

# 과학 기반 STEAM에 의한 ‘빛’ 단원 학습이 과학 학습 동기, 흥미 및 과학 탐구 능력에 미치는 효과

박성진 · 유병길<sup>†</sup>

(기장초등학교) · (부산교육대학교)<sup>†</sup>

## The Effects of the Learning Motive, Interest and Science Process Skills using the ‘Light’ Unit on Science-based STEAM

Park, Soung-Jin · Yoo, Pyoung Kil<sup>†</sup>

(Gijang Elementary School) · (Busan Nation University of Education)<sup>†</sup>

### ABSTRACT

The purpose of this study is to find out The Effects of the Learning Motive, Interest and Science Process Skills using the ‘Light’ Unit on Science-based STEAM. As the subject, 2 classes in the 6th grade of G elementary school located in Busan were selected. Through the pre/post inspection design between experiment and comparison class, the units of science courses in the first semester of 6th grade ‘1. Light’ were applied. The results were as follows: Firstly, it was observed that it would have a meaningful effect to improve the learning motive of students who performed STEAM education. Secondly, it was observed that it would have a meaningful effect to improve the interest of students who performed STEAM education. Especially, the results of ‘attention’, ‘relevance’, ‘confidence’ and ‘satisfaction’ in the experimental class were higher than those of students in the comparative class. The experimental class gave a positive effect on the ‘attention’, ‘confidence’ and ‘satisfaction’. According to statistical analysis, this result is meaning. Thirdly, the test on science processing skills showed that there was not statistic meaningful differences between the two groups. But, in the sub-parts, there was statistic meaningful differences between the two groups on the ‘integrated inquiry ability’.

**Key words** : STEAM, learning motive, interest, science process skills

### I. 서 론

급속한 정보화, 세계화로 대변되는 현대 사회에서 끊임없이 새로운 지식과 가치가 생성되고 있으며, 과학 기술의 발전을 통하여 빠른 속도로 변화하고 있다. 사회의 모든 분야들이 나날이 정보화, 다양화, 전문화 되어가면서 여러 다른 분야와 상호 유기적으로 연계된 관계를 맺고 있다. 또한 전 지구로 확산되는 빈곤과 불평등, 날로 심해지는 기후 변화, 사회경제적 위기를 감안할 때 21세기 인류는

위기에 처해 있는 것으로 파악되고 있다(UNESCO, 2009: 2011, 권영륜). 이렇게 다양하고 복잡한 문제를 해결하기 위해 각국은 과학 발전에 많은 노력을 기울이고 있으며, 국가의 핵심 경쟁력으로 과학 교육은 그 중요성이 어느 때보다 강조되고 있다.

청소년의 학업성취에 대한 국제적인 프로파일을 파악하고, 이들의 학업성취에 영향을 주는 배경적인 요인들을 밝혀내기 위한 OECD 학업성취도 국제 비교 연구(Programme for International Student Assessment; 이하 PISA) 2009의 결과를 살펴보면 우

이 논문은 2012년도 부산교육대학교 교육연구원의 지원을 받아 연구되었음.

2013.3.21(접수), 2013.5.21(1심통과), 2013.5.30(2심통과), 2013.7.25(최종통과)

E-mail: pkyoo@bnu.ac.kr(유병길)

리나라는 전체 65개 참여 국가 중에서도 최상위의 성취수준을 보인다. 하지만, 과학 소양은 PISA 2006의 7~13위에서, PISA 2009에서는 4~7위로 국제 순위도 높아지고 과학 소양 점수도 522점에서 538점으로 향상되었으나(한국교육과정평가원, 2010), 다른 평가 영역의 성취도와 비교하면 여전히 낮은 상황이다.

얼마 전 발표된 한국직업능력개발원의 초·중·고 학생들의 장래희망 조사결과에서도 이러한 결과는 그대로 나타났다. 한국직업능력개발원의 초·중·고 학생들의 장래희망 조사결과에 따르면 초·중·고 학생들은 장래희망 1순위로 교사를 꼽았다고 한다. 그리고 연예인, 의사, 요리사가 그 뒤를 이었다. 다시 말해 학생들은 안정적으로 일할 수 있거나, 부와 명성을 단번에 가져올 수 있는 꿈을 선호하고 있는 것으로 나타났다. 불과 20~30년 전만 해도 대다수 초등학생들의 꿈이 과학자였던 것과는 아주 상반된 결과이다(강정구, 2013).

이러한 문제점들을 극복하고자 2011년 교육과학기술부는 수학·과학 중심 학교교육에 실용적인 기술·공학을 연계하여 현대 사회에 필요한 과학 기술 소양을 갖춘 인력 양성 기반 구축을 목적으로 하는 「융합인재교육(STEAM) 활성화 방안」을 발표했다. 융합인재교육이란 과학기술에 대한 학생들의 흥미와 이해를 높이고, 과학기술 기반의 융합적 사고(STEAM Literacy)와 문제 해결력을 배양하는 교육을 말한다. 기존의 교육이 각 교과목 별로 정립된 지식과 개념, 이론을 교과서 중심으로 전달하는 것에 주력하였다면, 융합인재교육은 학생들과의 관련성(relevance)을 강조하여 어디에 쓰이는지 왜 배우는지 이해하고 실생활에 활용되도록 하였다. 그리고, 체험하고, 스스로 설계하고 탐구·실험하는 과정을 강조하고, 실생활의 문제해결력을 배양하도록 하였다(조향숙 등, 2012).

융합인재교육의 세부적인 목표는 첫째, 융합적 사고와 실생활의 문제해결 능력을 배양하여 미래 사회에 필요한 창의적 과학기술 인력을 양성하고, 둘째, 과학기술에 대한 흥미와 동기 부여로 과학기술 분야로의 진출을 유도하며, 셋째, 일상생활에서 첨단 과학기술 이슈와 활용으로 대중의 과학화를 이루는 것이다(조향숙 등, 2012).

STEAM의 여러 목표 중 과학기술에 대한 학생들의 흥미와 이해를 높이는 일이 가장 우선인 까닭은

국가경쟁력이 과학기술 인재의 역량과 직결되기 때문이다. STEAM을 통해 학생들이 과학기술 분야에 흥미를 기르고 재미있게 즐길수록 이공계 진학생의 숫자가 늘어나고, 과학기술 분야의 역량도 한층 강화될 것이다(임동욱, 2012).

과학 과목은 참여자들이 스스로 탐구하며 적극적으로 학습하게 만들수록 교육 효과가 높아진다. 또한 자발적인 탐구 과정에서 융합은 필수적인 조건으로 작용한다(임동욱, 2012).

교과기반 통합 역량은 각 교과를 기반으로 하되, 여러 학문 영역에 전이되어 지식을 활용하여 문제를 해결할 수 있는 역량을 의미한다. 융합인재교육에서 각 학문 영역의 특성을 반영하면서도 다양한 학문 영역에 적용할 수 있는 역량으로 교과기반 통합 역량은 STEAM 융합의 중심적인 축이 될 수 있다. 융합인재교육을 위해 고려해 볼 수 있는 교과기반 통합 역량에는 정보의 수집 및 평가, 자료의 분석과 해석, 패턴 인식 및 패턴 형성, 설계 및 모델링, 시연 및 시각화, 증거기반 사고, 의사소통 등을 포함할 수 있으며, 특히 과학과에서는 과학 탐구과정(관찰, 분류, 측정, 예상, 추리, 문제인식, 가설설정, 변인통제, 자료해석, 결론도출, 일반화 등), 근거에 기반한 논증, 문제해결력 등이 이에 해당된다(김성원 등, 2012).

이러한 STEAM 교육에 관한 선행연구를 살펴보면 첨단기술제품을 주제로 정보영재의 창의적 문제해결력 향상을 위한 STEAM 기반 학습 프로그램을 개발하고, 각 단계별 쓰기 활용 전략을 제시하였을 때, 실생활에 쓰이는 여러 학문의 원리를 자연스럽게 학습하며, 다양한 사고의 융합과 상호작용을 경험하고, 창의적 문제해결력을 함양할 수 있다는 연구가 있으며(전수련과 이태욱, 2012), 초등 학교에서 로봇을 활용한 STEAM 교육의 적용 연구(박정호, 2012)에서도 로봇활용 STEAM 수업이 분과적인 전통적 교과 수업보다 수학 학습태도 및 과학 학습동기 향상에 긍정적인 영향을 시사하고 있다. 또한, 주제중심 프로젝트 기반 STEAM 프로젝트 수업이 과학적 흥미도 영역에서 학생들의 흥미와 즐거움, 도구적 동기 유발, 학습전략(정교화)에는 통계적으로 유의미한 효과가 있었다는 연구(이영석과 조정원, 2012)와 STEAM 기반 통합교과 학습이 초등학생의 창의적 인성 향상에 도움이 되었다는 연구(권순범 등, 2012)에서 볼 때 STEAM은 아직 시

작단계에 있으나, 학생들의 학습에 긍정적인 영향을 주고 있음을 보여준다.

따라서 본 연구에서는 어렵다고 느끼고 있는 과학에 대한 접근방식을 빛이라는 주제를 중심으로 초등학생의 관심과 호기심을 유발할 수 있는 문제 상황을 제시하고, 학습자 스스로 창의적으로 문제해결 방법을 설계할 수 있도록 하는 과학 기반 STEAM 프로그램을 통하여 과학 학습 동기, 흥미 및 과학 탐구 능력과 관련성을 살펴보고자 한다.

이에 과학 기반 STEAM을 통한 ‘빛’ 단원의 학습이 과학 학습 동기, 흥미 및 과학 탐구 능력에 미치는 효과를 알아보려고 다음과 같은 연구문제를 설정하였다.

첫째, 과학 기반 STEAM을 적용한 ‘빛’ 단원 수업이 과학 학습 동기에 어떤 효과가 있는가?

둘째, 과학 기반 STEAM을 적용한 ‘빛’ 단원 수업이 흥미에 어떤 효과가 있는가?

셋째, 과학 기반 STEAM을 적용한 ‘빛’ 단원 수업이 과학 탐구 능력에 어떤 효과가 있는가?

## II. 연구 방법

### 1. 연구 절차

본 연구는 과학 기반 STEAM의 ‘빛’ 학습이 학생들의 과학 학습 동기, 흥미 및 과학 탐구 능력에 미치는 효과를 알아보기 위해 선행문헌 연구를 탐색하였고, STEAM을 적용하기 위해 교수·학습계획안을 작성하였으며, 예비연구를 통해 교수·학습계획안을 수정 보완하였다.

그리고 과학 학습 동기, 흥미 및 과학 탐구 능력에 관한 사전검사를 실시하였으며, 주어진 주제에 대해 STEAM 수업을 적용한 후 사후 검사를 실시하였고, 자료를 수집하여 분석, 정리하는 단계로 진행하였다.

### 2. 연구 시기 및 대상

본 연구는 2012년 3월에서 4월까지 2개월간 부산광역시 소재한 K초등학교 6학년 2개 반을 대상으로 하였다. 그 중에서 1개 반은 STEAM 프로그램을 적용한 수업을 하지 않은 비교 집단으로, 나머지 1개 반은 STEAM 프로그램을 적용한 수업을 한 실험 집단으로 선정하였다.

표 1. 연구 대상의 분포 (단위: 명)

집단	남학생	여학생	계
비교집단	13	13	26
실험집단	12	14	26
계	25	27	52

연구 대상 총 인원은 52명(남: 25명, 여: 27명)이고, 비교 집단이 26명, 실험 집단이 26명이었다. 수업의 적용 시에 결손 인원은 없었으며, 인원을 정리하면 표 1과 같다.

### 3. 수업 과정 및 처치

본 연구는 초등학교 6학년 1학기 과학과 1단원 ‘빛’의 수업을 위해 탐구과정 요소를 추출하고, 교육과학기술부와 한국과학창의재단에서 연구한 융합인재교육 학습준거(틀)에 따라 STEAM을 적용할 수 있도록 차시별 주제와 학습활동을 재구성하여 실험반에 적용하였다. 실험반의 1단원 ‘빛’ 수업은 과학수업 8차시와 다른 교과 4차시가 연결되어 총 12차시로 운영되었다. 12차시는 교과서에 제시된 8차시의 과학수업, 과학수업과 연결된 같은 주제의 미술 2시간, 실과 1시간, 국어 1시간으로 운영되었다.

교육과정을 재구성하기 위하여 사전에 전문가 3인의 안면타당도 검증을 받았으며, 재구성한 교육과정이 융합인재교육으로서 적절한가에 대해 재구성한 수업지도안을 사후에 분석하는 과정을 거쳤다. 이에 비교반에서는 담임교사와 협의하여 교사용 지도서의 단원 학습 체계에 따르되, 실험반과 시량을 일치시키기 위하여 12차시 분량의 수업으로 재구성하여 진행하였다.

다음은 STEAM을 적용해 ‘빛’ 주제를 학습하는데 예시(막대인형 그림자극 만들기)를 소개하여 보았다. 그 방법은 다음과 같다.

첫째, 인도네시아의 자바 및 발리에서 열리는 인형을 이용한 전통적인 그림자극인 ‘와양쿨릿’을 감상하도록 하였다. 그림자극을 보면서 그림자극의 주제를 생각해 보게 하고, 그림자극을 하기 위해 필요한 준비물과 어떻게 그림자극을 공연할 수 있는지 그 원리에 대해 함께 생각해 보았다.

둘째, 모둠별로 막대인형 그림자극을 만들 주제를 정하게 하였다. 이 단계에서는 가급적 스토리를 단순화하여 제한된 시간 안에 완성할 수 있도록 지

도하였다. 모둠에 따라서 창의적인 스토리를 만들어 내는 모둠도 있었고, 이솝우화의 한 장면을 간단히 표현한 모둠도 있었다.

셋째, 그림자극에 필요한 막대인형을 제작하고, 그림자극을 연습하였다. 막대인형을 서로 나누어서 만들다 보니 막대인형마다 크기가 조금씩 다르기에 이야기의 내용을 효과적으로 표현할 수 없었다. 그래서, 광원, 막대인형, 막 사이의 거리를 달리 했

을 때 그림자의 크기가 어떻게 달라질지 예상해 보도록 하고, 광원, 막대인형, 막 중 하나씩만 움직여 그림자의 크기 변화를 관찰하게 하였다.

넷째, 그림자의 크기를 조절할 수 있는 방법과 그림자극을 연습하면서 불편했던 점을 발표해 보았다. 그리고, 추가적인 준비물들을 이용하여 불편한 점을 개선할 수 있는 창의적인 방법을 고안해 보도록 하였다.

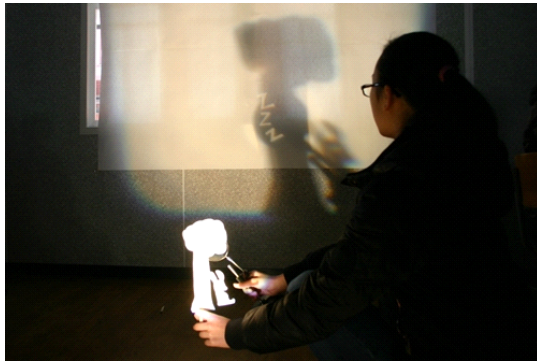


그림 1. 막대인형 그림자극 만들기 수업 모습

표 2. 실험반의 교과별 융합 주제 관련 내용

학년	융합 주제	소주제	교과	단원	주요 학습 활동
6	빛	막대인형 그림자극 만들기	과학	1. 빛	●빛으로 놀아 볼까요?
			미술	12. 사진과 영상	●영상의 쓰임과 원리 알아보기
			국어	7. 문학의 향기	●이야기를 희곡으로 바꾸어 쓰기
	종이상자의 비밀	과학	1. 빛	●우리는 어떤 과정을 통하여 물체를 보게 되는 것일까요?	
			미술	1. 색과 생활	●생활에서 색의 활용 알아보기
		과학	1. 빛	●바늘구멍 사진기를 통하여 물체를 보면 물체는 어떻게 보일까요?	
	바늘구멍 사진기 만들기	미술	12. 사진과 영상	●사진으로 본 세상	
		수학	4. 여러 가지 입체도형	●여러 가지 입체도형의 위, 앞, 옆에서 본 모양을 나타낼 수 있어요.	
		과학	1. 빛	●거울에 부딪친 빛은 어떻게 나아갈까요?	
	거울로 아름다운 무늬 만들기	수학	3. 각도(4학년)	●주어진 각도를 이용하여 각도 구하기	
		미술	10. 디자인과 생활	●포장 용기 디자인하기	
		미술	13. 감상	●전시회 기획하기	
요술 저금통의 비밀	과학	1. 빛	●거울에 부딪친 빛은 어떻게 나아갈까요?		
	수학	4. 여러 가지 입체도형	●여러 가지 입체도형의 위, 앞, 옆에서 본 모양을 나타낼 수 있어요.		
풍선 자동차 만들기	과학	1. 빛	●공기와 물이 만나는 면에서 빛은 어떻게 될까요?		
	미술	9. 상상표현	●움직이는 원리를 생각하여 표현하기		
	미술	11. 공예와 생활용품	●종이를 이용한 생활용품 만들기		
학년앨범 만들기	과학	1. 빛	●카메라를 만들어 물체를 관찰하여 볼까요?		
	미술	12. 사진과 영상	●사진을 활용하여 표현하기		
	실과	2. 인터넷과 정보	●체험 활동 보고서를 만들어 친구들과 공유해 볼까요?		

표 3. 실험반 주제별 학습활동 세부 지도계획

차시	주제	학습활동	STEAM 요소	탐구과정 요소
1-2	막대인형 그림자극 만들기	{상황 제시} 빛의 예술 - 그림자극을 감상해 봅시다. {창의적 설계} 이야기를 창작하여 그림자극 만들기 {감성적 체험} 그림자극 공연하기	S+A+T	관찰, 예상, 가설설정, 변인통제
3	종이 상자의 비밀	{상황 제시} 종이상자 속에는 무엇이 있을까? {창의적 설계} 빨대를 통해 상자 속을 관찰하고, 눈으로 보기 위해 필요한 조건 찾기	S+A	관찰, 추리, 가설설정
4-5	바늘구멍 사진기 만들기	{상황 제시} 사진 속 산의 모습은 왜 거꾸로 보일까? {창의적 설계} 바늘구멍 사진기 만들기 {감성적 체험} 바늘 구멍 사진기로 학교 주변 관찰하기	S+T+E+A+M	관찰, 측정, 추리, 자료변환
6	거울로 아름다운 무늬만들기	{상황 제시} 거울로 아름다운 무늬를 만들어 봅시다. {창의적 설계} 거울의 각도에 따른 무늬의 규칙성을 찾고, 다양한 규칙적인 무늬 만들기 {감성적 체험} 예쁜 무늬 전시회	S+A+M	관찰, 측정, 추리, 자료해석
7-8	요술 저금통의 비밀	{상황 제시} 저금통 속 사라진 동전은 어디로 갔을까? {창의적 설계} 요술 저금통 만들기 {감성적 체험} 가족들에게 동전 마술 공연하기	S+T+E+M	관찰, 측정, 가설설정, 변인통제
9-10	풍선 자동차 만들기	{상황 제시} 수조 속을 관찰해 보아요! {창의적 설계+감성적 체험} 바람으로 가는 자동차를 만들어 빛의 굴절 원리 발견하기	S+T+E+A+M	관찰, 측정, 가설설정, 변인통제
11-12	학급앨범 만들기	{상황 제시} 학급앨범을 만들어 봅시다. {창의적 설계} 렌즈를 이용하여 카메라 만들기 {감성적 체험} 카메라로 찍은 사진으로 앨범 만들기	S+T+E+A	관찰, 측정, 추리, 일반화

마지막으로, 그림자의 크기와 방향을 조절할 수 있는 원리를 생각하며, 자신들이 고안한 방법을 이용하여 그림자극을 학급친구들에게 공연하였다.

#### 4. 검사 도구 및 자료 처리

연구결과에 대한 신뢰성 확보를 위해 통계패키지 SPSS 18.0을 사용하여 결과를 처리하고 해석하였다.

##### 1) 학습동기 검사

Midgley 등(1993)이 사용한 PALS(Pattern of Adaptive Learning Survery) 검사지 중 김혜경(1997)이 번안한 16문항을 사용하였다. 각 문항은 5단계 리커트 척도로 구성되어 있고, 과학학습에 대한 태도, 흥미, 개인적 유용성 등을 포함하는 일반적인 특성으로서의 학습동기에 관련된 문항으로 구성되어 있다. 전체 문항에 대한 신뢰도(Cronbach  $\alpha$ )는 0.85이었다.

##### 2) 흥미도 검사

ARCS 이론을 주장한 Keller가 개발한 CIS(Course Interest Survey)를 사용한 선행연구(김은정, 2002)의

검사지를 사용하였다. CIS(Course Interest Survey) 검사지는 주의집중, 관련성, 자신감, 만족감의 네 가지 하위 범주로 나누어 학습흥미를 측정하고 있으며, 각 문항은 5단계 리커트 척도로 구성되어 있다. 각 하위 범주의 문항 구성은 주의집중 8문항, 관련성 9문항, 자신감 8문항, 만족감 9문항으로 총 34문항으로 되어있다. 신뢰도(Cronbach  $\alpha$ )는 0.93 이었고, 주의집중 0.89, 관련성은 0.93, 자신감은 0.87, 만족감은 0.93이었다.

##### 3) 과학 탐구 능력 검사

한국교원대학교에서 개발한 과학 탐구 능력 검사지(TSPS)를 사용하였다. 권재술과 김기범(1994)이 우리나라 초등학교 5학년부부터 중학교 3학년까지 적용할 수 있도록 개발한 것으로 기초 탐구 능력과 통합 탐구 능력으로 크게 2가지로 분류하였다. 기초 탐구 능력으로 관찰, 분류, 측정, 예상, 추리를, 통합 탐구 능력으로는 자료 변환, 자료 해석, 가설 설정, 변인 통제, 일반화로 모두 10개의 탐구 과정 요소로 구성되어 있다. 각 탐구 과정 요소별 3 문항씩 총 30문항을 40분간 검사하도록 되어 있으

며, 이 검사지의 신뢰도는 사전 실험에서 Cronbach  $\alpha=.748$ 로 나타났으며, 사후 실험에서는 Cronbach  $\alpha=.776$ 이었다.

### III. 연구 결과 및 논의

#### 1. 과학 학습 동기에 미치는 효과

과학 기반 STEAM을 적용한 ‘빛’ 단원 수업이 과학 학습 동기에 미치는 영향을 알아보기 위해 실험반과 비교반의 과학 학습 동기 점수를 사전, 사후 비교한 결과는 표 4와 같다.

사전검사 결과, 실험반의 평균이 60.72점으로 비교반의 61.61점 보다 낮게 나왔다. 그러나  $t$ -검증 결과, 통계적으로는 유의한 차이가 없는 것으로 확인되었다( $p>.05$ ). 따라서 과학 학습 동기에 대하여 수업 처치 전 실험반과 비교반은 동질 집단으로 간주할 수 있었다.

그러나 사후검사에서는 실험반의 평균은 사전에 60.72점에서 66.23점으로 크게 향상되었고, 비교반의 평균은 61.61점에서 60.87점으로 다소 낮아졌다.  $t$ -검정한 결과, 실험반의 사전 사후 평균의 변화는 통계적으로도 유의한 차이가 있는 것으로 나타났으나( $p<.05$ ), 비교반의 사전 사후 평균의 변화는 통계적으로도 유의한 차이가 없었다( $p>.05$ ). 전체적으로 실험반과 비교반의 사전 사후 평균 점수는 유의한 차이가 있었다( $p<.05$ ).

김영수(2009)는 초등학교 저학년 학생들에게 주제중심 통합학습 프로그램을 적용하여 학습동기에서 유의미한 차이를 보였다고 하였다. 강우석(2012)은 창의기법을 활용한 과학 수업은 과학 학습 동기의 향상에 효과가 있을 것이라고 하였는데, 이러한 결과는 본 연구결과와 일치한다.

전수진(2009)은 미술과와 과학과 문제 중심 통합수업을 한 집단이 일반적인 만들기 수업을 한 집단보다 학습동기 점수가 높게 나왔다고 하였다.

본 연구에서 학생들은 제시된 문제 상황 속에서 스스로 문제 해결 방법을 찾아가는 창의적 설계를

통하여 문제를 해결하였다는 성공의 경험을 가질 수 있도록 하였다. 예를 들어 1~2차시 ‘막대인형 그림자극 만들기’는 간단한 스토리를 스스로 구상하고, 광원과 막대인형, 렌즈 사이의 거리 등을 스스로 조절해 가며 창의적인 발표물을 만들었으며, 9~10차시 ‘풍선자동차 만들기’에서는 주어진 기본 꼴의 자동차 도안에 다양한 재료를 활용하여 창의적으로 바퀴를 만들어 달고, 모뎀원 간에 서로 토의하며, 자동차가 끝은 방향으로 나아갈 수 있도록 하기 위하여 자동차의 모양을 변경해 가는 과정이 학생들의 학습동기를 향상시킬 수 있었던 것으로 생각된다. 더불어 1~2차시 ‘그림자극 공연하기’, 6차시 ‘예쁜 무늬 전시회’, 7~8차시 ‘마술 공연하기’ 등을 통하여 주변 친구와 가족들에게 학습 결과물을 소개하고, 정적 강화를 받음으로써 학생들이 학습 동기를 더욱 높일 수 있었을 것으로 생각된다.

따라서 과학 기반 STEAM의 ‘빛’ 학습 프로그램이 학생의 과학 학습동기를 향상시키는 데 효과가 있다고 할 수 있겠다.

#### 2. 과학 수업 흥미에 미치는 영향

과학 기반 STEAM을 적용한 ‘빛’ 단원 수업이 과학 수업 흥미에 미치는 영향을 알아보기 위해 실험반과 비교반의 과학 수업 흥미 점수를 사전, 사후 비교한 결과는 표 5와 같다.

사전검사 결과, 실험반의 평균이 137.31점으로 비교반의 136.96점보다 높게 나왔다. 그러나  $t$ -검증 결과, 통계적으로는 유의한 차이가 없는 것으로 확인되었다( $p>.05$ ). 따라서 과학 흥미에 대하여 수업 처치 전 실험반과 비교반은 동질 집단으로 간주할 수 있었다.

과학 흥미 전체에 대하여 사전 검사 결과, 두 집단이 동질 집단이었기 때문에 사후에  $t$ -검정을 통해 차이를 비교하였다. 실험반과 비교반의 과학 관련 흥미에 대한 사후 점수를 비교한 결과, 실험반의 평균은 137.31점에서 148.73점으로 상승하였고, 비교반의 평균은 136.96점에서 136.56점으로 조금 낮아진 것을 알 수 있다. 이 차이는  $t$ -검정 결과, 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다( $p<.05$ ).

과학 관련 흥미의 하위 영역에 대한 사후 검사 결과, ‘주의 집중’ 영역에서 실험반의 평균은 사전 32.16점에서 사후 33.84점으로 높아졌고, 비교반의 평균은 31.34에서 31.38점으로 조금 낮아진 것으로 나타났다. 사후 평균을  $t$ -검정한 결과, 두 집단 사이

표 4. 과학 관련 학습동기 검사 결과

구분	실험반(N=26)		비교반(N=26)		$t$	$p$
	M	S.D.	M	S.D.		
사전	60.72	9.33	61.61	8.42	.36	.719
사후	66.23	9.78	60.87	7.75	2.18	.033

표 5. 수업 전·후 과학 관련 흥미 분석 결과

구분		사전 검사				사후 검사				
		M	S.D.	t	p	M	S.D.	t	p	
과학 흥미	실험반	137.31	18.80	.07	.938	148.73	20.16	2.22	.031	
	비교반	136.96	13.38			136.56	19.26			
주의집중	실험반	32.16	4.53	.71	.477	33.84	4.14	2.08	.043	
	비교반	31.34	3.61			31.38	4.38			
하위 영역	관련성	실험반	36.65	4.76	.84	.403	39.49	5.64	1.41	.164
		비교반	37.76	4.74			37.26	5.71		
	자신감	실험반	31.76	4.92	.18	.852	34.92	5.26	2.25	.029
		비교반	32.00	3.89			31.84	4.56		
	만족감	실험반	36.73	6.32	.63	.529	40.46	6.70	2.51	.015
		비교반	35.84	3.24			36.06	5.86		

에는 통계적으로 유의미한 차이가 있었다( $p < .05$ ).

‘관련성’ 영역에서 실험반의 평균은 사전 36.65점에서 사후 39.49점으로 높아졌고, 비교반의 평균은 37.76점에서 37.26점으로 약간 낮아진 것으로 나타났다. 사후 평균을  $t$ -검정한 결과, 두 집단 사이에는 통계적으로 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다( $p > .05$ ). 실험반 학생들이 이전에 받아왔던 일반적인 과학 수업과 달리 주제 중심, 교과 통합적 활동으로 진행되는 융합인재교육을 적용한 과학 수업이 학생들에게 학습 부담을 경감시켜 전체적인 과학 흥미를 높이는 하지만, “이 수업은 나의 기대와 목적에 관련이 있다.”, “이 수업에서 내가 배우고 있는 것은 내게 도움이 될 것이다.” 등의 설문 문항에서 낮은 응답을 보여 학생들이 융합인재교육 프로그램을 적용한 과학 수업을 과학 체험 활동으로 생각하는 경향과 수업이라 함은 분절적으로 진행되며, 평가를 위한 구체적인 학습 내용을 가지고 있어야 한다는 학생들의 생각을 알 수 있었다. 이러한 문제점들은 융합인재교육의 적극적인 시행을 통하여 학생들의 인식을 개선해 나아가야겠다.

‘자신감’ 영역에서 실험반의 평균은 사전 31.76점에서 사후 34.92점으로 높아졌고, 비교반의 평균은 32.00에서 31.38점으로 낮아진 것으로 나타났다. 사후 평균을  $t$ -검정한 결과, 두 집단 사이에는 통계적으로 유의미한 차이가 있었다( $p < .05$ ).

‘만족감’ 영역에서 실험반의 평균은 사전 36.73점에서 사후 40.46점으로 높아졌고, 비교반의 평균은 35.84에서 36.06점으로 조금 높아진 것으로 나타났다. 사후 평균을  $t$ -검정한 결과, 두 집단 사이에는 통

계적으로 유의미한 차이가 있었다( $p < .05$ ).

박혜원(2012)은 융합인재교육을 적용한 과학 수업은 과학에 대한 흥미, 과학 학습에 대한 흥미, 과학 활동에 대한 흥미, 과학과 관련된 직업에 대한 흥미의 결과에 유의한 영향을 주었다고 하였고, 이러한 결과는 본 연구를 위한 수업을 재구성함에 있어 매 차시마다 창의적 설계 과정을 포함하도록 하였으며, 또한 일상 생활에 적용되는 예를 학습 학습하도록 하기 위해 다양한 학습 자료의 제시를 통한 접근 방법이 유사한 점에서 비롯되었다고 생각되어진다. 기존의 교육보다는 융합인재교육으로 재구성하여 감성적 체험을 제공한 수업의 경우 학생들의 과학에 대한 흥미와 과학 학습에 대한 흥미 그리고 자신감을 향상시키는 효과를 볼 수 있다는 서주희(2012)의 주장과도 일치한다.

견새아(2005)는 과학 완구 만들기를 활용한 수업이 전통적인 수업에서 보다 과학 교과 학습에 흥미를 주며, 서임철(2007)은 물리 완구를 이용한 수업을 통하여 학생들이 스스로 할 수 있다는 자신감을 갖게 한다는 측면에서 과학 완구가 교육적으로 효과가 있다고 하였다. 본 연구에서 융합인재교육을 적용한 과학 수업을 설계하면서 4~5차시 ‘바늘구멍 사진기 만들기’, 7~8차시 ‘요술 저금통의 비밀’, 9~10차시 ‘풍선 자동차 만들기’ 등의 수업에서 여러 가지 과학 완구를 도입하였고, 이러한 과학 완구의 도입은 STEAM에서도 학습 흥미를 높이는데 효과적임을 확인할 수 있었다. 또한 주제에 따라 여러 교과 내용들을 융합한 다양한 영역의 활동이 제공되어 무엇보다 아동들이 지루하지 않게 학습할

동에 참여할 수 있었고, 학습내용과 시간, 장소, 활동 방법 등에 변화가 많았다. 이러한 변화들은 곧 아동들이 호기심과 관심을 갖게 하고 외현적 흥미를 유발시키게 되어 자연스럽게 내적 흥미로의 유도가 가능했으리라 생각되어진다. 이러한 결과는 주제 중심 통합학습 프로그램이 초등학교 아동의 학습흥미 증진에 있어 효과가 있다고 한 정효숙(2005)의 연구 결과와도 일치한다.

본 연구에서는 여러 가지 과학 완구를 도입하였고, 수업 장소도 교실, 과학실, 컴퓨터실, 운동장 등으로 다양화 하였다, 또한 5개 주제 10차시를 블록타임으로 편성하여 집중 수업을 실시하였으며, 다양한 교과 간 융합으로 과학 학습 부담의 경감 등이 이루어졌다. 이러한 학습 활동의 구성이 학생들의 수업 중 주의집중, 자신감, 만족감뿐 아니라, 과학 관련 흥미 전반의 향상에 도움이 되었으리라 생각된다. 따라서 과학 기반 STEAM의 ‘빛’ 학습 프로그램이 학생들의 과학적 흥미를 향상시키는데 효과가 있다고 할 수 있겠다.

### 3. 과학 탐구 능력에 미치는 영향

과학 기반 STEAM을 적용한 ‘빛’ 단위 수업이 과학 수업 흥미에 미치는 영향을 알아보기 위해 과학 탐구 능력을 사전 비교한 결과는 표 6과 같다.

사전검사 결과, 실험반의 평균이 39.07점으로 비교반의 36.92점보다 높게 나왔다. 이를 *t*-검증 결과, 통계적으로는 유의한 차이가 있는 것으로 확인되

표 6. 과학 탐구 능력 사전 검사 결과

구분	실험반(N=26)		비교반(N=26)		<i>t</i>	<i>p</i>
	M	S.D.	M	S.D.		
사전	39.07	3.13	36.92	3.01	2.52	.015
사후	39.92	3.92	37.50	4.32	2.11	.040

었다( $p<.05$ ). 따라서 과학 흥미에 대하여 수업 처치 전 실험반과 비교반은 동질 집단으로 간주할 수 없었다. 수업 처치 전 실험반과 비교반을 *t*-검정한 결과, 과학 탐구 능력이 두 집단 간에 유의한 차이가 있는 것으로 나타났기 때문에, 두 집단의 동질성을 확보하기 위하여 공변량 분석을 실시하였다. 사전 검사 점수를 공변량으로 하여 분석한 결과, 조정된 평균은 실험반이 39.78점이었고, 비교반이 37.63점이었다. 과학 탐구 능력에 대한 공변량 분석의 결과는 표 7과 같다.

과학 탐구 능력에 대한 두 집단의 사전 검사 점수를 공변량으로 하여 사후 과학 탐구 능력에 대한 점수를 비교한 결과, 두 집단 사이에는 유의미한 차이가 없었다( $p>.05$ ). 이는 과학 기반 STEAM의 ‘빛’

표 7. 과학 탐구 능력 검사 공변량 분석 결과

구분	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i>
사전 과학탐구능력	7.63	1	7.63	.44	.509
집단	53.28	1	53.28	3.08	.085
오차	846.70	49	17.28		
전체	78,857.00	52			

표 8. 기초 탐구 능력 검사 결과

구분		실험반(N=26)		비교반(N=26)		<i>t</i>	<i>p</i>
		M	S.D.	M	S.D.		
기초탐구능력	사전	10.07	2.07	9.11	2.48	1.51	.137
	사후	10.00	2.17	9.23	3.16	1.02	.312
관찰	사전	2.61	.49	2.50	.58	.76	.446
	사후	2.26	.66	2.26	.82	.00	1.000
분류	사전	1.92	.97	1.96	.91	.14	.884
	사후	1.96	.87	2.00	1.01	.14	.884
측정	사전	1.42	.75	1.54	.64	.61	.541
	사후	1.34	.68	1.34	.68	.00	1.000
추리	사전	2.03	.77	1.30	1.01	2.92	.005
	사후	2.11	.76	1.73	1.04	1.51	.136
예상	사전	2.07	.74	1.92	.84	.69	.489
	사후	2.30	.83	1.88	1.03	1.62	.111



표 9. 통합 탐구 능력 검사 결과

구분		실험반(N=26)		비교반(N=26)		t	p
		M	S.D.	M	S.D.		
통합탐구능력	사전	9.11	2.17	7.46	1.85	2.53	.014
	사후	9.34	1.95	8.03	1.75	2.94	.005
자료변환	사전	2.88	.81	2.38	1.16	1.78	.080
	사후	2.80	1.09	2.84	1.04	.12	.898
자료해석	사전	1.15	.83	.88	.81	1.17	.245
	사후	1.46	.98	1.15	.83	1.21	.231
가설설정	사전	1.34	.93	1.34	.80	.63	.527
	사후	1.61	.94	1.26	.77	1.44	.155
변인통제	사전	1.76	.81	1.69	.78	.34	.731
	사후	2.11	.58	1.57	.70	2.99	.004
일반화	사전	1.69	.83	1.23	.86	1.95	.056
	사후	1.61	.80	1.61	.91	1.44	.155

학습 프로그램이 학생들의 과학 탐구 능력 향상에 효과를 나타내지 않았음을 의미한다.

과학 탐구 능력에서 실험반과 비교반 사이에서 차이가 없었지만, 기초 탐구 능력과 종합 탐구 능력으로 나누어 하위 영역별로 좀 더 자세히 결과를 비교하였으며, 그 결과를 표 8과 표 9에 제시하였다.

과학 탐구 능력의 하위 영역에 대한 사후 검사 결과, ‘기초 탐구 능력’영역에서 실험반의 평균은 사전 10.07점에서 사후 10.00점으로 거의 변화가 없었고, 비교반의 평균은 9.11점에서 9.23점으로 약간 높아졌다. 사전, 사후 평균을 t-검정한 결과, 두 집단 사이에는 통계적으로 아무런 차이가 없었다( $p>.05$ ). ‘기초 탐구 능력’의 하위 변인인 관찰, 분류, 측정, 추리, 예상에 대하여도 비교분석을 실시한 결과, 아무런 차이를 발견할 수 없었다( $p>.05$ ). 이는 과학 기반 STEAM ‘빛’ 학습 프로그램이 학생들의 기초 탐구 능력 향상에 효과를 나타내지 않았음을 의미한다.

‘통합 탐구 능력’영역에서 실험반의 사전 평균이 9.11점으로 비교반의 7.46점보다 높게 나타났으며, t-검정한 결과, 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 확인되었다( $p<.05$ ). 따라서 통합 탐구 능력에 대하여 사전에 동질 집단으로 간주할 수 없었기 때문에 두 집단의 동질성을 확보하기 위하여 공변량 분석을 실시하였다. 사전 검사 점수를 공변량으로 하여 통합 탐구 능력에 대한 공변량 분석의 결과는 표 10과 같다.

사전 검사 점수를 공변량으로 통제한 후 사후 검

표 10. 통합 탐구 능력 검사 공변량 분석 결과

구분	SS	df	MS	F	p
사전 과학탐구능력	1.72	1	1.72	.41	.523
집단	29.00	1	29.00	6.98	.011
오차	203.39	49	4.15		
전체	245.10	52			

사에 대한 공변량 분석을 실시한 결과, 실험반과 비교반의 사후 검사 점수에서 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다( $p<.05$ ). 통합 탐구 능력의 하위 변인인 자료 변환, 자료 해석, 가설 설정, 변인 통제, 일반화에 대하여 비교 분석을 실시한 결과, 변인 통제에서 실험반의 사전 점수가 1.76점에서 사후에 2.11점으로 높아졌고, 이는 비교반의 사전 점수가 1.69점에서 사후에 1.57점으로 조금 낮아진 것과 비교하여 유의미한 차이가 있었다( $p<.01$ ).

이건의(2010)는 폐쇄적인 탐구형태인 소집단 탐구 지도 과정과 개방적 탐구 형태인 자율적 탐구 수행 과정이 각각 기초 탐구능력과 통합 탐구능력 모두 유의미한 효과가 있다고 하였고, 김정현(2010)은 구성주의에 기초한 과학·미술 통합 활동에 참여한 집단의 유아들은 구성주의에 기초한 과학 활동에만 참여한 집단의 유아들보다 과학적 탐구 능력의 점수가 유의미하게 높은 것으로 나타났으며, 과학적 탐구 능력의 모든 요소인 예측하기, 관찰하기, 분류하기, 측정하기, 토의하기에서 비교 집단의 유아들보다 향상된 것으로 나타났다고 하였다. 이

미영(2005)은 주제 중심 통합과학교육 프로그램을 적용한 후 과학 탐구능력에 대한 사전·사후 변화를 비교한 결과, 과학 탐구능력의 하위 영역인 기초 탐구능력과 통합 탐구능력에서 모두 통계적으로 유의한 차이를 보였다고 하였다. 탐구능력의 하위 요소별로 살펴보면 분류, 추리, 자료변환, 자료 해석, 가설, 설정, 일반화에서 유의한 결과를 나타냈다. 이러한 결과는 ‘통합 탐구 능력’의 하위 변인 중 변인통제에서만 유의미한 결과를 나타낸 본 연구의 결과와는 다소 차이를 보였다.

변인통제란 공정한 검증이 가능하도록 실험을 설계하기 위하여 실험 및 조사에 영향을 주는 여러 조건을 확인하고, 여러 변인을 일정하게 통제하거나 조작하는 과정을 말하는 것이다(박효순과 조희형, 2003). 학생들이 실험 수행에서 실패하는 원인의 대부분은 그 실험에 관련된 변인이 무엇인지 파악하지 못하기 때문이다(Germann *et al.*, 1996). 본 연구에서는 학생들이 실험에 관련된 변인을 파악하는 능력을 향상시키기 위하여 1~2차시 ‘막대인형 그림자극 만들기’ 수업 활동에서 자신들이 만든 그림자극을 발표하기에 앞서 볼록렌즈를 이용하여 그림자의 크기와 방향을 조절하는 방법을 익히는 과정과 7~8차시 ‘요술 저금통의 비밀’에서 저금통 내부에 들어갈 거울의 크기를 기준으로 저금통을 설계하고 직접 제작하는 과정, 9~10차시 ‘풍선 자동차 만들기’ 수업에서 빛의 직진 실험 모델이 될 풍선 자동차를 만드는 과정에서 여러 번의 실패를 경험하며, 수정 보완하는 활동을 통해 학생들에게 ‘통제 변인은 일정하게 유지하면서 조작 변인 변화시키기’, ‘하나의 조작 변인만 변화시키기’를 일정하게 유지해야 하는 조건과 변화시켜 보아야 할 조건 등으로 설명하며 지도한 것이 통합탐구능력의 하위 요소 중 변인 통제 능력의 향상에 긍정적인 영향을 준 것으로 해석할 수 있었다.

이러한 결과는 주제(소재) 중심 통합 적용은 과학 탐구능력 습득에 효과가 있는 것으로 나타났다는 정창렬(2011)과 창의적 문제 해결 학습은 교사용 지도서에 나오는 수업에 비교하여 과학 탐구능력의 신장에 효과가 있었으며, 과학 탐구능력의 하위요소인 통합 탐구능력 중 자료변환, 자료해석, 변인통제에서 유의미한 효과가 있었다는 홍순원(2008)의 연구 결과와도 부분적으로 일치한다.

## IV. 결론 및 제언

본 연구에서는 초등학교 6학년을 대상으로 과학 기반 STEAM의 ‘빛’ 학습이 학생들의 과학 학습 동기, 흥미 및 과학적 탐구 능력에 어떠한 영향을 미쳤는지 알아보기 위하여 설정한 연구 문제를 해결한 결과를 바탕으로 다음과 같은 결론을 얻을 수 있다.

첫째, 초등과학에서 과학 기반 STEAM의 ‘빛’ 학습은 학생들의 과학 학습 동기에 유의한 효과가 있었다.

이는 다양한 학습 자료, 그림 그리기, 이야기 만들기, 학생들이 직접 참여하는 신체 활동 및 스마트 기기의 활용 등 일반적 과학 수업과는 다른 다양한 활동을 통하여 과학 수업에 대한 학생들의 부담감을 감소시키고, 즐거움과 자신감을 증진시켜 과학적 동기를 향상시켰음을 의미한다.

둘째, 초등과학에서 과학 기반 STEAM의 ‘빛’ 학습은 학생들의 과학 학습 흥미에 유의한 효과가 있었다. 하위 영역별로는 주의집중, 자신감, 만족감 영역에서 유의미한 차이를 보였고, 관련성 영역에서는 유의미한 차이가 없었다.

이는 과학 기반 STEAM의 ‘빛’ 학습을 통하여 주제를 중심으로 다른 교과 내용들을 재구성하여 다양한 영역의 활동이 요구되므로 무엇보다 아동들이 지루하지 않게 학습활동에 참여했으며, 또한 학습 내용과 시간, 장소, 활동방법 등에 변화가 많았으며, 이러한 변화들은 곧 아동들이 호기심과 관심을 갖게 하고, 이는 곧 외현적 흥미를 유발시키게 되어 내적 흥미로 까지 유도하여 과학 학습 흥미를 향상시켰음을 의미한다.

셋째, 초등과학에서 과학 기반 STEAM의 ‘빛’ 학습은 학생들의 과학 탐구 능력 향상에 유의한 효과가 없었다. 하지만, 통합탐구능력과 통합탐구능력의 하위변인인 변인통제에서는 유의미한 차이를 보였다. 과학 기반 STEAM의 ‘빛’ 학습은 교사의 안내된 절차와 규정된 실험 방법에 따라 진행되기 보다는 학생들의 직관과 다양한 사고활동, 구체적 조작활동, 신체 표현활동 등을 통하여 진행되므로 통합 탐구 능력의 향상에 더 효과적이라고 할 수 있겠다.

본 연구 결과가 과학교육 연구와 현장 수업에 주는 시사점과 본 연구와 관련하여 후속 연구를 위한 제언을 하면 다음과 같다.

첫째, 과학 기반 STEAM의 ‘빛’ 학습은 학생들의

과학 학습 동기와 흥미도 향상에 효과적이므로 다양한 융합인재교육 프로그램이 개발되어 교육현장에서 보다 적극적으로 활용될 필요가 있다. 이를 위해 전문가관과 교과 연구회를 중심으로 다양한 융합인재교육 프로그램의 개발과 보급이 필요할 것이다.

둘째, 본 연구는 부산광역시 내 군(농어촌) 지역 초등학교 6학년 1개 반을 대상으로 단기간에 실시하였고, 운동과 에너지 영역에 해당하는 단원을 중심으로 주제를 구성하여 과학수업을 실시하였다. 따라서 다양한 지역과 학년 그리고 본 연구에서 실시하지 않은 물질, 생명, 지구와 우주 영역의 단원에서도 주제를 개발하고, 이를 활용하는 수업을 적용하여 효과를 살펴볼 필요가 있겠다.

셋째, 과학 기반 STEAM의 ‘빛’ 학습이 일반적 과학과 교수 학습 방법과 비교하여 어떤 학습성취도를 보이는지를 알아 볼 필요가 있겠다. 이를 위해서는 일반적 과학 수업과 과학 기반 STEAM 프로그램을 함께 평가할 수 있는 과학과 평가 방법의 개선이 필요할 것이다.

넷째, 과학 기반 STEAM은 다양한 영역과 활동으로 구성되기에 교사의 수업 준비에 대한 부담이 크다. 따라서, 학교와 지역 사회의 다양한 인적·물적 자원의 지원과 단위 학급의 탄력적 시간운영에 대한 이해가 수반되어야 할 것이다.

## 참고문헌

강우석(2012). 창의기법을 활용한 초등과학수업이 학생들의 과학 학습 동기와 과학 학업 성취도에 미치는 영향. 부산교육대학교 교육대학원 석사학위논문.  
 강정구(2013). 어린이에게 과학자의 꿈 되돌려 줘야. 중도일보, 2013.02.20.  
 강호감, 공영태, 권혁순, 김재영, 배진호, 송명섭, 신영준, 양일호, 윤혜경, 이대형, 이명제, 임채성, 임희준, 장신호, 전영석, 채동현(2007). 초등과학교육론. 교육과학사.  
 견새이(2005). 과학 완구가 물리 부분의 흥미와 성취도에 미치는 영향. 한국교원대학교 교육대학원 석사학위논문.  
 교육과학기술부(2008). 초등학교 교육과정 해설Ⅳ. 교육과학기술부.  
 교육과학기술부(2010). 창의인재와 선진과학기술로 여는 미래 대한민국. 2011년 교육과학기술부 업무보고서. 34.  
 교육과학기술부(2012). 초등학교 교사용 지도서 6학년 과학. 교육과학기술부.

교육인적자원부(2007). 2007년 개정 과학과 교육과정. 교육인적자원부.  
 권순범, 남동수, 이태욱(2012). STEAM 기반 통합교과 학습이 초등학생의 창의적 인성에 미치는 영향. 한국컴퓨터정보학회 2012년도 제45차 동계학술발표논문집, 20(1), 123-126.  
 권영륜(2011). 과학교과와 연계된 통합 교육의 국내 연구 동향. 경북대학교 교육대학원 석사학위논문.  
 권재술, 김기범(1994). 초, 중학생들의 과학탐구능력 측정도구의 개발. 한국과학교육학회지, 14(3), 251-264.  
 김성원, 정영란, 우애자, 이현주(2012). 융합인재교육(STEAM)을 위한 이론적 모형의 제안. 한국과학교육학회지, 32(2), 388-401.  
 김영수(2009). 주제중심 통합학습이 초등학교 저학년 학생의 학습동기와 학습성취에 미치는 영향. 한국교원대학교 교육대학원 석사학위논문.  
 김은정(2002). 탐구적 과학 교수-학습법이 소리에 대한 유아의 개념 형성 및 탐구 능력에 미치는 영향. 덕성여자대학교 대학원 박사학위논문.  
 김정현(2010). 구성주의에 기초한 과학 미술 통합 활동이 유아의 과학적 태도와 탐구능력에 미치는 영향. 명지대학교 대학원 석사학위논문.  
 김혜경(1997). 개념변화 학습에서 학습동기의 역할: 중학교 2학년의 ‘화학변화’ 관련 개념을 중심으로. 서울대학교 대학원 석사학위논문.  
 박정호(2012). 초등학교에서 로봇을 활용한 STEAM 교육의 적용 연구. 韓國컴퓨터情報學會論文誌, 17(4), 19-29.  
 박현주, 김영민, 노석구, 이주연, 정진수, 최유현, 한혜숙, 백윤수(2012). STEAM 교육의 구성 요소와 수업 설계를 위한 준거 틀의 개발. 학습자중심교과교육학회지, 12(4), 533-557.  
 박혜원(2012). 융합인재교육(STEAM)을 적용한 과학수업이 자기효능감, 흥미 및 과학 태도에 미치는 영향. 경인교육대학교 대학원 석사학위논문.  
 박효순, 조희형(2003). 중학교 2학년 과학 교과서의 탐구 영역 분석. 한국과학교육학회지, 23(3), 239-245.  
 백윤수, 박현주, 김영민, 노석구, 이주연, 정진수, 최유현, 한혜숙, 최중현(2012). 융합인재교육(STEAM) 실행방향 정립을 위한 기초연구. 한국과학창의재단, 2012-12.  
 서임철(2007). 과학 완구를 활용한 교수-학습이 학생들의 과학적 태도에 미치는 영향: 물리 분야를 중심으로. 인천대학교 교육대학원 석사학위논문.  
 신명렬, 이용섭(2011). PBL 기반 천체관측 프로그램이 초등과학영재의 과학적 탐구능력과 과학적 태도에 미치는 효과. 대한지구과학교육학회지, 4(1), 20-31.  
 신영준, 한선관(2011). 초등학교 교사들의 융합인재교육(STEAM)에 대한 인식 연구. 초등과학교육, 30(4), 514-523.

- 이건의(2010). 초등과학에서 소집단 탐구 기법이 과학적 탐구능력 및 과학에 대한 태도에 미치는 효과. 부산교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 이미영(2005). 주제 중심 통합과학교육 프로그램이 아동의 과학적 태도 및 과학 탐구능력에 미치는 영향: 5학년 중심으로. 경인교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 이영석, 조정원(2012). 주제중심 프로젝트 기반 STEAM 교육 프로그램 개발 및 적용. 한국산학기술학회논문지, 13(12), 5770-5775.
- 이윤하, 강순희(2011). 중학생들의 변인 통제 논리력과 변인 통제 유형 분석. 한국과학교육학회지, 31(1), 32-47.
- 임동욱(2012). 손에 잡히는 STEAM교육 무엇이 아이들을 즐겁게 하는가. 한국과학창의재단 융합교육정책실.
- 임염(1996) 국민학교 교사의 과학적 배경에 따른 학생들의 과학에 대한 태도. 한국교원대학교 석사학위논문.
- 전수련, 이태욱(2012). 정보영재의 창의적 문제해결력을 위한 STEAM 기반 쓰기 활용 전략. 韓國컴퓨터情報學會 論文誌, 17(8), 181-188.
- 전수진(2009). 미술과와 과학과 문제중심통합수업이 학습동기와 학업성취도에 미치는 영향: 초등학교 3학년을 중심으로. 이화여자대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 정창렬(2011). 과학관련 통합교육의 효과에 대한 메타분석. 경북대학교 대학원 석사학위논문.
- 정효숙(2005). 주제 중심 통합학습 프로그램이 초등학교 아동의 학습흥미 및 자기 주도적 학습 능력에 미치는 효과. 한국교원대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 조향숙, 김훈, 허준영(2012). 현장 적용 사례를 통한 융합 인재교육(STEAM)의 이해. 한국교육개발원, 현안보고 OR 2012-02-02.
- 진중권(2005). 놀이와 예술, 그리고 상상력. (주)휴머니스트 출판그룹.
- 최두리(2009). 미술과 과학의 통합교육: 빛, 물질, 관찰을 중심으로. 국민대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 한국교육과정평가원(2010), 대한민국, OECD PISA에서 최상위 성취수준 달성. 보도자료.
- 홍순원, 이용섭(2008). 창의적 문제 해결 학습이 학생들의 과학 탐구 능력 및 과학적 태도에 미치는 영향. 초등과학교육, 27(3), 233-243.
- 홍애순(2008). 아동의 과학에 대한 학습동기, 태도 및 불안이 과학학업성취도에 미치는 영향. 동아대학교 교육대학원 석사학위논문.
- German, P. J., Aram, R. & Burke, G. (1996). Identifying patterns and relationships among the responses of seventh-grade students to the science process skill of designing experiments. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(1), 79-99.
- Mark Sanders, 권혁수, 박경숙, 이효녕(2011). 통합적 STEM 교육: 최근 동향 및 쟁점 통합적 STEM 교육: 최근 동향 및 쟁점. *중등교육연구*, 59(3), 729-763.
- Yakman, G.(2008). STEAM Education: an overview of creating a model of Integrative education. Retrieved March 9, 2012, [http://www.steamedu.com/2088\\_PATT\\_Publication.pdf](http://www.steamedu.com/2088_PATT_Publication.pdf)
- Yakman, G.(2010). What is the point of STEAM? - EA Brief Overview. Retrieved March 9, 2012, [http://www.steamedu.com/2006-2010\\_Short\\_WHAT\\_IS\\_STEAM.pdf](http://www.steamedu.com/2006-2010_Short_WHAT_IS_STEAM.pdf)

부록. 과학 기반 STEAM ‘빛’ 학습 프로그램 수업안 예시

단원	1. 빛	차시	1~2/12
본시주제	막대인형 그림자극 만들기		
학습목표	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 흰 스크린에 물체의 상이 비쳐짐을 알고, 빛이 나아가는 모습에 관심을 가질 수 있다.</li> <li>· 볼록렌즈를 통과한 빛의 방향이 바뀔을 알 수 있다.</li> <li>· 이야기를 꾸며 극본을 완성하고, 그림자극을 만들어 발표할 수 있다.</li> </ul>		
학습자료	· 손전등, 백열등, 스크린, OHP, 도화지, 테이프, 빨대, 볼록렌즈, 그림자극 대본, 셀로판지		

학습 단계	학습 과정	시간	교수 · 학습 활동(STEAM요소)	자료 및 지도상 유의점
도입	상황 제시	5분	<ul style="list-style-type: none"> <li>◎ 인도네시아 ‘와양쿨릿’ 그림자극 감상하기(A)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>· 와양쿨릿 그림자극을 보면서 그림자극에 필요한 것들을 생각해 봅시다.</li> <li>- 빛(광원)이 필요합니다, 막대인형이 필요합니다.</li> <li>- 막(스크린)이 필요합니다.</li> <li>· 오늘은 무엇에 대해 배울 것 같습니다?</li> <li>- 그림자극에 대하여 배울 것 같습니다.</li> </ul> </li> <li>◎ 학습문제 제시 및 학습순서 파악하기</li> </ul> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">막대인형 그림자극을 만들어 봅시다.</div>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 와양쿨릿 동영상자료</li> <li>◆ 판서</li> </ul>
전개	창의적 설계	30분	<ul style="list-style-type: none"> <li>◎ 막대인형 그림자극을 만들기 위한 주제 정하기(A)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>· 그림자극으로 만들 이야기를 정하여 봅시다.</li> <li>- 토끼와 거북이를 만들고 싶습니다.</li> <li>- 험장각습 이야기를 만들고 싶습니다.</li> </ul> </li> <li>◎ 그림자극 스토리보드 작성하기(A)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>· 이야기를 간단히 4개의 장면으로 나타내 봅시다.</li> <li>- 이야기를 간주려서 4개의 장면으로 표현한다.</li> </ul> </li> <li>◎ 그림자극에 필요한 막대인형을 만들기(A)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>· 그림자극에 필요한 막대인형을 만들어 봅시다.</li> <li>- 주요 등장인물의 막대인형을 제작한다.</li> </ul> </li> <li>◎ 그림자극 연습하기(A)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>· 그림자극을 연습해 봅시다.</li> <li>- 이야기를 잘 표현할 수 있도록 그림자의 크기를 조절하며 그림자극을 연습한다.</li> </ul> </li> <li>◎ 그림자극 연습결과 발표하기(S)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>· 그림자극의 연습결과를 발표해 봅시다.</li> <li>- 그림자가 흐릿해서 잘 보이지 않아 불편합니다.</li> <li>- 막대인형들의 크기가 달라, 그림자의 크기를 조절하기가 어렵습니다.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>※ 제한된 시간 안에 그림자극을 준비하여 발표할 수 있도록 간단한 이야기를 만들도록 지도한다.</li> <li>◆ 스토리보드 학습지</li> <li>◆ 빨대, 도화지, 셀로판테이프</li> <li>◆ 백열등, 소형 막</li> <li>※ 광원, 막대인형, 막 사이의 거리를 조절하며, 자유롭게 연습할 수 있도록 한다.</li> </ul>
전개	창의적 설계	24분	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 그림자가 막에 거꾸로 보여 연습이 어렵습니다.</li> <li>◎ 그림자극 연습의 불편한 점 해결하기(S)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>· 선생님이 나누어 주는 준비물들을 이용하여 불편한 점을 해결하여 봅시다.</li> <li>- 볼록렌즈를 이용하였더니 그림자의 방향이 똑바로 바뀌었습니다.</li> <li>- 손전등을 이용하였더니 그림자가 더 또렷해졌습니다.</li> <li>- 셀로판지를 이용하였더니 분위기를 다르게 만들 수 있었습니다.</li> </ul> </li> <li>◎ 그림자의 크기와 방향을 달리할 수 있는 방법 알아보기(S)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>· 그림자를 크게 할 수 있는 방법을 발표해 봅시다.</li> <li>- 손전등 가까이로 막대를 가지고 가면 그림자가 커집니다.</li> <li>- 인형을 크게 만들어도 그림자가 커집니다.</li> <li>· 그림자의 방향을 바꿀 수 있는 방법을 발표해 봅시다.</li> <li>- 손전등에 가까이 가지고 갔더니 그림자가 거꾸로 있었고, 막에 가까이 가지고 갔더니 그림자가 바르게 있었습니다.</li> <li>- 막대인형과 막 사이에 볼록렌즈를 두었더니 그림자가 바르게 되었습니다.</li> <li>· 그림자의 크기와 방향을 바꿀 수 있는 방법을 빛이 직진하는 성질과 관련하여 설명한다.</li> </ul> </li> <li>◎ 편리한 그림자극 공연장 구안하기(T)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>· 그림자의 방향을 바르게 하기 위해 계속해서 볼록렌즈를 들고 있기에는 불편한 점이 많이 있습니다.</li> <li>창의적인 방법으로 그림자극 편리하게 할 수 있는 방법을 생각해 봅시다.</li> <li>- 손전등과 볼록렌즈를 고정시켜 막대인형의 조작에만 집중할 수 있는 다양한 아이디어들을 발표한다.</li> </ul> </li> <li>◎ 환등기를 이용하여 그림자극 연습하기(T+A)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>· 환등기를 이용하여 그림자극을 연습해 봅시다.</li> <li>- 환등기를 이용하여 그림자극을 연습한다.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 손전등, 볼록렌즈, 셀로판지</li> <li>※ 추가자료 제시를 통하여 스스로 불편한 점을 해결할 수 있도록 한다.</li> <li>※ 빛과 렌즈의 성질을 설명하고 그림자극에 이용할 수 있는 방법을 찾을 수 있도록 한다.</li> <li>※ 창의적이며 편리한 방법들을 구상할 수 있도록 지도한다.</li> <li>◆ 환등기</li> </ul>

전개	감성적 체험	18분	◎ 그림자극 공연하기(S+A) • 모둠별로 그림자극을 발표해 봅시다. - 각 모둠별로 그림자극을 발표한다.	
정리	학습 정리	3분	◎ 학습 정리하기(S) • 그림자극을 준비하면서 알게 된 것들을 발표해 봅시다. - 그림자의 크기와 방향을 다르게 하는 방법들을 빛의 성질과 관련지어 발표한다.	