

ORIGINAL ARTICLE

비유를 활용한 STEAM 프로그램 개발 및 효과 : 중학교 ‘태양계’ 단원을 중심으로

한신¹ · 김형범^{2*} · 김용기³ · 송하명⁴

(¹고려대학교 겸임교수, ²충북대학교 부교수, ³충북대학교 교수, ⁴광주과학관 주임)

Development and Effect of STEAM Program Using Analogy : Focused on the Instructional Unit of ‘Solar System’ in Middle School

Shin Han¹ · Hyoungbum Kim^{2*} · Yong-Ki Kim² · Ha-Myung Song³

(¹Korea University, ²Chungbuk National University, ³Gwangju National Science Museum)

ABSTRACT

This study aimed to develop an HTE (It is an abbreviation for Here, There, and Everywhere) STEAM program combining with the use of an analogy in a middle school subject unit 'the solar system' and realize creative education for intelligent information society through a process of verifying the effectiveness of the program. For reference, the program was applied to 354 students in the first grade of two middle schools in South Korea – one was A middle school in Sejong City, the other B middle school in Pyeongtaek City. The STEAM program was revised and made up for the weak points for three times by a group of experts, and then it got verified for validity. The final version of the program was applied to middle school education sites in Korea for six periods in total. In other to confirm the effectiveness, two types of tests – logical thinking ability test and STEAM attitude test – were conducted before and after the program treatment. On top of that, the STEAM satisfaction test was also implemented in order to explore the students' recognition of the program after the program treatment. The results of this study were as follows. First, it turned out the STEAM program using the analogy was effective in improving the students' logical thinking ability. Second, the STEAM program blended with the analogy was also effective in improving the students' STEAM attitude. Third, the students' recognition of the STEAM program using the analogy was quite positive, and the program was efficacious in intriguing the students' interests in science. Judging from the results of the program, the students' satisfaction with the classes they take will be expected to be higher if the STEAM program is implemented in the next-term classes with more sufficient time.

Key words : analogy, creative education, HTE-STEAM program, logical thinking, STEAM attitude

Received 23 March, 2020; Revised 8 April, 2020; Accepted 17 April, 2020

*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 the Ministry of Education of the Republic of Korea and the National Research Foundation of Korea(NRF-2017S1A5A8021812) and the Korea Foundation for the Advancement of Science and Creativity(KOFAC) grant funded by the Korea government(MOE)(2019-2021).

© 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 과학기술은 경제, 사회를 포함한 모든 분야에서 지능정보기술이 활용되면서 이전에 없던 새로운 가치가 창출되며 발전하고 있다. 교육 분야에서도 학생들이 지능정보사회에 능동적으로 대처하기 위한 핵심 역량 중심의 교육이 강조되고 있으며, 지능정보기술을 활용한 새로운 교수방법 및 전략이 요구되고 있다. 이에 ‘제4차 산업혁명에 대응한 지능정보사회 중장기 종합대책’(미래창조과학부, 2016)에서는 ‘교원 양성 및 지능정보사회 교육 인프라 구축’에 관한 세부 정책을 제안하였으며, 미래 교육은 창의적 아이디어와 과학기술 경쟁력이 곧 국가경쟁력이므로 창의교육 패러다임에 맞는 역량 개발의 필요성을 강조하였다. 결과적으로, 지능정보사회에서 지능정보화 기술은 그 자체로써 의미를 갖기 보다는, 교육에 대한 방향성과 기술의 이해를 토대로 학습자의 요구와 수업 흐름 등 학습 여건에 맞추어 활용할 수 있는 창의교육이 이루어질 때 비로소 의미를 갖는다(한신 외, 2019). 한국창의성학회의 창의성진단연구소(2020)에 따르면 창의성이란 “기존에 존재하지 않던 독창적이고 실용적인 산출물 혹은 프로세스를 비교 대상 집단보다 먼저 제시할 수 있는 능력”이라고 정의하고 있으며, 창의성을 개인 단위의 창의성과 팀, 조직 단위의 창의성으로 분류하고 있다. 개인 단위의 창의성은 특정 개인이 행위적, 인지적, 감정적으로 창의적인 결과물을 만들기 위해 다양한 노력을 기울이는 과정, 혹은 그 산출물을 말하며, 개인이 지닌 전문적 지식과 경험, 창의적 사고능력, 내·외부 동기부여 요인의 3가지 요소에 의해 영향을 받는다고 하였다. 팀, 조직 단위의 창의성은 조직의 구성원들과 팀들이 상호작용을 통해 창의적 활동을 촉진하여 새롭고 유용한 아이디어, 서비스, 상품, 절차, 프로세스를 만드는 능력 혹은 그 산출물을 말하고 구성원 및 그 특성, 팀, 조직 프로세스 및 구조, 환경적 요인의 3가지 요소에 의해 영향을 받는다고 하였다. 지능정보사회에 적응하는 데 있어 필수적으로 요구되는 능력인 창의성 신장에는 주어진 문제를 새롭게 구성하여 정의하고, 새로운 대안과 해결책을 찾는 확산적 사고력과 새롭게 고안해낸 여러 아이디어를 분류하고 평가하여 최적의 방안을 찾아내는 수렴적 사고력과 더불어 겉보기엔 별개로 보이는 문제들을 기존에 가지고 있던 지식을 이

용해 서로 연관지어 생각함으로써 새로운 문제를 설명하고 이해하는 연관적 사고력이 필요하다. 창의성과 직결되는 확산적 사고력과 수렴적 사고력, 연관적 사고력을 기르는 방법과 전략을 창의적 사고기법이라고 부른다(황석근 외, 2004). 이러한 확산적, 수렴적 사고력을 증진하는 창의적 사고 기법 중 하나로 비유를 들 수 있다. 비유는 어떤 개념을 학습자에게 설명하거나 가르칠 때, 친숙한 영역과 친숙하지 않은 영역 사이의 유사성을 찾아 비교하는 것을 말한다(Gentner & Stevens, 1983). 비유에 관한 국내 선행연구를 살펴보면, 김영민 외(1995)와 양찬호 외(2010)는 과학 수업에서 비유를 사용한 수업과 일반적인 방식의 수업에서 학생들에 대한 과학 개념 이해 정도를 비교했을 때, 비유를 사용한 수업에서 과학 개념을 더 정확하게 이해하였으며, 과지검사에서도 개념의 이해가 더 오래 유지된다고 하였다. 최선영 외(2006)는 시각적 비유물을 활용한 과학 수업이 학생들의 창의성 향상에 긍정적인 영향을 미쳤으며, 특히 창의성의 하위요소 중 사고의 유연함을 나타내는 능력인 융통성의 향상에 효과적이라고 하였다. 또한 시각적 비유학습이 이루어질수록 학생들의 생각이 더욱 확산적으로 변하였고, 자신의 생각을 표현하는 능력이 향상되었다고 하였다. 이상의 국내 선행연구들의 내용을 종합해 보면, 비유를 사용한 수업은 학생들이 기존에 가지고 있던 배경지식을 활용해 이를 학습하고자 하는 과학 개념으로 전이시키는데 효과적이며 그 이해가 오래 지속된다는 특징을 지니고 있다. 따라서 비유를 활용한 교육프로그램은 학생들에게 학습할 내용과 인지구조에 있는 선행지식을 연결하는 기능을 한다고 볼 수 있다. 또한 우리나라 중학생, 고등학생들 중에서도 Piaget(1964)의 ‘형식적 조작 단계’에 도달하지 못하는 학생들이 많다는 연구결과(이중섭과 유미현, 2013)를 고려해 볼 때, 비유를 활용한 학습은 학생들의 인지 발달에 도움을 줄 수 있다.

최근 미국 항공 우주국(NASA)의 지원을 받아 하버드 대학교에서는 비유나 은유를 활용한 천문과학관 프로그램을 개발하였다(Arcand & Watzke, 2014). 이 프로그램은 비유나 은유를 활용한 추론적 사고과정을 과학관 내 과학 관련 전시물 또는 탐구 활동에 적용한 융합교육 프로그램이다. 과학에 대해 가르칠 때 자연현상에 적용되는 모든 과학적 원리가 어디에나 보편적으로 적용된다는 사실을 바탕으로 다양한 비유와 은유를

사용해 설명할 수 있다. 예를 들어 바람에 의해 입자가 이동하는 현상의 원리를 일상생활(Here)에서 민들레 씨앗들이 바람에 흩날려 퍼지는 현상에 적용할 수 있고, 더 먼 곳인 태양계(There)에서 혜성이 태양에 가까이 왔을 때 이온꼬리와 티끌꼬리가 태양풍에 의해 분리되어 관측되는 현상에 적용하여 이해할 수 있다. 나아가 더 먼 곳인 은하 내에서 초신성 폭발이 일어나면 은하풍이 생겨 은하를 구성하고 있는 물질을 흩어지게 하는 현상에 적용해 보면서 과학적 원리가 모든 곳(Everywhere)에 적용된다는 비유와 은유를 사용할 수 있다. 즉, 과학관 내 전시물의 과학적 원리, 과학적 현상을 이해하여(Here), 과학적 현상과 관련된 과학적 개념과 원리를 학습하고(There), 마지막으로 학습한 과학적 개념과 원리가 포함된 주변의 현상들을 찾아보고 적용해보는(Everywhere), 비유를 활용하는 절차의 융합 교육이다(한신 외, 2019; Arcand & Watzke, 2014). 이상의 천문과학관 교육 프로그램은 과학관 내에서 일련의 전시, 포스터 및 관람객의 탐구활동에 대한 학습지원의 형식으로 구성되어 있으며, 비유나 은유를 활용하여 실제적인 탐구활동을 할 수 있는 과학, 기술, 공학, 및 수학 과목 및 STEM 교육에서도 유용하게 활용될 수 있다(Arcand & Watzke, 2011). 그러나 현재까지의 국내 연구 중 비유를 활용한 STE(A)M 프로그램의 개발 및 연구는 많이 부족한 실정이다.

STEM(Science, Technology, Engineering, and Mathematics; STEM)은 OECD 국가를 비롯한 선진국들이 미래 인재 양성을 위해 핵심적인 주제로 논의 및 추진되고 있는 융합 교육으로, 불확실한 미래의 변화와 도전에 적합한 글로벌 시대의 경쟁력을 확보하기 위해 문제해결 상황이나 새로운 가치를 만드는 등 창의교육을 강조한다(Christensen *et al.*, 2014; Kim & Chae, 2016). 국내에서도 STEM에 예술과 인문학(Arts)을 포함한 STEAM을 시행중에 있다. 한국의 STEAM 교육은 학생들이 과학기술에 대한 융합 개념을 형성하는 것도 중요하지만, 학생들의 과학에 대한 낮은 효능감과 자신감, 흥미 등을 향상시켜 과학 학습에 대한 동기 유발을 목적으로 설정하고 있다(백운수 외, 2011; Jeong & Kim, 2015; Kim & Chae, 2016; Yakman & Lee, 2012). 이에 융합인재교육(STEAM)은 국가경쟁력의 확보와 미래 사회에서 요구되는 인재를 육성하는데 그 초점을 두고 있으며, 이러한 융합인재는 과학기술 분야의 전문 지식 뿐만 아니라 창의적 문

제해결력, 의사결정능력, 인문예술학적 소양 등과 같은 다양하고 통합적인 능력이 요구된다(백운수 외, 2011). 지금까지의 STEAM 관련 연구를 종합하여 살펴보면, STEAM 교육이 학생들의 과학 효능감과 창의성을 향상시키고, 학생들의 과학에 대한 흥미와 동기 유발을 극대화시켜 국가의 과학 기술 경쟁력 향상에 기여할 수 있다는 것을 알 수 있다. 그러나 최근까지 융합인재 양성에 초점을 두고 있는 STEAM에 대한 구체적인 프레임워크(framework)는 미흡한 실정이며, 융합인재 교육을 위해 교육현장에 적용할 수 있는 실제적 프로그램 개발이 절실히 요구되고 있다.

한편, 과학과 교육과정 중 학생들이 가장 어려워하고 기피하는 단원 중 하나가 천문 단원인데, 이는 교과서에 제시되어 있는 천문 관련 내용이 최신 정보를 정확히 반영하지 못하고 있으며, 학교와 같은 형식적 교육현장에서는 천문과 관련된 탐구활동을 학생들이 실제적으로 경험하기 어렵기 때문이다(김경미 외, 2008; 손준호 외, 2014). 또한 천문 단원은 탐구대상인 천체들이 먼 거리에 있고, 실험실에서 동일 실험과 반복 실험이 불가능하며, 직접 관측하기 어렵거나 추상적인 과학개념에 대한 연구들이 많다(임청환과 정진우, 1993; 김범기 외, 1996). 이로 인해 지구과학에서 천문영역은 학습자들에게 어렵게 인식되고 있으며, 그만큼 낮은 동기유발과 오개념이 많이 나타나는 영역이다(명전옥, 2001; 배성희와 김형범, 2016). 더불어 이러한 학문적 특성 때문에 학생은 물론 교사 또한 천문에 관련된 내용 지식을 이해하고 습득하는데 어려워할 뿐만 아니라 학생들을 교수하기 어려워하는 것으로 보고되고 있다.

따라서 이 연구에서는 과학과 교육과정의 천문 관련 단원 중 “태양계” 단원을 선정하여 비유를 활용한 HTE(Here, There, Everywhere) 중심의 STEAM 프로그램을 개발하였으며, 이에 대한 효과성 검증을 통해 지능정보사회를 대비한 창의교육을 실현하는데 그 목적이 있다. 이에 따른 연구 문제는 다음과 같다.

- 1) 비유를 적용한 STEAM 프로그램이 학생들의 논리적 사고력 변화에 미치는 영향은 어떠한가?
- 2) 비유를 적용한 STEAM 프로그램이 학생들의 STEAM 태도 변화에 미치는 영향은 어떠한가?
- 3) 비유를 적용한 STEAM 프로그램에 대한 학생들의 인식은 어떠한가?

II. 연구 방법

1. 연구 참여자

이 연구는 세종시 소재 A중학교와 평택시 소재 B중학교의 1학년 중학생들을 대상으로 무선 표집하여 각각 294명과 60명, 총 354명을 대상으로 진행하였고(Table 1), 사전에 실시한 논리적 사고력 검사와 STEAM 태도 검사의 결과를 분석하여 두 학교의 학생들이 동질한 집단임을 확인하였다.

Table 1. Participants

구분	남	여	합계
A중학교	147	147	294
B중학교	29	31	60
합계	176	178	354

2. 연구절차

이 연구는 “태양계” 단원 중심의 비유를 활용한 STEAM 프로그램이 학생들의 논리적 사고력과 STEAM 관련 태도에 미치는 영향을 알아보기 위해 문헌과 선행연구를 탐색하였고, 이를 참고하여 “태양계” 단원 중심의 비유를 활용한 STEAM 프로그램 개발 및 교수·학습 계획안을 작성하였다. 개발한 STEAM 프로그램은 전문가 집단을 구성하여 3차례에 걸쳐 수정·보완하여 타당성을 검증받았다.

최종 개발된 프로그램은 총 6차시에 걸쳐 현장에 적용되었고, 이에 따른 효과성을 알아보기 위해 논리적 사고력 검사와 STEAM 관련 태도 검사를 프로그램 처치 전과 처치 후에 실시하였으며, 프로그램에 대한 학생들의 인식을 알아보기 위해 프로그램 처치 후 STEAM 만족도 검사를 실시하였다. 이 연구의 실험 설계는 Fig. 1과 같다.

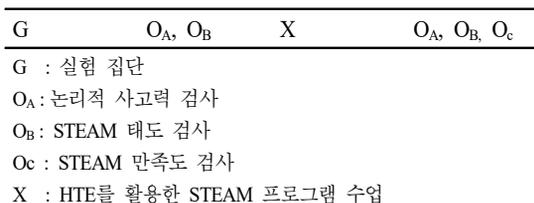


Fig. 1. Experimental design

3. 자료수집

이 연구에서는 HTE의 이론적 고찰과 STEAM 프로그램의 탐색을 토대로 중학교 과학과 교육과정의 “태양계” 단원 중심의 초기 HTE-STEAM 프로그램을 개발하였다. 우선, STEAM의 준거틀인 상황 제시, 창의적 설계, 감성적 체험에 비유를 활용한 HTE의 이론적 원리와 수업이론(Arcand & Watzke, 2011)을 접목해 HTE-STEAM 프로그램을 개발하였으며, 개발한 프로그램은 Pilot test를 통한 학생들의 인식과 전문가 검토 과정의 타당도를 토대로 최종 STEAM 프로그램을 구안하였다. 또한 개발된 프로그램의 효과성을 검증하기 위해 논리적 사고 검사와 STEAM에 대한 태도 검사를 사전·사후에 실시하였으며, STEAM 만족도 검사를 사후에 실시하여 자료를 수집하였다.

4. 검사도구 및 자료처리

이 연구에서는 STEAM 프로그램이 학생들의 논리적 사고력에 미치는 영향을 알아보기 위해 논리적 사고 검사(Group Assessment of Logical Thinking, GALT)를 활용하였다. GALT 검사는 Georgia대학의 Roadrangka 등(1983)이 처음 개발하였으며, 총 21개 문항으로 보존 논리, 비례 논리, 변인통제 논리, 확률 논리, 상관 논리, 조합 논리의 6개 하위 구인으로 구성되어있다. 또한 Roadrangka 등(1983)은 경우에 따라 6개의 하위 구인별로 각각 2문항씩 선택하여 12문항으로 구성된 GALT 검사 축소본을 사용해도 된다고 제안하였다. 이 연구에서는 검사과정의 효율성을 위해 GALT 검사 축소본을 사용하였다. 검사 결과의 채점은 1~10번까지는 각 문항의 답과 이유가 모두 맞을 경우에만 정답으로 처리하였고, 11번과 12번은 가능한 모든 조합에서 11번의 경우 1개, 12번의 경우 2개를 빠뜨린 경우까지 정답으로 처리하였다(정예희와 김형범, 2018). 채점 결과에 따른 인지 수준의 분류는 Table 2와 같다.

또한, 이 연구에서는 STEAM 프로그램이 학생들의 STEAM과 관련된 태도에 어떠한 영향을 미치는지 알아

Table 2. Cognitive level according to the result of logical thinking test

인지 수준	구체적 조작기	과도기	형식적 조작기
정답 수	4개 이하	5-7개	8개 이상

보기 위해 한국과학창의재단(2018)에서 개발한 STEAM 태도 검사를 사용하였다. 이 검사는 초·중등을 대상으로 하며, STEAM 교육의 정의적 영역 중점의 문항으로 이루어져 있다. 총 7개 하위 구인의 40문항으로 구성되어 있고, 그 내용은 Table 3과 같다.

Table 3. Composition of STEAM Attitude

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

한편, 수업 후 STEAM 프로그램에 대한 학생들의 만족도와 인식을 알아보기 위해 한국과학창의재단(2018)의 STEAM 교육 만족도 조사를 사용하였다. 이 검사도구의 문항은 Likert 척도와 다지선다형의 객관식 문항으로 구성되어 있으며, STEAM 교육에 대한 만족도뿐만 아니라 기존 수업과 비교한 STEAM 수업의 장단점과 수업의 수준을 묻는 문항이 포함되어 있어 조사 결과를 통해 학생들의 수업에 대한 만족도와 더불어 인식까지 알 수 있다.

연구 결과 얻어진 자료의 처리는 SPSS 25를 사용하여 처리하고 해석하였다. GALT 검사와 STEAM 태도 검사는 수업 처치 전과 수업 처치 후 각각 실시하여 얻은 데이터를 비교하기 위해 대응표본 t-검정을 실시하였고, STEAM 만족도 조사의 데이터는 문항을 만족도, 흥미, 수업 전반의 3가지 분류로 구분하여 기술통계량을 구하였다.

5. 수업과정

이 연구에서는 2015 개정 과학과 교육과정 중학교 1-3학년의 “태양계” 단원을 중심으로 기술가정, 수학, 미술과 교육과정의 내용 및 활동을 융합하여 중학교에

Table 4. HTE-STEAM program class course of production of space weather forecast application

차시	STEAM 준거틀	차시별 교수·학습 내용	중심 교과	STEAM 요소
1 ~ 2	상황 제시 (Co)	<ul style="list-style-type: none"> 일상생활에서 무선통신을 이용하는 예와 무선통신 장애가 발생했을 때 발생할 수 있는 피해를 예측해 보도록 한다. ㉠ 비유를 활용하여 무선통신 장애의 원인이 태양의 활동 때문임을 설명하고 다양한 태양활동을 소개한다. ㉠ 태양의 활동으로 나타날 수 있는 다양한 피해들을 조사하도록 한다. 태양의 활동으로 인한 재해에 대처하기 위한 방안을 생각해 보도록 한다. 	과학 수학 사회 기술	④⑤⑥⑦
3 ~ 4	창의적 설계 (Cd)	<ul style="list-style-type: none"> 우주전파예보관 인터뷰영상을 제시하여 우주환경예보의 원리와 개념과 중요성을 인식하도록 한다. 태양관측을 통한 태양활동예측의 개념과 원리를 이해하고 흑점관측데이터를 해석하여 태양활동의 주기성을 찾아보도록 한다. ㉠ 우주기상 예·특보 사이트 및 우주전파센터 사이트를 탐색하여 우주환경 예보에 사용되는 태양 및 지구 관측 데이터들을 어떻게 해석하고 활용할 수 있는지 알아본다. ㉠ 	과학 수학 기술	④⑤⑥⑦⑧
5 ~ 6	감성적 체험 (Et)	<ul style="list-style-type: none"> 모둠별로 태양 및 지구 관측 데이터를 활용하여 우리 주변에 적용 및 응용할 수 있는 사례를 알아본다. 모둠별로 데이터들을 활용하여 우주환경예보 어플리케이션 제작을 위한 아이디어 제안서와 스토리보드를 작성한다. 모둠별로 제작한 우주환경예보어플리케이션을 공유하고 평가한다. 태양 및 지구 관측 데이터가 우리 주변에 어떻게 응용 및 적용될 수 있는지를 살펴본다. ㉡ 	과학 기술	④⑤

㉠Here, ㉡There, ㉢Everywhere; ④Science 과학, ⑤Technology 기술, ⑥Engineering 공학, ⑦Art 예술, ⑧Math 수학

Co: Context 상황 제시, Cd: Creative Design 창의적 설계, Et: Emotional Touch 감성적 체험

적용할 수 있는 HTE-STEAM 프로그램을 개발하였다. 개발한 HTE-STEAM 프로그램을 적용한 수업은 2018년 8월부터 2018년 10월까지 총 8주간 이루어졌으며, 6차시로 진행되었다.

HTE의 수업이론은 다음과 같다. Here는 ‘현상에 대한 이해’로 주어진 문제 상황에 대해 비유를 활용하여 우리 주변의 현상에서 소재를 확인하고 이에 대한 문제를 발견하는 단계이다. 다음으로 There는 ‘개념과 원리 발견’으로 소재에서 나타난 현상을 이해하고 이에 대한 아이디어를 발견하는 단계로, 아이디어는 현상을 이해하는데 사용되는 개념과 원리를 의미한다. 마지막으로 Everywhere는 ‘다른 문제 상황에 적용’으로 제시된 아이디어를 활용하여 현 상황의 해결방법을 발견함과 동시에 다른 유사한 문제 상황에 적용하는 단계로 설명할 수 있다. HTE-STEAM 프로그램 수업의 진행과정은 Table 4와 같다.

III. 연구 결과 및 논의

이 연구는 비유를 활용한 STEAM 프로그램이 중학생들에게 어떠한 영향을 미치는지 알아보기 위해 중학교 1학년 학생 총 354명을 대상으로 STEAM 프로그램을 적용한 수업을 진행하였고, 수업 전·후의 중학생들의 논리적 사고력과 STEAM 태도의 변화, 수업 후 STEAM 만족도를 알아보았다. 이에 대한 연구 결과는 다음과 같다.

1. 논리적 사고력에 미치는 영향

비유를 활용한 STEAM 프로그램이 중학생들의 논리적 사고력에 미치는 영향을 알아보기 위해 GALT 검사를 사용하였다. 이에 대한 사전·사후 검사결과 값을 활용해 대응표본 *t*-검정을 실시하였으며, 검정 결과는 Table 5와 같다.

연구대상의 GALT 검사 사전·사후 검사의 평균은

Table 5. Corresponding sample *t*-test results for GALT test

time	N	Mean	SD	<i>t</i>	<i>p</i>
Pre-	354	6.55	2.304	.849	.000*
Post-	354	7.49	2.213		

**p*<.05

각각 6.55와 7.49로 사후 검사의 평균이 0.949 향상되었고, 유의확률이 0.05 미만으로 매우 작기 때문에 사전·사후 검사 결과의 차이가 통계적으로 유의하다고 할 수 있다. 이러한 결과는 선행연구(김용기 외, 2018; 배성희와 김희수, 2017; Christensen *et al.*, 2014)에서 나타나는 결과와 일치한다. 즉 수업과정에서 진행한 태양 관측 데이터를 활용해 태양 활동의 주기성 찾기, 인터넷 검색을 통해 우주 기상 예보에 활용되는 관측 정보 찾기, 우주 기상 예보 어플리케이션 기획하기 등은 기존 수업방식인 교사 중심 수업이 아닌 학생 스스로 탐색하고 생각하고 추리해야하는 활동들이 학생들의 논리적 사고력 향상에 긍정적인 영향을 미쳐 나타난 결과로 해석할 수 있다.

학생들의 논리적 사고력 변화에 대한 분석을 위해 GALT 검사의 하위 구인에 대한 통계적 검정을 실시하였다. 이에 대한 검정결과는 Table 6, Fig. 2와 같다.

우선, 보존 논리에 대한 대응표본 *t*-검정 결과를 살펴보면 유의확률이 .276으로 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 보존 논리는 사물의 외형이 변하여도 그 본질은 유지된다는 것을 인식하는 능력으

Table 6. Corresponding sample *t*-test results for GALT test sub-construct

하위구인	N	Pre-mean	Post-mean	<i>t</i>	<i>p</i>
보존논리	354	1.65	1.66	-1.091	.276
비례논리	354	0.44	0.73	-10.392	.000*
변인통제	354	1.14	1.17	-1.239	.216
확률논리	354	1.66	1.66	0	1.000
상관논리	354	0.17	0.69	-15.971	.000*
조합논리	354	1.49	1.59	-5.179	.000*

**p*<.05

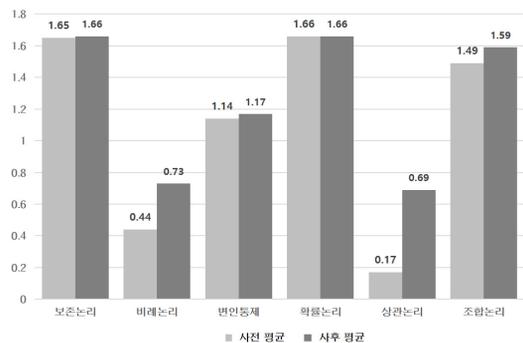


Fig. 2. Pre- and post-mean of GALT test sub-construct

로(정예희와 김형범, 2018), 이 연구의 STEAM 프로그램 수업에 보춘 논리를 향상시킬 수 있는 요소가 부족했던 것으로 볼 수 있다.

비례 논리에 대한 검정 결과를 살펴보면 사전 검사의 평균이 0.44, 사후 검사의 평균이 0.73으로 0.29의 향상이 나타났으며, 유의확률이 0.05 미만으로 그 차이가 통계적으로 유의함을 알 수 있다. 비례 논리는 두 가지 상황이 서로 비례 관계임을 인식하고 서로 다른 두 가지 상황을 연관된 체계로 관찰할 수 있는 능력이 다(정예희와 김형범, 2018). HTE를 활용한 수업과정에서 학생들이 과학적 원리를 비유를 통해 일상생활에서 볼 수 있는 여러 다양한 현상과 연관지어보는 과정이 학생들의 비례 논리 향상에 긍정적인 영향을 미친 것으로 보인다. 변인통제 논리에 대한 검정 결과에서는 유의확률이 .216으로 사전 점수와 사후 점수 간의 차이가 통계적으로 유의하지는 않지만 .03의 향상이 있음을 알 수 있다. 변인통제 논리는 원인과 결과 사이의 관계를 정확히 설정할 수 있는 능력으로, 실험 설계의 가장 기초적인 능력으로(정예희와 김형범, 2018), 이 연구에 참여한 학생들이 수업에서 직접 실험을 설계하고 수행하는 과정이 비교적 잘 수행된 것으로 보인다. 확률 논리에 대한 검정 결과를 살펴보면 사전 검사와 사후 검사에서 차이가 없음을 알 수 있다. 확률 논리는 문제 상황에 직면했을 때 해결 가능한 방안을 판단해 낼 수 있는 능력으로(정예희와 김형범, 2018), 이 연구의 STEAM 프로그램에서는 확률 논리를 향상시킬 수 있는 요소가 다소 부족했던 것으로 사료된다. 그리고 상관 논리에 대한 검정 결과에서는 사전 검사의 평균이 .17, 사후 검사의 평균이 .69로 .52의 차이를 보였으며, 유의확률이 .05 미만으로 그 차이가 통계적으로 유의했음을 확인할 수 있다. 즉 상관 논리는 변인들의 특성에 대한 측정값을 얻었을 때 측정값 사이의 관계를 알아내는 능력으로(이종섭과 유미현, 2013; 정예희와 김형범, 2018), 학생들이 우주 기상 예보 어플리케이션을 기획하는 과정에서 팀원들과 서로 여러 아이디어를 나누고 그것을 융합하여 문제를 해결하는 과정이 학생들의 상관 논리 향상에 긍정적인 영향을 미친 것으로 보인다. 마지막으로 조합 논리에 대한 검정 결과를 살펴보면 사전 검사의 평균이 1.49, 사후 검사의 평균이 1.59로 .1의 차이가 있으며, 유의확률이 .05 미만으로 그 차이가 통계적으로 유의함을 알 수 있다. 조합 논리

는 주어진 상황에서 가능한 모든 경우의 수를 찾아내는 능력으로(정예희와 김형범, 2018), 수업 과정에서 학생들이 주어진 문제를 해결하기 위해 다양한 해결방안을 고민하는 과정이 학생들의 조합 논리 향상에 긍정적인 영향을 미친 것으로 사료된다.

2. STEAM 태도에 미치는 영향

비유를 활용한 STEAM 프로그램이 중학생들의 STEAM 관련 태도에 미치는 영향을 알아보기 위해 STEAM 태도 검사를 실시하였다. 먼저, 이 연구에서는 STEAM 태도 검사의 과학 교과 문항과 수학 교과 문항, 각각의 응답에 대한 요인을 추출하기 위하여 사전 검사 데이터를 활용해 탐색적 요인분석을 실시하였다. 즉 이 연구의 자료를 통해 잠재되어 있는 STEAM 태도의 중요한 요인을 추출하여 검사도구가 측정하고자 하는 구인을 적절하게 측정하였는지를 알아보하고자 하였다(Thompson & Daniel, 1996). 이에 대한 결과는 Table 7, Table 8과 같다.

Table 7은 STEAM 태도 검사의 과학 교과에 대한 탐색적 요인분석 결과이다. 분석 결과를 보면 KMO 측도가 .863으로 일반적인 기준 0.7보다 높게 나타났으며, 유의확률 $p < .05$ 이기 때문에 분석 결과에 요인구조가 없다는 영가설을 기각하게 되고, 따라서 탐색적 요인분석을 통해 추출된 5개의 요인들에 의해 변수들이 잘 설명된다고 볼 수 있다. 탐색적 요인분석에 사용된 문항을 살펴보면, STEAM 태도 검사지의 과학 교과에 대한 20개의 문항 중 11번, 26번, 31번, 36번 4개의 문항을 제외한 총 16개의 문항을 사용해 분석하였다. 앞서 제시한 4개의 문항은 분석결과 추출된 요인 중 특정한 요인과만 상관성을 갖지 않고 모든 요인에 높은 상관성을 가진 것으로 나타났기 때문에 특정 요인에만 상관성을 가진 문항으로 보기 어려웠다. 이에 이 연구에서는 4개의 문항을 제외한 총 16개의 문항을 사용해 과학교과에 대한 STEAM 태도 검사의 탐색적 요인분석을 실시하였고, 요인 1에서 요인 5까지 총 5개의 요인이 추출되었다. 추출된 요인별로 살펴보면 요인 1에는 6번, 24번, 30번, 35번 문항이 포함되었고 6번을 제외한 나머지 문항들 모두 .8 이상의 높은 상관성을 보여주고 있어 전체적으로 보았을 때 문항들이 요인 1에 대해 잘 설명해준다고 볼 수 있다. 신뢰도 분석결과, cronbach $\alpha = .921$ 이다. 요인 2에는 12번, 20번 문항이

Table 7. Results of exploratory factor analysis on science subject of STEAM attitude test

문항	공통성	요인					고유값	신뢰도 Cronbach α
		1	2	3	4	5		
24	.844	.949						
30	.864	.931						
35	.912	.882				6.145	.921	
6	.736	.517						
12	.875		.887					
20	.862		.848			3.335	.857	
29	.833			.803				
13	.664			.686		4.223	.707	
4	.592			.582				
37	.875				.810			
23	.828				.753	2.327	.818	
7	.820					.917		
10	.732					.736		
8	.844					.528	5.285	
1	.817					.510	.911	
5	.794					.460		
Kaiser-Meyer-Olkin 측도							.863	
Bartlett의 구형성 검정							근사 χ^2	4611.571
							자유도	120
							유의확률	.000*

* $p < .05$

Table 8. Results of exploratory factor analysis on mathematics subject of STEAM attitude test

문항	공통성	요인				고유값	신뢰도 Cronbach α
		1	2	3	4		
28	.834	1.106					
38	.821	1.025					
27	.851	.934					
2	.814	.830				7.698	.956
3	.779	.773					
34	.844	.627					
14	.785	.606					
21	.835	.427					
17	.771		.938				
33	.652		.829			5.450	.785
19	.611		.773				
32	.834		.462				
22	.840			1.015			
25	.763			.972		6.251	.833
16	.846			.554			
39	.668				.767	1.755	-
Kaiser-Meyer-Olkin 측도						.880	
Bartlett의 구형성 검정						근사 χ^2	4994.132
						자유도	120
						유의확률	.000*

* $p < .05$

포함되었고, 상관성 또한 0.8 이상의 높은 값을 보여주었고, 신뢰도 cronbach $\alpha = .857$ 이다. 요인3은 4번, 13번, 29번 문항이 포함되었으며, 상관성은 모두 0.5이상이므로 신뢰도 cronbach $\alpha = .707$ 이다. 요인4는 23번, 37번 문항이 포함되었고 상관성은 0.7 이상으로 신뢰도 cronbach $\alpha = .818$ 이다. 요인 5에는 1번, 5번, 7번, 8번, 10번 문항이 포함되었으며, 5번을 제외한 나머지 문항에서 모두 0.5 이상의 상관성을 보였고 신뢰도 cronbach $\alpha = .911$ 이다.

Table 8은 STEAM 태도 검사의 수학 교과에 대한 탐색적 요인분석 결과이다. 분석 결과를 살펴보면, KMO 측도가 .880이고 유의확률 $p < .05$ 이기 때문에 수학 교과에 대한 응답에서도 요인을 추출할 수 있으며, 추출된 요인들이 변수들을 잘 설명한다고 볼 수 있다. 수학 교과에 대한 탐색적 요인분석에서도 과학 교과에서와 같은 이유로 수학 교과에 대한 STEAM 태도 검사의 문항 중 9번, 15번, 18번, 40번 4개의 문항을 제외

한 16개의 문항을 사용해 분석하였다. 분석 결과, 수학 교과에서는 총 4개의 요인이 추출 되었으며, 각각의 요인에 해당하는 문항으로 요인 1에 2번, 3번, 14번, 21번, 27번, 28번, 34번, 38번이 해당하며, 요인 2에 17번, 19번, 32번, 33번, 요인 3에는 16번, 22번, 25번이 해당하고 요인 4는 39번이 해당되었다. 대부분의 문항들 모두 .6 이상의 상관성을 보였으며, 신뢰도 cronbach α 가 모두 .7 이상이기 때문에 추출된 요인과 문항 사이의 상관관계가 크다고 볼 수 있다.

한국과학창의재단(2018)의 STEAM 태도 검사는 문항들에 대한 요인을 흥미, 배려, 소통, 유용성/가치인식, 자아개념, 자아효능감, 이공계 진로선택 총 7개의 요인으로 분류하고 있다. 이 연구에서는 과학 교과와 수학 교과에 대한 문항에서 각각 4개의 문항을 제외하여 총 32개의 문항을 이용해 탐색적 요인분석을 실시하였으며, 과학 교과와 수학 교과에 대해 각각 실시한 탐색적 요인분석의 결과를 종합하여 STEAM 태도 검

Table 9. Exploratory Factor Analysis of STEAM Attitude Test

신뢰도	과학		문항 내용	수학		
	요인	문항		문항	요인	신뢰도
.921	1	24	과학(수학)이 쉽다고 생각함	38	1	.927
	1	30	과학(수학) 내용에 대한 이해가 빠름	28	1	
	1	35	과학(수학) 문제를 잘 풀 자신이 있음	27	1	
	1	6	과학(수학) 내용을 이해할 자신이 있음	2	1	
요인A		자신감		요인A		
.911	5	8	과학(수학)을 좋아함	34	1	.931
	5	1	과학(수학) 수업 내용이 재미있음	14	1	
	5	5	과학(수학) 공부가 즐거움	21	1	
	5	10	과학(수학) 관련 활동이 재미있음	3	1	
	5	7	과학(수학) 관련 정보나 책 읽는 것을 즐김	16	3	
요인B		흥미		요인B		
.818	4	37	과학(수학) 시간에 생각을 적극적으로 표현함	25	3	.858
	4	23	과학(수학) 시간에 친구들과 적극적으로 의견을 교환함	22	3	
요인C		의사표현		요인C		
.707	3	29	과학(수학)은 다른 교과 공부에 도움이 됨	17	2	.747
	3	13	과학(수학)은 고등학교, 대학교 공부에 도움이 됨	33	2	
	3	4	과학(수학) 관련 직업을 갖는 것은 멋진 일임	19	2	
요인D		효용성		요인D		
.857	2	12	과학(수학) 활동에서 친구들과 의견교환은 중요함	32	2	.731
	2	20	과학(수학) 시간에 의견 주장 시 친구의 입장을 고려함	39	4	
요인E		상호존중		요인E		

사에 대한 탐색적 요인분석을 정리해 Table 9에 나타내었다. 최종 STEAM 태도 검사에 대한 요인을 A~E의 5개의 요인으로 정리하였고, 각 요인에 대해 과학 교과와 수학 교과에 대한 문항이 매우 유사한 문항끼리 연관되어 있는 것을 확인할 수 있었다. 이 연구에서는 각 요인에 포함된 문항을 바탕으로 STEAM 태도 검사의 요인을 새롭게 정의하였다. 첫 번째, 요인 A에 포함된 문항은 과학 및 수학에 대한 이해와 자신감에 대한 내용이므로 ‘자신감’으로 정의하였다. 두 번째, 요인 B는 과학 및 수학에서 흥미를 느끼고 즐기는데 대한 문항들로 이루어져 있어 ‘흥미’로 정의하였다. 세 번째, 요인 C는 과학과 수학 수업시간에 자신의 생각을 얼마나 잘 표현하였는지를 묻는 문항으로 이루어져 있어 ‘의사표현’으로 정의하였다. 네 번째, 요인 D는 과학 및 수학 교과가 본인에게 얼마나 도움이 되는지에 대한 문항으로 이루어져 있어 ‘효용성’으로 정의하였다. 다섯 번째, 요인 E는 과학 및 수학 수업에서 타인의 의견의 중요성을 묻는 문항으로 이루어져 있어 ‘상호존중’으로 정의하였다.

다음으로, 비유를 활용한 STEAM 프로그램이 학생들의 STEAM 태도에 미치는 영향을 분석하기 위해 앞서 정리한 STEAM 태도 검사의 5가지 요인, ‘자신감’, ‘흥미’, ‘의사표현’, ‘효용성’, ‘상호존중’ 각각의 요인에 해당하는 문항들의 사전 검사와 사후 검사 결과에 대해 대응표본 *t*-검정을 실시한 후, 분석 결과를 Table 10에 정리하였다. STEAM 태도에 대한 사전·사후 검사의 점수는 통계적으로 유의미한 차이를 나타내었다. 각 요인에 대해 살펴보면 ‘흥미’, ‘의사표현’, ‘효용성’, ‘상호존중’ 요인에서 사전 검사에 비해 사후 검사 점수의 향상이 있었으며, ‘효용성’을 제외한 ‘흥미’, ‘의사표현’, ‘상호존중’에서는 그 차이가 통계적으로 유의

미한 것으로 나타났다. 하지만 ‘자신감’ 요인은 사전 검사에 비해 사후 검사의 결과가 낮아진 것으로 분석되었다. 이를 통해 이 연구의 STEAM 프로그램이 학생들의 STEAM 태도 향상에 대부분 효과적이었으나, 이 연구는 2015 개정 과학과 교육과정 중 중학교 1-3학년의 “태양계” 단원을 중심으로 프로그램이 개발된 것과 관련하여 학생들의 과학 및 수학 교과에 대한 자신감과 이해도 향상에는 다소 부족함이 있었던 것으로 파악되었다.

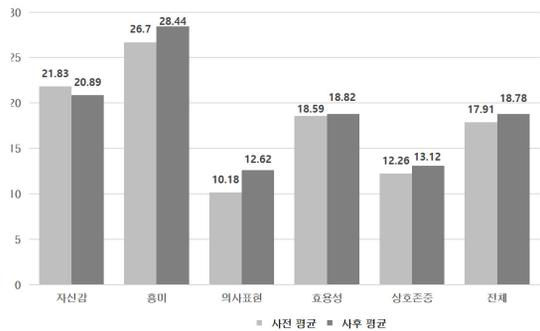


Fig. 3. Pre- and post-Mean of STEAM attitude factors

3. 수업에 대한 만족도 분석

이 연구에서는 학생들의 HTE-STEAM 수업에 대한 만족도를 분석하기 위해 STEAM 만족도 조사를 실시하였다. 조사 결과 얻어진 데이터를 ‘만족도’, ‘흥미’, ‘수업 전반’의 3가지 분류로 나누고 각 분류에 해당하는 항목의 응답 결과를 Table 11에 정리하였다.

Table 11은 이 연구의 STEAM 프로그램 수업에 대한 학생들의 만족도를 분석한 결과이다. ‘만족도’에서 ‘대체로 그렇다’와 ‘매우 그렇다’의 긍정적인 답변이 60% 이상으로 나타나 수업에 대한 학생들의 만족도가 전반

Table 10. STEAM Attitude Test Response Sample by Factor t-test result

하위 구인	N	pre-Mean	post-Mean	t	p
자신감	354	21.83	20.89	3.000	.003
흥미	354	26.70	28.44	-4.743	.000*
의사표현	354	10.18	12.62	-14.816	.000*
효용성	354	18.59	18.82	-1.271	.205
상호존중	354	12.26	13.12	-6.227	.000*
전체	354	17.91	18.78	-5.463	.000*

**p*<.05

Table 11. STEAM satisfaction results

구분	문항	척도				
		1	2	3	4	5
만족도	1, 8, 9	1.62%	8.16%	29.10%	27.29%	33.83%
흥미	2, 3	0.56%	0.85%	5.08%	9.32%	84.18%
	4	0.0%	10.73%	62.99%	19.49%	6.78%
수업 전반	5*	'친구들과 협력해서 수행하는 모둠 활동이 많다'(65.25%)				
	6*	'과학기술과 관련된 직업에 대한 정보를 얻을 수 있다'(71.9%)				
	7	0.85%	5.08%	2.54%	89.27%	2.26%

(*: 선택형 문항)

적으로 좋았음을 알 수 있다. 우선 문항 1의 'STEAM 수업에 만족하는가?'와 문항 8의 '앞으로도 STEAM 수업을 지속적으로 받고 싶습니까?', 및 문항 9의 '나는 과학 수업이 재미있어졌다.'와 '나는 과학 기술에 대한 관심이 생겼다.'에서 학생들은 각각 '대체로 그렇다'의 27.29%, '매우 그렇다'의 33.83%를 나타내어 대부분의 학생들은 이 연구에서 개발한 STEAM 프로그램에 대해 긍정적인 만족도 값을 나타내었다. 또한 흥미부분에 해당하는 문항 2의 'STEAM 수업은 재미있었나요?'와 문항 3의 'STEAM 수업 활동에 적극적으로 참여하였나요?'에서 84.18%의 학생들이 '매우 그렇다'는 답변을 나타내었다. 즉 비유를 활용한 STEAM 프로그램의 수업이 학생들의 흥미를 높인 것으로 사료된다. 마지막으로 '수업 전반'에서는 문항 4의 'STEAM 수업의 내용 수준은 어떠하다고 생각합니까?'에서 62.99%의 학생이 '보통이다'를 선택하였다. 즉 이 연구에서 개발한 STEAM 프로그램에 대한 수업의 난이도가 전반적으로 적절하였음을 나타내었다. 또한 문항 5의 '기존의 수업과 오늘 참여한 STEAM 수업의 가장 큰 차이점이 무엇이라고 생각하는가?'에서 65.25%의 학생들이 '친구들과 협력해서 수행하는 모둠 활동이 많다'는 점을 우선적으로 선택하였다. 문항 6의 'STEAM 수업에서 좋았던 점을 순서대로 적어주세요'에서는 71.9%의 학생들이 '과학기술과 관련된 직업에 대한 정보를 얻을 수 있다'를 선택하였다. 이러한 결과는 STEAM 수업이 학생들에게 직업에 대한 태도와 직업 인식에 긍정적인 영향을 미친다는 선행연구(송은주와 이숙향, 2014)의 결과와 일치한다. 마지막으로 문항 7의 'STEAM 수업 중 가장 어려웠던 점은 무엇인지 한 개만 선택하시오'에서는 89.27%의 학생이 '조사, 실습, 만들기 등 수업

시간에 할 것이 많아 시간이 부족하다'를 선택하였다. 즉 이 연구는 "태양계" 단원 중심의 비유를 활용한 6차시의 STEAM 프로그램 수업으로 학생들이 비유에 의한 '현상에 대한 이해'와 '개념과 원리 발견' 및 '다른 문제 상황에 적용'에 대한 수업흐름을 정확히 이해하고 학습하기에 다소 시간적으로 부족했던 것으로 확인되었다.

IV. 결론 및 제언

이 연구에서는 비유를 활용한 STEAM 프로그램 수업이 중학생의 논리적 사고력과 STEAM 관련 태도에 미치는 영향, 그리고 STEAM 프로그램에 대한 학생들의 인식을 알아보고자 하였다. 이러한 연구목적을 달성하기 위해 창의적 사고 기법인 비유와 STEAM에 대한 선행연구를 탐색하였고, 비유를 활용한 HTE를 적용하여 중학생들이 가장 어려워하는 단원 중 하나인 "태양계" 단원을 중심으로 HTE-STEAM 프로그램을 개발하였다. 또한 개발된 HTE-STEAM 프로그램을 연구대상인 중학교 1학년 학생 354명에게 적용하였고, 이에 대한 프로그램의 효과성을 알아보고자 논리적 사고력 검사와 STEAM 태도 검사에 대해 사전·사후 검사를 실시하였으며, STEAM 만족도 조사를 사후에 실시하여 STEAM 프로그램에 대한 중학생들의 만족도와 학생들의 인식을 알아보았다. 연구 결과 및 논의의 내용을 통해 이 연구의 결론을 정리하면 다음과 같다.

첫째, 비유를 활용한 STEAM 프로그램 수업이 중학생의 논리적 사고력 향상에 긍정적인 영향을 주었다. GALT 검사의 사전·사후 점수를 비교한 결과 사후 점

수에서 유의미한 결과 값을 나타내었고, 하위 구인별로 비교하였을 때 비례, 상관, 조합 논리에 대해서 통계적으로 유의미한 차이를 보였다. 전반적으로 사후 점수에서 향상된 점수 값을 나타내었다. 이를 통해 비유를 활용한 STEAM 프로그램이 논리적 사고력의 하위 구인 대부분에 긍정적인 영향을 준 것으로 파악되었다. 이러한 결과는 선행연구(김용기 외, 2018; 배성희와 김희수, 2017; Christensen *et al.*, 2014)의 결과와 일치하며, 수업과정에서 학생이 중심이 되어 탐색하고 생각하여 직접 추리하는 과정의 여러 활동들이 중학생들의 논리적 사고력 향상에 긍정적인 영향을 미친 것으로 보인다.

둘째, 비유를 활용한 STEAM 프로그램이 중학생의 STEAM 태도 향상에 효과적이다. STEAM 태도 검사의 사전·사후 점수를 비교하였을 때 사후 검사에서 유의미한 향상을 나타내었다. 한편, 이 연구에서는 연구과정에서 얻은 STEAM 태도 검사의 결과를 바탕으로 탐색적 요인분석을 실시하여 STEAM 태도 검사의 요인을 새롭게 정의하였다. 한국과학창의재단은 STEAM 태도 검사에 대한 요인을 흥미, 배려, 소통, 유용성/가치인식, 자아개념, 자아효능감, 이공계 진로선택 7가지의 요인으로 분류하고 있다. 이 연구에서는 이를 자신감, 흥미, 의사표현, 효용성, 상호존중의 5가지 요인으로 새롭게 분류하였다. 새롭게 분류한 STEAM 태도 검사의 5가지 요인에 대해 STEAM 프로그램의 효과를 보았을 때, 자신감을 제외한 요인 대부분에서 사후 점수의 유의미한 향상을 나타내었다.

셋째, 비유를 활용한 STEAM 프로그램에 대한 중학생의 인식이 긍정적이며, 과학에 대한 흥미를 일으키는데 효과적이다. STEAM 만족도 조사를 실시한 결과 만족도 부분에 대해 약 60% 이상의 답변이 긍정적인 것으로 나타나 STEAM 프로그램 수업에 대해 중학생들의 만족도가 전반적으로 좋았음을 알 수 있었다. 또한 ‘나는 과학 수업이 재미있어졌다.’ 문항에 대해 80% 이상의 답변이 ‘매우 그렇다’로 나타나 과학에 대한 흥미를 일으키는 데에도 효과적임을 알 수 있었다. 한편, STEAM 프로그램 수업 중 가장 어려웠던 점으로 약 90%의 중학생이 ‘조사, 실습, 만들기 등 수업 시간에 할 것이 많아 시간이 부족하다.’를 꼽았다. 이를 통해 차기 수업에서는 충분한 시간을 통해 STEAM 프로그램 수업을 수행한다면 중학생들의 STEAM 수업에

대한 만족도가 더욱 높아질 것으로 사료된다.

이 연구의 결론을 바탕으로 후속 연구에 대한 제언을 하면 다음과 같다. 첫째, 이 연구의 STEAM 프로그램은 일부 지역의 중학생들을 대상으로 짧은 기간 동안 적용하였기 때문에 프로그램의 효과를 일반화하기 어렵다. 프로그램의 적용기간과 지역에 따른 교육환경의 차이가 STEAM 프로그램의 효과에 영향을 미칠 수 있으므로, 이에 대한 효과를 일반화하기 위해서 수업차시 및 연구 대상의 확대를 통해 연구결과의 효과를 검증할 필요가 있다. 둘째, 이 연구에서는 중학생을 대상으로 한 STEAM 프로그램을 개발하였다. 후속 연구에서는 프로그램의 수준을 다양화하여 초등학교부터 고등학교까지 적용할 수 있는 비유를 활용한 STEAM 프로그램의 개발이 필요하다.

국문요약

이 연구의 목적은 중학교 ‘태양계 단원에서 비유를 활용한 HTE(Here, There, Everywhere) STEAM 프로그램을 개발하고, 이 프로그램을 세종시 소재 A중학교와 평택시 소재 B중학교의 1학년 중학생 354명에게 적용하여 프로그램의 효과성을 검증하는 과정을 통해 지능정보사회를 대비한 창의교육을 실현하는데 있다. 개발한 STEAM 프로그램은 전문가 집단을 구성하여 3차례에 걸쳐 수정, 보완하여 타당성을 검증받았으며, 최종 개발된 프로그램은 총 6차시에 걸쳐 현장에 적용하였다. 이에 따른 효과성을 알아보기 위해 논리적 사고력 검사와 STEAM 관련 태도 검사를 프로그램 처치 전과 처치 후에 실시하였으며, 프로그램에 대한 학생들의 인식을 알아보기 위해 프로그램 처치 후 STEAM 만족도 검사를 실시하였다. 이 연구의 결과는 다음과 같다. 첫째, 비유를 활용한 STEAM 프로그램이 중학생의 논리적 사고력 향상에 효과적인 것으로 나타났다. 둘째, 비유를 활용한 STEAM 프로그램이 중학생의 STEAM 태도 향상에 효과적이었다. 셋째, 비유를 활용한 STEAM 프로그램에 대한 중학생의 인식이 긍정적이며, 과학에 대한 흥미를 일으키는데 효과적이었다. 이러한 결과를 통해 차기 수업에서는 충분한 시간을 통해 STEAM 프로그램 수업을 수행한다면 중학생들의 수업에 대한 만족도가 더욱 높아질 것으로 사료된다.

주제어: 비유, HTE STEAM 프로그램, 창의교육, 논리적 사고력, STEAM 태도

용 방식이 학생들의 개념학습에 미치는 영향. 한국 과학교육학회지, 30(8), 1044-1059.

References

- 김범기, 이항로, 김기정(1996). 천문 개념 성취도와 공간 능력과의 상관관계에 관한 연구. 한국초등과학교육학회지, 24(2), 216-225.
- 김경미, 박영신, 최승언(2008). 과학 교과서 천문 단원의 탐구 활동 분석. 한국지구과학학회, 29(2), 204-217.
- 김영민, 유준희, 박승재(1995). 체계적 비유 수업을 받은 중학생의 전류 개념의 시간적 변화. 한국과학교육학회지, 15(1), 17-26.
- 김용기, 김형범, 조규동, 한신(2018). HTE-STEAM(융합인재교육) 프로그램 개발 및 효과: 자유학기제 수업 활용 사례를 중심으로. 대한지구과학교육학회지, 11(3), 224-236.
- 미래창조과학부(2016). 제4차 산업혁명에 대응한 지능정보사회 중장기 종합대책. 세종: 미래창조과학부.
- 명전옥(2001). 예비교사들의 지구과학 문제 해결 실패 요인: 달과 행성의 운동을 중심으로. 한국지구과학회지, 22(5), 339-349.
- 배성희, 김희수(2017). 융합인재교육(STEAM) 프로그램이 중학생의 논리적 사고력에 미치는 효과. 대한지구과학교육학회지, 10(1), 17-28.
- 배성희, 김형범(2016). 중등 교사의 과학 교수 효능감이 천문 수업에 미치는 영향: 근거 이론을 중심으로. 한국콘텐츠학회, 16(3), 607-616.
- 백윤수, 박현주, 김영민, 노석규, 박종윤, 이주연, 정진수, 최유현, 한혜숙(2011). 우리나라 STEAM 교육의 방향. 학습자중심교과교육학회, 11(4), 149-171.
- 손준호, 김종희, 김영곤(2014). 천문 STEAM 프로그램에서 코칭의 활용이 초등과학 영재학생의 자기주도적 학습 태도에 미치는 효과. 한국지구과학회, 35(7), 572-584.
- 송은주, 이숙향(2014). 스마트러닝 기반 STEAM 직업교육 프로그램이 특수학급 고등학생들의 직업에 대한 태도와 직업인식에 미치는 영향. 특수교육저널: 이론과 실천, 15(4), 229-263.
- 양찬호, 김경순, 노태희(2010). 과학 수업에서 비유의 사용 방식이 학생들의 개념학습에 미치는 영향. 한국 과학교육학회지, 30(8), 1044-1059.
- 임청환, 정진우(1993). 국민학교 자연과 천문분야 내용 분석과 문제점. 한국과학교육학회지, 13(2), 247-256.
- 이종섭, 유미현(2013). 초등 영재와 일반 학생의 인지 발달 및 논리적 사고력 형성 수준 비교. 영재교육연구, 23(3), 335-354.
- 정예희, 김형범(2018). 국제지질자원인재개발센터의 지질교육 프로그램이 중학생들의 과학에 대한 태도와 교육만족도에 미치는 효과. 대한지구과학교육학회지, 11(3), 158-171.
- 최선영, 이은정, 강호감(2006). 초등과학 학습에서의 창의력 향상을 위한 시각적비유학습의 효과. 한국과학교육학회지, 26(2), 167-176.
- 창의성진단연구소(2020.03.12.). URL: http://www.theacademyofcreativity.org/lab/institute_for_creativity_assessment
- 한국과학창의재단(2018). 2017년 융합인재교육(STEAM) 사업 성과분석 연구. 서울: 한국과학창의재단.
- 한신, 김용기, 김형범(2019). 자연재해 주제를 활용한 창의융합 HTE-STEAM(융합인재교육) 프로그램 개발 및 효과. 대한지구과학교육학회, 12(3), 291-301.
- 황석근, 임석훈, 김익표, 김애숙(2004). 창의적 사고기법 적용을 통한 문제해결력 함양. 중등교육연구, 52(1), 383-396.
- 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.
- Christensen, R., Knezek, G., Tyler-Wood, T., & Gibson, D. (2014). Longitudinal analysis of cognitive constructs fostered by STEM activities for middle school students. Knowledge Management & E-Learning, 6(2), 103-122.
- Gentner, D., & Stevens, A. L. (1983). Mental models. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Jeong, S., & Kim, H. (2015). The effect of a climate change monitoring program on students' knowledge and perceptions of STEAM education in Korea. Journal of Mathematics, Science & Technology Education, 11(6),

1321-1338.

Kim, H., & Chae, D. H. (2016). The development and application of a STEAM program based on traditional Korean culture. *Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 12(7), 1925-1936.

Piaget, J. (1964). Part I: Cognitive development in children: Piaget development and learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 2(3), 176-186.

Roadrangka, V., Yeany, R. H., & Padilla, M. J. (1983). The construction and validation of Group Assessment of Logical Thinking(GALT). Paper presented at the annual

meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Dallas, TX.

Thompson, B., & Daniel, L. G. (1996). Factor analytic evidence for the construct validity of scores: A historical overview and some guidelines. *Educational and Psychological Measurement*, 56, 197-208.

Yakman, G., & Lee, H. (2012). Exploring the exemplary STEAM education in the U.S. as a practical educational framework for Korea. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 36(6), 1072-1086.