

초등과학 ‘작은 생물의 세계’ 단원에 대한 STEAM 프로그램 개발 및 적용 효과

최영미 · 홍승호
(제주대학교)

The Development and Application Effects of STEAM Program about 'World of Small Organisms' Unit in Elementary Science

Choi, Youngmi · Hong, Seung-Ho
(Jeju National University)

ABSTRACT

The purposes of this study were to develop STEAM teaching materials about 'world of small organisms' unit on elementary science education and to apply lesson using them for the 5th and 6th graders. Compared to other STEAM programs studied previously, the STEAM teaching materials of this study includes students' STEAM, teachers' guide, story-telling books and multimedia teaching aids consisted of practical resources to manage STEAM lessons. The whole program was designed from multidisciplinary integration to extradisciplinary integration through activities making creative products, meanwhile each period had discretionary S, T, E, A, M factors specifically. To examine the effects of integrated lesson on scientific knowledge, process skills, and affective domain, the study subjects were divided into two groups. The experimental group was composed of 69 individuals participated in STEAM lesson, while students of the control group were 67 individuals learned through general learning methods. The developed STEAM teaching materials affected significantly on scientific knowledge and affective domain of elementary school students, but process skills were not increased significantly. In the present study, therefore, the approach applying STEAM education could be suggested as alternative learning materials or supplementary teaching materials at the field of small organisms in elementary science sufficiently.

Key words : STEAM, small organisms, science knowledge, process skills, affective domain

I. 서 론

어떻게 효과적인 과학 수업을 할 것인가에 대한 문제는 과학 교육에 있어서 본질적으로 중요한 화두가 되어왔다. 그러나 과학 성취도 국제 비교에서 상위권을 차지했음에도 불구하고, 과학에 대한 학생들의 흥미가 매우 낮다는 연구 결과는 효과적인 교육적 접근이 필요함을 시사한다(조지민 등, 2011; OECD, 2007). 학생들의 학습에 대한 낮은 흥미와 태도 문제는 교과 간의 연계 부족, 첨단기술, 공학 관련 내용의

부재, 실생활 연계의 부족 등에서 비롯된다고 하였다(이효녕 등, 2013). 학습 흥미의 저하는 학습 효과를 감소시킬 수 있으며, 장기적인 관점에서 보면 학습 동기를 촉진하는데 장애 요인이 될 수 있다.

근래에 융합인재교육(STEAM)이 그러한 대안으로 제시되고 있으며, 국내외에서 통합 교육에 대한 연구가 꾸준히 이루어지고 있다(권난주와 안재홍, 2012; Brown, 2012; Yakman & Lee, 2012). STEAM 교육은 학문의 구분을 넘어서 과학(Science), 기술(Technology), 공학(Engineering), 예술(Arts) 및 수학

(Mathematics)의 통합으로 종합적인 사고를 할 수 있도록 하며, 주입식 교육에서 벗어나서 체험·탐구·실험 중심을 통한 실생활 문제 해결력을 신장시킬 수 있다(정진수 등, 2012). 몇몇 연구에서는 STEAM 교육을 통해서 학생들의 정의적 영역에 긍정적인 향상 효과가 있었다고 알려져 있으나(김진영, 2012; 오정철 등, 2013; 황광석, 2013), STEAM 교육이 단지 정의적 영역의 향상만을 목적을 두는 것은 아니므로, 그밖에 과학 지식, 탐구능력 면의 향상을 검증하기 위한 시도도 이루어지고 있다(서주희, 2012; 채희인, 2013).

국외에서 통합 교육의 흐름에 따라 다양한 융합교육 방안에 대한 연구들이 수행되고 있는데, 보스턴 과학박물관의 National Center for Technology Literacy (NCTL)에서 개발된 EiE(The Engineering is Elementary) 프로젝트는 20개 학습 주제의 STEM 교육 프로그램으로 구성되었으며, 학생들이 공학설계에 참여하는 과정을 통해서 융합교육을 실천하고 있다. EiE의 교재는 이야기책, 평가 루브릭, 교사들을 위한 참고 자료와 추가 참고 자료 등이 포함되어 있어 STEM 지도 시 실용적으로 활용할 수 있다(Cunningham, 2009; NCTL, 2009). 또한 국제기술공학교육자학회(ITEEA)에서 개발한 EbD(Engineering by Design)는 공학설계를 기반으로 한 문제해결 중심의 프로그램으로서, 초등학교 3~5학년용 과정에서는 ‘EbD-TEEMS(Technology, Engineering, Environment, Mathematics, and Science)’의 STEM 통합 교육 모형과 교수 학습 자료를 제공하였다(ITEEA, 2011). EbD의 빅 아이디어를 도입한 David(2013)의 특별 여름 프로그램은 아프리카계 미국 학생들에게 기술과 공학을 구성요소로 하는 STEM 프로그램을 제공하였고, 학업과 직업에 대한 경로를 알려주었다. DeJarnette(2012)의 연구에서는 초등학교 단계에서 STEM 계획과 활동을 하는 일이 통찰력과 기질에 긍정적인 영향을 미친다고 하였다. 이처럼 다방면에서 과학 기술적 소양을 갖춘 인재를 양성하기 위한 노력을 기울이고 있으며, 융합교육의 효과와 중요성이 강조되고 있다(Sanders, 2009).

국내에서 이루어진 STEAM 프로그램에 대한 연구로는 기술, 공학 중심의 융합교육을 적용하여 태도, 문제해결력, 인식에 미치는 영향을 알아보거나(문대영, 2009; 성의석과 나승일, 2012) 과학 수업에서의 ‘우리 몸’ 단원에 대한 STEAM 교육을 적용 후 학생들의 자기효능감과 태도의 상승효과를 얻기도

하였다(박혜원과 신영준, 2012). 그리고 예술 중심(장근주와 유정은, 2009), 수학 교과 중심(김우진, 2012), 환경 문제 중심(이성희, 2012; 홍민아 등, 2012)의 통합교육처럼 통합의 방향에 따라서 다양한 접근 방식을 시도하고 있으며, 연구대상도 초등학생 저학년부터 일반인들까지 다양한 범위에서 STEAM 교육의 효과에 대한 연구가 진행되어 오고 있다(권난주와 안재홍, 2012; 서주희, 2012; 홍병선, 2009).

비록 우리나라의 교육에서도 STEAM 교육이 대두되고 있지만, 여전히 관련 연구 및 STEAM 교육 프로그램이 부족하다는 지적이 따르고 있다(김권숙, 2012; 이진아, 2012; 홍민아 등, 2012). 교사들은 STEAM의 중요성을 인식하면서도 교육 현장에 적용하기에는 아직은 준비가 미흡하다는 생각을 갖고 있다(권난주와 안재홍, 2012; 신영준과 한선관, 2011). 반면, 사회의 복잡한 문제들을 해결할 수 있는 종합적인 능력을 갖춘 인재를 기르기 위해서 적시 교육(Just in time)을 반영하는 STEAM 교육 콘텐츠에 대한 요구는 점점 높아지고 있는 실정이다. 사회의 문제들을 해결하려면 기본적으로 과학 기술적 소양을 갖추어야 하는데 이는 저절로 생기는 것이 아니라, 학생들이 습득한 정보와 지식이 토대가 되어야 한다. 그러한 점에서 과학에 대한 정의적 영역은 물론이고, 과학 지식 및 탐구능력을 함양하는 일이 필요하다. 따라서 STEAM 교육을 구성하기 위한 조건들을 고려한 융합 콘텐츠를 통해서 학습자들은 효과적으로 교육의 목적을 성취할 수 있을 것이며, 한 분야에 국한되지 않고 넓은 시야와 통합적인 안목을 가질 수 있다.

STEAM 교육은 Dewey(1933)의 ‘내용과 경험’의 통합을 통해 실현되어야 하는데, 이는 ‘통합적 내용’과 ‘경험의 제공’에 대한 두 가지의 측면에서 접근해야 한다(백운수 등, 2011). 다양한 분야의 융합적 지식, 과정, 본성을 토대로 자기주도적인 학습 경험을 제공한다는 점(백운수 등, 2012)에서 초등과학의 ‘작은 생물’은 STEAM 교육의 효과를 기대할 수 있는 적합한 학습 내용의 조건을 포함하고 있다. 자신의 생활 주변에서 쉽게 관찰할 수 있는 학습 소재이기 때문에 Piaget의 구체적 조작기에 해당하는 초등학교 생 시기에 주변의 환경에 관심을 갖고 탐구를 경험할 기회를 제공하며, 그러한 과정 속에서 종합적인 지식을 습득하기에 적절하다. 또한 ‘작은 생물’은 인간의 생활과 밀접하게 연관되어 있는 주제이기

때문에 사회적인 문제와 연관 짓기에도 유용하며, 과학·기술·공학에 대한 방대한 지식을 통합하기 위한 매개체가 될 수 있다. 그동안 과학, 기술, 공학 및 수학 등은 학생들이 흥미가 낮고 학습하는 과정에서 어렵게 여겨져 왔으므로(이미경, 2007), 이러한 분야들을 융합하여 흥미를 심어줄 수 있는 STEAM 프로그램이 요구된다고 하겠다. 기존의 패러다임을 초월하여 STEAM을 기반으로 한 융합교육 프로그램은 학생들의 창의성을 신장시키는데 도움을 줄 수 있으므로(김정아 등, 2011), 직면하는 문제들을 융합적인 사고를 통하여 해결하는 능력을 신장시키는데 기여할 수 있다(김권숙, 2012; 최유현 등, 2008).

본 연구는 ‘작은 생물’을 주제로 한 창의적인 STEAM 교육 방안을 설계하여 교육 현장에 적용할 수 있는 STEAM 교재를 개발하는데 목적이 있다. 또한 개발한 STEAM 교재를 초등학생에게 적용하여 과학

지식, 과학 탐구 능력, 정의적 영역에 미치는 영향을 알아보고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구 절차

2007 개정 교육과정 초등과학 5학년 ‘작은 생물의 세계’ 단원에 대한 STEAM 교재를 개발하고 적용하기 위한 본 연구의 절차는 그림 1과 같다.

‘작은 생물’을 주제로 한 STEAM 프로그램은 김진수(2011)의 PDIE 모형에 따라 내용을 선정하고 프로그램을 구체화하였으며, STEAM 교육을 학교 현장에 적용하고자 학생용 교재, 교사용 지도서, 스토리텔링 자료, 멀티미디어 자료 4종의 교재를 제작하였다. 제작한 STEAM 프로그램은 학생들에게 적용하기 전에 전문가 집단의 검토를 통해 수정 및

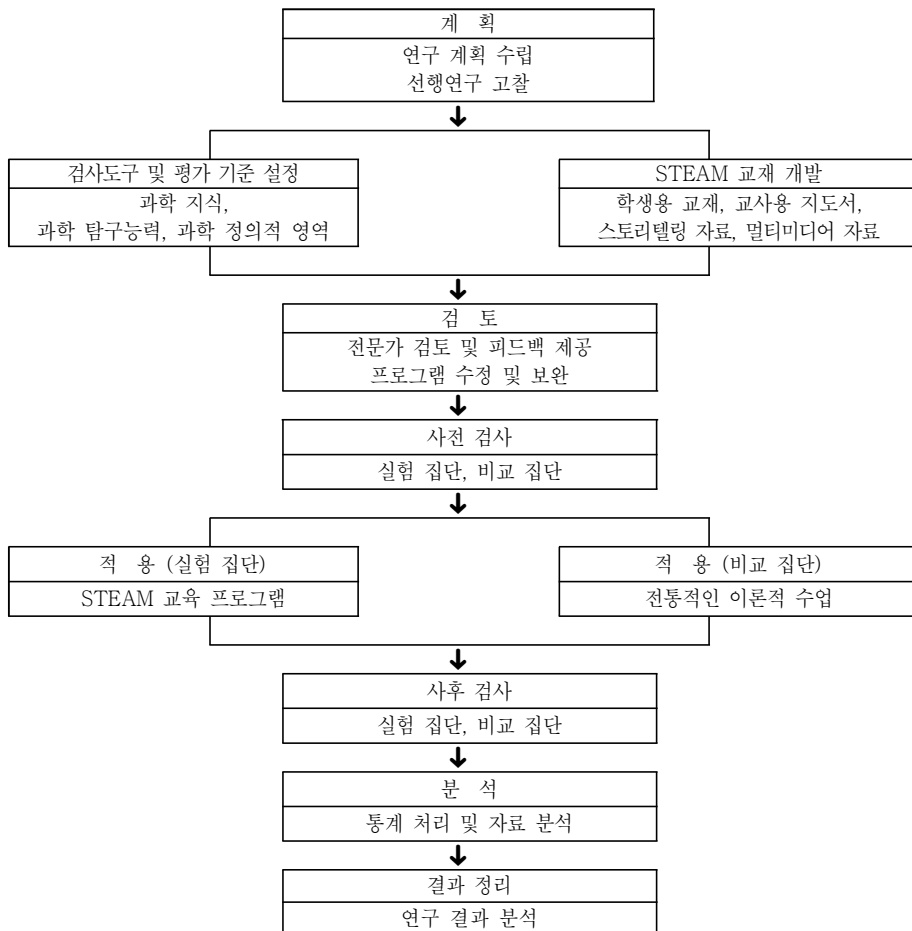


그림 1. 연구 절차

보완하였다. 초등학교 5, 6학년을 대상으로 과학 지식, 과학 탐구 능력, 과학에 대한 정의적 영역에 대한 사전 검사를 실시한 후, 실험 집단에게는 본 연구의 STEAM 프로그램을 투입하고, 비교 집단에게는 일반적인 과학 수업을 적용하였다. 두 집단에 대하여 사후 검사 결과를 분석하였으며, 적용 결과를 토대로 보완할 점을 반영하여 STEAM 프로그램을 재정리하였다.

2. 연구 대상

본 연구의 대상은 J도 J시에 소재한 I초등학교 5학년 35명, O초등학교 5학년 51명, J초등학교 6학년 50명 총 136명(남 67명, 여 69명)으로, STEAM 교재를 활용한 수업을 적용한 실험 집단 69명과 교육과정에 따른 내용을 일반 수업으로 진행한 비교 집단 67명으로 설정하였다.

3. 실험 설계

본 연구는 초등과학 ‘작은 생물의 세계’에 대하여 실험 집단에는 학생용 STEAM 교재, 교사용 STEAM 지도서, 스토리텔링 자료, 멀티미디어 보조 자료로 구성된 10차시 분량의 STEAM 교재를 적용하였으며, 비교 집단은 일반적인 교수 방법을 활용한 과학 수업을 10차시 동안 실시하였다. 학교별로 실험 집단과 비교 집단에 모두 동일한 교사가 수업을 진행하였으며, 각 학교 및 학급의 수업 처치는 3명의 교사가 사전 협의 하에 교수·학습 지도안에 따라 같은 학습 조건 및 유사한 환경을 유지하였다.

4. STEAM 수업 교재 개발

본 연구에서 개발한 ‘작은 생물의 세계’ STEAM 수업을 위한 교재는 초등과학 ‘작은 생물의 세계’ 단원과 연계 지도할 수 있도록 재구성하여 제작하

되, 김진수(2011)의 ‘PDIE 절차모형’에 따라서 준비(Preparation), 개발(Development), 실행(Implementation), 평가(Evaluation)의 4단계를 거쳤다. PDIE 모형은 초·중등학교의 STEAM 교육을 위한 수업 자료 개발에 적합하도록 개발되었고, PDI 모형과 ADDIE 모형의 장점을 통해 구안되었으므로 초등학교 5, 6학년을 대상으로 하는 STEAM 교재 개발 과정으로 활용하였다. 또한 정진수 등(2012)이 제시한 STEAM 교육 체크리스트의 항목을 통해서 ‘작은 생물의 세계’ 단원에 대한 STEAM 수업이 STEAM 교육의 목적, 개념, 학습 준거와 부합하는지 고려하였다. 표 1은 STEAM 교육 체크리스트의 세부 항목을 요약한 것이다.

STEAM 체크리스트에 따라 각 항목을 검토한 결과, 일치하지 않는 항목에 대해서는 지속적으로 프로그램을 수정 및 보완하였고, ‘작은 생물’과 관련된 문제를 해결하기 위해 학생들 스스로 지식을 연결하고, 모듈별로 계획한 산출물을 제작하는 과정에서 다양한 정보를 활용하여 창의적인 아이디어를 실현하는 과정을 체험하도록 하였다.

‘작은 생물의 세계’ 단원에 대한 STEAM 교재는 단원의 내용이 심화됨에 따라 다학문적 통합, 간학문적 통합, 탈학문적 통합의 단계의 순서로 구성되었으며, ‘작은 생물’이라는 대주제 아래 ‘주변의 작은 세상’, ‘작은 생물이 사는 환경’, ‘작은 생물과 인간’의 3개 소주제를 하위로 설정하였다(표 2).

PDIE 모형의 개발 단계에서의 세부 절차에 따라 활동주제, 수업목표, 수업내용을 설계하고, 최종적으로 STEAM 프로그램 내용을 표 2와 같이 선정하였다. ‘작은 생물’을 주제로 하는 과학 교과 중심의 STEAM 수업이지만 과학, 수학, 실과, 국어 등의 학습 내용 중 결합이 가능한 내용으로 구성하였으므로 재구성 후 교육과정에 도입하여 지도할 수 있도록 하였다. STEAM 학습준거틀(백운수 등, 2012)로서 강조되고 있는 문제해결 또는 기술적 설계활동

표 1. STEAM 교육 체크리스트 요소

STEAM 교육 목적	STEAM 교육 개념	STEAM 교육 학습 준거		
		상황 제시	창의적 설계	감성적 체험
융합인재양성	학생 흥미 증진, 실생활 연계, 융합적 사고력 배양	상황 제시, 자연스러운 융합	학생 중심, 아이디어 발현, 자기 문제화, 학습 방법, 과정, 활동 중심, 다양한 산출물, 협력 학습	Hands-on, 성공의 경험, 새로운 도전 요소, 자기 평가

표 2. ‘작은 생물’을 주제로 한 STEAM 교재의 학습 체계

통합유형	소주제	단계	차시	학습 주제	학습 활동의 흐름
다학문적 통합	주변의 작은 세상	도입	1	우리 주변과 작은 생물	<ul style="list-style-type: none"> 작은 생물 알아보기 작은 생물 조사하기
		탐구 ①	2~3	작은 생물의 탐구하기	<ul style="list-style-type: none"> 작은 생물 탐구방법 이해하기 관찰하기 분류하기 숨은 원리 찾아보기
↓					
간학문적 통합	작은 생물이 사는 환경	탐구 ②	4~5	작은 생물의 서식환경	<ul style="list-style-type: none"> 작은 생물이 살아가는 환경의 특징 작은 생물 서식지 고려하기 작은 생물 키우기 생물 및 서식환경 기록하기
↓					
탈학문적 통합	작은 생물과 인간	적용 ①	6	작은 생물과 인간의 관계①	<ul style="list-style-type: none"> 작은 생물과 인간의 관계 인간이 작은 생물의 서식 환경에 미치는 영향
		적용 ②	7	작은 생물과 인간의 관계②	<ul style="list-style-type: none"> 작은 생물의 유익한 점 알기 작은 생물의 유해한 점 알기
	STEAM 산출물 만들기	결과 정리	8~9	학습 개념 정리	<ul style="list-style-type: none"> 작은 생물 특징 정리하기 환경과 생물 관계 정리하기 산출물 제작하기
		발표회	10	STEAM 결과작품 발표회	<ul style="list-style-type: none"> 산출물 공유하기 탐구 보고서 발표하기 탐구 내용 토의하기

을 포함한 창의적 설계 및 학습자의 경험을 통합하는 감성적 체험을 자기 주도적으로 하는 과정을 학습 활동 및 STEAM 교재의 내용 속에 포함시켰다.

표 2에서처럼 ‘작은 생물의 세계’ STEAM 수업을 위한 단원의 통합유형이 다학문적 통합에서 탈학문적 통합으로 점차 학문 또는 교과가 완전히 통합되는 단계로 변화되기 때문에 차시별 STEAM 통합 모형도 연계형, 통합형, 융합형의 순서대로 진행할 수 있게 구성하였다(표 3). 김진수(2012)가 학문 통합 방식에 따라 분류한 STEAM의 유형은 c-STEAM(연계형), i-STEAM(통합형), f-STEAM(융합형)으로 구분할 수 있는데, 1~3차시에서는 과학 교과를 중심으로 도입하는 c-STEAM을 설정하였고, 다양한 교과의 시수 통합으로 지도하거나, 창의적 체험활동 또는 기타 수업에도 적용할 수 있는 i-STEAM은 4~5차시, f-STEAM 수업은 6~10차시에 배당하였다. 또한 각 차시별로 과학(S), 기술(T), 공학(E), 예술(A), 수학(M)의 각 요소에 대한 학습 목표를 제시하였기 때문에 중점을 두어 지도할 성취 기준을 선택하는데 참고할 수 있도록 하였다.

개발한 ‘작은 생물의 세계’ STEAM 교재는 개발 과정에 따른 단계를 항목화하여 제작한 3개 영역 총 35문항에 대한 교수 1인 및 현장 교사 10인의 검토와 피드백을 반영하여 논의를 바탕으로 STEAM

교재를 수정 및 보완하였다.

전체 단원의 관점으로는 주변에서 일어나는 생태계 파괴, 우리 생활에 미치는 영향, 지역 사회 문제와 같이 ‘작은 생물’에 대한 실생활의 문제를 해결할 수 있는 창의적인 아이디어를 구현하도록 하는 과정에서 STEAM이 도입되었다면, 각 차시에서는 ‘작은 생물’과 연관된 다양한 지식과 정보들을 학습내용 및 방법 면에서 수업에 활용할 수 있도록 구성하였다. 구체적인 예시로서 프로그램 중 일부의 차시를 부록에 제시하였다.

연계하여 STEAM 수업에 활용이 가능한 4종의 교재는 모두 ‘작은 생물의 세계’를 주제로 하여 내용이 구성되어 있는데, 학생용 STEAM 교재는 STEAM 수업에서 활용할 수 있도록 하였고, 교사용 STEAM 지도서는 단원 개관, 프로그램의 구성, 목표, 학습 계열, 교과별 학습 연관 요소, 학습 내용, 교수·학습 과정안, 평가 도구, 지도상의 유의점, 답안의 예시, 차시별 개발 의도 등 STEAM 수업 지도시 필요한 내용을 수록하였다. 스토리텔링 교재의 경우, 수업에 참고할 수 있으면서도 학생들이 자유롭게 읽을 수 있는 읽기 자료, 사진 자료, 그림, 만화 등을 STEAM 프로그램의 소주제 순으로 배열하였다. 멀티미디어 자료는 STEAM 수업에서 교사가 활용할 수 있는 다양한 멀티미디어 콘텐츠를 제공하였다.

표 3. STEAM 수업의 차시별 학습 내용

차시	단원	학습 목표	활동 내용	구체적 STEAM 목표	STEAM 통합 모형	STEAM 통합 요소
1	우리 주변에 작은 생물의 세계가 있음을 알 수 있다.	① 작은 생물의 크기 가늠해보기 ② 주변의 작은 생물에 대한 조사계획 세우기 ③ 작은 생물 조사하기	① 현미경 사용방법 알기 ② 탐구 시 유의점 확인하기 ③ 미소 패류 관찰하기 ④ 미소 패류 분류하기 ⑤ 탐구결과에서 알 수 있는 점 정리하기	S 작은 생물을 관찰할 수 있다. T 작은 생물에 대해 조사할 수 있다. E 장비를 조작하는 모습을 살펴볼 수 있다. A 보고서 작성 계획을 세울 수 있다. M 크기를 어림할 수 있다.	c-STEAM	흥미 중심
2~3	작은 생물을 탐구할 수 있다.	① 현미경 사용방법 알기 ② 탐구 시 유의점 확인하기 ③ 미소 패류 관찰하기 ④ 미소 패류 분류하기 ⑤ 탐구결과에서 알 수 있는 점 정리하기	① 현미경 사용방법 알기 ② 탐구 시 유의점 확인하기 ③ 미소 패류 관찰하기 ④ 미소 패류 분류하기 ⑤ 탐구결과에서 알 수 있는 점 정리하기	S 미소 패류를 탐구 할 수 있다. T 현미경을 사용할 수 있다. E 실시간 확대 장비를 활용할 수 있다. A 관찰 내용을 구체적으로 서술할 수 있다. M 작은 생물에 숨은 황금비율을 알 수 있다.	c-STEAM	탐구 중심
4~5	작은 생물의 서식지 환경을 특징을 알고 작은 생물을 키울 수 있다.	① 물에 사는 생물 탐구하기 ② 작은 생물의 서식지와 환경 특징 알기 ③ 곰팡이와 균 배양하기 ④ 탐구일지 작성하기	① 물에 사는 생물 탐구하기 ② 작은 생물의 서식지와 환경 특징 알기 ③ 곰팡이와 균 배양하기 ④ 탐구일지 작성하기	S 생물의 서식지 환경 특징을 알 수 있다. T 서식 환경을 조성할 수 있다. E 서식지 환경 유지에 필요한 방법을 생각할 수 있다. A 그림, 글을 사용하여 탐구일지를 작성할 수 있다. M 조사 대상의 수를 통계표에 기록할 수 있다.	i-STEAM	개념 중심
6	인간이 작은 생물에 미치는 영향을 알 수 있다.	① 미소 패류의 유실사례 확인하기 ② 작은 생물의 생태계 파괴 문제 생각하기 ③ 작은 생물의 소중함 느끼기	① 미소 패류의 유실사례 확인하기 ② 작은 생물의 생태계 파괴 문제 생각하기 ③ 작은 생물의 소중함 느끼기	S 주변의 작은 생물 생태계를 찾을 수 있다. T 복원 방안을 구상할 수 있다. E 실천 방안을 설계할 수 있다. A 인간이 환경에 미치는 영향과 문제점을 확인할 수 있다. M 도표를 해석할 수 있다.	f-STEAM	문제 중심
7	작은 생물이 인간에게 미치는 영향을 알 수 있다.	① 인간에게 유익한 작은 생물의 종류 알기 ② 인간에게 유해한 작은 생물의 종류 알기 ③ 역사상 작은 생물을 활용하는 사례 읽기 ④ 생각 표현하기	① 인간에게 유익한 작은 생물의 종류 알기 ② 인간에게 유해한 작은 생물의 종류 알기 ③ 역사상 작은 생물을 활용하는 사례 읽기 ④ 생각 표현하기	S 인간에게 영향을 주는 작은 생물들을 알 수 있다. T 인간이 작은 생물을 이용하는 기술에 대해 알아볼 수 있다. E 작은 생물과 관련된 첨단 기술과 과학 내용을 파악할 수 있다. A 역사적 사건에서 교훈을 얻을 수 있다. M 관찰 사실을 수량으로 표현할 수 있다.	f-STEAM	주제 중심
8~9	작은 생태계를 표현할 수 있다.	① 작은 생물에 미치는 인간의 악영향을 줄일 수 있는 방법 연구하기 ② 유익한 작은 생물을 친환경적으로 활용할 방안 찾아보기 ③ 작은 생물 생태계 프로젝트	① 작은 생물에 미치는 인간의 악영향을 줄일 수 있는 방법 연구하기 ② 유익한 작은 생물을 친환경적으로 활용할 방안 찾아보기 ③ 작은 생물 생태계 프로젝트	S 작은 생물의 생태계를 이해할 수 있다. T 문제를 해결할 방법을 설계할 수 있다. E 창의적으로 융합 산출물을 만들 수 있다. A 작은 생물과 관련된 사회 문제를 이해할 수 있다. M 근거자료를 도표를 활용해서 정리할 수 있다.	f-STEAM	활동 중심
10	작은 생물에 대한 생각을 공유할 수 있다.	① 전시회 및 발표회 열기 ② 작은 생물 생태계 프로젝트 발표하기 ③ 발표 내용에 대해 토의하기	① 전시회 및 발표회 열기 ② 작은 생물 생태계 프로젝트 발표하기 ③ 발표 내용에 대해 토의하기	S 과학 개념을 정리할 수 있다. T 목적에 맞는 기술을 활용해 발표할 수 있다. E 컴퓨터를 다룰 수 있다. A 다양한 분야를 융합하여 효과적으로 발표할 수 있다. M 연관된 수학 원리를 정리할 수 있다.	f-STEAM	주제 중심
		학습 활동 수	25			

5. 검사 도구

1) ‘작은 생물’에 대한 과학 지식 검사지

본 연구에서 사용한 과학 지식 검사지는 ‘작은 생물의 세계’ 학습 내용을 토대로 개념 요소를 추출하고 지식 문항을 구성하여, 생물학전공 교수 1인, 박사과정 2인, 현직 교사 11인에게 타당도를 검증 받아 개발된 지식 검사 도구를 사용하였다. 검사지는 객관식 23문항으로서, ‘작은 생물의 분류’, ‘작은 생물의 생김새와 사는 환경’, ‘작은 생물의 특징’, ‘작은 생물과 인간과의 관계’ 4개의 영역으로 구분하였다(표 4). 검사 문항은 학생 응답에 대한 정답과 오답 여부에 따라서 ‘정답’ 1점, ‘오답’ 0점으로 처리하여 분석하였다.

2) 과학 탐구능력 검사지

과학 탐구능력을 알아보는 검사지는 송경혜 등(2004)이 초등학교 고학년을 대상으로 개발한 검사 도구를 사용하였다. 전체 30개 문항이며, SAPA 교육과정과 제7차 과학과 교육과정의 과학 탐구과정 요소를 바탕으로 관찰, 분류, 측정, 예상, 추리, 문제인식, 변인통제, 자료해석, 결론도출, 실험설계의 10가지 하위 요소로 구성되어 있다. 검사 도구에 대한 타당도 91.6%, 신뢰도 지수 Cronbach α 값 0.79, 객관도 93.3%, 변별도 지수 0.30, 난이도 평균은 66.1%이었다. 객관식 문항으로 정답은 ‘1점’, 오답은 ‘0점’을 부여하여 통계처리 하였다.

3) 과학에 대한 정의적 영역 검사지

과학에 대한 정의적 영역 검사지는 TIMSS의 수

학, 과학에 대한 정의적 영역을 측정할 문항지 중, 2007년 한국교육과정평가원에서 번역하고 구성된 내용을 사용한 김진영(2012)의 검사지를 활용하였다. 검사 문항은 개인이 과학을 학습하는데 느끼는 자신감, 즐거움, 가치를 평가할 수 있는 12문항으로 구성되며, ‘보통이다’를 제외한 4단계의 Likert 척도에 의하여 ‘매우 그렇다’에는 ‘1점’을, ‘매우 그렇지 않다’에는 ‘0.25점’을 부여하여 분석하였다. 단, 부정 문항에 대해서는 역으로 점수를 산출하였다.

4) 만족도 조사 검사지

학생들이 STEAM 수업을 통해서 어떻게 느끼고 배웠는가에 대한 만족도를 조사하기 위하여 객관식 13문항, 서술형 2문항의 수업 평가 문항을 STEAM 수업을 받은 실험 집단만을 대상으로 투입하였다. 만족도 조사를 위한 15문항은 STEAM 수업 적용 후 학생 만족도를 조사하였던 연구(김학진, 2012; 문찬원, 2012; 박소정, 2012; 배협, 2012; 석현희, 2012)의 수업 만족도 검사 문항 중 본 프로그램과 관련 있는 문항을 선별하고, 초등학생들의 수준에 맞도록 편집한 것을 사용하였다. 객관식 문항은 5단계의 Likert 척도에 따라 응답한 학생 수 및 실험 집단 전체 학생 수에 대한 백분율로 결과를 나타내었고, 주관식 문항에 대한 응답은 중복된 응답 내용을 제외한 모든 응답을 정리하였다.

6. 결과 처리 및 분석

STEAM 수업을 적용한 결과, 실험 집단과 비교 집단의 평균 차이가 통계적으로 유의한지 알아보기 위해 IBM SPSS statistics 21.0을 이용하여 분석하였

표 4. ‘작은 생물’에 대한 과학 지식 검사지의 문항 구성

하위 영역	문항 내용	문항수
작은 생물의 분류	물에 사는 작은 생물의 분류	1
	땅에 사는 작은 생물의 분류	1
작은 생물의 생김새와 사는 환경	물에 사는 작은 생물의 생김새와 환경의 관계	5
	땅에 사는 작은 생물의 생김새와 환경의 관계	4
작은 생물의 특징	물에 사는 작은 생물의 특징	3
	땅에 사는 작은 생물의 특징	3
	물과 땅에 사는 작은 생물의 특징	1
작은 생물과 인간과의 관계	우리 생활과의 관계	2
	건강과의 관계	3
계		23

다. 두 집단이 동질적인지 알아보기 위하여 과학 지식, 과학 탐구능력, 과학에 대한 정의적 영역의 사전 검사를 *t*-검정 하였으며, 동질 집단으로 밝혀진 실험 집단과 비교 집단의 사후 검사 결과를 각각의 요인마다 전체, 문항별, 하위 영역별로 *t*-검정을 통해 통계 분석하였다.

III. 연구 결과 및 논의

1. STEAM 교육이 과학 지식에 미치는 영향

STEAM 교육을 적용한 ‘작은 생물의 세계’ 단일 수업이 과학 지식에 미치는 영향을 알아보기 위해 실험 집단과 비교 집단의 과학 지식 검사 문항에 대한 *t*-검정 결과는 표 5와 같다. 사전 검사 결과에서 두 집단은 동질 집단으로서 뚜렷한 차이가 없었으나, 사후 검사에서는 통계적으로 유의한 차($p<.05$)가 있는 것으로 보아 STEAM 수업이 과학 지식 향상에 효과가 있는 것으로 나타났다. 통합교육이 지식 향상에 효과가 있다는 점에서 STEM 통합교육 기반의 로봇교육 모형 및 프로그램이 일반적인 분

과형 교육보다 과학 학업성취도에서 유의한 향상을 나타내었다는 송정범과 이태욱(2011)의 연구 결과와도 일치하였다. 본 연구와 달리 서주희(2012)의 연구에서는 융합인재교육으로 재구성한 과학 수업이 과학적 내용지식 형성에 영향을 미치지 못하였는데, 그 원인으로서 다른 교과와 융합되어 있어 과학적 내용 지식이 드러나지 못했으며, 단기간의 교육 때문이라고 하였다. 하지만 성취욕이 높고 개방적이며, 발산적인 사고를 촉진하는 학습 방식을 선호하는 학생들의 경우 같은 수업 방식에도 불구하고 융합 교육의 효과가 높았으므로 STEAM 수업을 운영할 때는 지식적인 면이 향상될 수 있도록 학생들의 특성을 배려하여 지도해야 할 것이다.

‘작은 생물’에 대한 과학 지식의 하위 영역별 검사 결과, ‘작은 생물의 특징’ 영역에서 사전 검사에서는 더 낮은 평균 점수를 보였던 실험 집단이 사후 검사에서는 통계적으로 유의한 상승효과를 보였다($p<.05$). 나머지 하위 영역에서 STEAM 수업 처치의 효과가 나타나지 않은 까닭은 비교 집단에게 실시한 일반적인 과학 수업을 통해서도 ‘작은

표 5. 과학 지식 검사 결과

구분	처치	집단	M	S.D.	<i>t</i>	<i>p</i>
전체	과학 지식	실험 집단	6.762	10.486	.901	.368
		비교 집단	6.440	10.327		
	사후	실험 집단	7.291	10.704	2.278	.023*
		비교 집단	6.440	10.327		
작은 생물의 분류	사전	실험 집단	1.044	1.003	-.011	.991
		비교 집단	1.044	1.003		
	사후	실험 집단	1.072	1.001	-.264	.792
		비교 집단	1.104	0.998		
작은 생물의 생김새와 사는 환경	사전	실험 집단	3.555	4.402	1.981	.048*
		비교 집단	3.060	4.267		
	사후	실험 집단	3.519	4.396	1.560	.119
		비교 집단	3.132	4.291		
작은 생물의 특징	사전	실험 집단	1.680	2.993	-.333	.739
		비교 집단	1.743	3.032		
	사후	실험 집단	2.002	3.165	2.112	.035*
		비교 집단	1.582	2.931		
작은 생물과 인간과의 관계	사전	실험 집단	0.495	1.493	-.752	.453
		비교 집단	0.580	1.606		
	사후	실험 집단	0.695	1.733	.646	.518
		비교 집단	0.610	1.641		

* $p<.05$

생물’에 대한 지식이 습득되었기 때문에 유의한 차이를 보이지 않은 것으로 보인다. ‘작은 생물의 분류’, ‘작은 생물의 생김새와 환경’, ‘작은 생물과 인간과의 관계’ 하위 영역에서는 사후 검사 결과, 비록 유의한 차이는 없었으나, STEAM 수업이 일반적 수업에 비해 과학 지식 면에서 학습 효과가 뒤떨어지지 않으므로 대체할 수 있다는 가능성을 확인할 수 있었다.

본 연구의 ‘작은 생물의 세계’ STEAM 교재에 수록된 생물의 종류는 초파리, 미소 패류, 곰팡이, 균, 플라나리아, 이끼, 지렁이 등이며, 이 중에서 학생들이 수업을 통하여 직접적인 탐구를 한 경험이 있는 생물은 미소 패류(1~3차시), 곰팡이(4~5, 7차시), 균(4~5, 7차시), 플라나리아(4~5차시)였다. 다양한 학습 소재들을 학생들이 직접 접하는 일이 과학 지식의 형성에 큰 영향을 미친다고 볼 수 있으며, 이는 최도성 등(2000)이 생물 재료 준비의 문제 등으로 인한 ‘작은 생물’ 지도의 실태를 지적한 연구에서 시사하는 바와 유사하다. 본 STEAM 수업에서 지렁이는 실물 자료로 직접 활용되지 않았으나, STEAM 교재에 수록된 관련 스토리텔링 및 우리 생활에 미치는 유의한 점을 학습하면서 과학적인 지식을 자연스럽게 체득하게 되어 이기보다 상대적으로 이해 수준이 높게 결과가 나왔다.

2. STEAM 교육이 과학 탐구능력에 미치는 영향

과학 탐구능력은 STEAM 수업의 적용 결과, 유

의한 차이는 없었으나, 사후 검사에서 실험 집단의 평균이 비교 집단의 평균보다 다소 높았다(표 6).

과학 탐구능력에서 유의한 효과가 나타나지 않은 이유로는 10차시의 프로그램을 적용한 기간이 짧아서 과학 탐구능력을 향상시키기에는 한계가 있었기 때문으로 생각된다. 이는 STEAM 수업 적용 결과, 과학 탐구능력이 비교적 단기간에 상승하지 않았다는 박성진(2012)의 연구와도 일치하였다. 반면에 STEAM 활동을 통해 기초탐구능력에서 긍정적인 효과를 나타낸 채희인(2013)의 연구 결과와는 차이가 있었는데, 그 연구에서는 특정 주제에 심화된 접근을 한 반면, 본 연구의 프로그램은 교육과정의 재구성의 측면에서 개발하였기 때문이라고 생각한다. 그리고 한국, 영국, 미국의 초등학교 융합 과학교육 프로그램을 비교한 이상훈(2013)의 연구에 따르면 한국의 STEAM 교육 활동이 기초탐구 활동에 집중되고 있다고 조사된 바, STEAM 교육에서 좀 더 높은 수준의 과학교육 활동을 구성할 필요가 있다고 하였다. 본 연구에서의 ‘작은 생물의 세계’ 단원에 대한 STEAM 교육 역시 통합 탐구 기능보다 기초 탐구 기능이 많이 구성된 경향이 있어, 과학 탐구능력의 향상을 위해서는 심도 있는 과학 교육 활동을 포함한 STEAM 프로그램의 보완이 필요할 것이다.

기초 탐구 능력(관찰, 분류, 측정, 예상, 추리)과 통합 탐구 능력(문제인식, 변인통제, 자료해석, 결론도출, 실험설계)으로 나누어 분석한 결과에서도 효과가 나타나지 않았다. 비록 ‘작은 생물의 세계’

표 6. 과학 탐구능력 검사 결과

구분	처치	집단	M	S.D.	t	p
전체 과학 탐구력	사전	실험 집단	16.500	14.940	-.404	.686
		비교 집단	16.500	14.910		
	사후	실험 집단	16.200	14.940	1.660	.097
		비교 집단	15.600	14.940		
기초 탐구 능력 (관찰, 분류, 측정, 예상, 추리)	사전	실험 집단	8.100	7.485	.712	.477
		비교 집단	7.800	7.500		
	사후	실험 집단	8.100	7.485	.704	.482
		비교 집단	7.800	7.500		
통합 탐구 능력 (문제인식, 변인통제, 자료해석, 결론도출, 실험설계)	사전	실험 집단	8.400	7.455	-1.293	.196
		비교 집단	8.700	7.395		
	사후	실험 집단	8.250	7.455	1.644	.100
		비교 집단	7.800	7.500		

단원에 대한 STEAM 수업이 과학 탐구능력 향상에 효과를 보이지는 못했지만, STEAM 교수·학습 과정에서 과학 지식과 과학의 과정을 동시에 다루면서 다양한 관찰을 통해 많은 사실을 수집하는 기회를 충분히 제공해야 한다(이효녕 등, 2013)는 시사점을 얻을 수 있었다.

3. STEAM 교육이 과학에 대한 정의적 영역에 미치는 영향

‘작은 생물의 세계’ 단원에 대한 STEAM 교육을 적용한 수업이 정의적 영역에 미치는 영향을 분석한 결과는 표 7과 같다. 실험 집단과 비교 집단은 사전 검사에서는 차이가 없었는데, 사후 검사 결과에서는 실험 집단이 비교 집단보다 유의하게 향상되었다($p<.01$). 이는 STEAM 프로그램을 활용한 수업이 정의적 영역에서 매우 효과가 있었음을 의미한다.

이러한 결과는 태도의 형성과 같은 정의적 영역은 단기간에 효과를 나타낼 수 없다는 이용섭과 홍순원(2011)의 연구와는 상반되는 결과였다. 김권숙(2012)은 영재 학생들을 대상으로 과학기반 STEAM 프로그램을 적용하였는데, 과학적 태도가 비교반 학생들에 비해 향상되었으나, 통계적으로 유의한 수준

에는 도달하지 못하였는데, 태도가 단기간의 변화를 보기 어렵다고 하였다.

그러나 본 연구에서는 10차시 분량의 STEAM 수업 기간에도 불구하고, STEAM 수업이 학생들의 과학에 대한 흥미를 느끼게 하는 유용한 방법이 될 수 있다는 점을 시사한다. 이는 융합인재교육을 적용한 과학 수업이 학생들의 흥미에 긍정적인 영향을 미쳤다는 박혜원과 신영준(2012)의 연구와도 일치하였다. Laird 등(2011)의 연구에서도 STEM 학습자가 non-STEM 학습자보다 통합적이고 반성적인 학습에 대하여 향상되었는데, 융합수업에서의 활동적이고 협력적인 학습 방법은 학습자들로 하여금 성취감을 형성시키는데 적절한 것으로 보인다.

정의적 영역에 대한 하위 영역별 분석 결과를 보면, 실험 집단은 비교 집단에 비해 하위 영역 중에 ‘자신감’($p<.05$)과 ‘즐거움’($p<.01$)이 유의한 차이로 향상되었다. ‘가치’에 대한 검사는 사전, 사후 검사를 통틀어서 세 개의 하위 영역에서 가장 높은 수치를 나타냈기 때문에 큰 폭으로 상승하는데 한계가 있었던 것으로 생각된다.

오정철 등(2012)의 연구에서도 STEAM 교육 프로그램을 적용한 결과, 과학과 관련된 정의적 영역의 인식 및 흥미 부분에서 긍정적으로 향상되었다

표 7. 과학 정의적 영역 검사 결과

구분	척도	집단	M	S.D.	t	p			
전체	과학 태도	사전	실험 집단 8.454	2.659	-.140	.889			
		비교 집단	8.470	2.244					
	사후	실험 집단	8.897	2.416	3.300	.001**			
		비교 집단	8.524	2.300					
영역	자신감	사전	실험 집단 2.554	0.902	.245	.807			
		비교 집단	2.547	0.760					
		사후	실험 집단	2.746			0.796	2.472	.014*
			비교 집단	2.587			0.760		
	즐거움	사전	실험 집단 2.814	0.889	-.980	.327			
		비교 집단	2.880	0.722					
사후		실험 집단	3.028	0.766			2.944	.003**	
		비교 집단	2.843	0.749					
가치	사전	실험 집단 3.086	0.785	.536	.592				
		비교 집단	3.053			0.667			
	사후	실험 집단	3.122			0.808	.477	.655	
		비교 집단	3.093			0.707			

* $p<.05$, ** $p<.01$

고 하였다. 또한 황광석(2013)도 STEAM 수업이 학생들의 과학에 대한 정의적 영역에 긍정적인 영향을 미쳤다고 하였다. 생명과학 중심의 STEAM 교육 프로그램이 고등학생의 정의적 영역이 상승에 효과를 미치기도 하였는데(김진영, 2012), 본 연구는 초등학생을 대상으로 적용하여 유사한 결과를 얻었으므로 생물 교육에서의 STEAM 교육은 학교급을 초월하여 정의적인 영역에서 효과적인 접근 방식으로 제안할 수 있다.

4. STEAM 교육에 대한 만족도 조사 결과

STEAM 수업을 받은 실험 집단 학생들의 수업 후 만족도 조사 결과는 표 8과 같다.

‘작은 생물의 세계’ 단원에 대한 STEAM 수업을 받은 학생들은 전반적으로 STEAM 수업에 대한 만

족감을 보였으며, 통합교육의 수업 형태에 대해서도 긍정적인 반응을 보였다. 이는 STEAM 프로그램에 대해 긍정적인 인식을 갖게 되었고, 수업에 대한 만족도가 높았다는 김권숙(2012)의 연구와도 일치하였다. 배협(2012)의 STEAM 수업 적용 결과에서도 발명수업에 대한 학생들의 만족도 결과가 높은 것으로 보아, 학생들은 STEAM 수업에 대하여 긍정적으로 평가하고 있음을 알 수 있다.

STEAM 수업에 대한 학생들의 정성적인 응답은 표 9와 같다. 학생들은 ‘작은 생물의 세계’ STEAM 수업을 통해서 다양한 경험 및 체험 활동을 함으로써 학습 주제에 대해 보다 깊게 알게 되었다고 응답하였으며, 과학 교과에 흥미를 느끼게 되었다고 하였다. 이영은(2012)도 학생들에게 융합인재교육 프로그램을 적용한 수업 방식이 자기 주도적이고

표 8. STEAM 수업에 대한 만족도 조사 결과

단위: 명(%)

번호	평가항목	매우 그렇다	그렇다	보통 이다	그렇지 않다	매우 그렇지 않다
1	작은 생물에 대한 통합교육활동 수업에 대하여 전반적으로 만족한다.	31 (44.9)	31 (44.9)	7 (10.1)	0 (0)	0 (0)
2	통합교육활동 후 작은 생물에 대한 관심과 흥미가 더 높아졌다.	25 (36.2)	26 (37.7)	17 (24.6)	1 (1.4)	0 (0)
3	이번 통합교육활동을 통해서 과학 교과가 더 좋아졌다.	30 (43.5)	17 (24.6)	19 (27.5)	3 (4.3)	0 (0)
4	과학 교과에서 강의식 수업보다 통합교육활동과 같은 체험활동이 더 학습효과가 크다고 생각한다.	30 (43.5)	23 (33.3)	16 (23.2)	0 (0)	0 (0)
5	이번 프로젝트의 난이도는 초등학교 고학년 수준에서 적당하였다.	24 (34.8)	29 (42.0)	12 (17.4)	4 (5.8)	0 (0)
6	통합교육활동과 관련하여 과제의 분량은 적당하였다.	22 (31.9)	31 (44.9)	16 (23.2)	0 (0)	0 (0)
7	이번 통합교육활동은 문제해결력을 신장시키는데 도움이 되었다.	24 (34.8)	30 (43.5)	15 (21.7)	0 (0)	0 (0)
8	통합교육활동에 대한 평가 기준은 공정하였다.	27 (39.1)	29 (42.0)	13 (18.8)	0 (0)	0 (0)
9	과제 해결을 위한 선생님의 안내는 충분했다.	39 (56.5)	22 (31.9)	7 (10.1)	1 (1.4)	0 (0)
10	선생님이 지도할 때 사용하신 자료는 다양하고 흥미로웠다.	39 (56.5)	21 (30.4)	8 (11.6)	1 (1.4)	0 (0)
11	실생활에서는 과학, 기술, 공학, 예술, 수학이 통합되어 적용되어 있다는 것을 알았다.	28 (40.6)	23 (33.3)	16 (23.2)	2 (2.9)	0 (0)
12	다른 수업에서도 통합교육형태로 수업을 했으면 좋겠다.	31 (44.9)	19 (27.5)	18 (26.1)	1 (1.4)	0 (0)
13	통합교육활동 후 ‘나도 할 수 있다’는 자신감이 생기고 뿌듯함을 느꼈다.	23 (33.3)	28 (40.6)	17 (24.6)	1 (1.4)	0 (0)
	평균	28.7 (41.6)	25.3 (36.7)	13.9 (20.2)	1.1 (1.5)	0 (0.0)

표 9. STEAM 수업에 대한 학생 만족도 정성적 조사 결과

번호	평가항목	응답 내용
14	통합교육수업이 기존의 수업과 비교하였을 때 다른 점은 무엇이라고 생각합니까?	지식 <ul style="list-style-type: none"> - 여러 가지 수업을 한꺼번에 배울 수 있다. - 교과서보다 더 자세하게 하니 너무 좋았다. - 더 이해가 잘 된다. - 더 꼼꼼했다고 생각한다. - 기존 수업은 설명만 들었는데 통합교육은 직접해 보니 이해가 잘 된다. - 수업하는 방식이 다르다.
		긍정적 측면 <ul style="list-style-type: none"> - 직접 보고 만지고 만들면서 느낌으로 공부할 수 있다. - 체험을 많이 할 수 있다. - 더 신기하거나 다양한 실험을 많이 했다. - 주제에 알맞은 생물을 볼 수 있어서 좋다. - 활동을 많이 하였다. - 한 가지에 관하여 자세한 탐구 활동을 하게 되었다. - 모둠 활동으로 만들기를 하였다. - 직접 수집을 해보고 관찰하는 것이다. - 교과서로만 공부하지 않고 직접 체험하고 느껴서 신기하고 재미있었다.
		정의 <ul style="list-style-type: none"> - 과학보다 더 좋은 것 같다. - 재미있다. - 어려운 내용에 도전하는 것이다. - 더 특별한 수업처럼 느껴진다. - 지겹지 않았다. - 선생님이 학생을 위해 더 노력하시는 것 같다. - 실험을 하면서 나도 할 수 있다는 생각이 들었다. - 기존의 수업보다 통합교육 수업이 더 자세하고 재미있다.
		부정적 측면 <ul style="list-style-type: none"> - 조금 어렵다. - 과제가 더 많다. - 모르겠다.
15	통합교육수업이 작은 생물을 이해 하는데 어떤 점이 도움이 되었습니까?	<ul style="list-style-type: none"> - 작은 생물의 종류를 많이 알게 되었다. - 작은 생물의 구체적 특성, 생김새, 특징, 서식지, 먹이 등 더 다양한 것을 알게 되었다. - 미소 패류도 관찰해 보니 작은 생물에 대해 훨씬 이해가 잘 되었다. - 자세히 알게 되었다. - 많이 알게 되었다. - 새로운 것을 알게 되었다. - 능력을 향상시킨 것 같다. - 직접 작은 생물을 현미경으로 보니 신기하였다. - 현미경을 사용하여 작은 생물의 모양, 색깔, 움직임을 알 수 있었다. - 과학기구를 사용한 체험활동이 도움이 되었다. - 과학에 대한 실험을 해서 좋았다. - 실제로 작은 생물을 관찰하여 재미있었다. - 직접 곰팡이, 세균, 플라나리아를 키우고 관찰하며 일지를 써보니 강의식 수업보다 재미있었다. - 사진으로만 보았었던 작은 생물을 실제로 보니까 흥미가 생기고 과학도 좋아졌다. - 작은 생물이 소중한다는 것을 알게 되었다. - 교재에 그림이 자세히 나왔다. - 더 자세한 설명과 여러 용어들이 도움이 되었다. - 더 쉽게 공부할 수 있다. - 창의성이 늘어난 것 같다. - 과학에 흥미를 갖게 되었다.

도전 과제를 해결하거나 제작하는 활동을 함께 경험할 수 있어서 학습 효과가 있었다고 하였다.

IV. 결론 및 제언

본 연구는 초등과학 ‘작은 생물의 세계’ 단원에 대한 교사용 STEAM 지도서, 학생용 STEAM 교재,

스토리텔링 자료, 멀티미디어 자료를 개발하고 적용하여 STEAM 수업이 초등학생들의 과학 지식, 과학 탐구능력, 과학에 대한 정의적 영역에 미치는 영향을 알아보았다. 초등학생 5, 6학년 136명을 대상으로 적용한 결론은 다음과 같다.

첫째, ‘작은 생물의 세계’ STEAM 수업은 초등학생들의 과학 지식 향상에 효과적이었다. 이를 통하

여 학생들이 직접 작은 생물을 관찰하는 경험이 무엇보다도 중요함을 알 수 있었고, 채집할 여건이 되지 않는 경우에는 학생들에게 작은 생물 이야기 및 우리 생활과의 관계 등 대체할 수 있는 STEAM 요소를 찾는다면 학습의 효과를 기대할 수 있을 것이다. 특히 학생들의 창의적인 아이디어를 실현하고 체험하는 과정에서 자기 주도적으로 관련된 지식을 습득할 때 더 효과적으로 학습할 수 있다는 점은 STEAM 수업 지도에 시사하는 바가 크다.

둘째, 실험 집단은 비교 집단보다 과학 탐구능력에서 사후 검사 평균이 다소 높았으나, 유의한 수준은 아니었다. 이러한 점을 보완하기 위해서는 STEAM 수업에서 기초탐구기능뿐만 아니라, 통합탐구기능의 비중도 높게 구성하면 탐구능력 향상에도 도움을 줄 수 있을 것이다. 또한 과학의 지식과 탐구과정을 통합하여 학생들에게 과학적 사실을 수집할 기회를 충분히 주어 탐구능력을 체득하게 한다면 문제해결과정에서 지식과 정보를 활용하는 능력을 향상시킬 수 있을 것이다.

셋째, 본 연구의 STEAM 수업은 과학에 대한 정의적 영역의 향상에 효과적이었다. 과학에 대한 정의적 영역의 하위 영역 중에 자신감 및 즐거움에서 높은 향상을 나타낸 결과는 STEAM 수업이 과학 학습에의 흥미를 신장시킬 수 있는 유용한 방식임을 입증하였다. 다양한 활동을 경험하게 하고, 동료와의 협력적인 과제를 적극 도입한 학습 방법은 학습자들의 성취감을 형성하고 긍정적인 인식을 심어주는데 매우 효과적이어서, STEAM 교육 자료의 개발 방향에 대한 시사점을 제공할 수 있을 것이다.

만족도 조사 결과, 학생들은 STEAM 수업에 대해 긍정적인 평가를 내렸다. STEAM 수업에서의 도전적인 과제를 해결하는 과정을 통해서 즐겁게 학습할 뿐만 아니라, 학습의 효과도 얻을 수 있었다. STEAM 교육을 통해서 창의성을 촉진하는 효과적인 수업이 이루어질 수 있도록 고려해야 할 것이다.

본 연구를 통해서 초등학생들이 과학 지식 및 탐구능력을 습득하는 동시에 학습에 자신감과 즐거움, 흥미를 갖도록 하는 다양한 STEAM 프로그램을 위한 자료 개발 및 보급이 꾸준히 이루어질 필요가 있다. 학교 현장에서 실제로 적용하는데 무리가 없도록 개발되어야 STEAM 교육의 도입이 의미가 있으며, 학교에서 어떤 방식으로 STEAM을 투입할 것인지에 대한 대안이 제시되어야 한다.

STEAM 수업을 할 때는 학생들에게 도전 가능한 과업을 통해 알아가는 과정의 즐거움 깨닫게 하는 일이 중요하므로, 창의적으로 문제를 해결할 수 있는 경험을 충분히 제공할 수 있도록 구성하는 것이 바람직하다. 그리고 STEAM 수업에서 지식적인 측면을 향상시키려면 학생들의 특성을 배려하여 지도해야 하며, 학생 스스로 의미 있는 일을 수행하도록 하는 교육이 제공되어야 한다.

또한 STEAM 교육 지도 역량을 갖춘 교사를 양성하기 위해서 실적 중심의 연수가 아니라, 요구에 부응하는 실질적으로 유용한 연수가 실시되어야 한다.

참고문헌

- 권난주, 안재홍(2012). 융합 및 통합 과학교육 관련 국내 연구 동향 분석. 한국과학교육학회지, 32(2), 265-278.
- 김권숙(2012). 과학기반 STEAM 프로그램이 초등 영재 학생들의 창의적 문제해결력과 과학적 태도에 미치는 영향. 경인교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 김우진(2012). 초등 수학영재의 창의성 신장을 위한 STEAM 프로그램 개발 및 적용: 4D-Frame 교수활동을 중심으로. 한국교원대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 김정아, 김병수, 이지현, 김종훈 (2011). 융합형 인재 양성을 위한 IT 기반 STEAM 교수·학습 방안 연구. 한국수산해양교육연구, 23(3), 445-460.
- 김진수(2011). STEAM 교육론. 양서원.
- 김진영(2012). 생명과학 중심의 STEAM 교육 프로그램이 고등학생의 과학에 대한 정의적 영역과 창의성에 미치는 영향. 한국교원대학교 대학원 석사학위논문.
- 김학진(2012). 중학교 기술·가정 교과와 ‘뮤직 로봇’ 만들기 STEAM 수업자료 개발. 한국교원대학교 대학원 석사학위논문.
- 나상훈(2013). 국내의 초등학교 융합 과학교육 프로그램 탐색: 한국, 영국, 미국을 중심으로. 경인교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 문대영(2009). 초등학생의 공학에 대한 태도 및 공학 문제 해결에 대한 사례 연구: STEM 통합 접근 교육 프로그램 적용을 통해. 한국실과교육학회지, 22(4), 51-66.
- 문찬원(2012). 특성화고등학교에서 ‘지게차 모형’ 만들기의 창의적 STEAM 수업자료 개발. 한국교원대학교 대학원 석사학위논문.
- 박성진(2012). 융합인재교육(STEAM)을 적용한 초등 과학 수업이 과학 학습 동기, 흥미 및 과학적 탐구 능력에 미치는 영향. 부산교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 박소정(2012). 기술·가정과 “전자 기계 기술” 단원에서 오토마타 만들기의 STEAM 수업자료 개발. 한국교원

- 대학교 대학원 석사학위논문.
- 박혜원, 신영준(2012). 융합인재교육(STEAM)을 적용한 과학수업이 자기효능감, 흥미 및 과학 태도에 미치는 영향. *생물교육*, 40(1), 132-146.
- 배협(2012). 중학교 발명수업에서 롤링볼 만들기의 STEAM 수업자료 개발. 한국교원대학교 대학원 석사학위논문.
- 백운수, 김영민, 노석구, 박현주, 이주연, 정진수, 최유현, 한혜숙, 최종현(2012). 융합인재교육(STEAM) 실행방향 정립을 위한 기초연구. 한국과학창의재단 연구보고서.
- 백운수, 박현주, 김영민, 노석구, 박종윤, 이주연, 정진수, 최유현, 한혜숙(2011). 우리나라 STEAM 교육의 방향. *학습자중심교과교육연구*, 11(4), 149-171.
- 서주희(2012). 초등학교 저학년을 대상으로 한 융합인재교육(STEAM) 프로그램 개발 및 적용 효과. *경인교육대학교 교육대학원 석사학위논문*.
- 석현희(2012). 기술·가정과 '전통기술의 이해' 단원에서 STEAM 수업자료 개발. 한국교원대학교 대학원 석사학위논문.
- 성의석, 나승일(2012). 통합적 STEM 교육이 일반고등학교 학생의 과학 및 기술교과 자기효능감과 공학 태도에 미치는 효과. *한국기술교육학회지*, 12(1), 255-274.
- 송경혜, 이항로, 임청환(2004). 초등학교 고학년 학생의 과학 탐구능력 측정을 위한 평가 도구 개발. *한국과학교육학회지*, 24(6), 1245-1255.
- 송정범, 이태욱(2011). 교육용 로봇을 활용한 STEM 통합교육이 학업성취, 교과태도에 미치는 효과. *정보교육학회지*, 15(3), 11-22.
- 신영준, 한선관(2011). 초등학교 교사들의 융합인재교육(STEAM)에 대한 인식 연구. *초등과학교육*, 30(4), 514-523.
- 오정철, 이지훤, 김정아, 김종훈(2012). 스크래치를 활용한 STEAM 기반 교육 프로그램 개발 및 적용 -초등학교 6학년 과학교과를 중심으로-. *한국컴퓨터교육학회지*, 15(3), 11-23.
- 이미경(2007). PISA 2006 결과 분석 연구-과학적 소양, 읽기 소양, 수학적 소양 수준 및 배경 변인 분석-. 연구보고 PRE 2007-1, 한국교육과정평가원.
- 이성희(2012). STEAM 기반 환경교육 프로그램이 초등학생의 환경 소양에 미치는 영향. *환경교육*, 25(1), 66-76.
- 이영은(2012). 창의적 설계와 과학 탐구 기반의 융합인재교육 프로그램이 중학생의 흥미, 자기효능감 및 진로 선택에 미치는 효과. *경북대학교 대학원 석사학위논문*.
- 이용섭, 홍순원(2011). STSE 프로그램을 활용한 수업이 환경친화적 태도 및 학습 동기에 미치는 효과. *초등과학교육*, 30(2), 141-151.
- 이진아(2012). STEAM(융합인재교육) 중심의 초등영재교육 프로그램 개발. 서울교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 이효녕, 권혁수, 김미랑, 김용기, 남정철, 박경숙, 박병열, 서보현, 손동일, 오영재, 오희진, 이성수, 이영은, 전재돈, 정현일, 조현준, 한인기(2013). 과학탐구와 창의적 설계 기반의 STEM/STEAM 교육의 이해와 적용. (주)복스힐.
- 장근주, 유정은(2009). 통합교과적 접근에 의한 현대음악 학습 지도연구 -바르톡의 연가곡 '시골풍경(Dorfscenen)'을 중심으로-. *음악교육공학*, 9, 171-189.
- 정진수, 조향숙, 허준영, 김현정(2012). 손에 잡히는 STEAM 교육 무엇이 아이들을 즐겁게 하는가. *한국과학창의재단 융합교육정책실*.
- 조지민, 김수진, 이상하, 김미영, 옥현진, 임해미(2011). 2011년 국제 학업성취도 평가 연구(PISA/TIMSS). 연구보고 PIM 2012-2, 한국교육과정평가원.
- 채희인(2013). STEAM 활동이 초등학생의 과학탐구능력 및 과학에 대한 태도에 미치는 영향. *경인교육대학교 교육대학원 석사학위논문*.
- 최도성, 최규식, 남철우, 김정길, 김석중, 송판섭, 한광래, 한효의(2000). 초등학교 자연과 '작은 생물' 단원의 수업 실태 분석. *초등과학교육*, 19(1), 157-170.
- 최유현, 문대영, 강경균, 이진우, 이주호(2008). STEM 기반 발명영재교육 프로그램 개발과 적용 효과. *한국기술교육학회지*, 8(2), 143-164.
- 홍민아, 황복기, 최정훈(2012). 물의 오염도 측정에 대한 STEAM 교육 교재개발. *한국환경과학회지*, 21(8), 909-929.
- 홍병선(2009). 대학교육에 대한 사회적 요구와 대안 모색: 교육경쟁력 강화를 위한 융합교과목 개발. *교양교육연구*, 3(2), 51-78.
- 황광석(2013). 초등학교 5학년 '전기회로' 단원의 STEAM 교육이 과학에 대한 태도 및 수업만족에 미치는 영향. *한국교원대학교 교육대학원 석사학위논문*.
- Brown, J. (2012). The current status of STEM education research. *Journal of STEM Education: Innovations & Research*, 13(5), 7-11.
- Cunningham, C. M.(2009). Engineering is elementary. *The Bridge*, 30(3), 11-17.
- DeJarnette, N. K. (2012). America's children providing early exposure to STEM(Science, Technology, Engineering and Math) initiatives. *Education*, 133(1), 77-84.
- Dewey, J. (1933). *How we think: A restatement of the relation of reflective thinking to the educative process*. IL: Health and Company.
- International Technology and Engineering Educators Association (ITEEA). (2011). *Engineering by Design (Ebd)*.

- Retrieved August 6, 2013, from <http://www.iteea.org/>
- Laird, T. F., Sullivan, D. F., Zimmerman, C. & McCormick, A. C. (2011). STEM/Non-STEM Differences in Engagement at US Institutions. *Peer Review*, 13(3), 23-26.
- National Center for Technology Literacy (NCTL). (2009). *The Engineering is Elementary (EiE)*. Retrieved November 11, 2011, from <http://www.mos.org/eie/>
- OECD. (2007). *PISA 2006 Science Competencies for tomorrow's world. Volume 1: Analysis*. Paris: OECD.
- Sanders, M. (2009). STEM, STEM education, STEMmania. *Technology Teacher*, 68(4), 20-26.
- White, D. W. (2013). Urban stem education: A unique summer program. *Technology & Engineering Teacher*, 72(5), 8-13.
- 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 Science Education*, 32(6), 1072-1086.

<부록> STEAM 프로그램의 교수·학습과정안 예시

단 원	4. 작은 생물의 세계		차 시	8~9 /10
소 주 제	STEAM 산출물 만들기		대 상	초등학교 5~6학년
학습주제	학습 개념 정리		학습형태	전체-소집단
학습목표	작은 생태계를 표현할 수 있다.		STEAM 통합요소	활동중심
STEAM 하위목표	S	작은 생물의 생태계를 이해할 수 있다.	STEAM 통합모형	
	T	문제를 해결할 방법을 설계할 수 있다.		
	E	창의적으로 융합 산출물을 만들 수 있다.		
	A	작은 생물과 관련된 사회 문제를 이해할 수 있다.		
	M	근거자료를 도표를 활용해서 정리할 수 있다.		
학습자료	교사	학생활동 모습(사진 또는 영상), ppt 자료(학습안내)		
	학생	학습지, 필기도구 탐구일지, 평가기준 체크리스트, 모둠별 제작 준비물		
학습 단계	학습 과정	교수·학습 활동	시간 (분)	자료(□) 및 유의점(■)
도입	동기유발	<ul style="list-style-type: none"> ○ 전시학습 상기 <ul style="list-style-type: none"> • 작은 생물에 대해서 어떤 내용들을 학습해 왔나요? -이제까지 우리는 작은 생물의 특징을 알아보고, 작은 생물이 사는 환경을 만들어보고, 인간과 작은 생물이 서로 미치는 영향에 대해 알아보았습니다. 	5'	□학생이 기록한 탐구일지 ■학생이 기록한 탐구일지와 활동을 사진(영상)을 보여주면서 이제까지 했던 과정을 상기시킨다.
	학습 문제 파악하기	<ul style="list-style-type: none"> ○ 학습문제 확인하기 작은 생태계를 표현해 보자. 		
	학습 순서 확인하기	<ul style="list-style-type: none"> ■ 학습 활동 안내 【활동1】 작은 생물에 미치는 인간의 악영향을 줄일 수 있는 방법 연구하기 【활동2】 유일한 작은 생물을 친환경적으로 활용할 방안 찾아보기 【활동3】 작은 생태계 프로젝트 		
전개	S T A 문제해결방안	<ul style="list-style-type: none"> 【활동1】 작은 생물에 미치는 인간의 악영향을 줄일 수 있는 방법 연구하기 ○ 작은 생태계를 파괴하는 문제의 해결 방법 찾기 <ul style="list-style-type: none"> • 계획했던 내용을 바탕으로 우리 모둠은 어떤 해결방법을 찾을 수 있을지 구체적인 내용을 정리해 봅시다. -작은 생물을 보존할 수 있는 환경을 만들어야 합니다. -작은 생태계를 파괴시키지 않도록 사람들에게 알려주어야 합니다. -화학 살충제를 대신할 수 있게 해로운 작은 생물을 효과적으로 퇴치할 로봇을 제작합니다. 	10'	□읽기자료 ■사회문제와 연관시켜 해결방법을 찾아본다.
전개	T E 친환경적 활용방안	<ul style="list-style-type: none"> 【활동2】 유일한 작은 생물을 친환경적으로 활용할 방안 찾아보기 ○ 이로움을 주는 작은 생물의 친환경적 활용방안 <ul style="list-style-type: none"> • 계획했던 내용을 바탕으로 우리 모둠은 어떤 활용방법을 찾을 수 있을지 구체적인 내용을 정리해 봅시다. -발효식품과 관련된 숙성 기술을 발달시켜야 합니다. -우리나라 발효식품의 세계화를 시키면 좋겠습니다. -작은 생물을 농업에 적극적으로 도입하도록 해야 합니다. 	10'	■모둠별 설계에 따라서 백과사전 및 도감뿐만 아니라, 인터넷 등 최신 과학정보를 찾아 활용한다.
전개	S T E A M 산출물 만들기	<ul style="list-style-type: none"> 【활동3】 작은 생태계 프로젝트 ○ 작은 생태계 프로젝트 <ul style="list-style-type: none"> • 모둠별로 계획한 작은 생물 UCC, 작은 생태계의 소중함 알림 홍보물, 우리 동네 생태 지도, 작은 생태계 모형, 역할극, 친환경 발명품 등을 제작해 봅시다. - (창의성을 발휘하여 모둠별로 아이디어가 반영된 작품을 제작한다.) ○ 검토하기 <ul style="list-style-type: none"> • 우리가 만든 작품이 갖추어야 하는 요소들을 확인해 봅시다. - (실용성, 작품의 의미, 견고성 등의 조건을 확인한다.) 	50'	■작은 생물 UCC, 작은 생태계 모형, 생태 지도 등의 프로젝트를 수행하게 한다. ■사회에 도움이 될 내용으로 제작하게 이끈다. □평가기준 체크리스트

정리	정리하기	<ul style="list-style-type: none"> ○ 정리하기 <ul style="list-style-type: none"> • 오늘은 작은 생물에 대하여 학습했던 모든 내용들을 총정리하여 제작품을 만들어 보았습니다. 	5'	<ul style="list-style-type: none"> ■ 과학자들도 사회에 발표과정을 거친다는 점을 언급할 수 있다. ■ 최종 제작품 및 발표내용 준비를 과제로 부여한다.
	차시 예고하기	<ul style="list-style-type: none"> ○ 차시 예고하기 <ul style="list-style-type: none"> • 다음 시간에는 최종적으로 여러분들이 제작한 작품에 대한 발표회 시간을 갖도록 하겠습니다. -네. 알았습니다. • 발표회를 준비하면서 점검해야 할 점은 무엇이 있을까요? -발표 내용, 제작 자료, 발표 방법 등을 준비하겠습니다. 		

평가 내용	구분	평가 기준	평가방법
학습한 지식을 활용해서 작은 생태계를 나타낼 수 있는가?	잘함	• 학습한 지식을 종합적이고 창의적으로 활용 및 응용해서 작은 생태계를 나타낼 수 있다.	관찰법
	보통	• 학습한 지식을 종합적으로 활용하여 작은 생태계를 나타낼 수 있다.	
	노력요함	• 학습한 지식을 일부분 활용해서 작은 생태계를 나타낼 수 있다.	

평가 결과의 활용 방안	평가 항목
<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> 학습자 학습 목표 도달 수준 측정 <input checked="" type="checkbox"/> 학습자 행동 특성 이해 <input checked="" type="checkbox"/> 학생들에게 피드백 <input checked="" type="checkbox"/> 교사의 수업정보와 반성 <input checked="" type="checkbox"/> STEAM 수업 효과성 확인 <input type="checkbox"/> 기타 () 	<ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> 학습준비물 <input type="checkbox"/> 학습지 <input checked="" type="checkbox"/> 학습태도 <input type="checkbox"/> 형성평가 <input checked="" type="checkbox"/> 과제수행 <input checked="" type="checkbox"/> 작품

평가 시 유의점

※ 평가 결과를 통해서 학생들의 창의적인 아이디어를 모두 특성에 맞게 실현시킬 수 있도록 조언할 수 있어야 한다.

※ 가드너의 다중 지능이론에 근거하여 획일화된 한 가지 방법이 아닌 창의성과 아이디어에 높은 비중을 두어 평가한다.