

# 메타버스를 활용한 초등 과학 수업의 효과 및 학생들의 인식 - 6학년 ‘식물의 구조와 기능’ 단원을 중심으로 -

왕태조 · 임희준<sup>†</sup>

## Instructional Effects of Elementary Science Classes Using Metaverse and Perceptions of Students: ‘Structure and Function of Plants’ Unit in Sixth Grade

Wang, Taejoe · Lim, Heejun<sup>†</sup>

### 국문 초록

이 연구에서는 메타버스를 활용한 초등 과학 수업이 초등학생의 학업 성취도, 과학 긍정 경험, 디지털 리터러시에 미치는 영향을 알아보고 학생들의 인식을 살펴보았다. 연구 대상은 경기도 소재 한 초등학교에서 6학년 두 개 학급으로 각각 실험집단(29명)과 비교집단(29명)으로 선정했다. ‘식물의 구조와 기능’ 단원의 5개 차시에 대하여 실험집단은 메타버스를 활용한 과학 수업을, 비교집단은 일반적인 교과서 기반 수업을 진행하였다. 수업의 효과를 알아보기 위하여 사전 검사 점수를 공변인으로 한 공변량 분석을 실시하였고 메타버스를 활용한 과학 수업에 대한 학생들의 인식 설문 조사와 일부 대상 면담을 실시하였다. 연구 결과, 메타버스를 활용한 과학 수업은 과학 학업 성취도와 디지털 리터러시에는 유의미한 효과가 없었으며, 과학 긍정 경험의 하위 요소 중 과학 학습 정서에 대해서 통계적으로 유의미한 효과가 있는 것으로 나타났다. 메타버스를 활용한 과학 수업에 대해 학생들은 활동이 흥미롭고 다양하며 탐구 결과의 표현이 자유롭다는 측면 등에서 긍정적으로 인식하고 있었으며, 스마트기기나 네트워크 연결의 불안정성을 아쉬운 점으로 인식하였다. 이러한 연구 결과를 토대로 과학 수업에서 메타버스 활용에 대한 시사점을 논의하였다.

**주제어:** 메타버스, 초등 과학, 과학 학업 성취도, 과학 긍정 경험, 디지털 리터러시, 메타버스 수업에 대한 인식

### ABSTRACT

This study investigated the impact of elementary science classes using metaverse on the academic achievement, positive experience in science, and digital literacy of elementary school students. In addition, we examined their perceptions. The respondents were derived from two classes in the sixth grade at an elementary school in Gyeonggi-do, who were selected designated as the experimental (n=29 students) and comparative (n=29) groups, respectively. Across five lessons under the “Plant Structure and Function” unit, the experimental group conducted science classes using the metaverse, whereas the comparative group conducted general textbook-based classes. To investigate instructional effects, the study performed ANCOVA using the pre-test score as a covariate, a survey on the perception of students about science classes using metaverse, and conducted interviews with a number of subjects.

The result demonstrated that science classes using metaverse exerted no significant effect on scientific academic achievement and digital literacy. However, the study observed a statistically significant effect on science learning emotion which is a sub-element of positive experiences in science. The students were positively aware of science classes using metaverse in terms of interesting and diverse activities, and free expression of inquiry results and

perceived the instability of smart devices and network connections as regrettable. Finally, the study posed the implications of the use of metaverse in science classes.

**Key words:** metaverse, elementary science, science academic achievement, positive experience of science, digital literacy, students' perceptions

## I. 서 론

현대 사회는 정보통신기술의 획기적인 개발과 혁신이 계속되고 있으며 이에 따라 사회에서 요구하는 인재상의 모습 또한 사회의 흐름에 맞춰 변화하고 있다. 4차 산업 혁명 시대인 현대 사회에서는 인공지능(AI), 사물인터넷(IoT), 가상현실이 사회의 각 분야에서 널리 활용되고 있다. 특히, 가상현실의 경우 VR이나 메타버스 같은 가상 세계에 현실을 반영하여 또 다른 현실 세계를 만들고 이 공간 속에서 실제 세계에서는 경험하거나 소통하기 힘든 부분들보다 현실감 있게 경험할 수 있게 해주는 특징이 있다(윤현정 등, 2021; 한송이와 노양진, 2021).

이러한 흐름 속에서 교육 현장도 변화하는 시대에 필요한 인재를 육성하기 위한 준비를 하고 있다. 2022 개정 교육과정에서는 디지털 소양과 인공지능 교육을 강조하면서 교육과정 구성의 중점으로 모든 학생이 학습의 기초인 언어·수리·디지털 기초소양을 갖추 수 있도록 하는 것을 강조하고 있다(교육부, 2022a; 교육부, 2022b). 이와 관련하여 안성훈 등(2023)은 디지털교과서가 학생 개인 맞춤 학습으로 효과적인 교수·학습 지원이 되도록 개발 형식과 내용구조를 발전시켜야 하므로 인공지능, 메타버스, 실감형 콘텐츠 등을 적용한 미래형 디지털교과서 플랫폼을 구축해야 하는 필요성에 대해 언급했다.

메타버스는 디지털 소양 교육과 관련되어 최근 에듀테크 중 관심을 받는 것 중 하나로, 메타버스라는 초월의 의미를 가진 meta와 현실 세계의 의미를 가진 universe가 합쳐진 단어로 현실 세계를 초월하여 존재하는 실제 외의 또 다른 세상이라는 의미를 가진 것으로 생각할 수 있다. 메타버스의 개념은 학자마다 약간 상이한데, Dionisio and Gilbert(2013)는 메타버스를 수많은 사람과 동시에 상호작용할 수 있는 실시간 렌더링된 몰입형 3D 가상공간으로 정의하였고, Almarzouqi and Salloum(2022)은 사이버 공간 개념과는 다른 몰입 가능한 3차원 디지털 환경으로 메타버스를 정의하였다. 즉, 메타버스는 가상

공간이라는 또 다른 세계에서 현실의 한계를 극복하고 현실 세계에서 수행할 수 있는 활동 또는 현실에서 실현 불가능한 활동을 하는 것이며, 메타버스에서 사용자들은 자신만의 아바타를 생성하고 그것으로 메타버스 내를 이동하고 다른 이용자를 만나 상호작용하며 가상 세계에서 여러 가지 사회적인 활동을 하게 된다.

계보경 등(2023)은 이러한 메타버스 개념을 토대로 하여 교육용 메타버스를 학습자가 물리적인 현실과 시·공간을 초월한 가상의 세계를 경험하고 다른 학습자들과 소통하는 융합 공간이라고 정의하였다. 그리고 수업에서 메타버스를 활용하면 현실의 제약을 넘어 학생들의 사회적 연결이 가능해지고 시공간을 초월한 새로운 경험을 제공할 수 있어서 학생의 흥미와 몰입도를 높이면서 학생의 능동적 참여를 유도할 수 있으며 현실에서는 경험해 보지 못하는 환경이나 새로운 자아를 경험할 수 있다고 하였다. 즉, 교육의 관점에서 볼 때 메타버스는 임의로 설계된 가상공간에서 현실의 제약을 극복하고 교육활동과 경험을 더욱 다양하게 할 수 있는 세계라고 할 수 있다.

이러한 특징을 가진 메타버스에 관한 관심을 토대로 학교 교육에 적용할 수 있는 메타버스의 교육적 활용 가능성 및 메타버스 활용에 대한 인식을 조사한 연구가 최근 점차적으로 확장되고 있다. 조희수 등(2022)은 최근 10년 사이에 발표된 메타버스 플랫폼이 교육적 맥락에서 사용된 경험연구를 분석한 결과, 연구 맥락은 대학생 대상이 가장 많고, 플랫폼은 게더타운이 가장 많이 활용되었으며, 메타버스 플랫폼 내 기능은 대화 협력 도구, 정서 지원 도구, 지식 구성 도구 순으로 많이 활용되었다고 보고하였다. 또한, 메타버스를 활용하여 진행한 초등학교 생용 피지컬 컴퓨팅 교육 프로그램 연수에 대한 교사와 강사의 인식을 조사한 이수미(2022)는 메타버스 활용에 대한 만족도 및 메타버스를 실제 교육 현장에서 활용하고자 하는 의지가 높았다고 보고하였다. 홍애령(2023)의 연구에 의하면 초등학교생들이 메타버스에 대해서 사용자 맞춤의 공간, 네트워크상

에서의 무한한 가능성이 있는 공간으로 인식하며, 메타버스 세계의 캐릭터를 자신과 동일시하며 다른 버전의 삶인 멀티버스(multiverse)로 인식하며, 메타버스에 흥미와 재미를 느끼는 것으로 나타났다. 초·중등 학생 9,523명을 대상으로 메타버스 활용 교육에 대한 실태와 인식을 분석한 이동국 등(2022)은 과반의 학생들이 메타버스를 활용한 교육에 참여하고 싶어한다고 보고하였다. 이외에도 학교 교육에서 메타버스의 활용 가능성에 대한 연구들이 진행되었다(김승재와 조규락, 2022; 천이주, 2023).

이와 같이 메타버스 활용 실태나 만족도, 인식에 대한 연구는 최근 많이 진행되었으나 메타버스의 교육적 활용 효과를 조사한 연구는 많지 않다. 최근 진행된 연구에 의하면 메타버스를 활용한 초등 사회 수업은 학생들의 학습 실재감, 흥미, 학생 주도성에 효과가 있었으며(김영빈, 2023), 메타버스를 활용한 초등 국어 융합 수업은 초등학생의 자료·정보 활용 역량과 학습 흥미에 효과적인 것으로 나타났다(안서경, 2023). 또한, 메타버스를 활용한 온라인 어촌체험활동의 효과를 조사한 남상덕(2022)은 메타버스 활용 수업을 통해 초등학생의 해양환경 인식이 함양되고 해양 환경에 대한 관심과 실천 의지가 강화되었다고 보고하였다.

초등 과학 영역에서도 초등 예비교사들의 지구와 우주 영역에 대한 메타버스 활용 가능성과 필요성에 관해 연구한 이용섭(2021)과 메타버스를 활용한 초등 생물 영역 수업이 초등학생의 과학 흥미와 과학에 대한 태도에 긍정적인 영향을 미침을 연구한 박희관과 신동훈(2023)의 연구 정도로 메타버스의 효과에 관한 연구는 매우 제한적으로 이루어졌다. 즉, 에듀테크의 활용 및 디지털 소양 강화를 위한 하나의 방법으로 메타버스 활용에 대한 관심이 높아지고 있지만 아직까지 메타버스를 초등 과학 수업에 적용하여 그 효과를 알아본 연구는 부족한 상황이다.

이에 이 연구에서는 초등 6학년 생물 과학 영역인 ‘식물의 구조와 기능’ 단원 수업에 메타버스를 활용한 수업을 진행하고 그 효과를 과학과 성취기준과 관련하여 과학 학업 성취도, 태도와 관련하여 과학 긍정 경험, 그리고 에듀테크인 메타버스와 관련된 소양인 디지털 리터러시의 측면에서 알아보고자 하였다. 메타버스 수업의 효과는 초등 과학의 다양한 영역과 단원에 대해서 적용하여 그 효과가 연

구될 필요가 있으며, 이 연구에서는 실험 탐구활동이 많은 에너지나 물질 영역보다는 실험 대상이나 사진, 동영상 등을 통한 관찰 탐구가 많은 생물 영역이 메타버스를 활용하기에 적합하다고 판단하여 ‘식물의 구조와 기능’ 단원을 대상 단원으로 메타버스 활용 수업을 적용하고 그 효과를 알아보하고자 하였다. 아울러 메타버스 활용 수업에 대한 초등학생의 인식을 조사하여 초등과학교육에서의 메타버스 활용에 대한 시사점을 얻고자 하였다.

본 연구의 구체적인 연구 문제는 다음과 같다.  
첫째, 메타버스를 활용한 과학 수업이 초등학생의 과학 학업 성취도, 과학 긍정 경험, 디지털 리터러시에 미치는 영향은 어떠한가?  
둘째, 메타버스를 활용한 과학 수업에 대한 초등학생의 인식은 어떠한가?

## II. 연구 방법

### 1. 연구 대상

이 연구는 경기도에 위치한 한 초등학교의 6학년 두 개 학급 58명을 대상으로 하여 각각 비교집단과 실험집단으로 배정하여 진행되었다. 비교집단과 실험집단은 각각 29명으로 구성되었으며, 비교집단은 남학생 14명, 여학생 15명, 실험집단은 남학생 13명, 여학생 16명으로 이루어져 있었다. 연구가 진행된 학교는 농어촌 지역에 위치하고 있으며 전체 700여 명의 학생으로 구성되어 있다. 해당 학교는 AI 교육 선도학교로 지정되었으며 교실별로 무선 인터넷을 사용할 수 있는 환경이 갖춰져 있고 학년마다 스마트기기가 30대 이상 갖춰져 있다. 그러나 실제로 30대의 스마트기기에서 동시 사용할 수 있는 무선 네트워크 통신망의 연결이 원활하지는 않은 상황이다.

### 2. 연구 절차

메타버스를 활용한 과학 수업이 학생들의 학업 성취도, 과학 긍정 경험, 디지털 리터러시에 미치는 효과와 메타버스를 활용한 과학 수업에 대한 초등학생의 인식을 알아보기 위해 다음과 같은 과정으로 연구를 진행하였다.

먼저 연구 주제와 관련된 문헌을 분석하고 연구 목적과 문제를 설정하고, 메타버스를 활용한 과학 수업 자료 및 관련된 검사 도구를 개발 및 선정하였

다. 이 연구를 위한 수업 적용에 앞서 사전 검사를 실시하고 이전 단원인 ‘여러 가지 기체’ 단원에 대해서 메타버스를 활용한 과학 수업을 4차시 적용하여 학생들에게 메타버스에 대한 이해와 활용 능력을 높였으며, 새로운 수업 방법에 대한 단순 호기심이나 흥미로 인한 효과를 줄이고자 하였다. 이후 본격적으로 연구의 대상 단원인 ‘식물의 구조와 기능’ 단원 중 총 5차시 수업에 대해 실험집단은 해당 반의 담임 교사인 연구진이 메타버스를 활용한 과학 수업을 진행하고, 비교집단은 과학 전담 교사가 교과서를 기반으로 한 일반적인 과학 수업을 진행하였다. 수업 적용 후, 두 집단을 대상으로 사후 검사를 실시했으며 실험집단에는 메타버스 활용 수업에 대한 인식 설문과 일부 학생에 대한 면담을 실시하였다. 이를 통해 얻은 자료를 분석하여 연구 결과를 얻고 결론을 도출하였다.

### 3. 수업 자료 개발 및 수업 방법

연구를 진행하기 위한 수업은 6학년 1학기 과학 교과서의 생명 과학 영역에 해당하는 ‘식물의 구조와 기능’ 단원에서 5차시 분량으로 진행했다. 해당 단원에서 메타버스를 활용한 과학 수업을 적용하기에 앞서서 메타버스 공간과 공간의 활용에 대한 학생들의 이해도를 높이기 위해서 앞선 여러 가지 기체 단원에 사전 적용하여 메타버스에 대한 이해도를 높였다.

#### 1) 메타버스 수업 자료 개발 대상 단원 및 주제

이 연구에서 메타버스 활용 수업은 6학년 1학기의 ‘식물의 구조와 기능’ 단원을 대상으로 하였다. 이 단원은 뿌리, 줄기, 잎, 꽃과 열매 등에서 그 기능과 함께 다양한 종류에 따른 식물의 예를 살펴보고 학습하는 내용이다. 직접 관찰하는 내용도 있지만 다양한 뿌리, 줄기, 잎, 꽃 등을 모두 직접 관찰하기는 어렵기 때문에 시각 자료들이 많이 활용되며, 주

로는 교사의 프레젠테이션을 통해 제공되고 있다. 이러한 내용에 메타버스라는 가상공간을 활용하면 학생들이 식물의 구조의 다양한 예를 개별적으로 접하고 다룰 수 있다는 점에서 일반적인 교실 수업의 현실적 제약을 일부나마 극복할 수 있다는 장점이 있을 수 있다. 또한, ‘식물의 구조와 기능’ 단원은 잎의 기능에 관한 탐구를 제외하고는 탐구활동이 비교적 간단한 단원으로, 직접적인 탐구활동과 메타버스를 활용한 상호작용을 병행하여 수업하는 것이 시간 및 공간적으로 가능하다는 점도 고려 대상이었다. 이러한 특성을 고려하여 이 연구에서는 과학 교육전문가 및 3년 이상의 경력을 가진 초등 교사 3인과의 협의를 통해 ‘식물의 구조와 기능’ 단원 중 메타버스를 적용하기에 적합한 5개 차시를 선정하였고, 각 차시에 대해 개발한 메타버스 수업 자료도 과학교육전문가 1인과 초등 교사 3인의 검토를 거쳐 자료와 수업 내용의 타당성에 대한 안면 타당도를 검증하였다. 각 차시의 학습 내용과 주요 탐구활동은 Table 1과 같다.

#### 2) 실험집단과 비교집단의 수업 비교

비교집단과 실험집단의 과학 수업은 동기유발-탐구활동-개념 정리 및 적용-학습 정리의 4단계로 진행했는데 동기유발 단계는 두 집단에서 동일한 내용으로 진행하였고 비교집단은 이후 단계에서 교과서와 교사용 지도서 중심의 일반적인 수업을 진행한 반면, 실험집단에는 탐구활동부터 학습 정리에 이르는 3단계에 과학 수업에서 메타버스를 활용할 수 있도록 수업을 구성했다. 이때 무선 인터넷 환경의 연결 안정성을 고려하여 2인 1조가 하나의 태블릿을 사용하는 방식으로 메타버스 활용 수업을 진행하였다. 또한, 학생들에게 제시한 시각 자료는 비교집단과 실험집단에 동일한 자료가 사용되었으며, 비교집단에서는 교사가 학급 모니터를 활용하여 전체 학생들에게 제시한 반면, 실험집단에서는 메타버

Table 1. Lessons and contents applying metaverse

차시	학습 내용	주요 탐구활동
4/12	줄기의 생김새	투명한 물과 색소를 넣은 물에 담가둔 백합의 줄기 관찰
5/12	잎의 기능(광합성)	빛을 받은 잎과 받지 않은 잎을 비교하여 잎에서 광합성의 산물로 생긴 양분 검출하기
6/12	잎의 기능(증산작용)	잎을 제거한 식물과 제거하지 않은 식물에 씌운 비닐봉지 내부 비교하기
7/12	꽃의 생김새, 꽃가루받이	꽃의 생김새와 다양한 꽃가루받이 조사하고 설명하기
8/12	열매의 생김새, 씨가 퍼지는 방법	열매의 생김새와 씨가 퍼지는 방법 조사하고 설명하기

스를 활용하여 학생들이 2인 1모듬으로 가상공간 내에서 자료와 상호작용할 수 있도록 하였다.

탐구활동 단계에서 비교집단은 4인 1모듬의 일반적인 과학실 모듬 수업 형태로 진행하였으며, 실험 집단의 탐구활동의 경우 실험 활동은 4인 1모듬으로 진행하고 메타버스 활용 활동은 2인 1조가 하나의 태블릿을 사용하여 진행하였다. 비교집단은 실험 관찰책을 활용한 반면, 실험집단은 관찰 및 실험 활동이 진행되는 탐구활동의 경우 교과서에 제시된 탐구활동을 진행하고 탐구활동 내용 및 결과에 대해서 메타버스에 정리했으며, 조사 활동 중심의 탐구활동의 경우는 메타버스에서 학생들이 정보를 찾으려 탐구활동을 진행하고 메타버스에 탐구 내용 및 결과를 기록했다.

개념 정리 및 적용 단계에서 비교집단은 교사의 대집단 수업으로 개념 정리 및 적용 활동을 진행하였으며, 실험집단은 메타버스에 업로드 되어있는 탐구활동과 관련된 학습 내용을 학생들이 직접 조사하거나 찾게 하고 교사의 안내와 설명으로 학생들의 개념 정리에 도움을 준 후 메타버스에서 개념 정리 및 적용이 효과적으로 될 수 있는 활동을 하였다. 마지막으로 학습 정리 단계에서 비교집단은 교사와 함께 배운 내용을 간단히 정리하였고, 실험집단은 메타버스를 이용하여 학습한 내용에 대하여 메타버스 내의 OX 퀴즈, 골든벨, 달리기, 가위바위보 등의 미니게임을 활용해서 정리하는 활동을 한 후 수업을 마무리하였다.

### 3) 메타버스 활용한 수업의 구성

이 연구에서 메타버스 플랫폼으로는 ZEP을 사용하였다. ZEP은 국내 제작된 메타버스 플랫폼으로 제페토를 개발한 네이버 Z와 슈퍼켓이 합작하여 만

든 메타버스 소프트웨어이다. ZEP은 한국어가 기본 언어이므로 언어적 어려움이 없고 화상회의, 화면이나 자료 공유, 프레젠테이션, 채팅, 포탈을 통한 다양한 장소 이동, 미니게임 등 무료로 사용가능한 사용자 편의 기능이 다양하며 동시 사용 가능 인원이 기존의 다른 메타버스 플랫폼보다 많다는 장점이 있다. 이 연구에서는 이러한 장점을 토대로 ZEP을 기반으로 ‘식물의 구조와 기능’ 단원의 5개 차시에 대해 해당 차시의 학습 목표를 달성하는 데 적합하게 구현될 수 있도록 메타버스 수업 자료를 개발하였으며, 개발한 수업 자료에 대해서는 과학교육 전문가 2인과 함께 검토하고 수정하여 수업에 적용하였다.

각 단계에서의 메타버스 활용을 수업의 단계별로 설명하면 다음과 같다.

#### (1) 탐구활동 단계에서 메타버스의 활용

탐구활동 단계에서는 학생들이 오브젝트 상호작용, 메타버스 세계에서 탐구 결과 기록, 메타버스의 부가 기능 활용 등을 이용할 수 있도록 프로그램을 구성하였다. 첫째, 오브젝트 상호작용의 경우 학생들은 교사가 메타버스 세계에 등록해둔 오브젝트와 상호작용을 하면서 식물의 줄기, 잎, 꽃, 열매에 대해서 관찰하거나 정보를 얻게 된다. 학생들은 Figure 1과 같이 메타버스에 입장하여 오브젝트 상호작용을 통하여 탐구활동 내용과 관련된 텍스트를 볼 수 있고 사진이 확대되거나 동영상 시청할 수 있으며 외부 콘텐츠에 연결되어 탐구 주제 및 대상과 관련된 다양한 정보를 얻을 수 있다. 학생들은 이때 사진이나 동영상 자료를 확대하고 반복적으로 볼 수 있기 때문에 더욱 세밀하며 반복적인 관찰을 할 수 있다. 그리고 교사의 학습 전체를 대상으로 한 정



[메타버스 입장 및 탐구활동 맵의 예]



[오브젝트 상호작용 예시]

Fig. 1. Examples of using object interactions in the metaverse during inquiry process

보제시가 아니기 때문에 개별 학습자가 자신의 학습 속도에 맞게 정보를 얻어가면서 탐구활동을 진행할 수 있다.

둘째, 탐구활동을 진행하며 오브젝트와 상호작용해서 얻은 정보를 학생들은 메타버스 세계에 기록할 수 있는데 이때 학생들이 글, 그림, 사진 중 원하는 표현 방법을 사용하여 탐구활동 내용에 대해 기록할 수 있도록 하였다. Figure 2와 같이 자신이 원하는 표현 방법을 사용하여 기록하면서 학생들은 학습 내용에 대해 스스로 더욱 이해하기 쉽고 표현이 명확한 방법을 사용할 수 있다. 또한 기록 내용을 자유롭게 수정할 수 있고 타인과 공유 가능해서 자신의 탐구 내용에 대해서 타인의 기록과 견주어 보면서 검증할 수 있고 스스로 오류를 발견해서 수정할 수 있다.

셋째, 학생들이 메타버스 세계에서 활용할 수 있는 다양한 부가 기능을 이용해서 탐구활동을 진행하는 과정에서 부가적인 도움을 얻을 수 있도록 구성하였다. 이 연구에서 사용한 메타버스 세계에서 학생들은 탐구활동 중 필요한 내용에 대한 빠른 메모, 스탬프 기능들을 활용하여 탐구활동 중에 학습에 도움을 얻어 보다 원활한 탐구활동이 진행될 수 있도록 하였다.

**(2) 개념 정리 및 적용 단계에서 메타버스의 활용**

개념 정리 및 적용 단계에서는 탐구활동에서 알게 된 내용에 대해서 개념을 정리하고 학습할 수 있도록 개념에 대한 부가적인 설명과 적용 사례를 메타버스 세계에서 오브젝트 상호작용을 통해 학생이 스스로 찾고 정리하거나 캐릭터 간 상호작용으로 개념을 정리할 수 있는 활동을 제시하였다. 또한, 찌르기와 같은 캐릭터 간 상호작용 기능을 활용하여 모둠원뿐만 아니라 학급 친구 누구와도 할 수 있는 학생 간 1:1 채팅으로 탐구 활동한 내용과 관련된 질문과 답을 서로 할 수 있도록 구성하였다. 이를 통해 모둠의 한계를 넘어 학급 전체 학생에게 서로 질문하고 답하며 보다 다양한 질문과 답변이 생성될 수 있도록 하며 개념 정리 및 적용이 더욱 효과적으로 될 수 있도록 하였다(Figure 3).

**(3) 학습 정리 단계에서 메타버스의 활용**

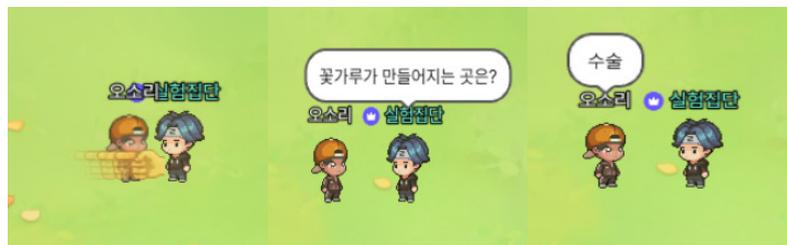
마지막 단계인 학습 정리 단계에서는 학생들이 끝까지 학습에 대한 흥미를 잃지 않고 본 차시의 학습 내용에 대해서 복습하고 재정립할 수 있도록 하기 위해 다양한 미니게임을 활용하였다. 이 연구에서 사용한 미니게임은 다양한데 여러 가지 미니게임을 이용하여 퀴즈 형식의 학습 정리 활동을 진행



Fig. 2. Examples of students' expression in the metaverse during inquiry process



[개념 정리의 예]



[찌르기 기능 사용의 예]

Fig. 3. Examples of concept explanation in the metaverse

했다. 학생들은 차시 학습 내용에 대한 학습 상태를 미니게임에 참여하면서 스스로 점검할 수 있고 교실이라는 제약으로 인해 실현 불가능한 활동도 진행이 가능하다. 따라서 교사의 구어적인 질문이나 설명으로 학습 내용을 정리하는 방식에 비해 학생들의 학습 내용 정리에 대한 참여와 관심을 자연스럽게 증가시키고 학생들의 학습 흥미를 더욱 유발할 수 있는 장점이 있다.

## 4. 검사 도구 및 분석 방법

### 1) 과학 학업 성취도 검사

메타버스를 활용한 과학 수업이 학생들의 과학 학업 성취도에 미치는 영향이 어떠한지 알아보기 위해서 사전과 사후에 걸쳐 학업 성취도 검사를 시행했다. 사전 과학 학업 성취도 검사는 ‘지구와 달의 운동’ 단원의 내용에 대한 10개의 문항으로 구성하였다. 사전 검사는 집단의 동질성을 확인하기 위해 실시했으며 연구 대상 단원인 ‘식물의 구조와 기능’ 단원이 도입되기 전에 앞선 단원인 여러 가지 기체의 단원에서 메타버스를 활용한 사전 수업을 진행하므로 지구와 달의 운동 단원 내용으로 사전 검사를 실시하였다. 그리고 사후 학업 성취도 검사는 ‘식물의 구조와 기능’ 단원에 대한 20문항을 교사용 지도서와 교사용 자료를 토대로 구성하였다. 문항은 지식, 이해, 적용의 3영역으로 구성하였으며, 각각 선다형, 진위형, 서답형 등의 유형을 활용하여 지식 11문항, 이해 4문항, 적용 5문항으로 총 100점으로 구성하였다. 사전 사후 과학 학업 성취도 검사는 과학교육전문가 1인과 석사과정 중에 있는 현직 교사 2인에게 안면 타당도를 확인하였다.

### 2) 과학 긍정 경험 검사

과학 긍정 경험 검사는 신영준 등(2017)이 개발한 검사지를 사전, 사후 검사에서 사용했다. 이 검사지는 과학 학습 정서, 과학 관련 자아개념, 과학 학습 동기, 과학 관련 진로·포부, 과학 관련 태도의 5가지 영역을 측정하는 총 35문항으로 이루어진 검사지이다. 각 문항에 대해서 4단계 Likert 척도로 검사했으며 이 연구에서의 신뢰도(Cronbach's  $\alpha$ )는 사전과 사후에 각각 .949와 .961이었다.

### 3) 디지털 리터러시 검사

디지털 리터러시 검사는 이현숙 등(2022)이 개발한 디지털 리터러시 수준 측정 검사 도구를 사전, 사후 검사로 활용했다. 해당 검사지는 ICT 영역과 CT 영역의 대범주로 구성되어 있고, 이 중 ICT 영역은 5가지 하위 범주인 정보의 탐색, 정보의 분석 및 평가, 정보의 조직 및 창출, 정보의 활용 및 관리, 정보와 소통에 대하여 각각 4문항씩 총 20문항, CT 영역은 추상화와 자동화의 2가지 하위 범주에 대해 각각 4문항씩 8문항으로 구성되어 있다. 4단계 Likert 척도를 활용하여 검사했으며 이 연구에서의 신뢰도(Cronbach's  $\alpha$ )는 사전 검사에서 .969, 사후 검사에서는 .947로 측정되었다.

### 4) 메타버스를 활용한 과학 수업에 대한 인식 검사

메타버스를 활용한 과학 수업에 대한 인식은 총 6문항으로 과학 공부에 대한 관심, 학습 내용 기억, 스마트기기 사용 능력, 메타버스를 활용한 수업의 효과성, 메타버스 수업의 장점, 아쉬운 점에 대해 질문하였다. 앞의 4개의 문항에 대해서는 4단계 Likert 척도에 따라서 학생들이 선택할 수 있게 했고 그렇게 선택한 이유에 대해 개인의 의견을 자유롭게 서술할 수 있도록 하는 서술형 문항으로 구성하였고, 장점과 아쉬운 점은 자유 응답식 서술형 문항으로 구성하였다.

검사지를 활용한 인식 검사를 마친 후 검사의 내용을 보다 구체화하고 보충하기 위해서 설문에 참여한 학생 중 5명을 대상으로 인식 설문지의 응답을 토대로 개별 면담을 실시했다.

## 5. 자료 처리 및 분석 방법

메타버스를 활용한 과학 수업이 과학 학업 성취도, 과학 긍정 경험, 디지털 리터러시에 미치는 효과를 알기 위해 실험집단과 비교집단의 점수를 통계적으로 비교하였다. 집단 동질성 검사를 위한 사전 검사 자료를 먼저 분석한 결과, 성별 구분 없이 전체 집단으로는 실험집단과 비교집단의 사전 검사에서 통계적으로 유의미한 차이가 없었으나, 성별로 구분하여 비교하였을 때 남학생의 경우 비교집단의 디지털 리터러시 사전 점수가 실험집단보다 유의미하게 낮았고( $t=2.061, p=0.05$ ), 여학생의 경우 실험집단의 사전 과학 학업 성취도 검사에서 점수가 비교집단보다 유의미하게 낮았다( $t=3.446, p=.002$ ). 이와 같

이 두 집단 사이의 동질성이 확보되지 않는 부분이 있었기 때문에, 사전 검사 점수를 공변인으로 하는 공변량분석(ANCOVA)을 SPSS 통계 프로그램을 활용하여 실시하였다.

또한 메타버스를 활용한 과학 수업에 대한 초등학생의 인식에 대해서는 학생들의 리커트 척도 응답에 대해서 평균을 구하고 t 검정으로 성별에 따른 차이를 확인했으며, 서술형으로 작성한 학생 응답을 파악하고 관련된 면담 내용을 예시 자료로 분석하였다.

### III. 연구 결과 및 논의

#### 1. 메타버스를 활용한 과학 수업이 초등학생의 과학 학업 성취도에 미치는 효과

‘식물의 구조와 기능’ 단원에 메타버스를 활용한 과학 수업을 적용한 후 실시한 과학 학업 성취도에서 실험집단과 비교집단의 평균과 이에 대한 공변량분석 결과는 Table 2와 같다.

참고로, 학업 성취도 검사는 사전 검사와 사후 검사가 서로 다른 문항이기 때문에 점수 자체로 사후 검사에서 학생들의 성취도가 떨어진 것으로 오해해서는 안 된다. 사전 검사 점수를 공변인으로 한 사후 과학 학업 성취도 검사 점수에 대한 공변량분석 결과, 비교집단의 교정 평균은 57.1, 실험집단의 교정 평균은 63.8로 실험집단의 점수가 높았지만, 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

메타버스라는 가상공간을 활용하여 탐구활동에서 동영상, 사진 자료 관찰, 조사 활동 등에서의 접근성을 높이고, 개념 정리 및 적용 단계에서도 2인 1조로 교사의 안내와 설명을 보충하는 디지털 자료

들을 보다 가까이 손쉽게 사용하도록 구성하였다. 그리고 학습 정리 단계에서도 다양한 방식의 퀴즈를 통해 학생들의 흥미와 참여를 높이고자 한 이 연구에서는 학업 성취도 측면에서 일부 긍정적인 측면의 가능성을 볼 수 있었지만, 그 차이가 통계적으로 유의미한 정도로 나타나지는 못했다.

이러한 결과는 가상공간인 메타버스를 활용하여 학생의 학습 흥미를 높이고 다양한 시각 자료와 보다 긴밀하게 상호작용하며, 가상공간을 통해 학급 친구들과도 자유롭게 상호작용하게 함으로써 과학 내용에 대한 이해도 높아질 것을 기대하였으나 실제로는 이러한 활동이 학생들의 개념 이해와 성취도를 유의미하게 높이는 것으로 작용하지는 못했음을 알 수 있다. 이는 가상공간의 활용과 이를 통한 상호작용 자체만으로는 학업 성취도에 직접 영향을 주지는 못함을 의미하며, 메타버스 활용 활동을 통해 학생들이 새로 접하는 과학 내용을 이해하는 방식과 그 과정에서의 교사의 역할에 대해 면밀한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

#### 2. 메타버스를 활용한 과학 수업이 과학 긍정 경험에 미치는 영향

메타버스를 활용한 과학 수업이 과학 긍정 경험에 미치는 효과를 알아보기 위하여 과학 긍정 경험 점수 및 공변량 분석 결과를 Table 3에 제시하였다.

분석 결과, 과학 긍정 경험 전체에 대한 실험집단의 교정평균(2.94)이 비교집단(2.88)보다 높기는 했으나, 통계적으로 유의미한 차이가 나타나지는 않았다. 메타버스는 아바타를 통해 가상 세계에서 활동하면서 새로운 교육 경험을 제공하는 것으로 다양한 긍정적인 요소가 있고(정유남과 이영희, 2022),

Table 2. Means and ANCOVA results of science academic achievement

과학 학업 성취도 검사 점수					
집단	사전평균(SD)		사후평균(SD)		교정평균
비교집단(n=29)	67.9(24.4)		59.5(24.8)		57.1
실험집단(n=29)	61.7(21.7)		61.5(24.5)		63.8
과학 학업 성취도에 대한 공변량분석 결과					
변인	자승화	df	평균자승화	F	p
공변인	17034.51	1	17034.51	54.612	.000
수업 처치	639.53	1	639.53	2.050	.158
오차	17155.61	55	311.92		
수정합계	34249.14	57			

**Table 3.** Means and ANCOVA results of positive experiences of science

과학 긍정 경험 검사 점수					
집단	사전평균(SD)		사후평균(SD)		교정평균
비교집단(n=29)	2.88(.47)		2.92(.54)		2.88
실험집단(n=29)	2.80(.48)		2.90(.58)		2.94
과학 긍정 경험에 대한 공변량분석 결과					
변인	자승화	df	평균자승화	F	p
공변인	12.43	1	12.43	124.126	.000
수업 처치	.055	1	.055	.553	.460
오차	5.50	55	.100		
수정합계	17.94	57			

본 연구에서도 오브젝트 상호작용, 메타버스 플랫폼에서 학생 간의 상호작용, 미니게임 등의 다양한 요소를 통해 학생들의 흥미와 긍정적인 경험을 유발할 요소들이 많을 것으로 기대했다. 그러나 이 연구에서는 과학 긍정 경험 전체 점수에 대해서는 메타버스 수업의 효과가 나타나지 않았다.

다음으로 과학 긍정 경험의 하위 요소별로 메타버스를 활용한 수업이 효과가 있는지를 알아보기 위하여 공변량분석을 실시한 결과는 Table 4에 제시하였다. 그 결과, Table 4와 같이 5개의 과학 긍정 경험 하위 영역 중 과학 학습 정서의 영역에서 실험집단의 교정평균이 비교집단보다 통계적으로 유의미하게 높게 나타났다.

과학 학습 정서란 과학 학습에 즐거움, 만족감, 흥미를 느끼고, 지루함, 짜증, 불안이 적은 것을 의미한다. 본 연구에서 메타버스를 활용한 수업을 통해 학생들이 과학 학습에 대해 이러한 긍정적인 정서를 갖게 되었음을 알 수 있었다. 메타버스를 활용한 수업이 학생들의 흥미와 수업 만족도를 높인다

는 결과는 메타버스 플랫폼을 초등 과학의 ‘생물과 환경’ 단원 수업에 적용한 박희관과 신동훈(2023), 메타버스 플랫폼 기반 STEAM 및 국어 수업 등의 선행 연구(안서경, 2023; 전재천 등, 2022)에서도 나타난 결과로, 메타버스에 포함된 다양한 상호작용과 게임의 요소들이 학습에 즐거움과 흥미를 느끼고 만족감을 느끼는 데에는 효과임을 알 수 있다.

반면, 과학 학습과 관련된 자아개념, 과학 학습 동기, 과학 관련 진로 및 포부, 과학 관련 태도 측면에는 효과가 없었다. 메타버스 수업을 통해 흥미와 태도에 전반적으로 긍정적인 효과가 있었던 박희관과 신동훈(2023)의 연구에서도 과학 관련 직업의 선호도에는 유의미한 효과가 나타나지 않았다. 이와 같이 메타버스 활용 수업이 과학 관련 긍정 경험의 여러 요소에 모두 영향을 미치지 못하는 것으로, 메타버스 활용 수업을 구성할 때 흥미나 즐거움 이외의 요소들에도 긍정적인 영향을 미치기 위한 교육적 시도에 대해 고민할 필요가 있음을 시사하고 있다.

**Table 4.** Means and ANCOVA results of subcategories of positive experiences of science

영역	대상	사전평균(SD)	사후평균(SD)	교정평균	F	p
과학 학습 정서	비교집단(n=29)	3.35(.53)	3.24(.70)	3.02	14.993	.000
	실험집단(n=29)	2.94(.43)	3.30(.68)	3.52		
과학 관련 자아개념	비교집단(n=29)	2.63(.66)	2.71(.68)	2.68	.679	.414
	실험집단(n=29)	2.56(.64)	2.56(.70)	2.59		
과학 학습 동기	비교집단(n=29)	2.75(.48)	2.78(.53)	2.81	.076	.784
	실험집단(n=29)	2.80(.48)	2.81(.55)	2.78		
과학 관련 진로 · 포부	비교집단(n=29)	2.58(.55)	2.71(.64)	2.71	.182	.670
	실험집단(n=29)	2.58(.68)	2.65(.87)	2.65		
과학 관련 태도	비교집단(n=29)	3.08(.51)	3.12(.61)	3.09	.376	.542
	실험집단(n=29)	3.01(.51)	3.12(.50)	3.16		

### 3. 메타버스를 활용한 과학 수업이 디지털 리터러시에 미치는 영향

디지털 리터러시는 다양한 관점으로 정의되지만, 컴퓨터에서 제공되는 다양한 정보에 대한 출처로부터 얻은 여러 가지 형태의 정보를 습득하고 사용할 수 있는 능력이다(Larsson, 2000). 메타버스는 기본적으로 컴퓨터를 활용하며 메타버스 공간에서 제공되는 다양한 정보를 수집하고 가상공간인 디지털 환경에서 자신의 의도에 맞게 사용하면서 다른 사용자와 상호작용하게 된다는 점에서 메타버스를 활용한 과학 수업은 디지털 리터러시에 영향을 미칠 수 있다.

수업 실시 후, 디지털 리터러시 검사에 대해 공변량분석(ANCOVA)을 실시한 결과를 Table 5에 제시하였다. 분석 결과, 메타버스를 활용한 과학 수업이 디지털 리터러시에 유의미한 영향을 미치지 못하는 것으로 나타났다.

디지털 리터러시의 하위 영역에 대해서도 두 집단 사이에 유의미한 차이는 나타나지 않았다. 이 연구에서는 학생들이 스마트기기를 활용하여 가상공간인 메타버스에서 다양한 활동을 수행했지만, 해당 활동들이 정보를 조직, 창출, 분석, 평가하는 등의 디지털 리터러시와는 거리가 있었기 때문인 것으로 생각된다. 초등 국어 수업에서 메타버스를 활용한 안서경(2023)의 연구에서도 메타버스 활용 수업이 지식정보수집 영역에는 유의미한 효과가 있었지만 지식정보처리 영역에서는 유의미한 효과가 나타나지 않았는데, 이는 메타버스가 단지 디지털 요소를 포함하는 에듀테크라는 것 자체로 디지털 리터러시 전반에 영향을 미치지 못하는 함의를 의미하고 있다.

### 4. 메타버스를 활용한 과학 수업에 대한 초등학생의 인식

메타버스를 활용한 과학 수업을 실시한 후 실험 집단 학생들을 대상으로 인식 조사 중 4개 문항에 대해서는 4점 리커트 척도로 응답하고, 그렇게 선택한 이유를 설명하도록 하였다. 먼저 학생들의 인식 평균 및 남학생과 여학생의 인식 평균과 성별에 따른 t 검정 결과를 Table 6에 제시하였다.

조사 결과 학생들의 인식 점수는 스마트기기 사용 능력을 제외하고는 4점 만점에 3점 이상으로 전반적으로 메타버스를 활용한 과학 수업에 긍정적인 인식을 가지고 있음을 알 수 있었다. 이 중 메타버스를 사용하고 스마트기기 사용 능력이 더 좋아졌다는 문항에 대한 평균이 다른 문항에 비해 상대적으로 낮았는데, 이러한 인식은 이 연구에서의 메타버스 활용 수업이 학생들의 디지털 리터러시에는 영향을 미치지 못한 것과 관련이 있을 것으로 생각된다.

남학생과 여학생으로 구분하여 인식 검사 점수를 살펴보면, 전반적으로 남학생이 메타버스 활용 수업에 대해 여학생보다 긍정적으로 인식하고 있으며, 이러한 차이는 스마트기기 사용 능력을 제외한 나머지 3개 영역에서 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다. 이는 가상공간에서 아바타를 활용하는 메타버스를 사용한 수업이 남학생들에게 더 의미 있게 인식됨을 보여주며, 컴퓨터 게임 등에 더 익숙하고 즐겨하는 남학생이 가상공간과 게임의 요소 등이 많은 메타버스 활용 수업에 대해 여학생보다 긍정적으로 인식하고 있는 것으로 판단된다.

학생들이 메타버스를 활용한 수업을 통해 과학 공부에 관심을 가지게 된 이유를 서술한 내용을 분석한 결과, 내용과 활동이 흥미롭다는 의견(28명)이

Table 5. Means and ANCOVA results of digital literacy

디지털 리터러시 검사 점수					
집단	사전평균(SD)	사후평균(SD)	교정평균		
비교집단(n=29)	2.75(.52)	2.78(.51)	2.85		
실험집단(n=29)	3.00(.66)	2.91(.53)	2.84		
디지털 리터러시에 대한 공변량분석 결과					
변인	자승화	df	평균자승화	F	p
공변인	6.13	1	6.13	36.697	.000
수업 처치	3.48	1	3.48	.000	.989
오차	9.19	55	.167		
수정합계	15.596	57			

Table 6. Means of students' perceptions on science classes using metaverse

문항	전체 평균(SD) (n=29)	성별에 따른 평균(SD)		t 검정	
		남학생(n=13)	여학생(n=16)	t	p
메타버스를 활용한 수업으로 과학 공부에 이전보다 관심을 가지게 되었다.	3.31(0.66)	3.69(0.48)	3.00(0.63)	3.253	.003
메타버스를 활용한 수업으로 학습한 내용이 기억에 더 오래 남게 되었다.	3.10(0.61)	3.38(0.65)	2.87(0.50)	2.387	.024
메타버스를 사용하고 스마트기기 사용 능력이 전보다 좋아졌다.	2.68(0.84)	2.76(1.01)	2.62(0.71)	.448	.658
앞으로 과학이나 다른 과목에서 메타버스를 이용하면 공부하는 데 도움이 될 것이다.	3.24(0.68)	3.61(0.50)	2.93(0.68)	2.981	.006

가장 많았으며, 학습 내용의 이해가 용이하고(6명), 학습이 편리한 점(4명)을 이유도 들기도 하였다. 일부 학생들은 기기 이상 때문에 부정적인 응답을 하기도 하였다.

해당 문항에 대해 구체적인 의견을 알아보고자 설문 대상자 중 일부 학생을 대상으로 개별 면담한 내용은 다음과 같다.

학생A: 메타버스를 쓰면 글씨를 쓸 때 연필로 쓰지 않고 스마트기기로 타자치기 때문에 팔이 안 아파서 공부한 내용이나 실험한 내용을 빠르게 많이 자세하게 쓸 수 있어서 관심을 더 가지게 됐어요. 그리고 사진을 직접 조사하면서 관찰하고 그림 그려서 나타내기, 미니 게임 같은 다양한 활동을 할 수 있어서 재밌어서 과학 공부에 관심이 더 생긴 것 같아요.

학생B: 다양한 퀴즈 방식이나 미니게임을 수업 중에 공부하는 내용과 섞어서 같이 하니까 과학 수업이 더 재밌어졌고 과학 공부에 관심이 갔어요. 그리고 책으로만 수업하면 읽고 쓰고 하는 것이 팔이 아프고 지루하면서 귀찮아요. 그런데 메타버스를 쓰면 태블릿을 쓰는 자체가 재미있고 메타버스 안에서 캐릭터 꾸미기, 이름 짓기, 퀴즈 풀기 같은 것들이 다양하게 있어서 더 재밌게 공부할 수 있어요.

학생C: 맵 이곳저곳을 돌아다니면서 조사하고 메타버스에서 스탬프 찍기를 하니까 공부하면서 탐험하는 것 같고 재밌어서 과학 공부에 관심이 더 생겼어요.

학생D: 메타버스 맵을 돌아다니면서 조사할 때 중간 중간 등장하는 미션이나 미니게임 때문에 책으로만 수업하는 것보다 덜 지루했고 공부하는 게 재밌어서 관심이 갔어요.

설문과 인터뷰 결과로 볼 때 학생들은 메타버스를 활용한 과학 수업으로 과학 수업에 대한 관심이 높아졌으며 그 이유로 학습하는데 필기나 기록 같은 부분에서 편리함을 느끼고 다양한 게임 활동을 할 수 있기 때문인 것으로 알 수 있었다.

메타버스를 활용한 수업으로 학습 내용이 기억에

더 오래 남게 된 이유로 학생들은 수업이 흥미롭다(12명), 메타버스 내의 기능과 보조자료의 도움(12명)을 언급한 학생들이 많았으며, 관련된 면담 내용의 예시는 다음과 같다.

학생B: 공부한 내용에 대해서 다양한 방법으로 게임이나 퀴즈를 푸니까 재밌어서 수업 시간에 선생님이 질문하는 것보다 수업 내용이 기억에 오래 남는 것 같아요.

학생C: 메타버스에 있는 화이트보드 같은 것에 조원들과 공유하면서 실험한 내용이나 공부한 내용을 쓰고 그림으로 그리거나 사진을 올리니까 혼자 연필로 쓰는 것보다 기억에 많이 남았어요.

학생E: 교실에서 멀리 앉아 있을 때는 사진이나 글씨가 잘 안 보일 때가 있었는데 메타버스에서는 사진이나 글씨를 확대해서 볼 수 있고 내 생각을 화이트보드에 자유롭게 썼다 지웠다 할 수 있으니까 편리해서 수업 내용이 기억에 오래 남았어요.

메타버스 활용 수업과 스마트기기 사용 능력에 대한 학생 응답으로는 메타버스와 스마트기기의 다양한 기능을 활용하여 스마트기기 사용 능력이 좋아졌다는 응답(15명)도 많은 가운데, 메타버스에서는 스마트기기의 기초 기능을 단순히 반복하기 때문에 메타버스 수업으로 스마트기기 사용 능력이 좋아졌다고 생각하지 않는다는 응답(15명)도 많았다. 또한, 기기 및 네트워크 오류도 이러한 부정적인 인식에 영향을 미치는 것으로 조사되었다(6명).

면담을 통해 구체적으로 알게 된 학생들의 인식으로부터 이 연구에서 메타버스 활용 수업이 디지털 리터러시 향상에 영향을 미치지 못한 이유도 찾아볼 수가 있다. 메타버스 자체가 스마트기기나 디지털 자료를 깊이 있게 다루는 능력을 요구하는 것이 아니기 때문에 그 자체로는 스마트기기 활용 능력이나 디지털 리터러시 향상에 많은 영향을 미치지 않는 못함을 알 수 있다.

Table 7. Students' perceptions on strengths and weaknesses of science classes using metaverse

메타버스 수업의 장점		메타버스 수업의 아쉬운 점	
응답 내용	응답자 수	응답 내용	응답자 수
흥미로움	29	네트워크 및 기기 오류	19
다양한 활동	18	없음	10
학습의 편리함	18	타인의 방해	8
기억의 용이	8	학습 내용 및 난이도의 부적절	6
학습에 대한 관심 유발	8	활동 시간의 부족	3
게임성	5	수업 방식의 반복	2
협력 활동	3	조작의 어려움	1

전반적인 메타버스 수업의 장점과 단점에 대한 학생들의 자유 응답 분석 결과를 Table 7에 제시하였다. 대부분의 학생들은 흥미로움을 메타버스 수업의 장점이라고 응답하였으며(29명), 기억의 용이, 학습에 대한 관심 유발, 게임성, 협력 활동을 메타버스 수업의 장점으로 제시했다.

면담에서 학생들이 메타버스 수업의 장점을 설명한 내용의 예시는 다음과 같으며, 학생들은 메타버스 사용 자체와 다양한 활동이나 게임성에서 흥미를 느끼고 학습한 내용을 기억하고 기록하는데 유용성과 편리함을 느꼈으며 친구들과 협동할 수 있는 것에서 메타버스를 활용한 수업의 좋은 점이라고 생각함을 알 수 있다.

학생C: 메타버스에서 여러 장소를 이동하면서 조사하고 공부하는 것이 재밌었어요. 그리고 메타버스를 쓰면서 수업과 공부가 더 흥미가 생겼고 공부가 더 잘 되어서 평가 볼 때 시험이 더 쉽게 느껴졌어요.

학생D: 실험하거나 관찰한 내용을 정리하는데 혼자 책에 쓰는 것이 아니고 화이트보드에 친구들과 같이 쓰거나 그림을 그려서 정리하니깐 더 쉬운 것 같고 재밌어서 수업 내용이 기억에 잘 남았어요. 그리고 메타버스에서 조사하면서 질문에 답변하거나 퀴즈를 풀고 암호를 여는 것이 수업 시간을 즐겁고 흥미롭게 해줘서 그날 배운 내용이 머릿속에 기억이 잘 된 것 같아요.

반면 학생들이 응답한 메타버스 수업의 아쉬운 점으로는 네트워크 및 기기 오류가 가장 많았으며 타인의 방해, 학습 내용 및 난이도의 부적절, 수업 방식의 반복, 조작의 어려움, 활동 시간의 부족 등을 단점으로 제시하였다. 또한 메타버스 수업의 단점이 없다고 응답한 학생도 10명이 있었다. 메타버스 활용 수업의 아쉬움과 관련된 학생들의 면담 예시는

다음과 같다.

학생A: 메타버스에 들어가서 이동하거나 스템프를 찍는데 렉이 너무 많이 걸리고 화면이 자주 튕기거나 끊기는 점이 많이 불편했어요.

학생B: 분명히 스템프를 찍거나 암호를 풀었는데도 계속 찍어지지 않고 암호가 해결되지 않는 버그가 있어서 불편해서 짜증이 나기도 했어요. 그리고 메타버스 진행 방식이 비슷한 경우가 많아서 조금 아쉬웠어요.

## IV. 결 론

이 연구에서는 최근 강조되고 있는 에듀테크 중 하나인 메타버스를 활용하여 초등 과학 수업 프로그램을 구성하고 적용하여 과학 학업 성취도, 과학 긍정 경험, 디지털 리터러시에 미치는 효과를 알아보았다. 또한, 메타버스 활용 수업에 대한 학생들의 인식을 살펴보았다. 초등학교 6학년 학생들을 대상으로 ‘식물의 구조와 기능’ 단원에 메타버스를 활용한 과학 수업을 적용한 결과 학생들의 과학 학업 성취도와 디지털 리터러시에는 의미 있는 효과가 나타나지 않았다. 본 연구에서의 실제 수업 실행 과정 및 메타버스 수업에 대한 학생들의 인식을 종합적으로 고려하여 생각해볼 때, 메타버스를 활용하는 수업이 학습의 편리함과 학습 흥미는 유발했지만, 학생들의 관심은 학습 내용보다 메타버스와 스마트 기기 사용이라는 측면에 더욱 집중된 부분이 있다. 또한, 디지털 관련 수업에서 항상 발생하는 문제로 여전히 스마트기기의 오작동이나 네트워크 및 메타버스 연결 오류로 예기치 못한 학습 중단과 불편함, 불필요한 시간의 소비 과정이 있었고, 이러한 과정들이 학생들의 학습몰입과 집중을 저하하는 요인이

되었던 것으로 생각된다. 또한, 메타버스 자체가 디지털 리터러시와 많은 관련이 있을 것으로 생각했으나, 제시된 기능을 반복적으로 활용하는 것이 많기 때문에 스마트기기와 디지털 플랫폼을 사용한다는 것 자체로 디지털 자료의 수집, 이용, 공유 등의 디지털 리터러시에 직접적인 영향을 미치기는 어려울 수 있었다. 이 연구 결과는 디지털 리터러시를 스마트기기의 사용과 동일시해서는 안 된다는 시사점을 주며, 디지털 리터러시의 정의와 구성 요소에 대한 이해를 토대로 이를 위한 세심한 교육적 고려가 필요함을 제시하고 있다.

이 연구에서의 메타버스 활용 수업은 과학 긍정 경험 전체에는 유의미한 효과가 없었으나 하위 요소인 과학 학습 정서에 대해서는 긍정적인 효과가 있었다. 과학 학습 정서는 과학 학습을 즐거워하고 흥미를 느끼는 것이다. 인식 조사나 면담을 통해서도 살펴볼 수 있었듯이 학생들이 메타버스를 활용하여 과학 수업에 참여하면서 캐릭터 간의 의사소통, 미니게임, 오브젝트 상호작용, 태블릿 상에서의 자유로운 표현 등을 통해 과학 학습에 영향을 주는 긍정적인 정서인 즐거움, 만족감, 흥미 등을 경험하고 지루함, 짜증, 불안 등의 요인은 줄어든 결과라고 파악된다. 그러나 그 외의 과학 긍정 경험에는 메타버스 활용이 직접적인 영향을 주지는 못했으며, 메타버스 활용이 학생들의 동기, 과학 학습에의 자아개념 등에 보다 깊이 있게 영향을 미칠 수 있는 프로그램의 개발이 필요할 것으로 생각된다.

메타버스를 활용한 과학 수업에 대한 학생들의 인식은 대체로 긍정적이었다. 학생들은 메타버스 사용에 많은 관심을 보이고 흥미를 느끼면서 학습과 게임이 병행된다는 생각을 가졌으며 학습 과정에서 자신의 생각을 글이나 그림으로 다양하게 표현할 수 있고 쉽게 수정할 수 있다는 편리함, 친구들과 현실 세계보다 더 넓게 상호작용하며 협동할 수 있고 수업의 자유도가 높은 것을 긍정적으로 생각하고 있었다. 학생들이 아쉬운 점으로 생각한 것은 주로 스마트기기와 네트워크의 불안정성과 관련이 있어, 인공지능, 디지털 교육을 강조하는 교육의 방향을 고려할 때, 현재 개선되고 있지만 이러한 환경적인 여건 조성이 시급히 이루어질 필요가 있다.

이 연구에서 살펴본 메타버스를 활용한 과학 수업의 효과와 한계, 학생들의 인식을 토대로 의미 있고 효과적으로 초등 과학 수업에 메타버스를 적용

하기 위한 메타버스 공간과 내용, 상호작용 방식에 대한 연구들이 보다 활발하게 이루어질 필요가 있다. 또한, 과학의 핵심이 탐구임을 고려할 때 실제적인 공간에서의 과학 탐구와 가상공간의 효과적인 활용에 대한 고민이 계속 이루어질 필요가 있다.

## 참고문헌

- 계보경, 임철일, 한송이, 김은지, 권미영, 홍수민, 이다연, 박주현, 엄태연, 최재훈(2023). 메타버스의 교육적 활용을 위한 가이드북\_F. (GM 2023-1). 대구: 한국교육학술정보원.
- 곽희관, 신동훈(2023). 메타버스 플랫폼을 활용한 ‘생물과 환경’ 수업이 초등학생의 과학 흥미 및 과학에 대한 태도에 미치는 영향. 초등과학교육학회지, 42(2), 385-397.
- 교육부(2022a). 초·중등학교 교육과정 총론. 세종: 저자.
- 교육부(2022b). 과학과 교육과정. 세종: 저자.
- 김승재, 조규탁(2022). 텍스트마이닝을 활용한 국내 메타버스의 연구현황 탐색. 미래교육연구, 12(4), 105-138.
- 김영빈(2023). 메타버스를 활용한 초등지리수업의 학습실재감 분석. 석사학위논문. 한국교원대학교 대학원.
- 남상덕(2022). 메타버스를 활용한 온라인 어촌체험활동이 초등학생의 해양환경인식에 미치는 영향. 초등교육연구논총, 38(4), 111-134.
- 신영준, 곽영순, 김희경, 이수영, 이성희, 강훈식(2017). 과학긍정경험 지표 검사를 위한 도구 개발 연구. 한국과학교육학회지, 37(2), 335-346.
- 안서경(2023). 메타버스 플랫폼을 활용한 초등 국어 융합 수업이 자료·정보 활용 역량과 학습 흥미에 미치는 영향. 석사학위논문. 경인교육대학교 교육전문대학원.
- 안성훈 등(2023). 2022개정 교육과정에 따른 디지털교과서 개선 방안(KR 2023-1). 대구: 한국교육학술정보원.
- 윤현정, 이진, 윤혜영(2021). 메타버스 개념과 유형에 관한 시론: 가능세계 이론을 중심으로. 인문콘텐츠, 62, 57-81.
- 이동국, 김동원, 변숙자(2022). 초·중등학생의 메타버스 활용 교육에 대한 실태 및 인식 분석. 학습자중심교과교육연구, 22(12), 443-458.
- 이수미(2022). 메타버스를 활용한 초등학생용 피지컬 컴퓨팅 교육 프로그램 개발. 석사학위논문. 경인교육대학교 교육전문대학원.
- 이용섭(2021). 초등예비교사의 ‘지구와 우주’ 영역에서 메타버스 활용가능성 제안. 대한지구과학교육학회지, 14(3), 248-256.
- 이현숙, 이운지, 차현진, 김수환, 나우열, 계보경, 한나라, 권연하, 노혜림, 조혜원, 이은지, 김민정, 박성우(2022). 2022년 국가수준 초·중학생 디지털 리터러시 수준 측

- 정 연구(KR 2022-2). 대구: 한국교육학술정보원.
- 전재천, 장준혁, 정순기(2022). 메타버스 환경의 융합 (STEAM) 교육 프로그램 개발과 적용을 통한 학습자 태도 및 만족도 분석. *정보교육학회논문지*, 26(3), 187-195.
- 정유남, 이영희(2022). 메타버스 플랫폼을 활용한 초등 융합교육 사례 연구. *학습자중심교과교육연구*, 22(16), 561-580.
- 조희수, 하지은, 허열(2022). 메타버스 플랫폼이 교육적 맥락에서 사용된 경험연구 문헌분석. *학습자중심교과교육연구*, 22(23), 301-315.
- 천이주(2023). 체육교과에서 메타버스 테크놀로지 적용 및 활용방안 탐색. 석사학위논문. 중앙대학교 교육대학원.
- 한송이, 노양진(2021). 메타버스 활용 교육에 대한 대학 교  
수자 인식 연구. *한국디지털콘텐츠학회논문지*, 22(11), 1793-1806.
- 홍애령(2023). 메타버스에 관한 초등학생의 인식 및 태도 탐색. *교원교육*, 39(1), 251-270.
- Almarzouqi, A., Aburayya, A., & Salloum, S. A. (2022). Prediction of user's intention to use metaverse system in medical education: A hybrid SEM-ML learning approach. *IEEE Access*, 10, 43421-43434.
- Dionisio, J. D. N., Burns, W. G., & Gilbert, R. (2013). 3D virtual worlds and the metaverse: Current status and future possibilities. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 45(3), 1-38.
- Larsson, L. (2000). *Digital literacy checklist, Draft version 1.0*. Washington: University of Washington.

---

왕태조, 광주도평초등학교 교사(Taejoe Wang; Teacher, Gwangju Dopyeong Elementary School).

† 임희준, 경인교육대학교 과학교육과 교수(Heejun Lim; Professor, Gyeongin National University of Education).