

ORIGINAL ARTICLE

천문 교구를 활용한 HTE-STEAM 별자리 교육 프로그램 개발 연구 : 시공간 개념을 통한 미래 사회 핵심역량 함양을 중심으로

조아라¹ · 김용기^{2,3*}

(¹충북대학교 천문우주학과 석박사통합과정, ²충북대학교 천문우주학과 교수, ³충북pro메이커센터 센터장)

Development of HTE-STEAM Constellation Education Program Using Astronomical Teaching Aid: Focused on Cultivating Core Competencies for Future Society through the Concept of Space and Time

Ahra Cho · Yonggi Kim*
(Chungbuk National University)

ABSTRACT

With the global rise in interest in competency-based education, the Ministry of Education of the Republic of Korea outlined six core competencies in the 2015 revised curriculum, essential for future society's 'creative and convergent talent'. This study introduces an HTE-STEAM constellation education program designed to develop the core competencies outlined in the 2015 revised curriculum and address the limitations of hands-on astronomy education. The program's effectiveness was assessed through a pilot test. The program was implemented at G Library, an out-of-school education site in Cheongju-si, Chungcheongbuk-do, targeting students from 3rd to 6th grade. The study's results include: First, the HTE-STEAM program significantly impacted all aspects of the STEAM attitude test except for 'self-concept', particularly influencing 'science and engineering career choice', 'consideration', and 'communication'. Thus, it has led to positive outcomes in the cultivation of future society's core competencies, including 'creative thinking skills', 'communication skills', and 'community skills'. Secondly, the HTE-STEAM constellation education program, despite covering the challenging concept of spacetime, was deemed easy by many students. Observations of students applying the spatial concepts they learned by using teaching aids suggest that the program was effective in enhancing students' understanding of the spatial structure of the sky and the universe. Additionally, this program aligns with the 2022 curriculum's updated standards for understanding the sky's spatial structure. Consequently, the HTE-STEAM constellation education program positively cultivates future society's core competencies and serves as a valuable complement to night observation practices in schools.

Key words : HTE-STEAM, limitations of astronomy observation education, core competencies for the future society, Improving spatial concepts

Received 15 March, 2024; Revised 8 April, 2024; Accepted 16 April, 2024

*Corresponding author : Yonggi Kim, Chungbuk National University, 1 Chungdae-ro, Seowon-Gu, Cheongju-si, Chungcheongbuk-do, 28644, Korea

E-mail : ykkim153@chungbuk.ac.kr

This research was supported by Chungbuk National University Korea National University Development Project (2023).

© 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.

I. 서론

최근 과학기술의 급속한 발전으로 인해 세계화, 융합, 다양화, 예측불가성이 증가하고 있으며(Kim & Chae, 2016), 첨단기술들이 일상에 밀접히 접근하면서 변화하는 미래 사회의 인재들이 갖춰야 할 융합성, 창의적 문제 해결력 등을 갖추기 위한 융합교육은 더욱 주목되고 있다. 특히 한국의 교육과학기술부는 2010년, 과목 간 융합을 강조한 STEM 교육에 예술활동을 덧붙여 Arts를 추가한 STEAM 교육 정책을 발표하였다(이승우 외, 2013). STEAM 교육은 창의·융합형 미래 인재 양성을 위해 개발되어 현재까지 이를 활용한 교육 프로그램의 개발 및 적용에 대한 연구가 꾸준히 진행되어 왔다(최유현 외, 2013; 최예경 외, 2015; 한신 외, 2019; 장미 외, 2021). 국내의 STEAM 교육은 과학 교과외의 교육에서 관심이 높으며 그 효과 중 ‘창의성’에 높은 관심을 가지고 있다(김영홍과 김진수, 2017). 또한 교사들을 대상으로 STEAM 교육의 효용성에 대한 설문을 하였을 때 ‘학생들이 타인을 배려하며 소통하는 능력을 증진할 수 있다’는 질문에서 초등학교 교사의 경우 약 83%가 긍정적인 응답을 하였다(한국과학창의재단, 2018). 선행 연구들로 보아, STEAM 교육 프로그램은 창의성과 배려 및 소통 능력과 같이 미래 사회 인재들이 갖춰야 할 역량을 함양시키기에 매우 적절한 교육방식으로써 활용되고 있다.

이러한 흐름을 반영하여, 교육부(2016)는 2015 개정 교육과정에서 미래 사회가 요구하는 핵심 역량을 중심으로 교육하는 역량중심 교육을 도입하였다. 2015 개정 교육과정 총론에서는 ‘자기관리 역량’, ‘지식정보처리 역량’, ‘창의적 사고 역량’, ‘심미적 감성 역량’, ‘의사소통 역량’, ‘공동체 역량’으로 구성된 미래 사회 핵심역량 6가지를 제시하고 있다. 더불어 창의융합형 인재 양성을 위해 과도하게 배치된 학생들의 학습량을 줄이고 토론학습, 협력학습, 탐구학습을 통해 교육할 것을 강조하였다. 새로운 교육과정의 도입과 함께 한혜정과 이주연(2018)은 교과지식 위주의 교육으로 구성되었던 학교 교육을 핵심역량 중심으로 개편한 사례들을 연구하였다. 그 외에도, 미래 사회 핵심 역량을 강화할 수 있는 교육 프로그램의 개발과 적용 사례에 대한 연구가 많이 진행되고 있다(홍원표와 곽은희,

2014; 김현진, 2017; 이주연 외, 2017; 이태성, 2018). 홍원표와 곽은희(2014)는 역량기반 교육의 선행 연구들 중 상당수가 이론적 사례를 다루거나 해외 사례를 소개하는 것에 치중해 왔다는 문제를 제시하며, 국내 교사의 실천 사례에 대한 연구를 진행하였다. 해당 연구를 통해 학생들의 적극적인 참여와 토론으로 교과 간의 융합을 시도해 효과성을 높인 사례와, 프로젝트 중심의 교과 특성을 살린 수업으로 학생들의 창의력과 협동능력 함양의 효과성을 높인 사례가 국내 교사의 실천 사례로 제시되었다. 노승현(2014)은 외국의 사례에서 교사 중심의 교육이 아닌 탐구학습, 발표학습 등 참여적인 수업 방식이 학생들의 핵심역량 함양에 적절한 방식이나, 그 수업 방법이 학습 내용과 적절히 조화를 이루어야 균형 잡힌 역량 개발이 가능하다고 주장하였다. 따라서 함양시키고자 하는 역량과 걸맞는 교육 내용을 선정하고 탐구활동과 접목하여 교수·학습 방법을 설계하였을 때, 학생들의 창의력과 협동능력을 비롯한 미래 사회 핵심역량 함양에 긍정적인 효과를 기대할 수 있을 것이다. 따라서 본 연구에서는 탐구활동을 통한 창의성 증진에 초점을 맞추어 ‘창의적 사고 역량’ 함양에 주목하고자 한다.

과학 교육에서 중요하게 다루어지는 체험·탐구 활동은 ‘실험·실습’ 수업을 통해 진행되며, 대상이 초등학교인 교육일 때 특히 필수적이다. 실험·실습 수업은 학생들의 흥미를 증진시키고 이해를 도울 수 있는 반면, 많은 비용과 시간의 소비, 실제 과학자들의 활동과 과학의 본성을 반영하지 못하는 문제, 교사들의 바쁜 학교 일정과 교수자료의 부족으로 인한 수업 설계의 어려움 등의 한계를 가진다(윤혜경, 2008). 특히 교육과정 중 별자리와 같이 하늘의 입체적인 구조와 움직임을 다루는 천문 영역에서는 하늘의 공간개념이해에 효과적인 야간 관측 실습이 명시되어 있다. 하지만 이는 안전문제와 교사들의 천체 관측에 대한 전문성의 부족으로 인해 학교 환경에서 수행되기 어려워, 교사 중심의 교육으로 교수·학습 설계가 이루어지고 있다.

2015 개정 교육과정에서 천문학을 다루는 단원은 초등 5~6학년의 ‘태양계와 별’과 ‘지구와 달의 운동’ 단원 등이 있다. 천문학적 공간개념에 대한 이해를 바탕으로 하는 이 단원들은 시공간 개념 향상을 통해 창의적 사고를 촉진시킬 수 있어 매우 중요한 과정이나, 학습과 교육의 난이도에서 가르치기에도 배우기에도 매

우 어려운 과학 분야로 분석된 바 있다(김희수 외, 2003). 만약 초등 교육과정에서 처음 접하게 되는 시공간에 대한 개념을 정확히 확립하지 못하면, 이후 더욱 심화된 공간 개념 학습에 어려움을 겪을 수 있다. 김현중(2021)은 고등학교 과학 교과 선택과목 중 지구과학 교과를 선택하는 이유에 대한 연구에서 천체관측에 대한 흥미로 인해 지구과학을 선택하는 학생들이 많다고 주장하였다. 하지만 해당 연구에서 학생들은 난이도 높은 천체관측 영역의 문제 풀이에서 어려움을 겪는 것으로 나타났다.

이와 같이 넓은 시공간을 다루는 천문학을 적절한 탐구활동과 함께 교육하기 위한 하나의 방법으로 본 연구에서는 HTE 교육 방식을 소개하고 이를 활용한 교육 프로그램을 개발하고자 한다. HTE는 지구과학 및 천문학 교육에서의 어려움을 해소하기 위해 미국 항공 우주국(NASA)의 지원을 받아 하버드 대학교에서 개발한 교육 방식이다(Arcand & Watzke, 2014). 이들은 친숙한 것(Here)에 적용되는 원리가 어디에서나(Everywhere) 적용된다는 사실을 바탕으로, 은유(Metaphor)를 통해 과학적 개념이나 사실을 이해하는 효과적인 교육 방식으로써 HTE를 소개하였다. 예를 들어 물이 세면대(Here, H)를 통해 내려갈 때 나선형으로 회전하며 내려간다는 것을 태풍(There, T)에 적용하여 태풍의 모양이 나선 모양을 띄며 회전한다는 것을 이해할 수 있다. 나아가 우주에 있는 은하들 중 나선 모양을 띄며 회전하는 나선 은하(Everywhere, E)의 모양에 적용하면서, 이해한 과학적 원리가 어디에서나 적용된다는 사실을 통해 나선 우주의 원리를 이해하는 효과적인 교육 방식이다. HTE 교육 방식은 HTE 준거틀인 ‘문제발견(Here)’ - ‘아이디어 발견(There)’ - ‘해결방법 발견(Every-where)’의 과정을 통해 설계되며, 학습자가 스스로 교육 내용과 관련된 경험이나 사례를 떠올리고(H), 교육 내용과의 연관성을 착안하여(T) 응용해야(E) 하기 때문에 충분한 탐구 과정이 요구된다. Arcand와 Watzke(2014)의 연구에서, HTE 프로그램은 참여자들의 천문학에 대한 이해도와 흥미 수준에 긍정적인 결과를 도출하였다. HTE 교육 방식은 은유를 사용해 천문현상과 익숙한 소재를 연결할 수 있도록 하여 학습자들이 가지는 천문학 및 천체 물리학의 장벽을 허물 수 있으며(Arcand & Watzke, 2014), 나아가 초등 교육과정에 적용하였을 때, 학생들이 낯설고 어렵게 느끼는 시공간 개념 학습의 효과를 극대화 할 수 있을 것으

로 기대한다.

한편, HTE 교육 방식은 과목 간 융합을 통해 교육하는 STEAM 교육과의 접목을 통해 더욱 효과성을 높일 수 있다. 한신 등(2019)은 HTE 프로그램을 수업에 적용할 수 있도록 HTE의 창의교육 선도모형을 개발하고 HTE와 STEAM을 접목한 HTE-STEAM 교육 프로그램을 개발하였다. 자연재해 주제를 활용하여 고등학생을 대상으로 개발한 HTE-STEAM 프로그램은 학생들의 동기유발과 흥미에서 효과를 보였으며 특히 모듈원들간의 상호작용을 통한 문제해결 능력 향상에 효과성을 보였다(한신 외, 2019). 그 외에도, 김용기 외(2018) 연구진은 자연재해를 주제로 HTE-STEAM 프로그램을 자유학기제에 적용하여, HTE-STEAM 교육 도입의 필요성을 입증하고 충분한 시간 안배를 고려한 프로그램 설계를 강조하였다. 설아침 외(2021) 연구진은 ‘통합수학’, ‘통합사회’, ‘융합I’, ‘통합과학’, ‘융합II’ 교과에 적용된 HTE-STEAM 교육 프로그램의 효과성을 분석하여 실생활과 결합한 HTE 프로그램이 학생들의 흥미와 창의성에 영향을 미쳤다는 결과를 도출하였다.

그러나 현재까지 HTE 교육 방식의 개발의도에 부합하는 천문학과 천체 물리학 분야의 교육내용을 적용한 국내 연구 사례가 없으며, HTE 준거틀의 분석을 기반으로 교수·학습 방법을 설계한 사례도 많지 않다. 특히 Arcand와 Watzke(2011)의 대중 과학에 대한 연구에 따르면, 공공 도서관이나 어린이 행사에서 HTE 교육 프로그램의 도입이 효과성을 보였으나, 국내에는 초등학생을 대상으로 한 연구가 부족한 상황이다. 따라서 본 연구에서는 천문 영역 중 특히 실험·실습이 어려우며, 시공간 개념을 바탕으로 하는 ‘별자리’를 주제로, 초등학생을 위한 HTE-STEAM 별자리 교육 프로그램을 개발하였다. 교육 프로그램은 HTE 준거틀을 기반으로 내용을 선정하였고 STEAM 요소를 첨가하여 구성하였다. 프로그램의 적합도를 파악하고 보완하기 위해, 먼저 학교 밖 교육 현장인 충북 청주시 소재 어린이 도서관이며, 과학 특화 도서관인 청주 기적의 도서관(이하, G 도서관이라 한다.)에서 파일럿 테스트(Pilot Test)를 진행하였다. 연구를 효과적으로 수행하기 위해 다음과 같은 연구문제를 설정하였다.

첫째, HTE-STEAM 별자리 교육 프로그램은 미래 사회 핵심역량 중 특히 ‘창의적 사고 역량’의 함양에 효과적인가? 그 외 어떤 핵심역량의 함양을 기대할 수

있는가?

둘째, HTE-STEAM 별자리 교육 프로그램은 교육과정 내 천문 영역의 실험·실습 수업을 보완할 수 있는가?

II. 연구 방법

1. 연구 절차

본 연구는 다음과 같은 단계에 걸쳐 진행되었다. 첫째, 연구 계획을 수립한 후 2015 개정 교육과정의 분석을 통해 초등 교육과정에서 연구문제를 수행할 수 있는 단원을 선정하였다. 교육과정에서 제시하는 성취기준과 탐구 활동을 기반으로 학습 목표를 선정하였다. 둘째, 교육 프로그램 개발에 활용할 HTE 준거들과 STEAM 요소에 대한 자료를 수집하고 분석한 뒤 HTE 준거들에 적절한 내용을 배치하고 4차시의 수업을 구성하였다. 셋째, 개발한 프로그램과 설계한 연구 대상의 선정이 적합

한지 확인하기 위하여 청주 소재의 초등학교에 재학 중인 G 도서관 학생 20명을 대상으로 파일럿 테스트를 진행하였다. 파일럿 테스트의 효과성은 한국과학창의재단(2018)의 STEAM 태도 검사를 사전·사후에 실시하고 STEAM 만족도 검사를 사후에 실시해 그 결과를 분석하였다. 이 절차를 Fig. 1에 제시하였다.

2. 연구 대상 및 기간

HTE-STEAM 별자리 교육 프로그램은 프로그램을 신청한 G 도서관의 3~6학년 학생들을 대상으로, 2022년 6월 한 달간 매주 2시간씩 4차례에 걸쳐 적용하였다. 연구에 참여한 학생들은 총 20명으로 검사 전 동의서를 작성한 학생들을 대상으로 하였다. 연구 참여자를 학년별로 구분하면 3학년 7명(35%), 4학년 9명(45%), 5학년 10명(10%), 6학년 10명(10%)으로 80%의 학생들이 3~4학년으로 구성된다. 해당 학생들의 경우 2015 개정 교육과정에서 별자리와 관련된 내용을 다루며 6학년에 배치된 ‘태양계와 별’ 단원과 ‘지구와 달의 운동’ 단원을 아직 배우지 않은 학생들로 교육 프로그램 적용 후의 별자리와 시공간 개념에 대한 지식 확립의 여부를 파악할 수 있을 것으로 보인다. 또한 성별에 따라 연구 참여자를 분류하면 남학생이 8명(40%), 여학생이 12명(60%)으로 차이를 보였다. 만약 성별에 따라 교육 프로그램 적용 후 효과성에 차이가 발생할 경우 교육 프로그램에 보완이 필요하므로 효과성 분석 과정에서 성별에 따른 교육 프로그램 적용 효과성을 비교하였다.

3. 실험 설계

본 연구에서는 HTE-STEAM 별자리 교육 프로그램의 미래 사회 핵심역량 함양과, 실험·실습 수업을 보완하는 학교 밖 교육에서의 효과성을 분석하기 위해 교육 프로그램 적용하기 전 한국과학창의재단(2018)의 STEAM 태도 검사지를 이용하여 사전 검사를 진행하였다. 프로그램 적용 후에는 STEAM 태도 검사와 STEAM 만족도 검사를 실시하였다. STEAM 태도 검사는 대응표본 t검정을 통해 그 효과성을 분석하였으며, STEAM 만족도 검사는 문항의 하위 영역별 효과를 비교하고 수업 전반에 대한 선택형 문항의 선택 빈도를

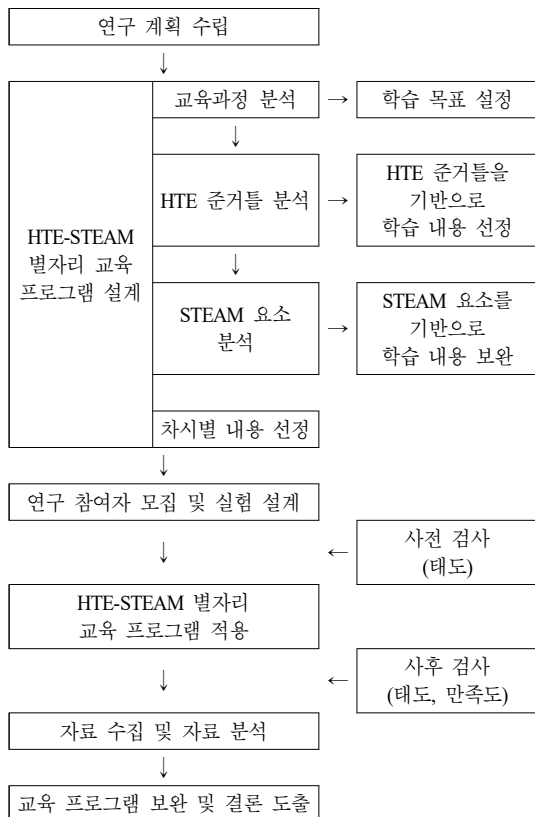


Fig. 1. Research Design

분석하여 교육 프로그램의 효과성을 도출하였다. 실험 설계를 요약하면 Table 1과 같다.

Table 1. Experimental Design

G	O _A	X	O _A O _B
G	연구 참여자		
O _A	STEAM 태도 검사지		
O _B	STEAM 만족도 검사지		
X	HTE-STEAM 별자리 교육 프로그램		

4. 검사도구

가. STEAM 태도 검사지

본 연구에서는 2018년에 보완한 한국과학창의재단(2018)의 STEAM 태도 검사지를 활용했다. STEAM 태도 검사지의 평가구인은 ‘흥미’, ‘배려와 소통’, ‘자기주도적 학습’, ‘이공계 진로 선택’으로 구분한다. 이 중 ‘자기주도적 학습’은 하위 영역에서 ‘유용성/가치인식’, ‘자기효능감’, ‘자아개념’으로 구분하며 각각의 구인들은 수학과 과학의 교과로 구분한다. Table 2에 총 40개의 리커트 척도 5점 문항으로 구성된 STEAM 태도 검사지를 구인별로 구분하여 표현하였다. 이 중 ‘배려와 소통’ 구인은 학생들 간, 원활한 의사소통을 통해 탐구 활동에 참여하였는지를 확인할 수 있기 때문에 미래 사

Table 2. Composition of questions in the STEAM attitude test

구인	하위영역	문항번호	문항 개수	
흥미	수학	3, 14, 16, 21, 34	5	
	과학	1, 5, 7, 8, 10	5	
배려와 소통	배려	수학	15, 18, 39	3
		과학	11, 20, 26	3
	소통	수학	22, 25, 32	3
		과학	12, 23, 37	3
자기 주도적 학습	유용성/ 가치인식	수학	17, 33, 40	3
		과학	13, 29, 31	3
	자기 효능감	수학	28, 38	2
		과학	24, 30	2
	자아개념	수학	2, 27	2
과학	6, 35	2		
이공계 진로 선택	수학	9, 19	2	
	과학	4, 36	2	
합계			40	

회 핵심역량 중 ‘의사소통 역량’과 ‘공동체 역량’의 함양에서의 효과성을 확인할 수 있을 것으로 보인다.

나. STEAM 만족도 검사지

본 연구에서는 한국과학창의재단(2018)에서 개발한 STEAM 만족도 검사지를 활용하였다. STEAM 만족도 검사지의 하위구인은 ‘만족도’, ‘흥미’, ‘수업 전반’으로 구성된다. 각 문항의 내용은 Table 3과 같다. ‘만족도’ 영역의 문항들은 각각 ‘만족도’, ‘지속성’, ‘전반적인 만족도(소문항)’로 나누어 분석하였고, ‘흥미’ 영역의 문항들은 ‘흥미도와 ‘참여도’로 구분하여 분석하였다. 마지막으로 ‘수업 전반’ 영역의 문항들은 선택형이나 배열형 문항으로 구성된다. 해당 영역에는 적용한 교육 프로그램에 대한 만족도, 내용 수준에 대한 문항과, 교육 프로그램의 장점과 타 교육과의 차이점에 대한 문항이 포함되어 있어 학생들이 본 HTE-STEAM 프로그램을 통해 창의적으로 공간개념을 이해하고 하 늘과 별자리의 움직임을 해석하였는지를 파악하는 데에 활용하였으며, 이는 미래 사회 핵심역량 중 ‘창의적 사고 역량’의 함양에서의 효과성을 해석하는 지표가 될 것으로 보인다.

Table 3. Composition of questions in the STEAM satisfaction test

구인	문항 내용	문항 번호	문항 개수
만족도	- STEAM 수업에 만족하십니까?	1	3
	- 앞으로도 STEAM 수업을 지속적으로 받고 싶습니까?	8	
	- STEAM 수업 만족도(소문항 18개)	9	
흥미	- STEAM 수업은 재미있었나요?	2	2
	- STEAM 수업 활동에 적극적으로 참여하셨나요?	3	
수업 전반	- STEAM 수업의 내용 수준은 어떠하다고 생각하십니까?	4	4
	- 기존의 수업과 오늘 참여한 STEAM 수업의 가장 큰 차이점은 무엇입니까? (선택형)	5	
	- STEAM 수업에서 좋았던 점을 순서대로 적어주세요. (배열형)	6	
	- STEAM 수업 중 가장 어려웠던 점은 무엇인지 한 개만 고르세요. (선택형)	7	
	합계	9	

Ⅲ. HTE-STEAM 별자리 교육 프로그램의 개발 결과

1. 교육과정 분석 및 학습 목표 설정

HTE-STEAM 교육 프로그램을 개발하기 위해 2015 개정 초등학교 교육과정을 분석하여 별자리와 공간개념을 다루는 단원을 선정하고 교육과정에서 제시하는 성취기준과 탐구 활동을 참고하여 학습목표를 결정하였다. 2015 개정 교육과정 내 별자리와 공간개념을 다루는 단원의 내용은 Table 4와 같다. 초등학교 6학년에 배치된 ‘태양계와 별’ 단원은 총 3가지 성취기준을 제시하고 있으며 그 중 2가지 교육목표가 별자리와 관련된 내용을 다룬다. 또한 계절별 별자리와 관련된 내용을 제외하고, 북두칠성과 카시오페이아 자리를 이용한 북극성 찾기, 별자리를 이용한 방위 찾기의 내용을 다루고 있다. 더불어 공간적 이해를 돕기 위해, 모형 및 시청각 자료와 천체 관측 소프트웨어의 사용을 권장하고 있다. 따라서 HTE-STEAM 별자리 교육 프로그램의 첫 번째 학습 목표를 ‘별자리를 통해 북극성을 찾고 방위를 찾을 수 있다.’로 설정하고 천체 관측 소프트웨어인 스텔라리움(Stellarium)을 활용하여 하늘의 공간적 움직임에 대한 이해를 도울 수 있도록 교육 프로그

램을 구성하였다. 또한 첫 번째 학습 목표의 추가적인 탐구 활동 목표를 ‘별자리를 활용해 다른 별자리를 찾을 수 있다.’로 설정하였다.

다음으로 초등학교 6학년에 배치된 ‘지구와 달의 운동’ 단원은 총 3가지 성취기준을 제시하고 있으며 그 중 하나의 성취기준이 별자리와 관련된 내용을 다루고 있다. 해당 성취기준에서는 계절에 따라 보이는 별자리가 달라지며 이는 지구의 공전과 관련됨을 교육하고 계절별 대표적인 별자리를 찾아보는 탐구 활동을 권장하였다. 또한 다양한 별자리의 명칭을 교육하는 것이 아니라, 계절에 따라 보이는 별자리가 다르고 별자리의 위치가 달라지는 까닭을 이해하는 데 초점을 두도록 성취기준을 설명하고 있다. 따라서 해당 단원에서는 하늘의 움직임을 통한 우주 공간의 이해를 다루는 것으로 보인다. 교육과정의 분석을 통해, 두 번째 학습 목표를 ‘별자리가 평면이 아닌 입체적인 공간에 존재한다는 것을 이해하고 계절별 별자리가 달라지는 까닭을 설명할 수 있다.’로 설정하였다. 추가적인 탐구 활동 목표는 ‘하늘을 살펴보고 별자리를 만들거나 하늘에 나만의 별자리를 투영해 볼 수 있다.’로 설정하였다. 설정한 학습 목표를 정리하면, 다음과 같다.

첫째, 별자리를 통해 북극성을 찾고 방위를 찾을 수 있다. 또한 별자리를 활용해 다른 별자리를 찾을 수 있다.

Table 4. Education plan for stellar constellation contents within the curriculum

단원명	태양계와 별	HTE-STEAM 별자리 교육 프로그램의 학습 목표 (1)
성취기준	[6과02-02] 별의 의미를 알고 대표적인 별자리를 조사할 수 있다. 대표적인 별자리는 학생들이 쉽게 관찰할 수 있는 북극성 주변의 별자리를 다루며, 계절별 별자리와 관련짓지 않는다.	- 별자리를 통해 북극성을 찾고 방위를 찾을 수 있다. - 별자리를 활용해 다른 별자리를 찾을 수 있다.
탐구활동	[6과02-03] 북쪽 하늘의 별자리를 이용하여 북극성을 찾을 수 있다. 북두칠성과 카시오페이아 자리를 이용하여 북극성을 찾게 함으로써 별자리가 방위를 찾는 데 이용됨을 다룬다.	
유의사항	- 별자리를 이용한 방향 찾아보기 - 모형이나 시청각 자료, 천체 관측 소프트웨어 등을 이용하여 천체에 대한 공간적 이해를 도울 수 있다. 특히 야간에 별이나 행성 등을 관찰할 경우 안전 사항을 준수하도록 한다.	
단원명	지구와 달의 운동	HTE-STEAM 별자리 교육 프로그램의 학습 목표 (2)
성취기준	[6과09-02] 계절에 따라 별자리가 달라진다는 것을 지구의 공전으로 설명할 수 있다. 별자리 명칭보다는 계절에 따라 보이는 별자리가 다르고 별자리의 위치가 달라지는 까닭을 이해하는 데 초점을 둔다.	- 별자리가 평면이 아닌 입체적인 공간에 존재한다는 것을 이해하고 계절별 별자리가 달라지는 까닭을 설명할 수 있다. - 하늘을 살펴보고 별자리를 만들거나 하늘에 나만의 별자리를 투영해 볼 수 있다.
탐구활동	- 계절별 대표적인 별자리 찾기	

둘째, 별자리가 평면이 아닌 입체적인 공간에 존재한다는 것을 이해하고 계절별 별자리가 달라지는 까닭을 설명할 수 있다. 또한 하늘을 살펴보고 별자리를 만드거나 하늘에 나만의 별자리를 투영해 볼 수 있다.

2. HTE 준거들을 기반한 학습 내용 구성

교육 프로그램은 연구 참여자들의 나이와 수업 환경을 고려하여 2시간씩 4차시에 걸친 수업으로 설계하였다. 교육 내용은 문제 발견(H), 아이디어 발견(T), 해결방법 발견(E)의 HTE 준거들에 따라 배치하였다. HTE 준거들에 따른 단계별 학습 목표와 소재는 차시별로 구분하여 Table 5에 제시하였다.

가. 문제 발견(H)

문제 발견(H) 단계는 수업의 시작 단계에서 교육 내용에 해당하는 현상이나 개념에 대해 비유와 은유를 사용하여 우리 일상생활에서 비슷한 경험이나 사례를 찾는 과정이다(Arcand & Watzke, 2014). 따라서 이 단계에서는 학습 내용과 관련되어 있으며 학생들에게 아주 익숙한 소재를 먼저 제시하여 주제에 대한 흥미와 이해를 높일 수 있도록 구성하였다. 학습 내용과 관련한 소재는 ‘밤하늘 속 별자리는 ()다.’의 형태로 교육 프로그램의 도입부에서 제공되었다.

나. 아이디어 발견(T)

아이디어 발견(T) 단계는 학습자가 스스로 찾은 경험과 사례를 더 큰 규모의 사건과 연결짓는 과정이다(Arcand & Watzke, 2014). 따라서 이 단계에서는 앞서 제시한 익숙한 소재에서 현상과 개념을 찾아 이해하고 표현할 수 있도록 구성하였다.

다. 해결방법 발견(E)

해결방법 발견(E) 단계는 아이디어 발견(T) 단계에서 얻은 개념과 원리를 우주의 사물이나 사건과 연결짓는 과정이다(Arcand & Watzke, 2014). 이 단계에서는 학생들이 스스로 탐구과정을 거쳐 앞선 단계의 내용을 별자리에 적용할 수 있도록 유도해야 한다. 학습자의 개념 확장을 유도하기 위해 본 교육 프로그램에서는 학습지와 교구 만들기 실습을 활용하였다. 첫 번째 학습 목표와 탐구 학습 목표는 1·3차시 수업을 통해 전달하였으며 정확한 이해를 위해 학습지 실습을 배치하였다. 두 번째 학습 목표와 탐구 학습 목표는 2·4차시 수업을 통해 전달하였으며 공간개념에 대한 이해를 위해 교구 만들기 실습을 배치하였다. 교구는 AutoCad를 사용해 설계도를 만든 후, 레이저커팅기를 활용해 MDF 합판과 아크릴을 재단하여 제작하였다.

라. 차시별 학습 내용 구성

교육 프로그램은 총 4차시로 구성하였으며 한 달간 매주 한 차시의 수업이 진행되도록 기획하였다. 차시별 학습 내용은 Table 6에 요약해 제시하였다. 먼저, 학생들이 충분한 탐구활동 과정을 통해 교육 내용을 습득할 수 있도록 PPT를 기반으로 한 이론 수업 1시간, 학습지와 교구를 기반으로 한 실험·실습 수업 1시간으로 총 2시간의 프로그램을 구성하였다. 매 차시 수업에서 학생들은 ‘밤하늘 속 별자리는 ()다.’라는 주제의 빈칸을 채운다는 목표를 가지고, 단어를 유추해 보면서 수업에 참여하였다. 빈칸에는 학생들이 일상에서 접할 수 있는 익숙한 소재이면서, 낯선 별자리의 원리까지 사고를 확장시킬 수 있는 문제 발견(H) 단계의 H 소재가 들어가도록 설계하였다. 주제의 빈칸을 채워보는 시간을 통해 학생들의 수업 참여도를 향상시키고, 학습 목표를 간략하고 명확하게 기억할 수 있도록

Table 5. Learning objectives and tools in ‘Here’, ‘There’ and ‘Everywhere’

차시	학습 목표	H 소재	T 소재	E 소재
1차시	복극성 찾기	지도	낮선 곳에서 길 찾기	별자리와 방위 결정
2차시	별자리의 구조	착시효과	시각에 따라 달라지는 입체적인 구조	별자리 속 별들의 입체 구조와 별자리의 모양
3차시	스타호핑법	힌트	숨은그림찾기	별자리를 이용한 성도 파악
4차시	별자리 실화와 별자리 투영	이야기창고	점과 단어를 조합해 새로운 모양과 이야기 만들기	나만의 별자리와 실화 제작 및 별자리 투영

Table 6. Detailed lesson content by session

1차시	“별자리는 밤하늘 속 지도다”	2차시	“별자리는 밤하늘 속 착시효과다”
학습목표	별자리를 통해 북극성을 찾고 방위를 찾을 수 있다.	학습목표	별자리가 평면이 아닌 입체적인 공간에 존재한다는 것을 이해하고 계절별 별자리가 달라지는 까닭을 설명할 수 있다.
실습방식	학습지 활용 실습 (별자리 지도 그리기)	실습방식	교구 만들기 실습 (입체 별자리 구조 만들기)
문제 발견(H) *S/A	<ul style="list-style-type: none"> • ‘밤하늘 속 별자리는 ()다.’의 빈칸에 들어갈 말을 고민해보기 - ‘밤하늘 속 별자리는 지도다’ 도출 • 자신의 집에서 학교까지 가는 길을 지도로 그려 보기 	문제 발견(H) *S/A	<ul style="list-style-type: none"> • ‘밤하늘 속 별자리는 ()다.’의 빈칸에 들어갈 말을 고민해보기 - ‘밤하늘 속 별자리는 착시효과다’ 도출 • 착시효과 사진을 보면서 각도에 따라 달라지는 모양을 이해하기
아이디어 발견(T) *S/A	<ul style="list-style-type: none"> • 선생님의 지도와 자신의 지도에 똑같이 그려진 것이 있는지 찾아보기(예: 편의점, 길, 나무 등) • 지도에는 기준점(건물 등)과 선(길)이 있다는 것을 이해하기 	아이디어 발견(T) *S/A	<ul style="list-style-type: none"> • 선생님이 들고 있는 인형을 보고 그려보기 • 다른 위치에 앉아 있는 학생들의 그림을 살펴보고 시선 각도에 따라 생기는 그림의 차이점을 파악하기
해결방법 발견(E) *S/T	<ul style="list-style-type: none"> • 별자리에도 기준점에 해당하는 별과 선에 해당하는 별자리 선이 있다는 것을 이해하기 • 스텔라리움(Stellarium)을 활용하여 별자리를 이용해 북극성을 찾는 법을 알아보기 • 북극성을 이용해 방위를 찾아보기 	해결방법 발견(E) *S/A	<ul style="list-style-type: none"> • 자신이 원하는 별자리의 모양을 평면에 그려보기 • 원하는 모양이 나오도록 별자리의 구조 키트의 아크릴에 별 스티커를 붙여 입체적인 별자리 구조를 완성하기
3차시	“별자리는 밤하늘 속 힌트다”	4차시	“별자리는 밤하늘 속 이야기창고다”
학습목표	별자리를 활용해 다른 별자리를 찾을 수 있다.	학습목표	하늘을 살펴보고 별자리를 만들거나 하늘에 나만의 별자리를 투영해 볼 수 있다.
실습방식	학습지 활용 실습 (성도에서 별자리 찾기)	실습방식	교구 만들기 실습 (별자리 투영기 만들기)
문제 발견(H) *S/A	<ul style="list-style-type: none"> • ‘밤하늘 속 별자리는 ()다.’의 빈칸에 들어갈 말을 고민해보기 - ‘밤하늘 속 별자리는 힌트다’ 도출 • 힌트 없는 숨은그림찾기 활동을 진행해보기 	문제 발견(H) *S	<ul style="list-style-type: none"> • ‘밤하늘 속 별자리는 ()다.’의 빈칸에 들어갈 말을 고민해보기 - ‘밤하늘 속 별자리는 지도다’ 도출 • 전래동화 이야기를 들어보기
아이디어 발견(T) *S	<ul style="list-style-type: none"> • 단계적 힌트를 제공해 숨은그림찾기를 완성하기 • 힌트가 없을 때 그림 속 숨은 물건을 찾기 어려움을 이해하기 	아이디어 발견(T) *S	<ul style="list-style-type: none"> • 이야기에 나오는 등장인물과 장소들을 골라보기 • 선생님이 보여주는 단어들 중 원하는 단어를 골라 나만의 별자리 설화를 만들어보기
해결방법 발견(E) *S/T/A	<ul style="list-style-type: none"> • 스텔라리움(Stellarium)을 활용하여 성도와 계절별 별자리 살펴보기 • 성도에서 나만의 별자리를 만들고 이름을 지어 보기 • 성도에서 힌트와 함께 별자리를 찾아보기 • 별자리를 이용해 별자리를 찾아보기 	해결방법 발견(E) *S/E/A	<ul style="list-style-type: none"> • 별자리 투영기 키트를 조립해보기 • 별자리 투영기의 검은 종이에 구멍을 뚫어 나만의 별자리 모양을 만들어 보기 • 별자리 투영기를 통해 별자리 모양을 감상하고 손전등으로 하늘에 내가 만든 별자리를 띄워보기

* STEAM 요소는 다음과 같이 표기함. (S-Science/T-Technology/E-Engineering/A-Art/M-Math)

하였다. 주제에 대한 질문을 통해 흥미를 유도한 뒤 학습 내용에 친숙하게 접근할 수 있도록 아이디어 발견(T) 단계의 T 소재를 제시하였다. 학습지를 활용해 익숙한 소재를 새롭게 바라보고 구체적으로 탐구해 봄으로써 학생들은 낯선 우주의 입체적 구조까지 이해할 수 있었다. T 소재에 대해 탐색한 뒤 학습 목표를 달성할 수 있도록 실험·실습 수업을 진행하였다. 실험·실습 수업은 학습 목표에 따라 친체 관측 소프트웨어인 스텔라리움(Stellarium)과 교구를 적절히 배치하여 설계하였다. 학습지를 활용해 실험·실습을 진행한 1·3차시 수업에서는 학습지와 더불어 스텔라리움(Stellarium)을 활용해 방위를 찾거나 별자리를 찾기 위해 성도를 이

용하는 방법을 탐구하였다. 교구를 활용한 2·4차시 수업에서는 배운 내용을 응용할 수 있도록 직접 입체적인 구조의 별자리를 제작해보는 활동을 배치하였다.

3. 차시별 실험·실습 자료 개발

본 교육 프로그램은 실험·실습을 매 차시 2시간 수업 중 1시간으로 할당하였다. 실험·실습 자료는 학습지와 교구의 형태로 개발하였으며, 학습 목표의 특성에 따라 배치하였다. 학습 내용에 대한 정확한 이해를 요하고, 시간에 따른 하늘의 변화를 이해해야 하는 학습 목표는 학습지와 스텔라리움(Stellarium)을 활용하

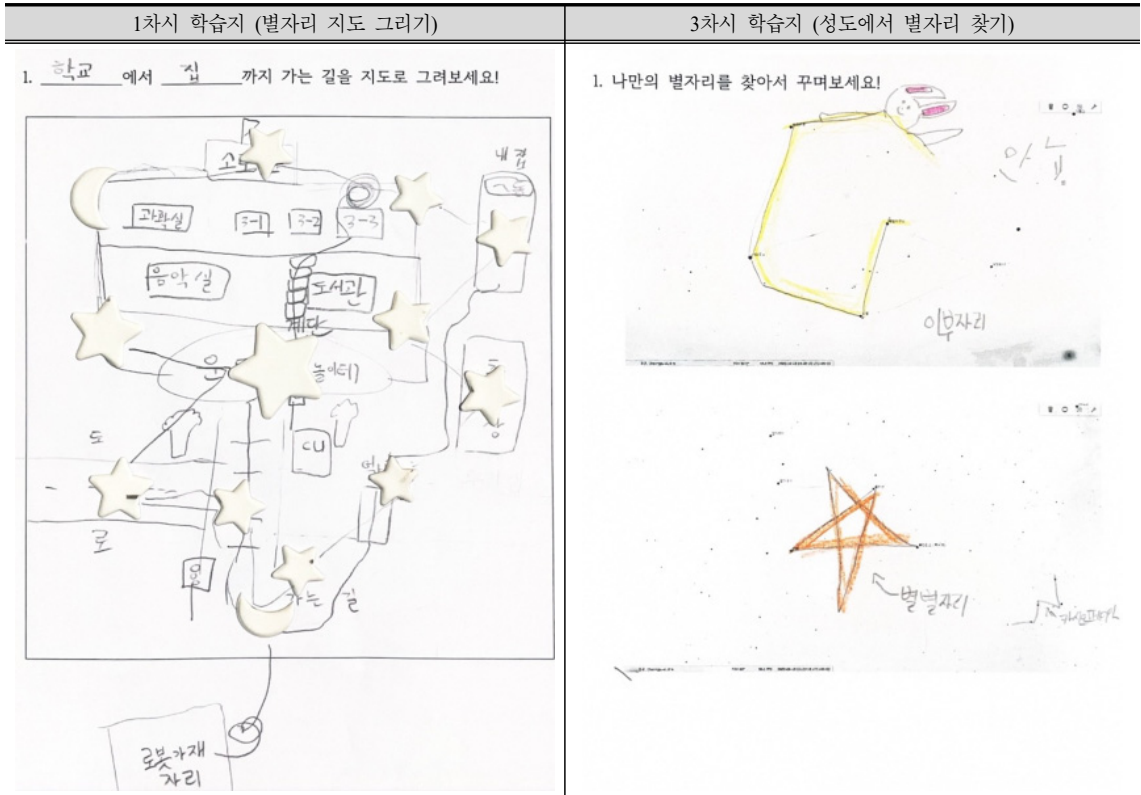


Fig. 2. Photos of worksheets used in hands-on activities

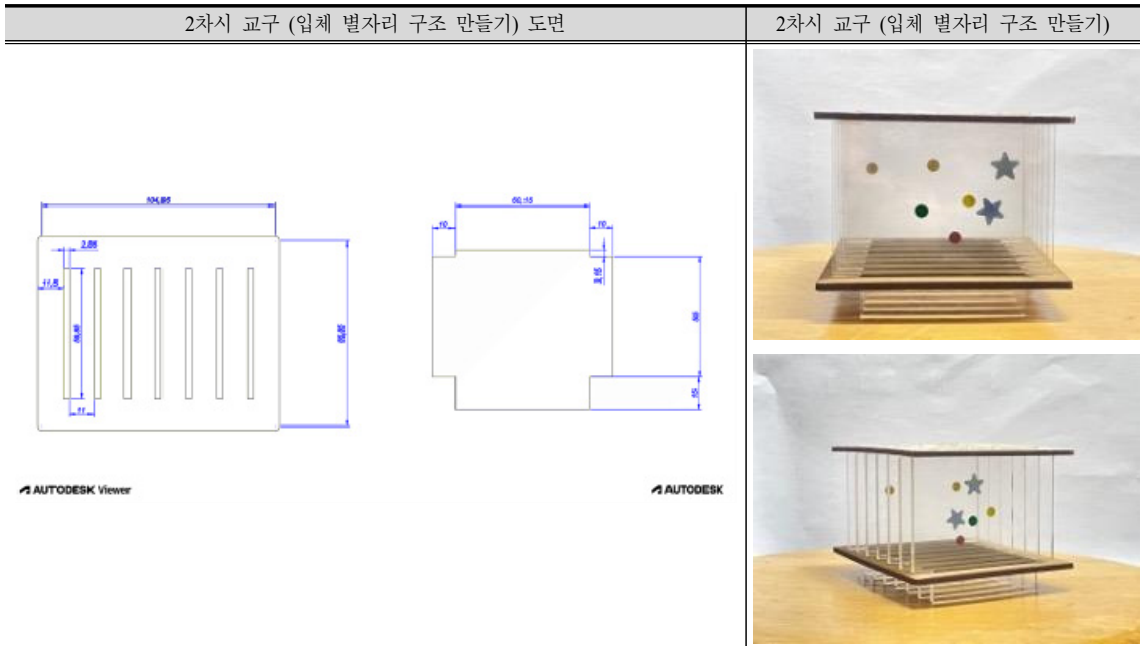


Fig. 3. Blueprint and examples of the teaching aid for 2nd session : ‘Creating a 3D constellation structure’

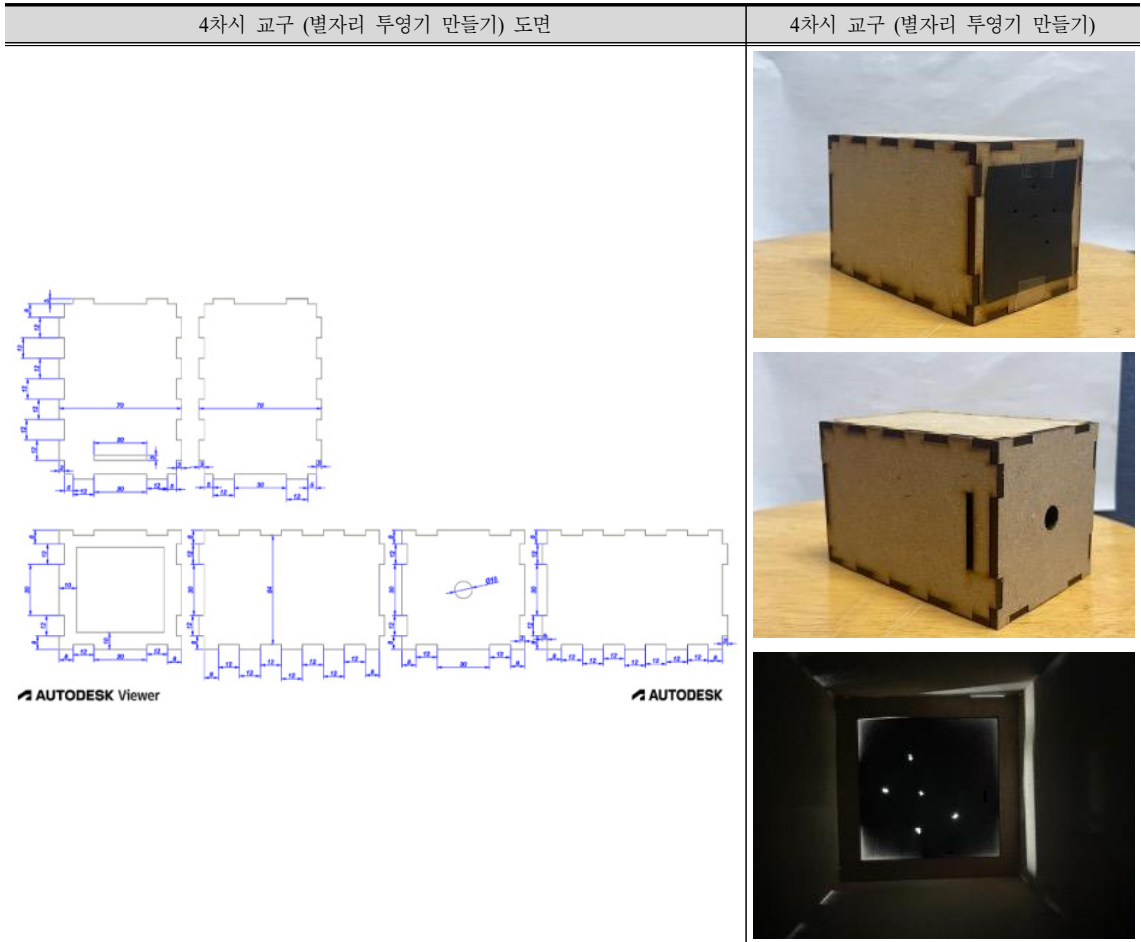


Fig. 4. Blueprint and examples of the teaching aid for 4th session : ‘Making a constellation projector’

여 전달하였다. 공간의 개념과 구조에 대한 학습 목표를 전달하기 위해서 직접 입체 구조를 시각화할 수 있는 교구를 활용하였다. 개발한 학습지의 디자인을 Fig. 2에, 교구의 디자인을 Fig. 3, 4에 제시하였다.

가. 학습지 개발

학습지는 학생들이 문제 발견(H) 단계의 H 소재에서 우주의 모습까지 사고를 확장할 수 있도록 제작하였다. 학생들은 학습지에 직접 그림을 그린 뒤, 지도에 따라 그림을 새롭게 해석하고 탐색하는 과정을 거쳐 학습 내용을 이해할 수 있다.

1차시 학습지는 ‘별자리 지도 그리기’로, ‘지도’라는 익숙한 소재와 ‘별자리’라는 낯선 소재의 공통점을 발견함으로써 별자리와 그 유래를 쉽게 이해할 수 있도록 구성하였다. 먼저, 집에서 학교, 혹은 친숙한 장소까지

가는 지도를 그리도록 지시한 뒤, 교사의 지도와 학생들의 지도를 비교할 수 있도록 유도한다. 학생들은 스스로 사고하는 과정을 거쳐, 지도에 기준이 되는 ‘장소’와 ‘길’이 존재한다는 것을 파악한다. 이를 기준이 되는 별과, 별들을 잇는 선으로 이루어진 별자리와 비교하면서 별자리의 구조와 별자리가 생겨나게 된 유래를 이해할 수 있다. 최종적으로 스텔라리움(Stellarium)을 통해 별자리가 밤하늘 속 ‘지도’에 해당한다는 것을 확인하고 이를 통해 방위를 찾아가는 과정을 학습한다.

3차시 수업은 1차시의 내용을 확장하는 탐구 학습 목표를 주제로 한다. 따라서 1차시 수업에서 확인한 스텔라리움(Stellarium) 속 성도에서 직접 별자리를 찾아보는 실험·실습 수업을 구안하였다. 3차시 학습지는 ‘성도에서 별자리 찾기’로 숨은그림찾기에서 ‘힌트’를 이용해 답을 찾아가듯, 밤하늘에서는 ‘별자리’를 통해

다른 별자리를 찾는다는 개념을 유도할 수 있도록 구성하였다. 학습지에는 겨울철 별자리가 포함되는 적경 6h 부근의 성도와 북쪽 하늘 성도를 삽입하였다. 겨울철 별자리에는 겉보기등급이 0~1등급인 밝은 별들이 많아 스타호핑법을 지도하기 좋으며, 북쪽 하늘은 북극성을 찾아 방위를 파악할 수 있다. ‘숨은그림찾기’에서와 같이 밤하늘에서 밝은 별과 별자리가 ‘힌트’가 될 수 있음을 직접 체험하도록 한다.

나. 교구 개발

교구는 모델링 소프트웨어인 Autocad를 활용해 설계한 뒤, MDF 합판과 아크릴을 사용해 레이저커팅기로 제작하였다. 별자리가 입체적인 공간인 우주에 존재하는 별들로 이루어진다는 것을 이해하고, 시간에 따른 하늘의 움직임을 통해 3차원의 우주 공간에 대해 이해할 수 있도록 설계하였다. 학생들은 교구를 조립하여 나만의 별자리 구조를 입체적으로 구현하는 과정을 통해 학습 내용을 실감나게 이해할 수 있다.

2차시 교구는 ‘입체 별자리 구조 만들기’로 ‘착시효과’라는 익숙한 소재를 통해 우주 공간에 입체적인 구조로 존재하는 별자리에 대하여 이해할 수 있도록 설계하였다. ‘입체 별자리 구조 만들기’ 교구의 도면은 Fig. 3에 제시하였다. 좌측의 도면은 MDF 합판을 재단하여 제작하였으며, 교구의 위, 아래면에 해당한다. 우측의 도면은 아크릴을 재단하여 제작하였고, 바닥면의 7개의 구멍에 결합한다. 7개의 아크릴에 별 모양의 스티커를 붙여 입체적으로 별자리를 구현할 수 있다.

교구의 교육적 효과성을 극대화하기 위하여 착시효과를 느낄 수 있는 시각자료와 학습지를 함께 활용하였다. 먼저 교실 중앙에 인형을 두고 인형의 모습을 묘사한 뒤 서로 비교해 보도록 하여, 물체를 바라보는 시각에 따라 모습이 달리 보인다는 것을 확인한다. 이후 교구를 정면에서 보았을 때, 자신이 원하는 별자리의 모습이 나타나도록 하기 위해서는 별들을 입체 공간에서 어떻게 위치시켜야 하는지 고민하고, 아크릴에 별 모양의 스티커를 부착하여 완성한다. 해당 교구를 통해 학생들은 별자리에 속하는 별들이 모두 같은 평면에 존재하지 않을 수 있으며, 자신의 별자리가 다양한 입체 구조로 존재할 수 있다는 것을 학습한다.

4차시 실험·실습 수업은 앞선 수업을 통해 직접 성

도 속의 별을 이어 그리거나, 별 스티커를 이용해 입체적으로 구현한 별자리를 실제로 밤하늘에 올려보는 체험형 교구인 ‘별자리 투영기 만들기’ 교구를 활용하였다. ‘별자리 투영기 만들기’ 교구의 도면은 Fig. 4에 제시하였다.

해당 교구는 MDF 합판을 재단하여 제작하였으며, 추가적인 재료로 검은 도화지와 테이프, 압정을 사용하였다. 먼저 검은 도화지에 원하는 별자리 모양을 그리고, 별의 위치에 점을 찍어 표시한 뒤, 안전에 유의하여 압정을 이용해 구멍을 낸다. 정사각형 모양의 구멍이 있는 앞면에 검은 도화지를 부착하고, 원형 구멍을 통해 별자리를 보거나, 원형 구멍을 통해 불빛을 비춰 하늘에 별자리를 투영하는 방식으로 활용한다. 학생들은 교구를 조립하여 입체적인 별자리의 구조를 구현해보고, 자신이 만든 별자리가 하늘에 투영되는 모습을 감상하면서 익숙한 원리를 별자리에 적용해볼 수 있다.

IV. 설문지 분석 결과

1. 효과성 분석 결과

I에서 제시된 연구 문제를 해결하기 위하여 본 연구에서 개발한 HTE-STEAM 별자리 교육 프로그램을 한 달간 G 도서관에서 적용하였다. 총 20명의 학생이 연구에 참여하였으며, 그 효과성은 STEAM 태도 검사와 STEAM 만족도 검사를 통해 분석하였다.

가. STEAM 태도 검사 결과

STEAM 태도 검사는 교육 프로그램 시작 전과 후에 적용한 뒤 대응표본 t검정을 통해 그 효과성을 도출하였다. STEAM 태도 검사의 대응표본 t검정 결과를 정리하여 Table 7에 제시하였다.

Table. 7. Paired samples t-test results of STEAM attitude test

	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
사전	20	3.07	0.73	-3.29	.004*
사후	20	3.42	0.56		

* $p < 0.05$

STEAM 태도 검사의 대응표본 t검정 결과는 전체 구인에서 통계적으로 유의미한 결과를 나타내었다. ($p=0.004<0.05$) 또한 핵심역량 함양에서 연구 참여자들의 연령별, 성별 효과성의 차이 유무를 확인하기 위해 교육과정에서 별자리를 접하는 초등학교 5~6학년 수준으로 3~4학년, 5~6학년의 집단으로 구분하여 효과성의 차이를 비교하였다. 집단에 따라 구분한 STEAM 태도 검사의 대응표본 t검정 결과는 Table 8과 같으며 연령과 성별에 따른 효과성의 차이를 보이지 않았다. ($p=0.59>0.05$ / $p=0.69>0.05$)

Table 8. Paired samples t-test results of STEAM attitude test divided by gender and age group

학년별	N	M	SD	t	p
3~4학년	16	3.46	0.52	0.55	.59
5~6학년	4	3.38	0.79		
성별	N	M	SD	t	p
남자	8	3.36	0.67	-0.41	.69
여자	12	3.46	0.50		

* $p<0.05$

연령과 성별에 따라 효과성의 차이가 존재하지 않으므로 전체 집단을 대상으로 어떤 구인에서 높은 효과성을 보이는지 분석하기 위해 ‘흥미’, ‘배려’, ‘소통’, ‘유용성/가치인식’, ‘자아개념’, ‘자아효능감’, ‘이공계

Table 9. Paired samples t-test for subconstructs of the STEAM attitude Test

		N	M	SD	t	p	상승률
흥미	사전	20	3.01	0.83	-2.30	.03*	0.30
	사후	20	3.31	0.72			
배려	사전	20	3.23	0.72	-4.07	.00*	0.39
	사후	20	3.62	0.48			
소통	사전	20	3.09	0.75	-2.85	.01*	0.34
	사후	20	3.43	0.62			
유용성/가치인식	사전	20	3.31	0.80	-2.43	.02*	0.38
	사후	20	3.69	0.38			
자아개념	사전	20	3.08	0.80	-1.71	.10	0.22
	사후	20	3.30	0.87			
자아효능감	사전	20	2.85	0.77	-3.00	.01*	0.38
	사후	20	3.23	0.80			
이공계진로선택	사전	20	2.79	0.88	-3.34	.00*	0.57
	사후	20	3.36	0.64			

* $p<0.05$

진로선택’의 구인별로 구분하여 대응표본 t검정을 진행하였다. 그 결과는 Table 9에 제시하였다.

구인별 대응표본 t검정 결과 ‘자아개념’을 제외한 모든 구인에서 통계적으로 유의미한 효과를 보였다. ($p<0.05$) 특히 ‘이공계 진로선택’에서 눈에 띄는 상승률을 보였으며 미래 사회 핵심역량인 ‘의사소통 역량’과 ‘공동체 역량’과 관련된 ‘배려’와 ‘소통’의 구인에서도 높은 상승률을 보였다. 즉 연구 참여자들은 HTE-STEAM 교육 프로그램을 통해 별자리에 대한 과학적 내용을 흥미롭게 접하였고, 제작한 작품을 공유하고 그 결과를 비교하는 탐구 활동을 통해 서로 배려하며 소통하는 상호 작용을 할 수 있었음을 알 수 있다. 또한 본 프로그램은 나아가 이공계 진로 선택에 대한 긍정적인 경험을 제공한 것으로 보인다.

나. STEAM 만족도 검사 결과

STEAM 만족도 검사는 교육 프로그램 적용 후에 실시한 뒤 그 평균을 비교하여 효과성을 분석하였다. STEAM 만족도 검사는 ‘만족도’, ‘흥미’, ‘수업 전반’의 영역으로 구분된다. STEAM 만족도 검사의 ‘만족도’와 ‘흥미’ 영역의 결과는 Fig. 5에 제시하였다.

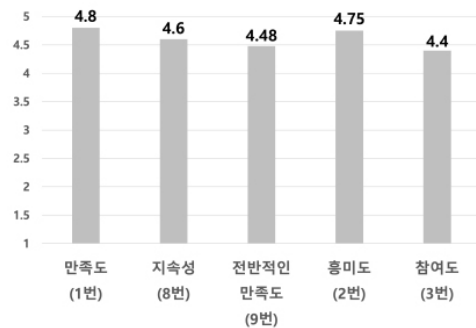


Fig. 5. Results of the ‘satisfaction’ and ‘interest’ areas of the STEAM satisfaction test

‘만족도’ 영역은 ‘만족도’, ‘지속성’, ‘전반적인 만족도’의 세 문항으로 구성되며, ‘흥미’ 영역은 ‘흥미도’, ‘참여도’의 두 문항으로 구성된다. 두 영역 모두 리카드 척도 4.4점 이상의 결과를 보였기에, 연구 참여자들은 수업에 적극적으로 참여하며 높은 흥미도를 보였고, 앞으로도 지속적으로 본 교육 프로그램과 같은 HTE-STEAM 교육에 참여하고 싶다는 의견을 보였다.

‘수업 전반’ 영역은 수업의 난이도에 대한 4번 문항, 기존의 수업과의 차이점에 대한 5번 문항, 수업의 좋았던 점에 대한 6번 문항, 수업의 어려웠던 점에 대한 7번 문항으로 구성된다.

수업의 난이도에 대한 4번 문항에서 모든 학생들이 쉽거나 보통의 난이도라고 답했기에, 천문학에서도 특히 시공간을 능숙하게 다루어야 하는 구면 좌표계 영역에서 HTE-STEAM 교육 프로그램의 활용이 특히 효과적이었다고 보여진다. 김현중(2021)의 연구에서 고등학생들은 천문 영역에 대한 높은 흥미를 보이나, 좌표계에 대한 이해가 필요한 천체관측 영역의 문제 풀이에서 어려움을 느끼고 있었다. 따라서 초등학교 교육과정의 천문 영역에서 하늘의 공간적 구조를 효과적으로 교육할 수 있는 HTE-STEAM 교육 프로그램을 활용한다면 학생들이 어렵게 느끼는 천문 영역을 친근하게 전달할 수 있는 좋은 발판이 될 것이다.

수업의 좋았던 점을 나열하는 6번 문항에서는 ‘과학, 수학 수업 시간에서 배운 내용이 실제 생활에서 어떻게 활용되는지 알 수 있다.’의 항목을 1위로 선택한 학생이 20%, 2위 25%, 3위 20%로 가장 상위의 점수를 보였다. 이 결과는 STEAM 태도 검사에서 가장 높은 상승률을 보였던 ‘이공계 진로선택’ 구인과 연결되며 HTE 프로그램을 통해 수업에서 배운 내용을 실제 생활과 연관지어 이해했기 때문으로 보인다. 또한 30%의 학생들이 ‘학생 중심의 활동이 많고, 선생님의 설명은 많지 않다.’를 선택했다. 이 결과는 교육 프로그램이 실험·실습 수업을 위주로 구성되었기 때문에 학생들에게 자유롭게 생각하고 탐구할 수 있는 시간을 제공할 수 있었기 때문인 것으로 보인다. 궁극적으로 이 프로그램을 통해 미래 사회 핵심역량 중 ‘자기관리 역량’, 스스로의 ‘지식정보처리 역량’ 및 ‘창의적 사고 역량’이 함양될 수 있음을 확인하였다.

수업의 어려웠던 점을 고르는 7번 문항에서는 60%의 학생들이 없다고 답했고 20%의 학생들이 ‘조사, 실습, 만들기 등 수업 시간에 할 것이 많아 시간이 부족하다.’라고 답했다. 따라서 HTE-STEAM 교육 프로그램을 학교와 같이 정해진 시간 안에 내용을 전달해야 하는 곳에서 적용한다면 과학과, 미술과 등의 과목 간의 통합 교육을 통해 충분한 수업 시간을 확보하고, 차시를 늘려 실습 시간을 충분히 제공할 수 있도록 보완할 필요가 있어 보인다.

V. 결론 및 제언

본 연구에서는 미래 사회 핵심역량을 함양할 수 있으며 천문 영역의 실험·실습의 한계를 보완할 수 있는 HTE-STEAM 별자리 교육 프로그램을 개발하였으며, 그 효과성을 확인하고 보완하고자 하였다. 따라서 G 도서관의 3~6학년 학생들에게 한 달간 HTE-STEAM 별자리 교육 프로그램을 적용하고 STEAM 태도 검사와 STEAM 만족도 검사를 실시하여 그 효과성을 분석하였다. 본 연구의 결과는 다음과 같다.

첫째, HTE-STEAM 별자리 교육 프로그램은 STEAM 태도 검사의 ‘자아 개념’을 제외한 모든 하위 구인에서 통계적으로 유의미한 효과를 보였다. 그 중에서도 ‘이공계 진로선택’에서 높은 효과성을 보였기에, 본 교육 프로그램은 미래 사회 핵심 역량인 ‘창의적 사고 역량’과 ‘자기관리 역량’, ‘지식정보처리 역량’의 함양에 충분히 기여한 것으로 보인다. 이는 학생들이 스스로 일상 속에서 과학적 개념과 연관된 사례를 찾아내고 이를 응용해 별자리의 원리를 이해하는 과학적 사고 과정을 체험하였기 때문인 것으로 해석된다. STEAM 만족도 검사에서 수업의 좋았던 점으로 과학적 내용이 실제 생활에서 활용되는 방식을 이해할 수 있다는 항목이 가장 높은 점수를 보인 것과 상통하는 결과이다. 또한 STEAM 태도 검사의 ‘배려’와 ‘소통’ 구인에서도 통계적으로 유의미한 효과성을 보였기에, 본 교육 프로그램은 미래 사회 핵심 역량인 ‘의사소통 역량’과 ‘공동체 역량’의 함양에도 충분히 기여할 수 있을 것으로 보인다.

둘째, 본 연구에서 개발한 HTE-STEAM 별자리 교육 프로그램이 학생들의 공간개념 향상에 잘 기여한 것으로 보아, 본 프로그램은 학교 환경에서 야간 관측 실습을 보완하는 실험·실습 수업 프로그램으로 충분히 활용될 수 있을 것이다. 2.4차시의 교구를 활용한 탐구 활동에서 학생들은 교구를 직접 조립하고, 자신이 원하는 별자리의 모양을 구현하는 활동을 진행했다. 해당 활동에서 학생들은 시선 방향에 따라 별자리의 모양이 다르게 보인다는 것을 인식하고 별들이 모두 한 평면에 존재하는 것이 아니라 3차원 공간에 존재한다는 것을 이해하였다. 또한 공간적으로 별들이 상반된 입체구조를 가지고 있더라도 동일한 별자리 모양으로 관측될 수 있다는 것을 이해하고, 별 스티커를 붙이기

편리한 곳에 붙이는 등, 내용을 응용하여 교구를 활용하는 모습을 보였다. 따라서 학생들이 상상하기 어려운 물리적 원리를 전달해야 하는 천문학 교육에서, HTE-STEAM을 기반한 교육 프로그램은 이해도의 측면에서 높은 효과성을 가지는 것으로 해석된다.

덧붙여, 교육부(2022)는 2015 개정 교육과정 이후 개편된 2022 개정 교육과정에서, 이전에 도입한 6가지 미래 사회 핵심 역량을 사회의 변화에 맞게 수정하여 제시하였다. 그 중 ‘의사소통 역량’은 다른 학생들의 관점을 존중하고 경청하며, 자신의 생각을 효과적으로 표현하고 상호 협력하는 ‘협력적 소통 역량’으로 보완하였다. 따라서 충분한 탐구와 소통 활동을 바탕으로 설계된 HTE-STEAM 별자리 교육 프로그램은 2022 개정 교육과정의 보완된 미래 사회 핵심역량의 함양에서도 효과성을 기대해볼 수 있다. 또한 과학과 교육과정 내 ‘지구의 운동’ 단원에서는 ‘하루 동안 태양과 별을 관찰하여 위치 변화의 규칙성을 찾을 수 있다.’ 라는 새로운 성취기준을 제시하고 있다. 이는 이전 교육과정보다 구면 좌표계에 대한 심도 깊은 이해가 필요한 내용으로, 교육과정 내 본 프로그램의 활용은 개편된 성취기준을 달성하기 위한 좋은 시도일 것으로 보인다.

이러한 연구 결과를 바탕으로 천문학 교육의 효과성을 높이는 후속 연구에 대한 제언은 다음과 같다.

첫째, 본 연구에서는 개발한 교육 프로그램을 지역의 과학 특화 도서관에서 활용했으나, 미래 사회 핵심역량을 고취하기 위해 형식 교육의 장인 학교에서도 효과적으로 활용할 수 있을 것으로 보인다. 따라서 학교 현장의 특성을 고려하여 HTE-STEAM 기반의 교육 프로그램을 과목 간 융합 수업이나 차시대체형 수업으로 보완하여 적용하는 추가적인 연구가 필요하다.

둘째, 학교 환경에서도 시간에 따른 하늘의 움직임에 대한 교육을 위해 다양한 천체 관측 소프트웨어의 활용에 대한 노력이 필요하다. 본 연구에서는 시간에 따른 하늘의 움직임에 대한 교육을 위해 천체 관측 소프트웨어인 스텔라리움(Stellarium)을 활용했으며, 학생들은 제공된 하늘을 감상하거나 스마트폰 애플리케이션을 통해 자신이 원하는 하늘을 보기도 하면서 과학 기술을 체험할 수 있었다. 학생들은 24시간 동안 움직이는 하늘을 실감하기 어렵기 때문에 움직이는 하늘을 보여주는 기술은 하늘의 공간적 이해에 필수적이며, 이러한 기술과 소프트웨어의 활용은 천문학적 원리의

이해에 탁월한 효과를 보였다. 따라서 학교 환경에서도 스텔라리움(Stellarium)의 적절한 활용이 필요해 보인다.

국문요약

세계적으로 역량중심 교육이 주목됨에 따라, 교육부는 2015 개정 교육과정에서 창의융합형 인재가 갖춰야 할 미래 사회 핵심역량 6가지를 제시하였다. 본 연구에서는 2015 개정 교육과정에 제시된 미래 사회 핵심역량을 함양하고, 천문 영역 실험·실습의 한계를 보완하기 위해 HTE-STEAM 별자리 교육 프로그램을 개발하였고 그 효율성을 파일럿 테스트를 통해 확인하였다. 개발한 프로그램은 학교 밖 교육 현장인, 충청북도 청주시 소재의 G 도서관에서 초등 3~6학년 학생들을 대상으로 적용하였다. 연구의 결과는 다음과 같다. 첫째, HTE-STEAM 별자리 교육 프로그램은 STEAM 태도 검사의 ‘자아 개념’을 제외한 모든 구인에서 통계적으로 유의미한 효과를 보였으며, 특히 ‘이공계 진로 선택’, ‘배려’, ‘소통’에서 높은 효과를 보였다. 따라서 미래 사회 핵심역량 중 ‘창의적 사고 역량’과 ‘의사소통 역량’, ‘공동체 역량’의 함양에 긍정적인 결과를 도출하였다. 둘째, HTE-STEAM 별자리 교육 프로그램은 시공간이라는 어려운 개념을 다루었으나, 수업 내용의 난이도가 쉽다고 응답한 학생들이 많고, 배운 공간개념을 응용하여 교구를 활용한 것으로 보아, 학생들의 하늘과 우주의 공간 구조에 대한 이해에 효과적이었다. 덧붙여, 본 프로그램은 2022 개정 교육과정에서 추가된 하늘의 공간적 구조에 대한 성취기준을 충족하는 교육 프로그램으로 활용될 수 있을 것으로 보인다. 따라서 HTE-STEAM을 기반으로 한 별자리 교육 프로그램은 미래 사회 핵심 역량의 함양에 긍정적인 효과를 보였으며, 학교 환경에서 천문 영역의 야간 관측 실습을 보완하는 역할을 할 수 있을 것으로 보인다.

주제어: HTE-STEAM, 천문 영역 실험·실습의 한계, 미래 사회 핵심역량, 공간 개념 향상

References

- 교육부(2016). 2015 개정 교육과정 총론 해설(초등학교). 교육부 고시 제2015-74호.
- 교육부(2022). 2022 개정 초·중등 교육과정 총론. 교육부 고시 제2022-33호.
- 김영홍, 김진수(2017). 국내 STEAM 교육 연구 논문의 현황 분석. 대한공업교육학회지, 42(1), 140-159.
- 김용기, 김형범, 조규동, 한신(2018). HTE-STEAM(융합인재교육) 프로그램 개발 및 효과: 자유학기제 수업 활용 사례를 중심으로. 대한지구과학교육학회지, 11(3), 224-236.
- 김현중(2021). 2022 개정 교육과정 고등학교 지구과학 내용 구성 방안 탐색: 천문 영역을 중심으로. 한국과학교육학회지, 41(6), 441-454.
- 김현진(2017). 초등학교 역량기반 교육과정 재구성 사례 연구. 교원교육, 33(4), 95-111.
- 김희수, 서창현, 이항로(2003). 천문학적 공간개념 수준에 관한 검사도구 개발. 한국지구과학학회지, 24(6), 508-523.
- 노승현(2014). 역량기반 교육과정 비판적 분석: 2012 경기도교육과정을 중심으로. 인격교육, 8(1), 23-42.
- 설아침, 김형범, 김용기, 허윤정(2021). 블렌디드 러닝을 통한 HTE 창의교육 프로그램이 중학생의 창의적 문제해결력에 미치는 영향. 한국콘텐츠학회논문지, 21(7), 488-499.
- 윤혜경(2008). 과학 실험 실습 교육에서 초등 교사가 느끼는 딜레마. 초등과학교육, 27(2), 102-116.
- 이승우, 백종일, 이정곤 (2013). 융합인재교육(STEAM)을 적용한 초등 수학영재 교육 프로그램의 개발과 적용 효과. 초등수학교육, 16(1), 35-55.
- 이주연, 이근호, 이변천, 가은아(2017). 역량기반 학교 교육과정의 실천 사례 특징 분석: 교육과정 연구학을 중심으로. 교육과정평가연구, 20(1), 1-30.
- 이태성(2018). 역량 중심 사회과 수업 모형의 설계: '4Cs'를 중심으로. 사회과수업연구, 6(1), 109-138.
- 장미, 박승빈, 황동욱, 서경민(2021). 구글 티처블머신을 활용한 보이스피싱 예방 STEAM 프로그램 개발. 컴퓨터교육학회 논문지, 24(6), 107-117.
- 최예경, 전종규, 김홍규, 최현주(2015). 첨단기술을 활용한 STEAM 프로그램 개발 및 수업 적용. 현장과학교육, 9(2), 101-112.
- 최유현, 이은상, 김동하(2013). 중학생을 위한 STEAM 교육 프로그램의 개발: 로봇, 신소재, 우주탐사를 중심으로. 한국기술교육학회지, 13(1), 152-177.
- 한국과학창의재단(2018). 2017년 융합인재교육(STE-AM) 사업 성과분석 연구[AD18030006].
- 한신, 김용기, 김형범(2019). 자연재해 주제를 활용한 창의융합 HTE-STEAM (융합인재교육) 프로그램 개발 및 효과. 대한지구과학교육학회지, 12(3), 291-301.
- 한혜정, 이주연(2018). 핵심역량과 교과 역량의 관점에서 2015 개정 교육과정 분석 및 결과 활용 방안 탐구. 학습자중심교과교육연구, 18(21), 139-162.
- 홍원표, 곽은희(2014). 역량기반 교육과정의 국내 사례 분석: 두 교사의 수업 변화를 중심으로. 교육과정연구, 32(2), 163-186.
- Arcand, K. K., & Watzke, M. (2011). Creating public science with the from earth to the universe project. *Science Communication*, 33(3), 398-407.
- Arcand, K. K., & Watzke, M. (2014). Here, there & everywhere: Science through metaphor, near and far. *Science Communicating Astronomy with the Public Journal*, 15(1), 8-9.
- Kim, H., & Chae, D. H. (2016). The development and application of a STEAM program based on traditional Korean culture. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 12(7), 1925-1936.