-whitney 기법으로 결과를 분석하였다. 과학에 대한 태도 검사의 사전·사후 검사 결과는 Table 7과 같다. 사전 검사 결과를 살펴보면 실험 집단과 비교 집단의 과학에 대한 태도 전체 평균 순위는 실험 집단이 높았고, 과학에 대한 태도의 하위 영역들의 경우 과학 탐구에 대한 태도, 과학적 태도의 수용은 비교 집단의 평균 순위가 높았으나 과학 수업의 즐거움, 과학에서의 여가 활용, 과학 관련 직업의 선호도는 실험 집단의 평균 순위가 높았다. 하지만 사전 검사의 유의확률을 보면, 전체 과학에 대한 태도와 하위 영역들 모두 유의한 차이를 보이고 있지 않기 때문에 실험 집단과 비교 집단은 동일한 집단임을 확인할 수 있다. 다음으로, 실험 집단과 비교 집단의 사후검사를 살펴보면 과학 관련 직업의 선호도를 제외한 모든 하위 영역과, 전체 과학에 대한 태도 평균 순위는 실험 집단이 높음을 확인할 수 있다. 전체 과학에 대한 태도와 그 하위 영역인 과학 탐구에 대한 태도, 과학적 태도의 수용, 과학 수업의 즐거움은 5% 수준에서 유의한 차이를 보였고, 과학에서의 여가 활용과 과학 관련 직업의 선호도는 유의한 차이를 보이지 않음을 확인할 수 있다. 이는 과학에서의 여가 활용이나 과학 관련 직업의 선호도의 경우, 짧은 시간의 과학 경험보다는 비교적

오랜 시간의 누적된 경험이 영향을 미칠 것으로 생각되며, 이 역시 이후의 학생 개인 인터뷰를 통하여 관련 내용을 확인하였다. 결국, 메타버스 플랫폼을 활용한 ‘생물과 환경’ 수업은 전체적인 과학에 대한 태도를 향상시키고, 특히 과학 탐구에 대한 태도, 과학적 태도의 수용, 과학 수업의 즐거움은 긍정적인 영향을 줄 수 있음을 알 수 있다. 또한 이와 같은 결과는, 가상현실 콘텐츠 등의 과학 기술을 활용한 과학 수업이 학생들의 몰입과 과학적 태도 등 정의적 영역에 긍정적인 영향을 미쳤다는 Lee and Kwon(2022)의 연구 결과와도 맥을 같이 한다고 볼 수 있다.

추가적으로, 메타버스 플랫폼을 활용한 ‘생물과 환경’ 수업이 학생들에게 어떠한 영향을 주었는지에 대하여 정량적 검사만으로는 나타나지 않는 부분 역시 분석하기 위하여 실험 집단 학생들 중 일부를 대상으로 인터뷰를 진행하였다. 인터뷰 질문은 첫째로, 메타버스 플랫폼을 활용한 과학 수업에 대한 학생들의 생각과 느낀 점을 파악하기 위하여 ‘기존의 과학 수업과 비교하여 메타버스 플랫폼을 활용한 과학 수업의 느낀 점은 어떠한지?’ 둘째로, 사후 검사 분석 결과 유의한 차이를 보이지 않은 하위 요소들에 대한 이유를 확인해보고자 ‘메타버스 플랫폼을 활용한 과학 수업이 과학 관련된 동아리 활동이나 직업, 취미 등에도 영향을 미쳤는지?’를 중심으로 구성하였다.

학생 1: “그 이번에 한 수업 자체가 평소 과학 수업보다 재밌어서 너무 좋았어요. 원래 예전 수업은 실험하는 건 좋았는데 교과서 읽고 실험관찰 쓰고 그러는 건 재미없어서 별로였거든요. 근데 이번에는 메타버스 안에서 공부도 하면서 퀴즈 게임도 풀고 내가 돌아다닐 수 있던 것도 재밌었어요. 그래서 확실히 과학 수업은 되게 재밌다고 느꼈는데 그 설문지에 직업이나 과학관, 놀이동산 그런 것 묻는 거는 그냥 모르겠어요. 저는 원래 다른 직업 하고 싶었어가지고요!”

Table 7. The results of the pre- and post-test examinations of the factors of attitude toward science

	과학 탐구에 대한 태도		과학적 태도의 수용		과학 수업의 즐거움		과학에서의 여가 활용		과학 관련 직업의 선호도		전체	
	사전	사후	사전	사후	사전	사후	사전	사후	사전	사후	사전	사후
실험 집단 평균 순위	14.23	19.53	14.77	19.33	15.77	19.30	15.80	15.60	16.83	15.27	15.77	18.77
비교 집단 평균 순위	16.77	11.47	16.23	11.67	15.23	11.70	15.20	15.40	14.17	15.73	15.23	12.23
근사 유의확률	.428	.012*	.644	.016*	.868	.017*	.852	.950	.404	.884	.868	.042*

*p<.05, **p<.01

학생 2: “음 메타버스 수업은 수업 같지 않아서 재밌었어요. 캐릭터도 내가 꾸밀 수 있어서 너무 예뻐고, 그리고 뭔가 수업 시간인데도 수업이 아닌 느낌도 많이 들었어요. 내가 막 돌아다니면서 그냥 관찰하고 생물 찾고 그러니까 공부 같지 않은 느낌이라 해야 하나? 그래서 재밌었어요. 원래 별로 안 좋아했는데 이번에는 그래도 과학 수업 좋았어요. 이걸로 수업 계속 하면 좋겠어요 쪽.”

학생 3: “가상세계 접속해가지고, 내가 돌아다니면서 관찰하고 게임도 하니까 원래 교과서로 하는 수업보다는 훨씬 재밌었고 또 그 실험관찰에 직접 안 쓰고 노트 북으로 타자 쳐서 쓰니까 더 좋았어요 편하고. 근데 원래 저는 과학은 꿈이 없었고, 그냥 이번 메타버스 수업 자체가 재밌긴 한데 직업이나 뭐 그런 것까지는 잘 모르겠어요. 이번 과학 수업이 재밌던 거지 과학 자체가나 관련된 것들 모두가 재밌었는지까지는 음.”

인터뷰 결과 학생들은 기존 교과서 중심의 과학 수업보다 메타버스 플랫폼을 활용한 과학 수업에서 보다 많은 흥미를 느꼈다. 세부 답변으로는 메타버스 속 아바타의 존재, 학생들의 자기 주도적 활동 참여, 다양한 게이미피케이션 요소, 실험관찰 대신 컴퓨터 타자를 통한 기록 공유 등의 이유로 학생들은 기존의 과학 수업에 비해 많은 흥미를 느꼈다. 이는 메타버스를 활용한 수업이 학생들로 하여금 실제적인 활동에 직접적으로 참여 가능하게 하고, 다양한 요소들을 활용하여 학생들이 과학 수업에 큰 흥미를 느꼈음을 알 수 있고, 이는 과학 흥미 사후 검사 결과와 유사하였다. 과학에 대한 태도 등의 정의적인 부분에 있어서도 긍정적인 답변을 보였으나, 학생들은 과학 관련 직업이나 과학 관련 여가 활동 등에 있어서는, 크게 변화하지 않았다고 답했다. 세부 답변으로는 “본인의 원래 꿈이 과학 관련 직업이 아니었다.”, “이 수업을 했다고 해서 꿈이 바뀌고 그런 것까지는 모르겠다.”, “과학 수업이 재밌었던 거지 과학과 관련된 모든 것이 재밌던 건 아니다.” 등의 답변을 보였다. 따라서 사후 검사 결과와 마찬가지로, 과학 흥미 및 과학에 대한 태도에는 모두 긍정적 영향을 미쳤으나, 정의적 영역의 하위 영역 모두가 같은 영향을 받는 것은 아니며, 단기적인 경험으로는 쉽게 변하지 않는 하위 영역도 있음을 확인할 수 있었다.

IV. 결론 및 제언

이 연구는 메타버스 플랫폼을 활용한 ‘생물과 환경’ 수업 프로그램을 개발하고, 초등학교의 과학 흥미 및 과학에 대한 태도에 미치는 영향을 알아보고자 하였다. 실험 집단과 비교 집단에 사전·사후 검사를 실시하고 더불어 학생 개인 인터뷰를 분석한 결과를 바탕으로 다음과 같은 결론을 내릴 수 있다.

첫째, 메타버스 플랫폼을 활용한 ‘생물과 환경’ 수업 프로그램은 초등학교 과학 교육과정을 기반으로 효과적으로 개발되었다. 이 프로그램은 ‘생물과 환경’ 단원의 핵심개념과 성취기준을 토대로, 생물 요소와 비생물요소, 먹이사슬과 먹이그물, 생태계 평형 등 학생들이 이 단원에서 필수적으로 학습해야 할 학습 요소들을 모두 포함하고 있다. 또한 ‘생물과 환경’ 단원은 단원의 특성상 학생들의 주도적인 탐구나 다양하고 실제적인 활동이 제한되어 교사와 학생 모두 어려움이 있었는데, 학생들은 수동적인 입장에서 학습을 하다 보니 학습 내용이 어렵게 느껴지며 흥미를 느끼지 못했고, 교사들은 이에 따라 기준 시수를 감축하여 운영하는 문제점이 있었다. 하지만 메타버스 플랫폼을 활용한 수업 프로그램은 교실이라는 물리적 공간에서 벗어나 다양하고 실제적인 탐구 및 학습 활동을 가능하게 하여 기존 수업의 어려움 및 문제점의 한 가지 대안이 되었다. 교사가 메타버스 플랫폼을 잘 활용한다면 ‘생물과 환경’ 단원뿐만 아니라 과학의 다른 영역, 더 나아가 다른 교과에서도 다양하고 효과적인 학습을 가능하게 할 것으로 생각되며, 이를 위해 교사에게는 수업을 재구성하고 메타버스 등 다양한 과학 기술을 이용하여 수업을 실시할 수 있는 역량이 요구된다. 하지만 적지 않은 수의 교사들은 아마 메타버스의 개념 및 메타버스 플랫폼의 조작과 프로그램 개발 등에 있어서 어려움을 느낄 수도 있다. 그러나 최근에 출시되고 널리 이용되는 다양한 메타버스 플랫폼들의 경우 사용자의 입장에서 단순한 구성과 쉬운 사용을 지향하며, 어려운 코딩 및 개발 과정 없이 단순한 조작만으로 사용자는 누구나 자신이 원하는 가상공간을 쉽게 만들 수 있다. 따라서 메타버스 플랫폼의 기본적인 조작 및 시스템만 익힌다면, 교사는 다양한 교과의 내용을 재구성하여 메타버스를 학교 현장에 쉽게 적용할 수 있다. 더불어 교육에 많은 과학 기술이 도입됨에 따라 최근에는 다양한

과학 기술의 수업 적용과 관련된 교사 연수와 연구회가 진행되고 있으므로, 교사가 관심을 가지고 이를 적절히 활용한다면 어렵지 않게 다양한 교과 내용을 메타버스 환경 속에 구현할 수 있을 것이다.

둘째, 메타버스 플랫폼을 활용한 ‘생물과 환경’ 수업은 학생들의 과학 흥미와 과학에 대한 태도에 유의한 결과를 가져다주었다. 사전·사후 검사 결과 과학 흥미 부분에 있어서는 특히, 과학에 대한 흥미와 과학학습에 대한 흥미에 긍정적인 영향을 준 것을 알 수 있었고, 과학에 대한 태도는 과학 탐구에 대한 태도, 과학적 태도의 수용, 과학 수업의 즐거움 영역에 유의한 차이를 만들어낸 것을 확인할 수 있었다. 학생들의 수업 후 인터뷰 결과에서도, 학생들은 메타버스 내의 활동을 통해 자기 주도적으로 활동을 하며 몰입을 했고, 게이미피케이션 등 여러 요소를 통해 기존의 전통식 교수법을 이용한 과학 수업보다 많은 흥미를 느낀 것을 알 수 있었다. 이는 증강현실과 가상현실, 메타버스 등의 기술을 활용한 수업이 학생들의 정의적 영역에 긍정적인 영향을 끼친다는 기존의 연구들과 맥을 같이 한다고 볼 수 있다.

이 연구는 위와 같은 긍정적인 연구 결과를 도출해내었으나, 다음과 같은 연구의 제한점들이 존재하며 이를 위한 후속 연구 제언은 다음과 같다.

첫째, 이 연구의 실험 집단은 서울특별시 Y구 소재의 초등학교 5학년 학생(남9, 여6, 총15)으로 표본의 크기가 크지 않기 때문에, 이 연구의 결과를 모든 초등학생의 결과로 일반화하기에는 어려움이 있다. 따라서 더욱 다양하고, 큰 표본의 초등학생들을 대상으로 한 후속 연구가 필요할 것으로 판단된다.

둘째, ‘생물과 환경’ 한 단원을 대상으로 한 연구이기 때문에 비교적 연구 기간이 짧다는 한계점이 있다. 과학 흥미의 하위 영역인 과학 관련 활동에 대한 흥미, 과학 관련 직업에 대한 흥미, 과학 불안 그리고 과학에 대한 태도의 하위 영역인 과학에서의 여가 활용, 과학 관련 직업의 선호도 등 특정 영역은, 단기간의 과학 경험을 통해 많은 변화를 이끌어내기 어려운 점이 있다. 따라서 해당 영역들의 변화를 자세히 알아보기 위해서는, 비교적 장기간의 연구가 필요할 것이다.

셋째, 이 연구는 초등학교 과학 영역 중 생명 영역에 국한되는 연구이다. 따라서 초등과학의 다른 영역인 물질, 지구와 우주, 운동과 에너지 영역까지

확장한 추가적인 연구가 필요하다.

참고문헌

- Acceleration Studies Foundation. (2006). Metaverse roadmap: Pathways to the 3D Web.
- Byeon, J. H. (2022). The effect of biology inquiry program using metaverse platform on the affective field of elementary science gifted student. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 22(13), 641-657.
- Chang, J., & Joung, Y. J. (2017). How does the introduction of smart technology change school science inquiry?: Perceptions of elementary school teachers. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 37(2), 359-370.
- Cheong, Y. N., & Lee, Y. H. (2022). A case study on elementary convergence education using metaverse platform. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 22(16), 561-580.
- Choi, S., & Kim, H. B. (2019). Exploring the characteristics of virtual reality and its application to biology class. *Biology Education*, 47(3), 263-277.
- Fraser, B. J. (1981). TOSRA: Test of science-related attitudes handbook. Hawthorn, Victoria: Australian Council for Educational Research.
- Jeong, E., Park, J., Lee, S., Yoon, H., Kim, H., Kang, H., Lee, J., Kim, Y., & Jeong, J. (2022). A qualitative study on the cause of low science affective achievement of elementary, middle, and high school students in Korea. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 42(3), 325-340.
- Jung, M. H., & So, K. H. (2021). The effect of science class with augmented reality and virtual reality contents on elementary students' learning motivation and academic achievement. *Biology Education*, 49(3), 391-398.
- KERIS. (2021). Educational use of metaverse: Possibilities and limitations.
- Kim, S. (2016). Effects of a competitive learning by level of elementary school students' collectivism on academic achievement, science learning motivation and attitude toward science. Master's thesis, Seoul National University of Education, Seoul, South Korea.
- Kim, S. (2020). Metaverse (The world of rising things). PlanB Design.
- Kim, S. H. (2022). A study on the group activity class plan using the metaverse platform ZEP. *Journal of Chinese Language and Literature*, 111(15), 421-446.
- Kim, S., Park, J. H., Kim, H., Jin, E., Lee, M., Kim, J. Y.,

- Ahn, Y., K., & Seo, J. H. (2012). Findings from TIMSS for Korea: TIMSS 2011 international results. (Research Report RRE 2012-4-3). Seoul: KICE.
- Kim, H. N., Chung, W. H., & Jeong, J. W. (1998). National assessment system development of science-related affective domain. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 18(3), 357-369.
- Ko, H. J., Jeon, J. C., & Yoo, I. H. (2022). Metaverse platform-based flipped learning framework development and application. *Journal of The Korean Association of Information Education*, 26(2), 129-140.
- Lee, J. B., & Kwon, N. J. (2022). Effects of science classes using Virtual Reality (VR) contents on elementary school students' spatial ability and scientific attitude. *Journal of Science Education*, 46(1), 66-79.
- Lee, Y., & Park, J. (2019). Elementary school teachers' perception on the status and class operation of 'living things and environment' unit in the elementary school. *Biology Education*, 47(3), 324-335.
- Lim, H. C. (1992). A survey on attitudes toward science among the 6th graders. Master's thesis, Korea National University of Education, Cheongju, South Korea.
- Ministry of Education. (2015). 2015 revised curriculum. Seoul: Ministry of Education.
- Ministry of Education. (2022). 2022 revised curriculum. Seoul: Ministry of Education.
- Park, H. (2022). Virtual learning in the meta-verse: Theoretical foundation, types, and the classroom practices. *Teacher Education Research*, 61(1), 35-56.
- Park, M., Lee, Y., Jeong, B., Jung, Y., & Kim, J. (2023). A case study on the design and application of metaverse class space in elementary mathematics: Focusing on the affective domain. *The Mathematical Education*, 62(1), 117-149.
- Park, S. (2009). A critical discussion on contents overlapping and curriculum integration method in early primary curriculum. *The Journal of Curriculum Studies*, 27(4), 119-140.
- Rho, J., & Ryu, J. H. (2022). Analysis of structural relationship between science academic achievement, learning support from teachers, students' attitude toward science, and school life from TIMSS 2019, and national assessment of educational achievement. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 42(1), 149-160.
- Sang, K., Kim, K. H., Park, S. W., Jeon, S. K., Park, M. M., Lee, J. W., & Min, Y. J. (2020). Findings from TIMSS for Korea: TIMSS 2015 international results. (Research Report RRE 2020-10). Seoul: KICE.
- Sang, K., Kwak, Y., Park, J. H., & Park, S. (2016). The Trends in international mathematics and science study (TIMSS): Findings from TIMSS 2015 for Korea. (Research Report RRE 2012-4-3). Seoul: KICE.
- Seo, M. H., Kim, K. H., & Lee, B. (2022). Latent profile patterns of affective attitudes in math and science and their influential factors for elementary and middle school students in TIMSS 2019. *Journal of Educational Evaluation*, 35(2), 247-271.
- Shin, Y., Kang, H., Kwak, Y., Lee, S-H., Lee, S. Y., Lee, I., & Ha, J-H. (2020). Research on ways to implement sustainable student-participating science curriculum to improve students' affectional attitudes. (Research Report BD20010018). Seoul: KOFAC.
- Yang, E. B., & Ryu, J. H. (2021). Effect of peer and teacher avatars on learning presence and visual attention in the metaverse learning environment. *The Journal of Educational Information and Media*, 27(4), 1629-1653.