

융합 인재 교육(STEAM)을 적용한 과학수업이 초등학생의 창의성과 과학 관련 태도에 미치는 영향

이시예 · 이형철[†]

(당감초등학교) · (부산교육대학교)[†]

The Effects of Science Lesson Applying STEAM Education on the Creativity and Science Related Attitudes of Elementary School Students

Lee, Si-Ye · Lee[†], Hyeong Cheol

(Danggam Elementary School) · (Busan National University of Education)[†]

ABSTRACT

As the necessity of creative and convergent people who will lead the future society is emphasized, STEAM education is becoming an issue as new science education method. The purpose of this study was to verify the effects of science lesson applying STEAM education on the creativity and science related attitudes of elementary school students. In this study, the science lesson applying STEAM education meant integrated lesson included 'Creative planning' and 'Emotional experience'. The study subjects were four classes of the 4th grade of D elementary school in Busan. Two classes including 43 students were experimental group and the others including 40 students were comparison group. For the purpose of study, 'The state change of water' unit in the 4th grade elementary science text book was analyzed and recomposed applying STEAM education. And the recomposed unit was applied to experimental group, whereas comparison group was taught traditional science lesson. The results of this study were as follows. First, the science lesson applying STEAM education influenced significantly the improvement of the creativity of elementary school students. Second, the science lesson applying STEAM education influenced significantly the improvement of the science related attitudes of elementary school students.

Key words : science lesson applying STEAM education, creativity, science related attitudes

I. 서론

오늘날 과학 기술은 기술 자체로 끝나지 않고 일상생활 전반에 걸쳐 영향을 미치고 있다. 스마트폰의 경우, 첨단 과학기술로 만들어진 제품을 넘어 새로운 문화를 형성시키고, 부가적인 사업까지 창출시켜 과거와는 다른 새로운 시대를 열고 있다. 기술이 과학 분야에 국한되지 않는 이러한 현상은

지식 기반 사회의 모방형 경제가 개념 기반 사회의 창조형 경제로 바뀌는 것을 의미하며, 그것의 핵심은 바로 지식, 기술, 학문 간의 융합이다(윤종현, 2011). 이런 21세기 창조형 경제시대에 대응하고, 미래 국가 경쟁력을 높이기 위해 융합적 사고를 지닌 창의적 융합 인재가 주목받고 있으며, 전 세계적으로 융합 과학 기술 시대에 대처하는 창의적 융합 인재 발굴 및 양성이 21세기 교육개혁의 핵심으

로 떠오르고 있다.

미국에서는 융합 과학 기술시대에 알맞은 교육으로 수학, 과학, 기술교육의 강화를 위한 ‘STEM 교육’을 하고 있으며, 영국에서는 ‘과학과 혁신에 대한 틀 2004-2014’를 수립하고, 기업-기관-학교 연계로 STEMnet을 형성하였다. 핀란드에서는 수학·과학 교육 강화를 위한 ‘LUMA 프로젝트’를 실시하였고, 이스라엘에서는 ‘Time To Know’라는 창의적 과학교육 시스템을 실시하고 있다. 위와 같은 세계적인 융합 인재 양성의 흐름과 함께 우리나라에서도 창의적인 융합 인재 양성을 위한 초·중등 융합 인재 교육(이하 STEAM)을 강화하고, 이에 따른 교육과정의 개발, 교사학생 현장 연수 체험 프로그램 제공 및 미래형 과학 기술 교실과 수업 모델 개발을 추진한다고 발표하였다(교육과학기술부, 2010). 이에 의해 2011년부터 교과연구회, STEAM 연구시범학교가 운영되고 있으며(한국과학창의재단, 2012), STEAM을 적용한 수업 개발 및 효과에 대한 연구가 이어지고 있다.

그 동안의 학위논문과 교과연구회, 연구학교에서 개발된 지도안을 보면 2011년 이후 나온 대부분의 STEAM 관련 연구가 중고등학교 기술, 공학교육 분야, 또는 영재교육 분야를 중심으로 진행되었고(배선아, 2011; 이현정, 2011; 이창훈 등, 2012), 초등학교 학생을 대상으로 한 연구로서는, 권순범(2012)의 5학년 학생을 대상으로 로봇 기반 STEAM 융합 학습 프로그램을 만들어 방과 후 수업시간에 적용하여 창의적 인성에 미치는 영향을 연구한 것과 서주희(2012)의 초등학교 저학년 학생을 대상으로 통합교과에 STEAM을 적용한 프로그램을 개발, 적용한 것, 박성진(2012)의 6학년 과학 ‘빛’ 단원에 대하여 STEAM 적용 과학 수업을 진행하여 과학 학습 동기, 흥미, 과학적 탐구 능력에 미치는 영향을 연구한 것, 박혜원(2012)의 5학년 과학 ‘우리 몸’ 단원에 STEAM을 적용하여 자기 효능감, 흥미, 과학태도에 미치는 영향을 연구한 것 등이 있었다.

선행 연구들의 주제를 분석해 보면 대부분이 STEAM을 활용한 프로그램을 개발하고 적용하는 것이었고, 또 연구를 위해 개발하거나 사용된 프로그램은 창의적 체험 활동 시간이나 방과 후 시간을 통한 주제 중심형 STEAM 프로그램의 적용에 대한 것이 많았다(윤은정 등, 2011; 이성희, 2011; 권순범, 2012; 김학진, 2012; 석현희, 2012; 박소정, 2012). 그

러나 교과중심형 STEAM 프로그램을 개발하여 정규 교육과정에 적용한 연구는 상대적으로 적은 수준이고, 어떤 의미에서는 이제 시작 단계라 할 수 있다.

이에 본 연구자는 초등학생을 대상으로 교과 할당시간에 실효성 있게 적용될 수 있는 교과 중심형 STEAM 프로그램을 구안하여 적용하고, 학생들의 창의성과 과학 관련 태도에 미치는 영향을 알아보으로써 창의적 인재 양성 교육으로서의 STEAM 교육의 가치를 알아보고자 한다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구의 대상은 부산광역시 소재 D초등학교 4학년 4개 반을 대상으로 하였다. 4개 반 중 연구자가 지도하는 2개 반을 실험반으로 하고, 다른 2개 반은 비교반으로 선정하였다. 표 1은 연구 대상 학생들의 구성을 나타낸 것이다.

표 1. 실험반과 비교반의 인원 구성

| | 학 생 | | |
|-----|-----|----|----|
| | 남 | 여 | 계 |
| 실험반 | 21 | 22 | 43 |
| 비교반 | 21 | 19 | 40 |

2. 연구 설계

그림 1과 같이 실험반은 STEAM을 적용한 과학 수업을 실시하였고, 비교반은 교과서와 교사용 지도서에 제시된 절차에 따른 일반적인 교수 방법을 적용한 수업을 실시하였다. 수업 전과 후에 창의성과 과학 관련 태도 영역의 사전, 사후 검사를 실시하였다.

| | | | |
|-----|----------------|----------------|----------------|
| 실험반 | O ₁ | X ₁ | O ₂ |
| 비교반 | O ₃ | X ₂ | O ₄ |

O₁, O₃ : 창의성, 과학 관련 태도 영역 사전 검사

X₁ : STEAM을 적용한 과학 수업

X₂ : 일반적인 교수 방법을 적용한 과학 수업

O₂, O₄ : 창의성, 과학 관련 태도 영역 사후 검사

그림 1. 연구 설계

3. 검사도구 및 분석방법

본 연구의 수행을 위해 사용한 창의성 검사는 한국 표준화 창의성 검사 토렌스 TTCT(도형 A, B) 검사이며, 사전(도형 A형), 사후 동형검사(도형 B형)를 실시하였다.

TTCT 도형검사는 ‘그림 구성하기’, ‘그림 완성하기’, ‘선 그리기’의 3가지 활동으로 구성되어 있고, 각 활동의 제한시간은 10분으로 총 소요 시간은 30분이다. 측정할 수 있는 창의성의 하위 항목은 유창성, 독창성, 제목의 추상성, 정교성, 성급한 종결에 대한 저항이다. 이 5가지 창의성 하위항목과 보너스 점수를 합산하고, 13개의 창의적 강점 점수를 합한 것이 창의력 지수(만점160점)가 되며, TTCT의 검사 전체에 대한 신뢰도 계수는 표 2와 같다. 검사의 채점은 TTCT 채점 라이선스를 가진 연구자가 직접 채점하였으며 모호한 문항의 경우 함께 워크샵에 참여하여, 라이선스를 받은 전문가 2인과의 토의와 토렌스 창의력 한국 FPSP본부 TTCT 채점 전문인에게 자문을 구하여 채점을 하였다.

과학 관련 태도 검사는 김효남(1998)이 개발한 검사 도구를 사용하였으며, 사전, 사후 동일한 검사지를 사용하였다. 김효남이 개발한 과학 관련 태도 검사지는 48개의 문항으로 인식, 흥미, 과학적 태도의 범주로 구성되어 있으며, 검사시간은 40분 이내로 하였다. 이 검사지는 리커트 5단계 척도에 따라 긍정문항은 5, 4, 3, 2, 1점으로 배점하고, 부정문항은 역으로 배점하며 만점은 240점이다. 이 검사지의 신뢰도는 Cronbach α 로서 0.896이었다.

실험반과 비교반의 사전·사후 검사자료는 t -검정 혹은 공변량 분석으로 통계처리 하였다. 통계상의 숫자는 소수 셋째자리까지 하였고, 유의성 검증의 판단기준은 $p < .05$ 로 하였다. 그리고 검사 자료의 모든 통계처리는 SPSS WIN 18.0 프로그램을 사용하였다.

4. STEAM을 적용한 과학 수업 설계 과정

본 연구의 수업안 작성을 위해 논문과 학술지 등의 선행 연구 자료들, 한국과학창의재단과 STEAM 연구학교에서 설계한 학습계획안들을 살펴보았다. 또한 STEAM과 관련된 여러 연구에 참여하여 STEAM 전문가와의 질의 응답과 자료 수집을 통해 수업설계의 방향을 선정하고, 수업 교재 개발 후 과학교육 전문가 3인의 협조를 얻어 타당도를 검증받았다.

표 2. TTCT 검사 신뢰도 계수

| | 유창성 | 독창성 | 제목의 추상성 | 정교성 | 성급한 종결의 저항 | 창의적 강점 | 전체 |
|----|-----|-----|---------|-----|------------|--------|-----|
| A형 | .70 | .57 | .73 | .69 | .70 | .73 | .73 |
| B형 | .66 | .56 | .70 | .63 | .67 | .70 | .70 |

1) 단원 및 목표 선정

김대현 등(1997)이 제시한 수업자료 개발을 위한 단원 선정 준거에 맞추어 학습자에게 친근하고 주변에서 쉽게 접할 수 있으며, 다른 교과에서도 충분히 다룰 수 있는 주제이면서 학습자의 발달단계에도 적합한 학습 소재를 지닌 과학 4학년 1학기 4. 「모습을 바꾸는 물」을 연구 단원으로 선정하였다.

비교반과 실험반 모두 2007 개정교육과정 초등 4학년 과학 4. 「모습을 바꾸는 물」에 제시된 단원 학습목표를 바탕으로 수업이 계획되었으며, 활동별로 목표가 통합되어 제시되기도 하였다.

2) 수업 구성 방향 선정

본 연구의 수업 유형은 한국과학창의재단(2012)에서 제시하는 ‘교과 내 수업형’으로서 과학 중심 교과에 기술, 공학, 예술, 수학 요소를 연계하여 수업을 구성하였다.

또한 백운수 등(2011)이 제시한 4C-STEAM 교육을 바탕으로 스토리텔링(최정훈, 2011)을 통해 자연스러운 흐름이 되도록 구성하였으며, 교육과학기술부와 한국과학창의재단에서 제시하는 ‘STEAM 학습준거틀’(조향숙, 2012)에 따라 ‘문제 상황 제시 → 창의적 설계 → 성공의 경험’의 과정이 포함되어 흥미·동기·성공의 기쁨으로 새로운 문제에 도전하는 열정이 생기는 감성적 체험을 할 수 있도록 수업을 구성하였다.

본 연구를 위한 수업에서는 교육과정에서 다루고 있는 필수 학습요소에 STEAM 수업 모델 연구단(최정훈, 2011)이 언급한 ‘STEAM 모델 개발 시 고려해야 할 14가지 구성요소(F1~F14)’를 포함할 수 있는 내용을 선정하여 표 3과 같이 재구성하였다. 또한 ‘단일형 RST 교육모형’(이광형, 2012)을 적용하여 주변에서 흔히 접할 수 있는 가전제품들을 관찰하고, 가전제품에 사용된 과학적 원리를 학습목표와 관련지어 익히고자 하였다.

표 3. 본 차시수업 개발 시 재구성된 14가지 요소

| | |
|-----|---|
| F1 | 물의 특성에 대한 전반적인 지식을 아우름 |
| F2 | 물과 관련된 첨단기술 및 산업의 소개 |
| F3 | 지구상에서 물의 특징과 순환에 대한 전 과정의 전체적인 면 고려 |
| F4 | 물과 관련된 산업, 기술과 관련된 분야와의 소통 |
| F5 | 사회가 요구하는 물부족 문제와 환경문제에 대해 융합 학문으로 해결하기 위한 노력 |
| F6 | 물 절약 및 물자원 확보 기술에 대한 사회적 요구 |
| F7 | 기존의 데이터를 통해 미래의 물 부족 문제의 해결방법 예측 |
| F8 | 문제를 해결하기 위한 주제탐구 활동 |
| F9 | 물의 특징 파악부터 물의 순환까지 융합 및 체계적 연계 |
| F10 | 공학설계를 참고하여 학생들이 창의적으로 물체를 설계, 제작 |
| F11 | 물의 역사부터 시작하여 체계적으로 연계하여 물의 순환까지 Story-telling에 기반 |
| F12 | 물의 특징 파악에서 더 나아가 물을 효율적으로 사용하려는 발산적 사고 |
| F13 | 다양한 창의기법을 통한 아이디어 도출 |
| F14 | 물 낭비와 절약에 대한 토론 |

표 4. STEAM 적용 과학수업 차시별 계획

| 재구성 차시 | 단계 | 학습내용 및 수업방향 | STEAM요소 | | | | | 구성요소 |
|---|-----------------------|----------------------------------|---------|---|---|---|------|------|
| | | | S | T | E | A | M | |
| [학습주제] 냉장고 없이 슬러시 만들기 (물이 얼고 녹을 때의 변화 알기) | | | | | | | | |
| 1~2/11 | 도입 | 요구르트 병이 왜 터졌을까? | ○ | | | | | |
| | | 냉장고의 원리와 역사 알아보기 | ○ | ○ | | | | F1 |
| | 학습 활동 | #창의적 설계# 냉장고 없이 슬러시 만들기 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | /F4 |
| | | 얼음정수기의 원리 알아보기 | ○ | ○ | | | | /F8 |
| | | #감성적 체험# 슬러시 관찰하고 먹기 | ○ | | | | | /F11 |
| 정리 | 물이 얼 때와 녹을 때의 변화 정리하기 | ○ | | | | | | |
| [학습주제] 물 증발시키기 (1) (물이 증발할 때의 변화 알기) | | | | | | | | |
| 3/11 | 도입 | 내 옷에 무슨 일이? | ○ | | | | | F1 |
| | | #창의적 설계# 젖은 옷 빨리 말릴 수 있는 방법 고안하기 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | /F4 |
| | 학습 활동 | 물총놀이하고 옷 말리기 | ○ | | ○ | | | /F8 |
| | | #감성적 체험# 남은 물의 양 측정하기 | ○ | | | | ○ | /F10 |
| | | 물이 잘 증발할 수 있는 요인 알아보기 | ○ | | | | | /F11 |
| 정리 | 물이 끓을 때의 변화 정리하기 | ○ | | | | | /F12 | |
| [학습주제] 물 증발시키기 (2) (물이 증발할 때의 변화 알기) | | | | | | | | |
| 4/11 | 도입 | 물이 다 어디로 갔지? | ○ | | | | | F1 |
| | | | | | | | | /F4 |

3) 수업계획안 작성

초등학교 과학 4학년 1학기 4. 「모습을 바꾸는 물」 단원에 기술, 공학, 예술, 수학 요소를 연계하여 창의적 설계와 감성적 체험을 할 수 있도록 개발한 STEAM적용 과학 수업 계획안은 표 4와 같다. S, T, E, A, M 각 교과와 개념은 김진영(2012)의 ‘STEAM 교과의 개념, 탐구, 지식의 구조와 영역’에 제시된 개념과 같다.

표 4에서 S, T, E, A, M의 모든 요소가 적용된 구체적인 학습활동 내용의 예를 들면 표 5와 같다.

III. 연구 결과 및 논의

1. STEAM을 적용한 과학 수업이 초등학생의 창의성에 미치는 영향

1) 창의성에 관한 사전 검사 결과

STEAM을 적용한 과학수업에 들어가기 전, 창의성에 있어서 실험반과 비교반의 수준 차이가 있는지 알아보기 위하여 사전 검사를 실시하였다. 그 결과, 표 6과 같이 창의력 지수와 5가지 하위요인 모두

표 4. 계속

| 재구성 차시 | 단계 | 학습내용 및 수업방향 | STEAM요소 | | | | | 구성요소 |
|----------------------------------|-------------------|---|-------------|---|---|---|------|----------------------|
| | | | S | T | E | A | M | |
| | 학습 활동 | 가습기 원리 알기 | ○ | ○ | | | | /F8 |
| | | #창의적 설계, 감성적 체험# 나만의 가습기 설계하고 만들기, 발표하기 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | /F10 /F11 |
| | 정리 | 우리 주위에서 증발 현상 찾아보기 | ○ | | | | | /F12 /F13 |
| [학습주제] 라면 끓이기 (물이 끓을 때의 변화 알기) | | | | | | | | |
| 5/11 | 도입 | 계란이 물을 먹었네!? | ○ | | | | | |
| | 학습 활동 | 물이 끓을 때의 모습 그림으로 나타내기 | ○ | | ○ | | | F1 |
| | | #창의적 설계# 미션에 맞는 라면 끓이기 위한 계획 세우고 라면 끓이기 | ○ | ○ | ○ | | ○ | /F10 |
| | | #감성적 체험# 미션 확인하고 라면 먹기 | ○ | | | | ○ | /F13 |
| 정리 | 물이 끓을 때의 변화 정리하기 | ○ | | | | | | |
| [학습주제] 물 응결시키기 (물이 응결할 때의 변화 알기) | | | | | | | | |
| 6/11 | 도입 | 내 가방에 누가 물을 쏟았지? | ○ | | | | | F1 |
| | 학습 활동 | 우리 주변 응결현상 찾아보기 | ○ | | | | | /F4 /F8 |
| | | #창의적 설계# 수증기를 물로 응결시키는 방법 아이디어 내기 | ○ | ○ | | | ○ | /F10 |
| | | 제습기, 물먹는 하마 원리 알아보기 | ○ | ○ | | | | /F11 |
| | | #창의적 설계, 감성적 체험# 나만의 제습기 설계하고 만들기, 발표하기 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | /F12 /F13 |
| 정리 | 물이 응결할 때의 변화 정리하기 | ○ | | | | | | |
| [학습주제] 물 정화시키기 | | | | | | | | |
| 7/11 | 도입 | 깨끗한 물을 얻으려면? | 0 | | | | | |
| | 학습 활동 | 정수기의 원리 알기 | 0 | 0 | | | | F1 |
| | | #창의적 설계# 간이 정수기 만들기 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | /F5 /F6 |
| | | #감성적 체험# 간이 정수기로 물 정화시키기 | 0 | | | | | /F10 |
| 정리 | 물과 얼음과의 관계 정리하기 | 0 | | | | | | |
| [학습주제] 물을 구하는 방법 구안하기 | | | | | | | | |
| 8/11 | 도입 | 아프리카 친구들... | ○ | | ○ | | | F1 |
| | 학습 활동 | #창의적 설계# 아프리카 친구들을 구하는 방법 찾고 설계하기 | | | | | ○ | /F2 |
| | | - 정수장치, 물 응집장치, 식물에서 구해 보자 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | /F6 /F8 |
| | | #감성적 체험# 설계한 도구 경매놀이 하기 | ○ | | | | | /F10 /F11 |
| 정리 | 아프리카 친구들에게 편지쓰기 | | | | | ○ | /F13 | |
| [학습주제] 물의 소중함 알기 | | | | | | | | |
| 9~10/11 | 도입 | 물이 부족해요 | ○ | | ○ | ○ | | F1 |
| | 학습 활동 | #감성적 체험# 물의 소중함 알기 (자원 게임) | ○ | | | | | /F2 /F5 /F6 |
| | | 물 사용량 그래프로 나타내고 계산해 보기 | ○ | | | | ○ | /F7 |
| | | 물 절약하는 방법 알아보기 | ○ | | | | | /F8 /F10 |
| | | #창의적 설계, 감성적 체험# 물을 재활용하는 건축물 디자인하고 (집수, 중수시설) 발표하기 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | /F11 /F12 /F13 |
| | | 정리 | 물의 소중함 정리하기 | ○ | | | | |

표 4. 계속

| 재구성 차시 | 단계 | 학습내용 및 수업방향 | STEAM요소 | | | | | 구성요소 |
|-------------------|-------|---|---------|---|---|---|---|-----------------|
| | | | S | T | E | A | M | |
| [학습주제] 물의 순환과정 알기 | | | | | | | | |
| 11/11 | 도입 | 거울 위에 있는 물은 어디에서 왔을까? | ○ | | | | | |
| | 학습 활동 | 물의 순환과정 알기 | ○ | | | | | F1 |
| | | #창의적 설계, 감성적 체험# 물이 순환하는 과정을 그림이나 역할극으로 나타내고 발표하기 | ○ ○ ○ | | | | | F3 F9 F11 |
| | 정리 | 물의 순환에 의한 여러 가지 자연현상 정리하기 | | | | ○ | | |

표 5. S, T, E, A, M의 모든 요소가 적용된 구체적인 학습 활동의 예

| | 학습활동 예 : 물을 재활용하는 건축물 디자인하고 (집수, 중수시설) 발표하기 (9~10/11) |
|---|---|
| S | 증발·응결·정수 개념을 이해하고, 물의 순환과정 알기 |
| T | 빗물을 다시 쓰도록 만들어진 건축물 사진 및 설계도를 살펴보기 집수시설 원리 및 기술 알아보기 빗물을 정화하고 재사용하는 시설 및 도구의 원리 및 기술 알아보기 |
| E | 에코하우스의 겉모습과 구체적인 설계도 그리기 우드락, 빨대, 재활용품 등을 사용하여 에코하우스 만들기 |
| A | 쓸모와 아름다움을 고려하여 에코하우스에 어울리는 디자인, 색 찾기 |
| M | 빗물의 양과 집수, 중수 시설의 크기 고려하여 계산하기 집 설계도 작성 시 길이 측정하기 |

표 6. 창의성에 관한 사전검사 결과

| 구분 | 실험반 | | 비교반 | | t | p |
|--------|--------|--------|---------|--------|-------|------|
| | M | SD | M | SD | | |
| 창의력지수 | 96.09 | 16.041 | 96.43 | 14.567 | .98 | .922 |
| 유창성 | 95.465 | 13.738 | 100.200 | 15.596 | 1.470 | .673 |
| 독창성 | 93.163 | 13.765 | 92.950 | 13.830 | .070 | .640 |
| 제목 추상성 | 91.767 | 25.379 | 89.275 | 24.667 | .453 | .736 |
| 정교성 | 81.488 | 20.813 | 78.400 | 15.340 | .765 | .147 |
| 종결 저항 | 81.442 | 25.004 | 82.750 | 23.913 | .243 | .595 |

통계적으로는 유의미한 차이가 없는 것으로 확인되었다. 따라서 창의성에 있어서 수업 처치 전 실험반과 비교반은 동질 집단으로 간주할 수 있었다.

2) 창의성에 관한 사후검사 결과

수업이 끝난 후 실험반과 비교반의 창의성에 대한 사후 점수를 비교한 결과는 표 7과 같다. 실험반의 ‘창의력지수’의 평균은 112.190점으로 비교반보다 13.56점 더 높아 큰 차이가 있었으며, 이 평균의 차이는 통계적으로 유의수준 .05에서 유의미하였다. 5가지 창의성 하위 요인들을 살펴보면, ‘성급한 종결에 대한 저항’을 제외한 4가지 요인 ‘유창성’, ‘독창성’, ‘제목 추상성’, ‘정교성’에서 보이는 평균의 차이가 모두 통계적으로 유의미한 차이가 있었다.

이 결과로 부터 STEAM을 적용한 과학 수업이 창의성의 향상에 긍정적이고 유의미한 영향을 미치고 있음을 알 수 있었고, 특히 5개의 하위 요인 중 ‘유창성’, ‘독창성’, ‘제목 추상성’, ‘정교성’에 긍정적이고 유의미하게 영향을 미치고 있음을 확인할 수 있었다.

본 연구에서는 물이라는 주제를 바탕으로 매 차시 여러 가지 상황 속에서 문제를 해결하기 위해 사고를 확장할 수 있는 기회를 제공해 주었으며, 이

표 7. 창의성에 관한 사후검사 결과

| 구분 | 실험반 | | 비교반 | | t | p |
|--------|---------|--------|--------|--------|-------|------|
| | M | SD | M | SD | | |
| 창의력지수 | 112.190 | 15.116 | 98.630 | 18.144 | 3.709 | .000 |
| 유창성 | 104.000 | 16.213 | 96.425 | 15.257 | 2.193 | .031 |
| 독창성 | 109.233 | 15.993 | 95.575 | 17.598 | 3.691 | .000 |
| 제목 추상성 | 100.093 | 18.609 | 83.275 | 25.974 | 3.409 | .001 |
| 정교성 | 96.279 | 24.466 | 84.325 | 19.746 | 2.438 | .017 |
| 종결 저항 | 95.418 | 21.715 | 90.275 | 22.823 | 1.050 | .297 |

를 통해 창의성 향상에 도움이 되었다고 생각한다. 예를 들어, 에코하우스 설계하기(9~10/11차시) 수업은 하나의 주제를 바탕으로 지금까지 배운 응결, 증발, 중수 등의 개념을 연결하여 아이디어를 산출하는 과정이 포함되어 있다. 학생들은 학습을 하면서 문제를 해결하기 위해 과학 원리들을 연결하여 사고를 확장하고, 아이디어를 산출하였으며, 이러한 과정을 통하여 창의성의 향상에 도움이 된 것으로 보인다. 이와 같은 연구 결과는 류제정(2012)이 생명과학 중심의 STEAM 교육 프로그램을 고등학생에게 적용했을 때 유창성, 독창성, 정교성이 유의미하게 상승하였고, 교과간의 통합을 통해 하나의 주제를 여러 가지 상황에 연결하여 사고를 확장한 것이 창의성 향상에 도움을 준다고 분석한 결과와 일치한다.

이학용(2012)은 자신이 개발한 STEAM 교육자료를 활용한 물리수업을 통하여, 학습내용을 바탕으로 창의적 사고가 필요한 아이디어 산출형 활동이 학생들의 창의성 향상에 도움이 되었다고 보고하였다. 본 연구에서도 다양한 창의기법을 사용하여 매 차시 아이디어를 산출하는 창의적 설계 활동이 있었다. 예를 들면 아프리카 친구들을 도와줄 수 있는 도구 만들기(8/11차시) 수업에서 교사가 보여준 ‘Q드림’에 학생들은 더 움직이기 쉽게 바퀴를 달

거나 불빛을 밝혀주는 장치를 설치하는 모습을 보여주기도 했고, 정수기와 Q드림을 결합시키기도 했으며, Q드림의 재질이나 색을 바꾸는 등의 아이디어를 산출하는 활동이 있어 이러한 과정이 창의성이 향상에 도움이 된 것 같다.

이외에도 김권숙(2012)이 과학기반 STEAM 프로그램을 초등 영재 학생들에게 적용한 결과, 창의적 문제 해결력이 유의미하게 상승하였다고 보고한 것과 김진영(2012)이 생명과학 중심의 STEAM 교육 프로그램을 일반계 고등학생에게 적용해 본 결과, 고등학생의 창의성 특히 하위요소인 유창성, 독창성, 정교성에 효과적임을 알 수 있었다고 한 것과 최유현 등(2008)이 발명영재들에게 STEM을 적용하여 학생들의 창의력 및 문제해결 능력이 향상됨을 보았다는 결과 등은 본 연구 결과와 부합하는 것이라 할 수 있다.

2. STEAM을 적용한 과학 수업이 초등학생의 과학 관련 태도에 미치는 영향

1) 과학 관련 태도의 사전 검사 결과

실험반과 비교반의 과학 관련 태도에 있어서의 사전검사 결과는 표 8과 같다. ‘과학 관련 태도’에서의 실험반보다 비교반의 평균이 더 높게 나왔으

표 8 과학 관련 태도의 사전검사 결과

| 구 분 | 실험반 | | 비교반 | | t | p | |
|-----------|---------------|--------|---------|--------|-------|------|------|
| | M | SD | M | SD | | | |
| 과학 관련 태도 | 148.326 | 23.416 | 153.800 | 22.679 | 1.081 | .283 | |
| 과학에 대한 인식 | 44.279 | 5.900 | 44.400 | 4.986 | .101 | .920 | |
| 소범주 | 과학 | 11.260 | 1.814 | 11.030 | 1.702 | .597 | .552 |
| | 과학교육 | 11.280 | 2.197 | 11.550 | 1.739 | .620 | .537 |
| | 과학자와 과학 관련 직업 | 11.070 | 1.869 | 11.030 | 1.625 | .116 | .908 |
| | STS 상호 관련성 | 10.670 | 1.948 | 10.800 | 2.053 | .286 | .776 |
| 과학에 대한 흥미 | 33.698 | 9.226 | 34.500 | 8.738 | .406 | .686 | |
| 소범주 | 과학 | 10.440 | 2.612 | 10.530 | 2.631 | .144 | .886 |
| | 과학 학습 | 11.350 | 2.894 | 11.330 | 2.645 | .039 | .969 |
| | 과학과 관련된 활동 | 10.020 | 2.385 | 10.480 | 2.592 | .827 | .411 |
| | 과학과 관련된 직업 | 8.510 | 2.520 | 8.300 | 2.643 | .373 | .710 |
| 과학 불안 | 6.630 | 2.812 | 6.630 | 2.609 | .005 | .996 | |

표 8. 계속

| 구 분 | 실험반 | | 비교반 | | t | p |
|---------|--------|--------|--------|--------|-------|------|
| | M | SD | M | SD | | |
| 과학적 태도 | 70.345 | 10.987 | 74.900 | 12.836 | 1.739 | .086 |
| 호기심 | 10.560 | 2.363 | 11.480 | 2.100 | 1.863 | .066 |
| 개방성 | 9.880 | 2.332 | 10.000 | 2.242 | .231 | .818 |
| 비판성 | 8.510 | 2.016 | 9.300 | 2.574 | 1.559 | .123 |
| 소범주 협동성 | 10.190 | 2.500 | 11.400 | 2.394 | 2.256 | .027 |
| 자진성 | 10.120 | 2.556 | 10.330 | 2.674 | .364 | .717 |
| 끈기성 | 10.910 | 2.021 | 11.250 | 2.329 | .718 | .475 |
| 창의성 | 9.950 | 2.203 | 10.650 | 3.150 | 1.174 | .244 |

나, 그 평균의 차이는 통계적으로 의미가 없었다. ‘과학에 대한 인식’ 및 ‘과학에 대한 흥미’의 소범주 내의 항목 모두 사전검사에서는 실험반과 비교반의 평균의 차이가 통계적으로 의미가 없었다. ‘과학적 태도’의 소범주 내 항목 중에서는, ‘협동성’이 실험반과 비교반 사이에 통계적으로 유의미한 평균의 차이가 있는 것으로 확인되었고, 나머지 항목들은 통계적으로 유의미한 평균의 차이가 없었다.

2) 과학 관련 태도의 사후검사 결과

실험반과 비교반의 과학 관련 태도에 대한 사후 점수를 비교한 결과는 표 9와 같다. 사후검사에서 실험반의 ‘과학 관련 태도’의 평균은 비교반에 비해 훨씬 높게 나왔으며, 이 사후 검사 평균의 차이는 통계적으로 유의미하였다.

그리고 사전 검사에서 실험반과 비교반 사이의 유의한 차이를 보였던 소범주 ‘과학적 태도’ 내의 ‘협

동성’ 항목은 수업 처치 전부터 있었던 집단 간의 차이를 고려해야 하므로 사전 검사 점수를 공변량으로 하여 공변량 분석을 실시하였다. 그 결과, 표 10과 같이 실험반과 비교반의 사후 검사 평균 점수는 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다.

그래서 사후 검사 결과, 소범주인 ‘과학에 대한 인식’, ‘과학에 대한 흥미’ ‘과학적 태도’에서 실험반의 평균이 모두 비교반보다 높아진 것을 알 수 있었고, 두 집단의 평균 차이 역시 통계적으로 유의미하였다. 그리고 각 소범주 내의 항목들에 있어서도 두 집단 간의 평균 차이가 모두 통계적으로 유의미하다는 것을 알 수 있었다.

이와 같은 결과를 통해 STEAM을 적용한 과학 수업은 ‘과학 관련 태도’를 향상시키는데 있어 긍정적이고 유의미하게 효과적이라는 것을 알 수 있었다.

본 연구에서는 “슬러쉬와 라면 직접 만들어 먹기”,

표 9. 과학 관련 태도의 사후검사 결과

| 구 분 | 실험반 | | 비교반 | | t | p |
|---------------|---------|--------|---------|--------|-------|------|
| | M | SD | M | SD | | |
| 과학 관련 태도 | 178.767 | 26.304 | 151.800 | 24.310 | 4.840 | .000 |
| 과학에 대한 인식 | 51.721 | 5.347 | 43.100 | 7.547 | 6.038 | .000 |
| 소범주 과학 | 12.930 | 1.724 | 11.750 | 1.932 | 2.941 | .004 |
| 과학교육 | 13.210 | 1.872 | 11.030 | 2.094 | 5.018 | .000 |
| 과학자와 과학 관련 직업 | 12.560 | 1.763 | 10.930 | 1.670 | 4.325 | .000 |
| STS 상호 관련성 | 13.020 | 2.231 | 10.400 | 1.809 | 5.858 | .000 |

표 9. 계속

| 구분 | 실험반 | | 비교반 | | t | p | |
|-----------|------------|--------|--------|--------|-------|-------|------|
| | M | SD | M | SD | | | |
| 과학에 대한 흥미 | 42.791 | 7.630 | 33.250 | 9.273 | 5.133 | .000 | |
| 소범주 | 과학 | 11.600 | 2.592 | 10.400 | 2.744 | 2.057 | .043 |
| | 과학 학습 | 13.420 | 2.152 | 10.950 | 2.428 | 4.910 | .000 |
| | 과학과 관련된 활동 | 12.140 | 1.910 | 10.630 | 2.457 | 3.148 | .002 |
| | 과학과 관련된 직업 | 10.140 | 2.465 | 8.600 | 2.649 | 2.743 | .007 |
| | 과학 불안 | 4.740 | 2.226 | 7.330 | 2.485 | 4.990 | .000 |
| 과학적 태도 | 86.581 | 12.219 | 73.725 | 14.859 | 4.318 | .000 | |
| 소범주 | 호기심 | 12.600 | 2.037 | 11.350 | 2.413 | 2.566 | .012 |
| | 개방성 | 11.840 | 2.951 | 10.000 | 2.242 | 3.175 | .002 |
| | 비판성 | 11.470 | 2.567 | 9.430 | 2.640 | 3.569 | .001 |
| | 협동성 | 12.230 | 2.389 | 11.400 | 2.384 | - | - |
| | 자진성 | 12.300 | 2.188 | 10.400 | 2.251 | 3.903 | .000 |
| | 끈기성 | 12.720 | 1.956 | 11.380 | 2.192 | 2.956 | .004 |
| | 창의성 | 13.190 | 1.842 | 10.530 | 2.736 | 5.230 | .000 |

표 10. '협동성'에 대한 공변량 분석 결과

| 구분 | SS | df | MS | F | p |
|--------|------------|----|---------|--------|------|
| 사전 협동성 | 106.694 | 1 | 106.694 | 24.072 | .000 |
| 집단 | 38.286 | 1 | 38.286 | 8.638 | .004 |
| 오차 | 354.580 | 80 | 4.432 | | |
| 전체 | 12,094.000 | 83 | | | |

“가습기와 제습기 만들기” 등의 일상생활과 관련하여 자신의 아이디어를 활용하여 직접 만들어 보는 활동과 가습기에서 물이 줄고 제습기에서 물이 고이며 흙탕물이 간이 정수기를 통해 나오면서 깨끗해지는 현상들을 실제로 관찰하는 활동을 포함하고 있기 때문에, 과학에 대한 흥미가 더 커지고 과학에 대한 인식이 긍정적으로 바뀌었다고 생각된다. 또한 직접 실험을 하고 설계를 하는 과학자와 설계자의 입장이 되는 경험을 통하여 과학자와 과학 관련 직업에 관한 긍정적인 생각을 갖게 되는 계기가 된 것 같다.

이러한 연구 결과는, 송정범(2010)의 교육용 로

봇을 활용한 STEM 통합교육 프로그램을 개발 적용한 결과, 분과형 수업에 비해 통합된 수업이 과학교과에 대한 태도의 향상에 효과가 있었다고 보고한 것과 오정철 등(2012)의 STEAM 기반 교육이 과학적 태도의 인식과 흥미 영역에 긍정적인 효과를 주었다고 보고한 것과 잘 부합한다. 또한 이효녕(2011)이 STEM 교육이 동기 유발, 흥미 등 정의적 영역에 효과가 있었다고 보고한 것과 김진영(2012)이 다른 교과와의 통합 교육이 학생들에게 과학에 대한 가치를 향상시켜 줄 수 있음을 알 수 있었다고 했던 연구 결과 등과 맥을 같이 한다.

박혜원(2012)과 서주희(2012)가 융합 인재 교육을 적용한 과학 수업이 과학에 대한 흥미, 과학 학습에 대한 흥미, 과학 활동에 대한 흥미, 과학과 관련된 직업에 대한 흥미의 결과에 유의한 영향을 주었다고 한 결과는 본 연구 결과와 일치하는 것이며, 또한 권난주 등(2007)이 과학완구 만들기 활동이 과학 흥미도에 긍정적인 영향을 미친다는 연구 결과는 다양한 과학 만들기 활동이 과학에 대한 흥미가 증가하는데 영향을 주었을 것으로 보는 본 연구의 결과와 부합하는 것이라 할 수 있다.

IV. 결론 및 제언

본 연구에서는 초등학교 4학년을 대상으로 STEAM을 적용한 과학수업을 구안하고, 이를 적용한 수업이 초등학생의 창의성과 과학 관련 태도에 미치는 영향을 알아보고자 하였다. 이에 대한 연구와 분석을 통해 다음과 같은 결과를 얻을 수 있었다.

첫째, STEAM을 적용한 과학수업은 초등학생의 창의성 향상에 유의미한 효과가 있었다. 이는 매차시 과학적 원리를 바탕으로 상황에 맞는 아이디어를 생성하고 구체화시켜 산출물을 만들어내는 창의적 설계과정을 많이 경험할 수 있고, 다양한 교과와의 연결을 통해 분리된 지식을 통합시키는 사고방식을 학습할 수 있으며, 이런 창의적 설계과정이 학생들의 창의성 향상에 긍정적인 영향을 주었으므로 여겨진다.

둘째, STEAM을 적용한 과학수업은 초등학생의 과학 관련 태도 향상에 유의미한 효과가 있었다. STEAM 적용 과학수업은 다양한 영역이 통합되어 있어 학생들이 주도적으로 할 수 있는 많은 활동이 포함되어 있고, 지루하지 않게 학습활동에 참여할 수 있으며, 창의적 설계과정 속에서 흥미를 느끼고 결과물을 통해 성취감과 자신감을 가질 수 있는 것으로 보인다. 또한 친구들과의 피드백과 감성적 체험과정을 거치면서 학생들의 과학 태도가 긍정적으로 향상됨을 확인할 수 있었다.

이러한 결과를 바탕으로 STEAM을 적용한 과학수업은 초등학생의 창의성과 과학 관련 태도 향상에 유의미하고 긍정적인 영향을 미치고 있음을 확인할 수 있었고, STEAM 교육이 과학교과를 기반으로 한 통합적 접근의 한 방법으로 창의적 인재 육성을 위한 교육으로서 충분한 가치가 있다고 볼 수 있었다.

결론을 바탕으로 후속 연구를 위해 다음과 같은 제언을 하고자 한다.

첫째, 본 연구는 부산광역시내 초등학교 4학년 4개 반을 대상으로 단기간에 실시하였고, 물질영역에 해당하는 단원을 중심으로 재구성하여 과학수업을 하였다. 따라서 다양한 지역과 학년, 그리고 본 연구에서 실시하지 않은 생명, 지구, 운동과 에너지 영역 단원에서도 주제를 개발하고 재구성하여 수업에 적용한 효과를 살펴볼 필요가 있다.

둘째, 본 연구에서는 STEAM을 적용한 과학수업

이 창의성, 과학 관련 태도와 같이 정의적 영역에 미치는 영향을 알아보았다. 따라서 STEAM을 적용한 과학수업이 교과 차시 목표를 도달시키는데 효과적이지 알아보기 위해 학생들의 지적 영역인 과학 학업성취도, 과학탐구 능력에 미치는 영향을 알아 볼 필요가 있다.

셋째, STEAM을 초등 과학 수업에 적용하기 위해서는 수업 준비에 대한 교사의 부담이 커질 수밖에 없다. 따라서 각 학년에서 사용할 수 있는 다양한 STEAM 수업 자료 개발은 물론 다양한 인적·물적 자원의 지원이 필요하며, 교육과정의 탄력적 시간 운영에 대한 이해가 바탕이 되어야 할 것이다. 또한 정규 과학 시간에 STEAM을 적용하기 위해서는 그에 적합한 과학 수업모형 및 과학과 평가 방법의 개선이 필요할 것이다.

참고문헌

- 교육과학기술부(2010). 창의인재와 선진과학기술로 여는 미래 대한민국. 2011년 업무보고서.
- 권난주, 복영선(2007). 과학 완구 만들기 활동이 초등학생의 과학 흥미도 및 개념 이해도에 미치는 영향. 초등학교교육, 26(3), 243-251.
- 권순범(2012). STEAM 기반 융합학습이 초등학생의 창의적 인성에 미치는 영향. 한국교원대학교 석사학위 논문.
- 김권숙(2012). 과학기반 STEAM 프로그램이 초등 영재 학생들의 창의적 문제해결력과 과학적 태도에 미치는 영향. 경인교육대학교 석사학위논문.
- 김대현, 이은화, 허은실, 강진영(1997). 교과의 통합적 운영. 문음사.
- 김진영(2012). 생명과학 중심의 STEAM 교육 프로그램이 고등학생의 과학에 정의적 영역과 창의성에 미치는 영향. 한국교원대학교 석사학위논문.
- 김학진(2012). 중학교 기술 가정 교과의 '뮤직 로봇' 만들기 STEAM 수업자료 개발. 한국교원대학교 석사학위논문.
- 김효남, 정완호, 정진우(1998). 국가수준의 과학에 관련된 정의적 특성의 평가체제 개발. 한국과학교육학회지, 18(3), 357-369.
- 류제정(2012). 뇌기반 STEAM 교육이 초등과학영재와 초등일반학생의 창의성과 정서지능에 미치는 효과. 한국교원대학교 석사학위논문.
- 박성진(2012). 융합 인재 교육(STEAM)을 적용한 초등 과학 수업이 과학 학습 동기, 흥미 및 과학적 탐구 능력에 미치는 영향. 부산교육대학교 석사학위 논문.
- 박소정(2012). 기술 가정과 전자 기계 기술 단원에서 오

- 토마타 만들기의 수업자료 개발. 한국교원대학교 석사학위 논문.
- 박혜원(2012). STEAM을 적용한 과학수업이 자기효능감, 흥미 및 과학태도에 미치는 영향. 경인교육대학교 석사학위 논문.
- 배선아(2011). 기술기반 STEAM 교육이 중학생의 기술적 태도에 미치는 영향. 대한공업교육학회지, 36(2), 47-64.
- 백운수, 박현주, 김영민, 노석구, 박종윤, 이주연, 정진수, 최유현, 한혜숙(2011). 우리나라 STEAM교육의 방향. 학습자중심교과교육연구, 11(4), 149-171.
- 서주희(2012). 초등학교 저학년층을 대상으로 한 STEAM 프로그램 개발 및 적용. 경인교육대학교 석사학위 논문.
- 석현희(2012). 기술 가정과 '전통기술의 이해' 단원에서 STEAM 수업자료개발. 한국교원대학교 석사학위 논문.
- 송정범(2010). 교육용 로봇을 활용한 STEM 통합교육이 학업성취, 교과태도에 미치는 효과. 한국정보교육학회 논문지, 15(1), 11-22.
- 오정철, 이지훤, 김정아, 김종훈(2012). 스크래치를 활용한 STEAM 기반 교육 프로그램 개발 및 적용: 초등학교 6학년 과학교과를 중심으로. 한국컴퓨터교육학회 논문지, 15(3), 11-23.
- 윤은정, 문찬원, 최지나, 김진수(2011). 폐자원을 활용한 초등학교의 물로켓 STEAM 수업 자료 개발. 한국환경교육학회 학술대회 자료집, 2011(12), 66-69.
- 윤종현(2011). 융합 인재 교육(STEAM)을 위한 과학 교과서. 교과서연구, 65, 24-28.
- 이광형(2012). STEAM by RST 교육모형 및 멀티미디어 콘텐츠 개발연구. KAIST 과학영재교육연구원 연구보고서.
- 이성희(2012). STEAM 기반 환경교육 프로그램이 초등학생의 환경 소양에 미치는 영향. 환경교육, 25(1), 66-76.
- 이창훈, 서원석(2012). 오토마타(automata) 만들기를 통한 STEAM 통합 기반의 창의 설계 교육 프로그램 개발 및 적용. 한국기술교육학회지, 12(1), 67-91.
- 이학용(2012). 융합교육(STEAM)을 활용한 고등학교 물리수업방법 연구. 건국대학교 석사학위논문.
- 이현정, 한제준, 정지원, 김진수(2011). 에너지 절약형 LED 픽토그램의 STEAM 수업자료 개발. (사)한국환경교육학회 발표논문집, 2011(12), 149-152.
- 이효녕(2011). STEAM 교육 시행을 위한 미국의 STEM 교육 고찰. 과학창의, 161(2), 8-11.
- 조향숙(2012). 현장 적용 사례를 통한 융합 인재 교육(STEAM)의 이해. Issue Paper, 2012 2호, 한국교육개발원.
- 최정훈(2011). 2012년도 융합 인재 교육(STEAM) 파이오니어 양성과정 연수자료집.
- 한국과학창의재단(2012). 2012년도 융합 인재 교육(STEAM) 파이오니어(선도교원) 양성과정 연수자료집.