



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

석사학위논문

도형을 반복한 식물의 프랙탈 STEAM
프로그램이 초등학생들의 탐구 능력 및
과학적 태도에 미치는 효과

Effects of Plant Fractal STEAM Program Repeating
Figure on Inquiry Ability and Scientific Attitude of
Elementary Students

제주대학교 교육대학원

초등과학교육전공

홍진석

2018년 8월

석사학위논문

도형을 반복한 식물의 프랙탈 STEAM
프로그램이 초등학생들의 탐구 능력 및
과학적 태도에 미치는 효과

Effects of Plant Fractal STEAM Program Repeating
Figure on Inquiry Ability and Scientific Attitude of
Elementary Students

제주대학교 교육대학원

초등과학교육전공

홍진석

2018년 8월

도형을 반복한 식물의 프랙탈 STEAM
프로그램이 초등학생들의 탐구 능력 및
과학적 태도에 미치는 효과

Effects of Plant Fractal STEAM Program Repeating
Figure on Inquiry Ability and Scientific Attitude of
Elementary Students

지도교수 홍 승 호

이 논문을 교육학 석사학위 논문으로 제출함

제주대학교 교육대학원

초등과학교육전공

홍 진 석


2018년 5월

홍진석의

교육학 석사학위 논문을 인준함

심사위원장 한 동길 

심사위원 오 홍석 

심사위원 홍승호 

제주대학교 교육대학원

2018년 6월

목 차

<국문 초록>	i
I. 서론	1
1. 연구의 필요성 및 목적	1
2. 연구 문제	2
3. 연구의 제한점	2
II. 이론적 배경	3
1. 프랙탈	3
2. 3D 프린터	4
3. STEAM 교육	7
4. 선행연구 분석	9
III. 연구 절차 및 방법	11
1. 연구 절차	11
2. 연구 대상	12
3. STEAM 교육 프로그램 개발	12
4. 실험 설계	13
5. 검사 도구	13
IV. 연구 결과 및 고찰	16
1. STEAM 교육 프로그램	16
2. STEAM 교육 프로그램 적용 결과	18
V. 결론 및 제언	24
1. 결론	24
2. 제언	25
참고문헌	26

ABSTRACT	28
부 록	30
<부록 1> 과학 탐구 능력 검사 도구	31
<부록 2> 창의적 문제해결력 검사 도구	36
<부록 3> 과학 흥미도 검사 도구	38
<부록 4> 수업 만족도 검사 도구	39
<부록 5> STEAM 프로그램 교수·학습 과정안 및 학습지	40
<부록 6> 수업 만족도 검사 결과	71
<부록 7> STEAM 프로그램 활동 모습	73

표 목 차

<표 II-1> 3D 프린터와 CNC 비교	5
<표 II-2> 3D 프린터의 사용 재료에 따른 구분.....	6
<표 II-3> 무료 모델링 프로그램.....	7
<표 III-1> 연구 대상.....	12
<표 III-2> TSPS 검사지의 하위 요소별 문항 구성.....	14
<표 III-3> 과학적 태도 척도의 문항 구성.....	14
<표 III-4> 과학 흥미도 척도의 문항 구성.....	15
<표 IV-1> 차시 구성.....	16
<표 IV-2 > 과학 탐구 능력에 관한 사전·사후 비교 결과.....	19
<표 IV-3 > 창의적 문제해결력에 관한 사전·사후 비교 결과.....	20
<표 IV-4 > 과학적 흥미도에 관한 사전·사후 비교 결과.....	21

그림 목 차

[그림 II-1] STEAM 교육을 위한 ‘Yakman의 피라미드 모형’	8
[그림 II-2] STEAM 교육을 위한 ‘김진수의 큐빅 모형’	8
[그림 III-1] 연구 절차	11
[그림 III-2] 실험 설계	13
[그림 IV-1] STEAM 프로그램 만족도 조사 결과	22

국문 초록

도형을 반복한 식물의 프랙탈 STEAM 프로그램이 초등학생들의 탐구 능력 및 과학적 태도에 미치는 효과

홍진석

제주대학교 교육대학원 초등과학교육전공
지도교수 홍승호

본 연구는 도형을 반복한 식물의 프랙탈 구조를 주제로 3D 프린터를 활용하여 식물의 프랙탈 구조물을 만들어 보는 융합인재교육(STEAM) 프로그램을 개발하고 그 적용 효과를 알아보는데 목적이 있다. 이를 위하여 10차시의 STEAM 프로그램을 개발하여 초등학교 6학년 학생들에게 적용함으로써 과학 탐구 능력, 창의적 문제해결력 및 과학 흥미도에 미치는 효과를 알아보았다. 그 결과, 과학 탐구 능력의 세부영역인 추리와 예상 영역에서 유의미한 차이를 보였으며, 창의적 문제해결력과 과학 흥미도 전 영역에서도 유의미한 효과가 있음을 확인하였다. 본 프로그램은 현행 교육과정의 내용이 아닌 비교과 영역의 내용이 주로 다루어졌지만 실제 연구 주제의 내용을 이해하기 위한 배경지식으로 과학 교과의 식물의 구조, 수학 교과의 도형과 그 배열, 미술 교과의 그리기 활동이 융합된 점에서 유의미한 효과가 있었다고 판단되며, 첨단과학 기술인 3D 프린터를 소개하고 주제에 따라 이를 직접 다루어보는 시간을 가져봄으로써 학생들에게 긍정적인 영향이 있었다고 생각된다. 따라서 본 STEAM 프로그램과 같은 3D 프린터를 활용한 주제 중심의 새로운 STEAM 프로그램이 꾸준히 개발 및 보급될 수 있는 환경이 조성되었으면 한다.

*주요어 : 프랙탈, 식물의 구조, 도형, 3D 프린터, STEAM

I. 서론

1. 연구의 목적 및 필요성

최근 세계경제포럼(WEF)에서 향후 세계가 ‘4차 산업혁명’ 시대로 접어들 것이라고 제시하였는데 그 이후 4차 산업혁명이라는 용어가 자주 사용되고 있다. 4차 산업혁명이란 정보통신기술(ICT) 융합이 만드는 혁명으로 인공지능, 로봇틱스, 3D 프린터, 사물인터넷, 나노 및 생명기술로 인해 삶의 방식이 크게 변화할 것으로 예상하고 있다. 여기서 특이점의 시기가 오기 위한 티핑포인트(tipping point)로 2022년에는 3D 프린터에 의한 대량생산이 이루어질 것이라고 전망하였다.

이러한 시대적 변화에 맞춰 새로 도입되는 2015 개정 교육과정을 살펴보면 미래 사회가 요구하는 핵심역량을 함양하여 바른 인성을 갖춘 창의융합형 인재를 양성하는 데에 교육과정 구성의 중점을 두었다고 제시되었다(교육과학기술부, 2015). 이에 따라 초등학교에서도 미래 사회를 대비한 융합인재교육(STEAM) 프로그램을 다양하게 개발하여 학생들의 창의성을 신장할 수 있는 양적, 질적인 경험의 기회를 늘리는 방향으로 교육이 계획되어야 한다.

현재 3D 프린터를 활용한 초등학교 대상 STEAM 프로그램이 많이 개발되고 있다. 그런데 단지 3D 프린터로 출력하는데 그치는 것이 아닌 주제 중심의 학습 내용을 선정하고 흥미를 갖고 참여할 수 있는 STEAM 프로그램 개발이 필요하다

이러한 배경에서 프랙탈은 교과서에 핵심 개념으로 따로 제시되어 있지는 않지만 반복된 도형의 무늬, 전체와 부분의 유사성 등의 관찰을 통해 학습되고 있는 요소이기도 하다. 이에 최근에 일반 학교에 많이 보급되고 있는 3D 프린터를 이용해 수학시간에 배운 정사각형과 이등변삼각형, 정사각형과 직각삼각형을 활용한 반복적 배열을 응용하여 식물의 프랙탈 구조물을 만들어 봄으로써 수학의 도형과 과학의 식물 구조와의 융합을 통해 프랙탈 구조의 원리를 보다 쉽게 이해할 수 있다.

이에 본 연구에서는 초등학교 6학년 학생들을 대상으로 ‘도형을 반복한 식물

의 프랙탈’을 주제로 한 STEAM 프로그램을 개발하고 적용하여 기초 탐구 능력, 창의적 문제해결력 및 과학 흥미도에 어떤 영향을 주는지 알아보았다.

2. 연구 문제

본 연구의 목적을 달성하기 위해 아래와 같이 연구 문제를 설정하였다.

첫째, 초등학교 6학년을 대상으로 ‘도형을 반복한 식물의 프랙탈’에 대한 주제 중심의 융합교육 프로그램을 개발한다.

둘째, 개발한 프로그램을 적용하여 학생들의 기초 탐구 능력, 창의적 문제해결력 및 과학 흥미도에 어떤 영향을 미치는지 분석한다.

셋째, 3D 프린터를 활용한 STEAM 프로그램에 대한 학생들의 만족도를 분석한다.

3. 연구의 제한점

이 연구는 다음과 같은 제한점들이 있다.

첫째, 본 연구는 중소도시 소재 J초등학교 6학년 1개 반의 학생을 연구대상으로 진행하였기 때문에 연구결과를 우리나라 모든 초등학생의 공통된 성향으로 일반화하기에는 무리가 있다.

둘째, 창의적 체험활동 등 비교과 시간을 활용하여 개발된 STEAM 프로그램으로 학생들에게 적용하였으며 교과 내용에 비해 학생들의 흥미도나 집중도에 다소 차이가 있을 수 있다.

셋째, 개발된 STEAM 프로그램은 총 10차시로 컴퓨터를 활용한 3D 모델링 및 프린팅 시간으로 대부분 소요되었다. 그런데 프로그램 적용 시 모델링 프로그램의 조작 능력의 개인차, 수업 중 3D 프린터의 이상여부 등의 변수가 있을 수 있다.

II. 이론적 배경

1. 프랙탈

‘프랙탈’이란 ‘부서진 상태’인 라틴어 ‘프랙투스(fractus)’에서 왔다. 프랙탈은 여러 수학자들의 선행 연구 후 1975년 만델브로트에 의해 구체화되었다. 이후 프랙탈은 무질서하고 복잡한 자연을 과학적으로 설명하는 도구가 되었다. 프랙탈은 자기유사성(self-similarity), 순환성, 알고리즘의 단순성 등의 특징을 가지고 있다. 여기서 자기 유사성이란 도형의 일부분을 확대했을 때 다시 전체의 모습이 되는 성질을 말한다. 다시 말해 전체의 모습이나 구조가 부분의 모습이나 구조와 같다는 것이다.

인간에게 자연은 무질서하거나 규정되지 않은 그만의 질서를 가진 세계다. 아직 많은 부분에서 자연의 신비를 현대의 과학으로 읽기는 어려우나 자연 속에도 프랙탈은 동원되고 있다. 프랙탈은 자연의 베일을 밝히는 첫 수단이라 할 수 있다. 예를 들어, 나무의 구조는 프랙탈이다. 나무는 큰 줄기에서 큰 가지가 나뉘고 거기서 다시 작은 가지를 생성한다. 나무가 프랙탈 구조를 택한 것은 뿌리를 통해 가지로 이어지는 영양의 운반 때문이다.

해안의 바위가 거친 파도를 수백 년 동안 버틸 수 있는 비결도 프랙탈 구조에 있다. 바위의 표면은 최초의 파도에 의해 표면의 일부가 금방 떨어져 나간다. 하지만 초기의 급격한 침식 후에는 우리에게 익숙한 해안선이 서서히 나타나게 된다. 그리고 그 해안선의 형태가 구축된 후에는 큰 변화가 없다.

인간의 몸은 자연의 일부이다. 대부분의 구조가 프랙탈을 가진 것도 그와 일맥상통한다. 대표적으로 인간의 뇌는 주름으로 이루어져 있다. 커다란 주름이 있고 그 주름을 경계로 해서 뇌의 영역이 구분된다. 큰 주름 속에는 또 다시 작은 주름들이 있다. 폐 역시 가슴의 좁은 공간 속에서 가능한 많은 산소를 흡수할 수 있도록 프랙탈 구조를 취하고 있다.

이러한 프랙탈의 특징을 초등학생들이 이해한다면 과학뿐만 아니라 수학, 컴퓨터 공학, 디자인 예술 등에 활용할 수 있는 있을 것으로 생각된다.

2. 3D 프린터

본 연구가 3D 프린터를 소개하는데 중점을 두는 연구가 아님에도 불구하고 3D 프린터에 대한 개념을 자세히 살펴보는 이유는 3D 프린터가 우리에게 아직 익숙하지 않기 때문이다. 뉴스나 인터넷 기사 등을 통해 간간히 접하기는 하지만 그 기술의 특징이나 접근 방법을 대부분 모르고 있다. 따라서 본 연구자는 앞으로 교육에서 3D 프린터를 활용하기에 앞서 3D 프린터에 대한 기본적인 이해를 돕기 위해 3D 프린터의 유형 및 특징, 3D 프린터와 연계된 프로그램을 살펴보고자 한다.

가. 3D 프린터의 유형 및 특징

본 연구자는 3D 프린터에 대한 특징을 우선 입체물을 제작하기 위해 컴퓨터 수치 제어를 통해 깎아서 제작하는 CNC5와의 비교로 알아보하고자 한다. CNC는 3D 프린터가 이용되기 전까지 산업현장에서 가장 유용하게 입체물 제작에 사용된 것으로 자동 공작 기계를 의미한다(이기훈 외, 2014). CNC는 기계에 장착된 공구로 다양한 재료를 깎아 형태를 만들어낸다. 바늘보다 작은 것에서부터 대형 선박, 항공기 등의 크고 작은 부품까지 다양한 크기와 형태의 제품을 만들 수 있다. 얼핏보기엔 입체물을 제작한다는 점에서 3D 프린터와 차이가 없어 보인다. 하지만 CNC를 3D 프린터라고 부르지는 않는다. 3D 프린터와의 차이점은 우선 그 재료의 가공에 있다. 3D 프린터는 CNC 방식과는 달리 재료를 깎지 않고 쌓아 만드는 방식을 사용하고 있으며 재료의 낭비를 줄일 수 있다. 또한 재료를 쌓아서 입체물을 제작하기 때문에 CNC와는 달리 공구의 간섭을 받지 않아 내부가 비어있는 형태의 제작이 가능하며 내부에 무엇인가 삽입된 것을 한번에 제작이 가능하다. 이러한 서로의 차이점을 각 항목을 나누어 비교해보면 <표 II-1>과 같다.

<표 II-1 > 3D 프린터와 CNC 비교

항목	3D 프린터	CNC
적용기술	3D모델링, 3D스캐닝 데이터 기준 재료를 한 층씩 적층하여 형상 제작	2D 모델링 데이터 기준 재료를 깎아서 형상 제작
사용재료	방식에 따라 사용 재료 및 범위 한정(금속,비철금속,광경화수지, 왁스,종이,고무,플라스틱 등)	플라스틱, 금속, 비철금속, 유리, 목재, 석재 등 재료 및 사용 범위가 다양함
형상구현	모든 형상이 가공 가능	공구 간섭으로 인한 특정 형상 가공 불가
치수 정밀도	상대적 치수 정밀도 취약	치수 정밀도 우수
표면조도	적층부 및 곡면부의 계단형 단차 발생	표면 조도 우수
작업환경	사무실 등 실내에서 사용 가능	넓은 공간 필요, 잔유물 및 위험요소 내재
작업 숙련도	교육 기간이 짧고 누구나 쉽게 사용 가능	교육 기간이 길고 가공 숙련 기술 필요
기타	지지대 제거 등 마감을 위한 후속 작업 필요	공작물 고정 장치 등의 공구 제작 필요
특징	어떠한 형상도 제작 가능 다른 크기나 모양의 파트 동시 제작 가능 3차원 솔리드 모델 데이터(.stl)필수 모델데이터만 있으면 출력이 손쉬움	평면 가공 시 제작 속도 빠름 정밀도 우수 소음이 심하고 넓은 공간 필요 제작 시 숙련된 기술이 요구됨

그리고 3D 프린터를 유형별로 구분하여 그 특징을 살펴볼 수 있겠다. 3D 프린터의 유형은 크게 두 가지 기준으로 분류할 수 있다. 첫 번째는 3D 프린터의 사용 재료에 따른 구분이고, 두 번째는 3D 프린터의 사양에 따른 구분이다. 첫 번째,재료에 따른 3D 프린터의 유형을 살펴보면 크게 3가지 유형으로 구분한다. 액체를 사용하는 SLA 방식, 플라스틱 실을 녹여 사용하는 FDM 방식, 파우더를 굳혀 만드는 SLS 방식으로 나누어진다. 3D 프린터의 재료는 주로 가루(파우더)와 액체, 실의 형태다. 3D 프린터는 가루와 액체, 그리고 녹인 실을 아주 미세한 한 겹(레이어)으로 굳히고 이 겹들을 무수히 쌓아 올려 물건을 만든다. 다음 <표 II-2>은 3D 프린터의 사용 재료에 따른 구분이다.

<표 II-2> 3D 프린터의 사용 재료에 따른 구분(이정아 2012)

용재	특징
분말 (파우더)	분말을 이용한 방식은 소재를 분말 형태로 만들어서 통에 채워 넣고 분말 제일 윗부분에 접착제 등을 분사해 분말이 서로 달라붙게 한 뒤 그 위에 분말을 또 뿌리고 또 접착제를 분사하는 방식으로 입체 형태를 만들어나간다.
고체	ABS나 PLA 등 열가소성 수지를 얇은 실 모양으로 만들어서 이에 열을 가해 녹여서 아주 얇게 펴서 한 층을 만들고, 그 위에 계속 층을 쌓아나가면서 모양을 완성하는 방식이다.
액체	3차원 프린터에 들어가는 액체 재료는 빛을 받으면 고체로 굳어지는 플라스틱이다(광경화성 플라스틱). 액체 재료가 담긴 용기 위에 프린터 헤드는 설계도에 따라 빛(자외선)으로 원하는 모양을 그린다. 빛을 받으면 액체 표면이 굳어 레이어가 된다.

나. 3D 프린터와 연계된 프로그램

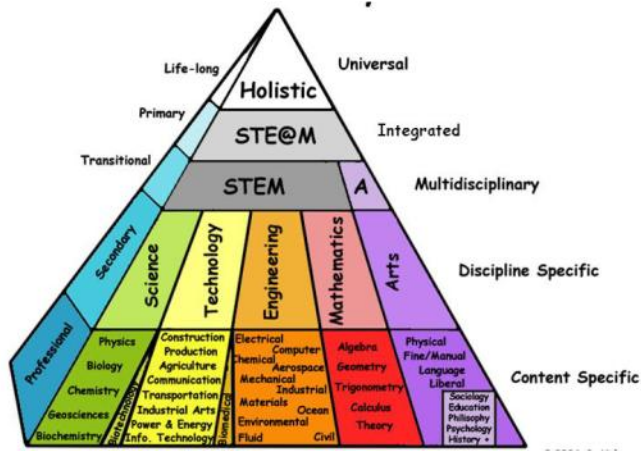
3D 프린터의 인쇄에는 3D 입체물에 대한 정보를 갖는 모델링 파일이나 이미지 파일이 필요하다. 이를 만드는 것이 3D 모델링 프로그램과 3D 스캐너이다. 3D 모델링 프로그램을 이용하면 사용자가 직접 원하는 형태와 크기로 제작할 수 있으며 3D 스캐너를 이용하면 똑같은 제품으로 복제가 가능하다. 다음 <표 II-3>는 무료 모델링 프로그램을 정리한 것이다.

<표 II-3> 무료 모델링 프로그램

소프트웨어명	특징
SketchUP	손쉽고 직관적으로 3D 드로잉이 가능하다.
123D Catch	자동으로 일반 사진을 3D 모델로 변환할 수 있다.
123D Design	iPad, 웹 또는 컴퓨터로 디지털 모델을 만들고 3D 프린팅 할 수 있다.
123D Sculpt	iPad에서 손가락으로 재미있고 사실적인 3D 형태를 조각하거나 그릴 수 있다.
팅커캐드 (TinkerCAD)	3D 프린터용 모델링 소프트웨어로서 초보자들에게 매우 적합하다. 굳이 소프트웨어를 다운로드할 필요가 없는 웹 애플리케이션이다. 모델링이 끝나면 STL 파일로 자동 저장되고 이를 다운로드 받아서 출력하면 된다,

3. STEAM 교육

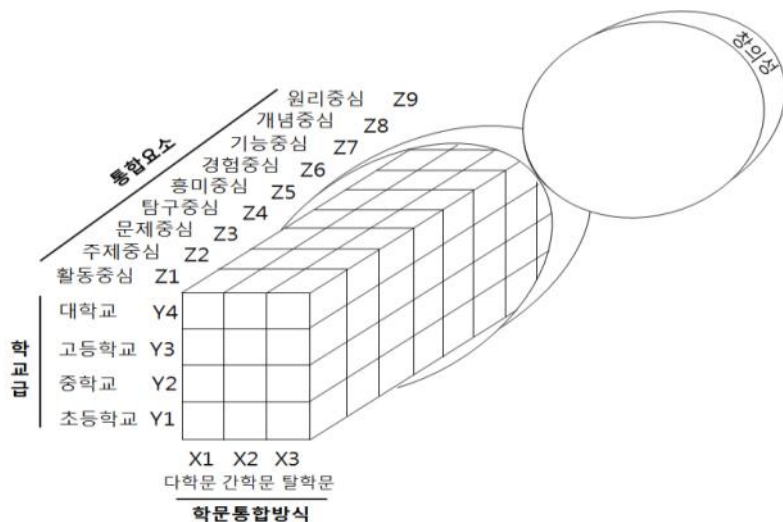
1990년대에 들어서면서 미국에서는 이공계 기피 현상과 학생들의 과학에 대한 흥미도가 떨어지는 현상이 일어났다. 이에 미국과학재단에서는 미래 교육의 대안으로 제시한 것이 바로 STEM 교육이었다. STEM 교육은 과학(Science), 기술(Technology), 공학(Engineering), 수학(Mathematics)의 첫 글자를 조합한 것으로, 네 분야의 내용을 구분 짓지 않고 융합적으로 교육하여 인재를 양성하는 것을 목표로 시작되었다. 더 나아가 학생들은 STEM 교육을 통해 수학과 과학의 기본 원리를 통해 실생활에서 일어나는 문제들을 해결하는 경험을 갖게 된다. Yakman과 김진수(2007)는 바둑이라는 정신 스포츠 종목을 주제로 하여 STEAM 교육의 방법을 제시하였다. STEAM 교육은 미국에서 제시한 STEM 교육에 예술(Arts)를 포함하여 통합교육하기 위한 것으로 이를 위한 모형은 두 가지로 [그림 II-1], [그림 II-2]와 같다.



[그림 II-1] STEAM 교육을 위한 ‘Yakman의 피라미드 모형’

먼저 Yakman의 피라미드 모형(2006)은 기존 STEM 교육에 예술(Arts)을 포함한다면 실생활과 관련된 교육이 진행되어 학생의 흥미도를 높일 수 있으며 전인 교육(Holistic)을 할 수 있다는 점을 강조하고 있다.

또한 김진수(2011)가 발표한 큐빅 모형은 STEAM 교육 이론과 통합교육과정 이론을 근거로 하여 과학적으로 고안한 모형으로, 이 모형을 사용한다면 초중등학교의 모든 과목 교사들이 STEAM 교육을 할 수 있다고 강조하였다[그림 II-2].



[그림 II-2] STEAM 교육을 위한 ‘김진수의 큐빅 모형’

위와 같은 STEAM 교육 동향에 맞추어 2011년 8월, 우리나라는 STEAM의 개념이 도입된 과학과 교육과정을 발표했다. 또한 이러한 과학교육을 위해 과학, 기술, 예술 및 수학 교과 간의 통합적 접근 교육이 강화되어야 한다고 하였는데 이는 과학, 기술, 공학, 수학은 물론 예술을 포함한다는 점에서 기존의 교육과정과 큰 차이가 있다.

정부는 STEAM 교육에 대하여 ‘과학 기술에 대한 학생들의 흥미와 이해를 높이고, 과학 기술 기반의 융합적 소양과 실생활의 문제 해결력을 배양하는 교육’이라고 정의하였으며, 한국과학창의재단과 함께 STEAM 교육의 학습 준거들을 통해 상황제시와 창의적 설계 그리고 이를 통한 감성적 체험의 세 단계를 제시하였다. 학생들은 위의 학습 준거들에 따라 성공의 경험과 실패를 통한 학습을 바탕으로 새로운 문제에 도전할 수 있다.

STEAM 교육은 과학부터 기술, 공학, 수학 그리고 인문학까지 다양한 과목들을 아우르며 학생들에게 학습의 흥미를 높이고 독특한 자신만의 결론을 내는 풍성한 결과를 안겨줄 수 있다.

4. 선행연구 분석

이영찬(2015)은 초등학생을 대상으로 3D 도면 제작 프로그램 및 3D 프린터를 활용한 발명교육프로그램을 개발 및 적용한 후, 실험 집단의 사전·사후 창의성 검사 결과 유의미하다는 결과를 얻었다. 특히 창의성 하위요소 중 개방성, 유창성, 융통성을 신장시키는 효과를 나타내었다.

고재령(2016)은 3D 프린터를 활용한 중학교 미술 교수·학습 유형 연구에서 교사와 학습자가 3D 프린터를 효과적으로 활용함으로써 학습자의 창의력을 신장시키고 새로운 형태의 미술표현을 추구하는 긍정적인 가능성을 볼 수 있었다.

이정서(2016)는 초등영재를 대상으로 3D 프린팅 활용 STEAM 프로그램을 적용한 결과 3D 프린팅 교육과정은 영재학생들의 창의적 문제해결력에 긍정적인 영향을 주지만 영재 학생들의 특성을 고려해 개발된 프로그램이 일반학생들을 대상으로 개발된 프로그램보다 영재학생들의 창의적 문제해결력을 신장시키

는데 효율적이었다고 하였다.

권연지(2016)는 초등미술에서 3D 프린팅을 활용한 미술과 중심 STEAM 프로그램 개발 하였는데 그 결과는 융합인재역량 중 창의역량, 내용융합역량, 소통·인성역량에서 의미 있는 영향을 끼친다고 하였다.

이현정(2011)은 중등수학 교육과정에서 프랙탈에 대한 연구를 하였다. 그 결과 프랙탈의 생성과정을 컴퓨터나 그래픽 계산기 등의 테크놀로지를 활용해서 지도하는 것이 효과적이므로 프랙탈을 지도하기 위해서는 공학을 사용할 수 있는 교실 환경이 먼저 구축되어야 한다고 하였다.

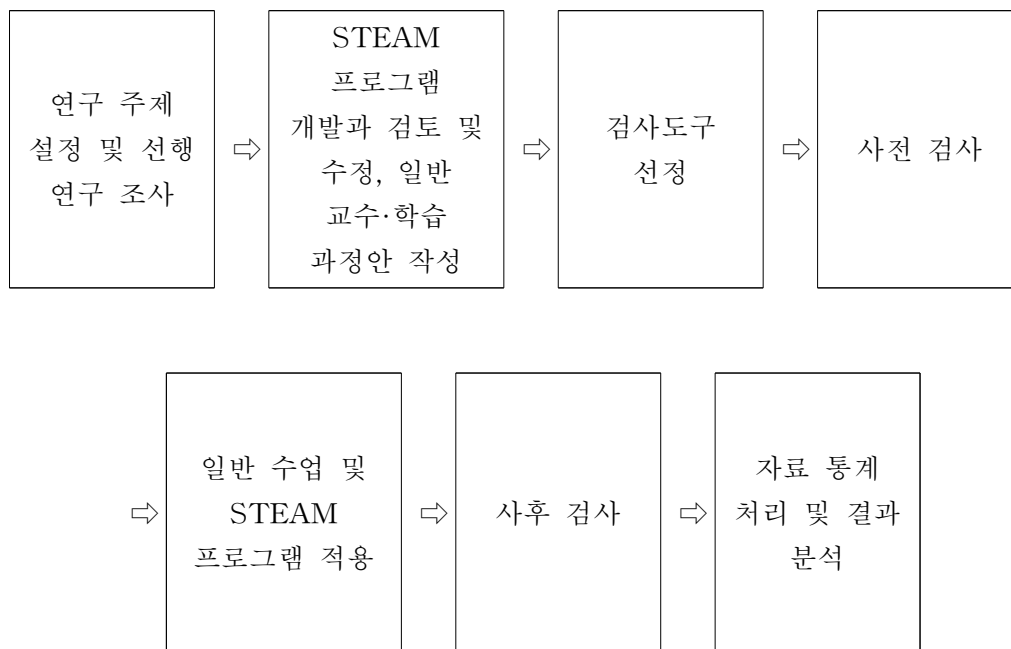
정홍정(2015)는 중학생 대상 프랙탈 이론을 활용한 STEAM 프로그램 지도에 관한 연구에서 학생들의 흥미도 변화에 긍정적인 결과를 확인하였다. 그리고 향후 보다 구체적이고 심층적인 연구가 이루어져 다양한 STEAM 프로그램이 소개되어 학생들에게 많은 긍정적인 영향을 줄 수 있다고 하였다.

따라서 본 연구에서는 프랙탈과 3D 프린팅을 소개하고 두 가지를 융합한 STEAM 교육 프로그램을 학생들에게 제공하고자 한다.

Ⅲ. 연구 절차 및 방법

1. 연구 절차

본 연구에서는 ‘도형을 반복한 식물의 프랙탈’을 주제로 한 STEAM 프로그램을 개발 및 적용하여 학생들의 과학 탐구 능력, 창의적 문제해결력 및 과학 흥미도에 미치는 변화를 확인하고자 하였다. 본 연구의 전체적인 연구 절차는 [그림 Ⅲ-1]과 같다.



[그림 Ⅲ-1] 연구 절차

본 연구를 수행하기 위한 과정을 살펴보면 먼저, 연구 주제를 정한 이후 선행 연구들을 조사하였다. 여기서 ‘프랙탈’이라는 개념을 보다 쉽게 이해하기 위하여 최근 많이 활용되고 있는 3D 프린터를 융합한 프로그램을 계획하게 되었다. 이후 초등학생들에게 적용할 STEAM 교육 자료 및 교수·학습 과정안을 개발하였

다. 본 연구자에 의해 개발한 STEAM 프로그램을 과학교육과 교수 1인 및 석사과정 10인의 전문가 집단의 발표 및 질의와 응답 과정을 거치면서 검토 및 수정이 이루어졌다.

STEAM 프로그램이 완료된 후에는 본 프로그램의 효과를 검증하기 위한 검사 도구를 과학 탐구 능력, 창의적 문제해결력 및 과학 흥미도 3가지로 선정하고 사전 검사를 실시하였다. 이후 STEAM 프로그램을 활용하여 학생들에게 수업을 실시하였으며, 계획된 모든 수업을 마친 후에는 동일한 검사지로 사후 검사를 실시하여 결과를 분석하였다. 그리고 프로그램을 적용한 후 전체적인 만족도 조사를 추가로 실시하였다.

2. 연구 대상

본 연구는 J도 J시에 소재한 J초등학교 6학년 1개 학급(남12, 여 12)을 선정하여 총 24명의 단일집단이 연구에 참여하였다<표 III-1>. 이 중 1명의 학생은 학년 초 J도 교육청에서 실시하는 진단평가에서 수학, 과학, 사회, 영어 교과에서 미도달한 학생이 있다. 그리고 참여 학교는 J시 구 도심권에서 해안가 지역의 변두리에 속해 있으며 저소득층 가정에 대한 교육복지 지원을 위해 교육복지 대상학교로 지정되어 운영되고 있다.

<표 III-1> 연구 대상

구분	남	여	계
학생 (명)	12	12	24

3. STEAM 교육 프로그램 개발

본 연구의 도형을 반복한 식물의 프랙탈을 주제로 한 STEAM 프로그램에서는 고사리 잎 관찰을 통해 부분과 전체의 자기유사성 개념인 프랙탈 개념을 도

입하고 도형을 반복한 식물의 프랙탈 구조를 연계한 3D 프린팅 활용 활동으로 설계하였으며 산출물을 전시 및 평가할 수 있도록 마무리 구성하였다. 전문가 집단의 검토와 수정을 통하여 최종 프로그램을 완성하였고, 프로그램의 내용은 비교과 영역으로 초등학교 6학년 학생들의 창의적체험활동 시간을 활용하여 진행하였다. 이 과정에서 각 수업별로 STEAM의 요소들이 융합할 수 있도록 차시 구성을 하였으며, 프로그램을 적용 후 산출물이 다양한 형태로 제시될 수 있도록 하였다.

4. 실험 설계

본 연구는 10차시로 구성된 STEAM 교육 프로그램을 단일집단에 투입하여 사전·사후 검사로 실험을 설계하였다[그림 III-2]. 사전 검사는 과학 탐구 능력, 창의적 문제해결력 및 과학 흥미도 검사를 실시하였고, 사후 검사는 사전 검사와 동일한 검사지와 수업 만족도 검사 도구를 이용하여 실시하였다.

집단	사전	처치	사후
단일집단	O ₁	X	O ₂

- O₁ : 사전 검사(과학 탐구 능력, 창의적 문제해결력, 과학 흥미도)
- X : STEAM 교육 프로그램
- O₂ : 사후 검사(과학 탐구 능력, 창의적 문제해결력, 과학 흥미도, 수업 만족도)

[그림 III-2] 실험 설계

5. 검사 도구

가. 과학 탐구 능력

학생들의 변화된 과학 탐구 능력 정도를 알아보기 위해 권재술과 김범기 (1994)가 개발한 TSPS 검사지를 사용하였다<부록 1>. 초등학교 5학년부터 중학교 3학년까지 사용할 수 있는 기초 탐구 능력과 통합 탐구 능력의 두 가지로 나누어 제작된 검사지이다<표 III-2>. 본 연구에서는 초등학교 고학년 단계에 맞게 기초 탐구 능력의 관찰, 분류, 측정, 추리, 예상의 다섯 가지 하위 영역과 관련된 15 문항만 선별하여 검사 도구로 사용하였으며, 검사 시간은 20분 이내로 하여 실시하였다.

<표 III-2> TSPS 검사지의 하위 요소별 문항 구성

구분	기초 탐구 영역				
하위요소 (문항수)	관찰 (3)	분류 (3)	측정 (3)	추리 (3)	예상 (3)
관련문항	1, 4, 7	2, 5, 8	3, 6, 9	10, 12, 14	11, 13, 15
문항유형	선다형				

나. 창의적 문제해결력 검사 도구

정은영(2008)의 연구에서 제작한 검사 도구를 사용하였고, 이것은 한국교육개발원(2001)에서 개발한 것을 수정하여 제작한 도구이다<부록 2>. 검사 도구는 네 가지의 하위영역으로 이루어져 있으며 각 영역의 문항별 점수는 5단계 Likert 척도를 따랐다<표 III-3>. 이 검사 도구는 Cronbach α . 93의 신뢰도 계수를 나타내었다.

<표 III-3> 창의적 문제해결력 척도의 문항 구성

하위요소 (문항수)	지식, 이해 (5)	확산적 사고 (5)	비판적 사고 (5)	동기적 요소 (5)
관련문항	1, 2, 3*, 4, 5	1, 2, 3, 4, 5	1, 2, 3, 4, 5	1, 2, 3, 4, 5
총문항수 (긍정형/부정형)	20 (19/1)			

*부정형 문항

다. 과학 흥미도 검사 도구

학생들의 사전·사후 과학 흥미도를 측정하기 위해 윤미선과 김성일(2003)이 Schiefele(1991)의 흥미 이론에 기초하여 제작하고, 표지연(2011)이 수정한 교과 흥미도 검사지를 사용하였다<부록 3>. 자세한 검사지의 내용은 <표 III-4>에 제시하였다. 총 16문항으로 Likert 5단계 척도로 제작되었고, ‘전혀 그렇지 않다’ 1점, ‘매우 그렇다’ 5점으로 채점하여 점수가 높을수록 과학 흥미도가 높은 것으로 보았다. 본 연구에 사용된 검사지의 신뢰도 Cronbach’s α 는 .76 이다. 사전, 사후에 과학 흥미도 검사를 실시하였으며 소요 시간은 약 10분 정도였다.

<표 III-4> 과학 흥미도 척도의 문항 구성

구분	인지적 흥미		정서적 흥미	
	교과내용 (4)	가치 및 노력 (4)	과학에 대한 유능감 (4)	교사 선호도 (4)
하위요소 (문항수)				
관련문항	7, 10, 15, 16	4, 8, 12, 14	2, 4, 6, 11	1, 3, 9, 13
총 문항수	16			

라. 수업 만족도 검사 도구

본 연구에서 개발한 프로그램을 적용한 실험 집단의 학생들이 수업에 대하여 얼마나 만족하였는지 Likert 척도로 그 결과를 분석하였다. 수업 만족도 검사는 한국과학창의재단(2015)에서 개발한 검사지를 이용하였다<부록 4>.

IV. 연구 결과 및 고찰

1. STEAM 교육 프로그램 개발 결과

‘도형을 반복한 식물의 프랙탈’을 주제로 한 STEAM 수업은 총 10차시로 구성되어 있으며 각 차시 구성 및 학습목표, 활동내용, STEAM 요소는 <표 IV - 1>와 같다.

<표 IV - 1> STEAM 수업 차시 구성

준거	모차시	학습목표	활동내용	STEAM 요소
상황 제시	1	자연현상 및 동물, 식물에서 프랙탈이 나타나는 사례를 알아보고 프랙탈의 의미 정리하기	① 자연현상 및 동물, 식물에서 프랙탈이 나타나는 사례 알아보기 (S A M) ② 프랙탈의 의미 정리하기 (S A M)	S 자연현상 및 동물, 식물에서 프랙탈 구조 찾아보기
				A 자연현상 및 동물, 식물에서 프랙탈 구조가 나타나는 사례 찾아 발표하기
프랙탈 구조의 의미 알아보기	2	프랙탈 구조를 이해하고 도형을 반복한 나무 그림을 그려 봅시다.	① 도형을 반복한 나무 그리는 방법 알아보기 (S T A M) ② 도형을 반복한 나무 그림 그리기 (S T E A M)	M 프랙탈 구조의 규칙 알아보기
창의적 설계	3 ~ 4	3D 프린터에 대하여 알아보고 도형을 반복한 식물의 모형 프랙탈 디자인을 구상하여 봅시다.	① 3D프린터 알아보기 (S T) ② 3D프린터로 제작할 도형을 반복한 식물의 모형 구상하기 (S T A M)	S 프랙탈 구조 이해하기
				T 도형을 반복한 나무 그리는 방법 구상하기 E 도형을 반복한 나무그림 그리기 A 도형을 반복하여 그릴 때 부분과 전체의 조화를 생각하며 아름답게 꾸미기
도형을 반복한 식물의 모형 만들기	3 ~ 4	3D 프린터에 대하여 알아보고 도형을 반복한 식물의 모형 프랙탈 디자인을 구상하여 봅시다.	① 3D프린터 알아보기 (S T) ② 3D프린터로 제작할 도형을 반복한 식물의 모형 구상하기 (S T A M)	M 도형과 프랙탈 구조의 특징 이해하기
				S 3D프린터의 기능 알아보기 S 도형을 반복한 식물의 구조 알아보기 T 도형을 반복한 식물의 모형 구상하기 A 도형을 반복한 식물의 모형 꾸미기 M 도형의 종류와 전체와의 비율을 고려하여 식물의 모형 구상하기

5 ~ 7	도형을 반복한 식물 의 모형을 3D로 모델 링하여 봅시다.	① Tinkercad 프로그램 활용 방법 알아보기 S ② 3D프린터로 제작할 도형을 반복한 식물 의 모형 모델링하기 S T A M	Tinkercad 프로그램 사용방법 알보 기 S 3D로 프린팅 할 식물의 모형 설 계하기 T 식물의 모형 디자인하기 A 도형의 종류와 배열 규칙을 정 하여 모델링하기 M
8 ~ 9	도형을 반복한 식물 의 모형을 3D로 프린 팅하여 봅시다.	① 3D프린터로 도형을 반복한 식물의 모형 제작하기 S E A M	식물의 프랙탈 구조 이해하기 S 3D프린터로 식물의 모형 제작하 기 E 식물의 프랙탈 모형 디자인하기 A 도형의 종류와 배열 규칙을 확 인하며 프린팅하기 M
10	산출물 전시회를 열 어봅시다.	① 도형을 반복한 식물 의 모형 전시회 열 기 S A ② 전시회 작품 평가하 기 A	식물의 프랙탈 구조 이해하기 S 제작한 식물의 모형 특징 설명 하기 A

1차시에서는 프랙탈 구조의 의미를 자연현상 및 동물, 식물에서 찾아보도록 하였다. 고사리 잎 구조를 관찰하는 예화를 통하여 학생들의 관심을 이끌고 생활 주변에서 자기유사성과 순환성을 갖고 있는 프랙탈의 사례들을 찾도록 하였다. 고사리, 브로콜리, 눈송이, 번개, 동물의 혈관 분포, 암모나이트 모양 등의 사례들을 제시하고 자연현상 및 동물, 식물에서 찾아볼 수 있는 프랙탈로 분류해 보는 활동을 통해 프랙탈의 의미를 좀 더 명확하게 이해할 수 있도록 구성하였다.

2차시에서는 프랙탈 구조를 이해하고 도형을 반복한 나무 그림을 점묘화로 그려보는 활동을 하였다. 실제 나뭇잎 모양은 다양하지만 여러 도형 중 원, 삼각형, 사각형을 나뭇잎 모양으로 이용한 나무 그림을 그려봄으로써 학생들이 도형을 반복한 프랙탈을 체험하도록 하였다.

3차시에서는 3D 프린터의 의미와 특징에 대해 알아보고 도형을 반복한 식물의 모형을 디자인해 보는 활동을 하였다. 여기서 3D 프린터의 의미와 종류, 작동원리와 출력방식 등에 대하여 설명하는데 더 많은 시간과 전문 지식이 필요하지만 학생들이 실제 활동할 과정으로 디자인하기→모델링→프린팅의 순서로

간단히 설명하였다. 그리고 도형을 반복한 식물의 모형을 디자인할 때는 브로콜리 모형과 피타고라스 나무를 예로 들어 이용할 수 있는 도형을 정사각형과 이등변삼각형, 정사각형과 직각삼각형로 제시하고 어떻게 하면 프랙탈 원리가 적용된 식물의 모형이 나오는지 그려보도록 하였다.

5~7차시에서는 앞에서 도형을 반복한 식물의 모형 디자인을 프로그램을 통해 모델링하는 활동을 하였다. 먼저 모델링을 하기 위해서는 프로그램 사용법을 익혀야 했기 때문에 Tinkercad 프로그램을 설명하고 학생들이 자주 이용하게 될 기본 기능들에 대해 설명한 뒤 학생 스스로 정사각형과 이등변삼각형, 정사각형과 직각삼각형을 이용하여 모델링을 해 보도록 하였다. 이 과정은 본 연구에서 가장 많은 시간이 투입되고 올바른 결과물이 나오기 위해서 가장 중요한 과정이다.

8~9차시에서는 앞에서 모델링한 식물의 모형을 3D 프린터로 프린팅하는 활동을 하였다. 모델링을 하였다고 바로 출력할 수 있는 것이 아니라 파일을 변환하는 과정, 출력을 하기 위한 기본값 설정에 대하여 설명한 뒤 결과물을 출력하였다.

10차시에서는 프린팅 된 산출물을 모둠별로 비교 평가해 보도록 하였다. 모둠별로 우수한 점, 개선할 점, 새롭게 알게 된 점을 파악해 보고 자신의 느낀 점을 발표해 보면서 본 프로그램을 마무리 해 보는 활동을 하였다.

‘도형을 반복한 식물의 프랙탈’을 주제로 한 본 프로그램의 구체적인 내용은 <부록 5>에 제시하였다.

2. STEAM 프로그램 적용 결과

가. 과학 탐구 능력

본 연구에서 개발한 ‘도형을 반복한 식물의 프랙탈’을 주제로 한 STEAM 프로그램이 학생들의 과학 탐구 능력에 미치는 효과를 알아보았다. 본 프로그램에서는 TSPS 검사 중 관찰, 분류, 측정, 예상, 추리의 5가지 탐구과정에 관한 문항을 3개씩 선정한 뒤 사전·사후 검사를 비교하여 확인한 결과는 <표 IV-2>와 같다.

<표 IV-2> 과학 탐구 능력에 관한 사전·사후 비교 결과

영역	사전 검사		사후 검사		사전-사후 비교	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
관찰	.44	.50	.56	.50	-1.526	.132
분류	.61	.49	.59	.49	.191	.849
측정	.61	.49	.63	.49	-.178	.859
추리	.35	.48	.56	.50	-2.420	.018*
예상	.53	.50	.65	.48	-2.114	.038*

* $p < .05$

<표 IV-2>에서 살펴보면 하위 영역인 추리와 예상 영역에서 유의미한 차이가 있었다.

관찰, 분류, 측정 영역에서 유의미한 차이가 없었던 이유는 수확시간에 도형과 관련된 학습을 해 오고 있고, 평소에 구체적 조작활동으로 경험하고 있기 때문이라고 짐작된다. 그러나 추리와 예상 영역에서 차이를 보였던 점은 3D 프린터로 출력하기 위해 아직 완성되지 않은 식물의 모형을 상상하여 컴퓨터 프로그램을 이용해 제작해 보았기 때문이라고 생각한다. 이는 실제로 학생들이 제작한 식물의 모형 산출물을 보면 크기와 모양이 다양한 형태로 나왔다는 점에서 알 수 있다.

나. 창의적 문제해결력

창의적 문제해결력에 대해 효과를 동일 집단의 사전·사후 검사를 통하여 확인하였는데 그 결과는 <표 IV-3>과 같다.

<표 IV-3> 창의적 문제해결력에 관한 사전·사후 비교 결과

영역	사전 검사		사후 검사		사전-사후 비교	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
이해	2.63	1.13	3.52	.78	-8.134	.000***
확산	2.95	1.12	3.46	.84	-4.478	.000***
비판	3.28	1.07	3.73	.75	-4.333	.000***
동기	3.58	1.08	3.85	.87	-2.840	.005**

** $p < .01$, *** $p < .001$

본 연구의 STEAM 프로그램은 초등학생들의 창의적 문제해결력 전 영역에서 유의미한 향상을 보였다. 그러한 요인들로는,

첫째, 프랙탈 개념이 학생들이 평소에 봐왔었던 개념이기에 빠르게 이해하고 수업 내용을 바르게 인식하였다. 과학 교과에서의 식물의 구조, 수학 교과에서의 도형과 그 배열 규칙, 미술 교과에서의 그리기 활동은 학생들이 사전에 경험해 본 배경지식이 있었기에 프랙탈이라는 개념을 좀 더 쉽게 이해할 수 있었다.

둘째, 프랙탈 개념을 도형을 반복한 무늬로 인식하면서 점묘화 그리기 활동에도 적극적으로 참여하였고, 3D 모델링 및 결과물이 나왔을 때에도 사고의 확장이 바르게 이루어졌다. 점묘화 그리기에서는 원, 삼각형, 사각형만 제시하였는데 학생들이 타원, 육각형 등의 다른 모양을 이용하면 어떤 나무모양이 나오는 지 궁금해 하는 학생들도 있었다. 그리고 3D 모델링을 할 때에도 자신이 잘 안 되는 부분은 프로그램을 잘 다루는 학생들에게도 물어보기도 하고 결과물이 나왔을 때에도 다른 학생의 작품을 보면서 잘된 점은 칭찬해 주고 자신과의 다른 점을 비교해 보면서 좀 더 고쳐보려는 의지를 확인할 수 있었다.

본 연구의 결과와 유사하게 전지현(2017)은 초등학교 6학년 학생을 대상으로 한 창의적 문제해결력 향상을 위한 인포그래픽과 3D 모델링을 활용한 STEAM 프로그램에 대한 연구에서 창의적 문제해결력에 유의미한 긍정적인 효과가 있었으며 하위 영역 중 동기적 요소에 가장 큰 영향을 받았다는 것을 확인하였다.

다. 과학 흥미도

과학 흥미도에 대한 사전·사후 검사 결과는 <표 IV-4>와 같다.

<표 IV-4 > 과학 흥미도에 관한 사전·사후 비교 결과

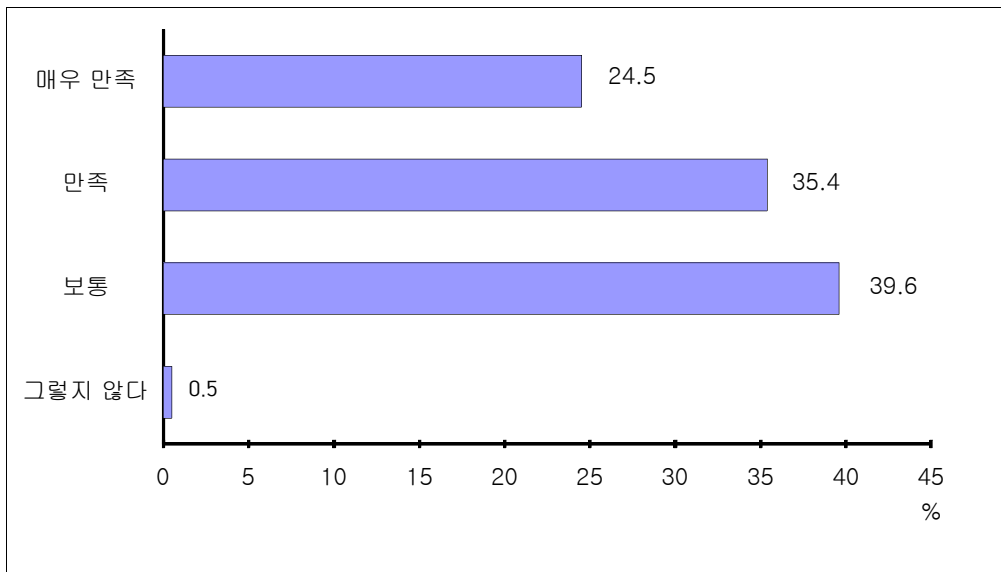
영역	사전 검사		사후 검사		사전-사후 비교	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
내용	3.18	.79	3.38	.80	-2.694	.008**
가치	3.23	.93	3.31	.90	-2.179	.032*
유능감	3.20	.84	3.47	.76	-3.600	.001**
선호도	3.33	.90	3.40	.82	-2.119	.000***

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

과학 흥미도에 대한 분석 결과, 본 프로그램은 내용, 가치, 유능감, 선호도 전 영역에서 긍정적인 결과가 나타났다. 학생들이 직접 3D 프린터를 조작해 보고 출력을 함으로써 얻어진 산출물에 대해 자신도 할 수 있다는 자존감을 높일 수 있었고 다음에는 다른 사물을 대상으로도 3D 프린터를 활용해 보고 싶다는 학생들이 많았다. 그리고 무엇보다도 산출물을 3D 프린터로 사용했다는 점에서 학생들이 관심을 끌기에 충분하고 본 프로그램에 대한 선호도가 매우 높았던 것으로 짐작된다.

라. STEAM 수업 만족도

본 연구에 참여한 학생들의 STEAM 프로그램 만족도를 조사한 결과는 [그림 IV-1]에 제시하였다. 자세한 만족도 조사 결과는 <부록 6>에 나타내었다.



[그림 IV-1] STEAM 프로그램 만족도 조사 결과

도형을 반복한 식물의 프랙탈을 주제로 한 STEAM 프로그램에 대한 수업 만족도 검사를 실시한 결과, 학생들의 STEAM 수업 만족도는 5점 척도에서 3.8점으로 양호한 편으로 나타났다.

만족도 점수가 높게 나온 문항은 6번 문항 ‘나는 문제해결을 위해 스스로 생각하게 되었다.’, 14번 문항 ‘나는 다른 친구들의 의견을 경청하고 존중하였다.’, 15번 문항 ‘나는 다른 친구들과 협력하는 것의 중요성을 생각하는 마음이 생겼다.’, 17번 문항 ‘나는 실패하는 것을 두려워하지 않고, 도전의식이 생겼다.’ 이 있었다. 만족도가 높은 문항은 자기주도적인 학습 능력이 많이 향상되었다는 점과 친구들의 의견을 존중하고 협력의 중요성을 이해하게 되었다는 것이 결과로 나타났다고 볼 수 있다.

반면 만족도 점수가 낮게 나온 문항을 살펴보면 ‘나는 과학기술 분야와 관련된 직업에 대한 관심이 생겼다.’, ‘나는 과학·수학 학습 내용에 대해 많이 이해하게 되었다.’, ‘나는 과학기술에 대한 관심이 생겼다.’, ‘나는 적극적이고 활발하게 수업에 참여하였다.’, ‘나는 다른 친구들에게 나의 아이디어를 표현하였다.’ 등이 있었다. 여기서 프랙탈이라는 용어와 내용, 3D 프린터라는 비교적 생소한 과학 기구 등이 학생들의 전반적인 관심을 불러일으키지는 않았다고 본다. 그리

고 학생 개개인이 활발하게 자신의 생각을 자신 있게 표현하지 못했던 점은 아쉬운 점이기도 하다. 과학기술 및 과학·수학 학습 내용에 대한 연계에 좀 더 신경을 썼더라면 학생들의 과학 전체에 대한 흥미와 관심을 갖고 수업에 적극적으로 참여하여 만족도가 더 높아졌을 것이라는 생각이 들었다. 참고로 학생들의 STEAM 활동 모습은 <부록 7>에 제시하였다.

V. 결론 및 제언

1. 결론

본 연구는 초등학교 6학년 학생들이 도형을 반복한 식물의 프랙탈을 이해하고 이를 주제로 한 STEAM 프로그램이 학생들의 과학 탐구 능력, 창의적 문제해결력 및 과학 흥미도에 효과가 있는지를 확인하였다. 이를 통해 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

첫째, STEAM 수업은 은 과학 탐구 능력 중 추리와 예상 영역에서 긍정적인 영향을 주었다. 다섯 가지 과학 탐구 능력이 모두 향상되지는 않았으나 3D 프린터를 사용하여 식물의 모형을 디자인하는 과정에서 반복적 배열을 통해 결과를 추측해 보았던 점과 모델링하는 과정에서 3D로 출력될 결과물을 미리 예상해 보았던 점에서 긍정적인 영향이 있었다. 그리고 본 프로그램에서 관찰, 분류, 측정 영역의 수업 내용적 요소들도 있었지만 이를 향상시킬 수 있는 수업 내용을 재구성할 필요가 있다.

둘째, STEAM 프로그램은 창의적 문제해결력 향상에서 전 영역에 걸쳐 유의미한 효과가 있었다. 현행 교육과정의 내용이 아닌 비교과 영역의 내용이 주로 다루어졌지만 실제 연구 주제의 내용을 이해하기 위한 배경지식으로 과학 교과의 식물의 구조, 수학 교과의 도형과 그 배열, 미술 교과의 그리기 활동이 융합된 점에서 이해, 확산, 비판, 동기적 영역 모두에서 유의미한 결과가 있었다고 판단된다.

셋째, STEAM 프로그램은 과학 흥미도 전 영역에 유의미한 영향이 있었다. 첨단과학 기술인 3D 프린터를 소개하고 주제에 따라 이를 직접 다루어보는 시간을 학생 개개인이 가져봄으로써 내용, 유능감, 선호도에 있어서 높은 결과를 나타냈다는 점에서 긍정적인 영향이 있다고 생각된다.

마지막으로 STEAM 프로그램에 대한 수업 만족도는 대체적으로 만족하는 편이었다. 대부분의 학생들은 교과서에서 다루지 않는 새로운 수업 내용의 프로그램이었기 때문에 흥미와 관심을 갖고 활발하게 참여하였으며 특히 자기주도적으로 학습하려는 능력이 많이 향상되었다는 점에서 긍정적인 효과를 가져올

수 있었다.

2. 제언

본 연구 결과를 바탕으로 다음과 같이 후속 연구를 위하여 제언하고자 한다.

첫째, 본 STEAM 프로그램에서 도형을 반복하는 접근 방식으로 식물의 구조를 이해해 보았다. 더불어 지금까지 알려진 사례 이외에 식물의 구조에서 프랙탈 원리와 같은 또 다른 사례를 찾아볼 수 있는 노력이 뒷받침되어야 하겠다.

둘째, 3D 프린터라는 첨단 공학기술을 초등과학 수업에 적용시켜보았던 점은 새로운 시도였다. 3D 프린터가 요즘 많이 보급되고 있는 시점이고 각종 매체에서 각광을 받고 있으므로 향후 학생들의 미래 진로와도 연계하여 3D 프린터를 활용할 수 있는 STEAM 프로그램을 좀 더 개발할 필요가 있다.

셋째, 3D 프린팅을 하기 위해서는 설계 프로그램을 조작하는 활동이 우선적으로 요구된다. 요즘 코딩 교육이 열풍이 일고 있는 만큼 학생들이 과학적 사고력 신장에 프로그램 조작 능력은 반드시 필요하다고 판단된다. 앞으로의 교육과정에 SW 교육이 활성화되고 학생들도 프로그램 조작 능력을 많이 키워나갈 수 있었으면 한다.

참 고 문 헌

- 고재령(2016). 3D 프린터를 활용한 중학교 미술 교수-학습 유형 연구. 한국교원대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 공준호, 홍승호(2017). '빼와 근육'을 주제로 한 STEAM 프로그램이 초등학생들의 기초 탐구 능력 및 과학적 태도에 미치는 효과. 생물교육, 45(3), 344-354.
- 교육과학기술부(2015). 2015 개정 교육과정 총론. 교육부 고시 제2015 - 80호.
- 권재술, 김범기(1994). 초·중학생의 과학 탐구능력 측정 도구의 개발. 한국과학교육학회지, 14(3), 251-264.
- 권종오(2009). 학교수학에서 프랙탈의 활용에 관한 연구. 영남대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 권연지(2016). 3D 프린팅을 활용한 미술과 중심 STEAM 프로그램 개발 연구. 서울교육대학교 교육전문대학원 석사학위논문.
- 김덕호, 고동국, 한명재, 홍승호(2014). STEAM 프로그램을 적용한 과학수업이 초등학생의 창의성과 흥미도에 미치는 영향. 한국과학교육학회지, 34(1), 43-54.
- 김덕호, 양지혜, 홍승호(2016). 3D 프린터 기반 기후 관련 STEAM 프로그램이 초등과학 영재 학생들에게 미치는 영향. 에너지기후변화교육, 6(2), 127-138.
- 김진수(2011). STEAM 교육을 위한 큐빅 모형. 한국기술교육학회지, 11(2), 124-139.
- 김효남, 정완호, 정진우(1998). 국가수준의 과학에 관련된 정의적 특성의 평가체제 개발. 한국과학교육학회지, 18(3), 25-45.
- 김희연(2015). 세계경제포럼(WEF)의 미래기술과 사회적 영향 분석 동향. 정보통신방송정책, 27(18), 24-31.
- 배영권 외 5명(2017). 3D 프린터를 활용한 융합인재교육 프로그램 개발 및 효과성과 만족도 분석. 정보교육학회논문지, 21(4), 475-486.
- 이다영(2014). 프랙탈을 활용한 색채 교수학습 개발 : 5, 6학년을 중심으로. 단국대학교 석사학위논문.
- 이영찬(2015). 3D 도면 제작 프로그램 및 3D 프린터를 활용한 발명교육 프로그램이 초등학생의 창의성에 미치는 효과. 실과교육연구, 21(3), 39-54.

- 이정서(2016). 초등영재를 위한 3D 프린팅 활용 STEAM 프로그램 개발. 대구 교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 이현정(2011). 중등수학 교육과정에서 프랙탈에 대한 연구. 전남대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 전지현, 김동호(2017). 창의적 문제해결력 향상을 위한 인포그래픽과 3D모델링을 활용한 STEAM 프로그램 개발. 정보교육학회논문지, 21(1), 67-76.
- 정홍정(2015). 프랙탈 이론(Fractal theory)을 활용한 STEAM 프로그램 지도에 관한 연구. 부산대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 조남경(2013). 답음을 주제로 한 초등 수학 영재 교수·학습 자료 개발. 경인교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 한국과학창의재단(2015). 2015년 STEAM 프로그램 개발 시범적용 만족도 조사. 한국과학창의재단.
- 한국교육개발원(2001). 한편 창의적 문제해결력 검사 개발 연구(I). 한국교육개발원.
- Yakman G, Lee H (2012). Exploring the exemplary STEAM education in the U.S. as a practical educational framework for Korea. 한국과학교육학회지, 32(6), 1072-1086.

ABSTRACT

Effects of Plant Fractal STEAM Program Repeating Figure on Inquiry Ability and Scientific Attitude of Elementary Students

Hong, Jin-seok

Major in Elementary School Science, Graduate School of
Education, Jeju National University

Supervised by Professor Hong, Seung-Ho

This study aims to develop a STEAM program to create plant fractals using 3D printing under the theme of plant fractals with repeated figures and to explore its effects. To do this, developed a STEAM program for the 10th classes and applied it to the 6th grade elementary school students. We looked at the effects of scientific inquiry skills, creative problem-solving ability, and scientific interests. The results showed significant differences in the areas of mystery and expectation, which are the areas of scientific inquiry skills, and also showed significant effects in all areas of creative problem solving ability and scientific interest. In this program, although the contents of the nonsubjects were mainly treated, but background knowledge in order to understand the contents of the study theme led to significant effects by convergent activities of subjects of science, mathematics and arts. Therefore, a new, topic-focused STEAM program using 3D printers like this STEAM program can be continuously developed and distributed.

*Key words : Fractal, The structure of plants, Figure, 3D printer, STEAM

부 록

<부록 1> 과학 탐구 능력 검사 도구

<부록 2> 창의적 문제해결력 검사 도구

<부록 3> 과학 흥미도 검사 도구

<부록 4> 수업 만족도 검사 도구

<부록 5> STEAM 프로그램 교수·학습 과정안 및 학습지

<부록 6> 수업 만족도 조사 결과

<부록 7> STEAM 프로그램 활동 모습

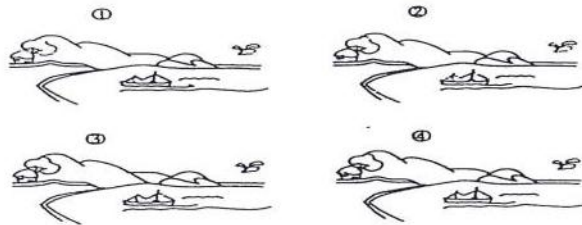
<부록 1> 과학 탐구 능력 검사 도구

이 검사 문항지는 여러분의 창의적 문제해결력을 알아보고자 작성된 것입니다. 이 검사 문항지의 결과는 여러분의 성적과는 아무런 관련이 없으며, 검사의 결과는 연구 목적 이외에는 사용되지 않을 것입니다. 한 문제도 빠짐없이 문항을 잘 읽고 해당되는 부분에 O 표시 하시면 됩니다. 본 연구에 협조해 주셔서 대단히 감사합니다.

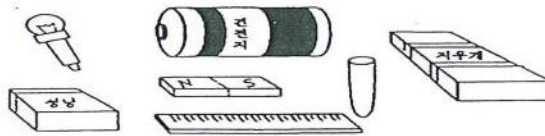
제주대학교 교육대학원 초등과학교육과 홍진석

답안 작성자	()초등학교 ()학년 ()반 번호 ()성별 (남, 여)
-----------	--

1. 다음 4개의 그림 중 다른 하나를 찾으시오.

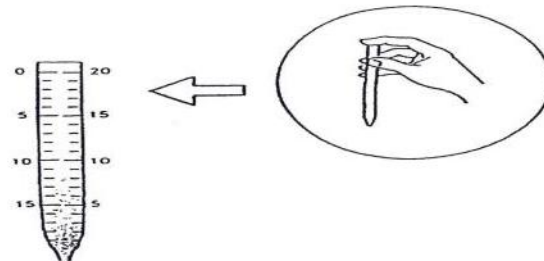


2. 다음의 여러 가지 물체를 비슷한 물체끼리 두 집단으로 나누려고 한다. 가장 좋은 방법은 어느 것일까?



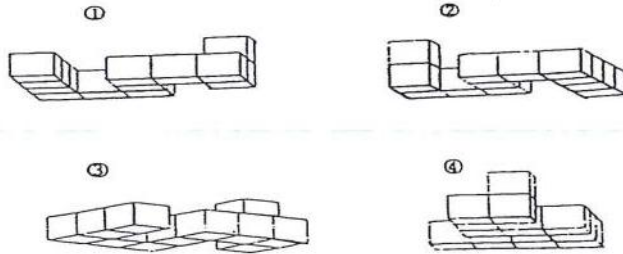
- ① 모양으로
- ② 색깔로
- ③ 길이로
- ④ 부피로

3. 아래의 유리 기구 속에 들어 있는 액체의 양은 얼마인가?

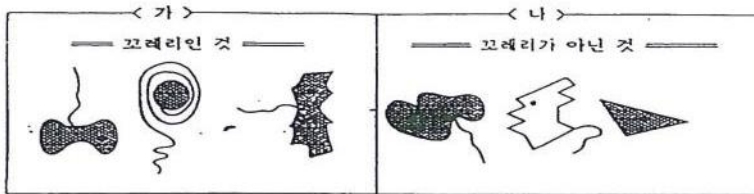


- ① 4 mL
- ② 8 mL
- ③ 12 mL
- ④ 20 mL

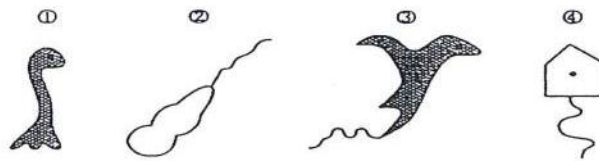
4. 다음 4개의 도형 중 다른 하나를 찾으시오.



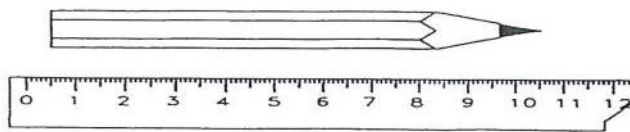
5. 그림 <가>는 꼬레리의 모양이고, 그림 <나>는 꼬레리가 아닌 것이다.



다음 중에서 꼬레리인 것은?



6. 그림과 같이 막대자 옆에 연필이 나란하게 있다. 이 연필의 길이는 얼마인가?



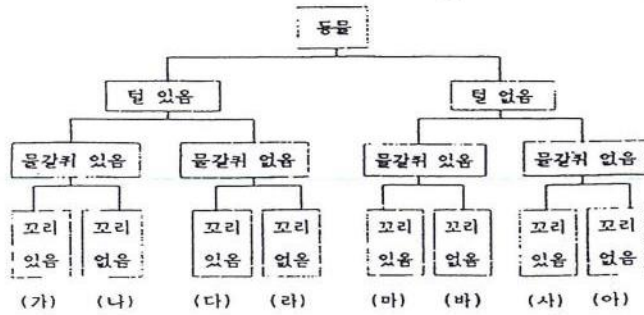
- ① 9 cm ② 10.1 cm ③ 10.7 cm ④ 11.0 cm

7. 아래의 그림을 보고 가장 올바르게 말한 사람은?



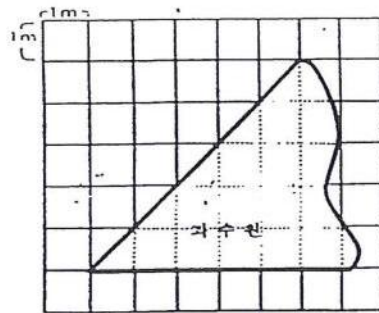
- ① 철수 : 냄새가 향기롭다.
- ② 만근 : 길고 네모난 모양이다.
- ③ 진수 : 썩으면 부드러워진다.
- ④ 정희 : 무게가 5 그램이다.

8. 순이는 다음의 안의 방법으로 두 집단으로 나누었다. (바)에 속하는 동물은?



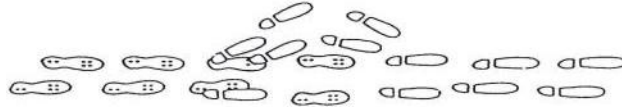
- ① 다람쥐
- ② 오징어
- ③ 개구리
- ④ 오리

9. 과수원의 모양이 다음 그림과 같다. 과수원의 넓이는 얼마인가?

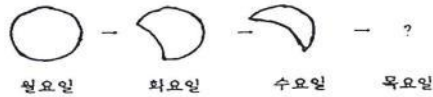


- ① 12 m²
- ② 14 m²
- ③ 17 m²
- ④ 20 m²

10. 아침 등교 길에 눈 덮인 운동장에서 그림과 같은 사람 발자국을 보았다. 이것으로 알 수 있는 것은?



- ① 두 사람이 줄지어 걸어갔다.
 ② 두 사람이 서로 번갈아 엮고 갔다.
 ③ 반대쪽에서 온 두 사람이 서로 만났다.
 ④ 두 사람이 어깨동무하며 걸었다.
11. 어떤 도형의 모양을 관찰하였더니 매일 다음과 같은 순서로 변했다.



목요일에 나타나는 이 도형의 모양은 다음 중 어느 것인가?



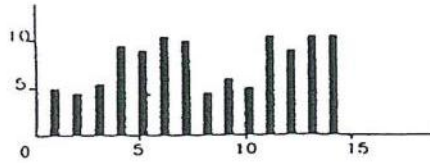
12. 과수원 A와 B에 있는 2종류의 나무 (가)와 (나)에서 열매를 따더니 다음과 같았다.

	A 과수원	B 과수원
나무(가)	40개	30개
나무(나)	20개	15개

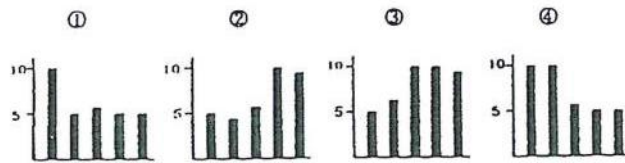
위의 사실을 보고 철수, 만근, 진수, 정희가 그 까닭을 생각해 보았다. 이 중에서 위의 사실을 설명하기에 적합하다고 볼 수 없는 생각은?

- ① 철수 : A 지역은 B 지역보다 토양이 좋았을 것이다.
 ② 만근 : A 지역의 (가) 나무에만 농약을 뿌렸을 것이다.
 ③ 진수 : B 지역에는 벌레가 많았을 것이다.
 ④ 정희 : B 지역은 가물었을 것이다.

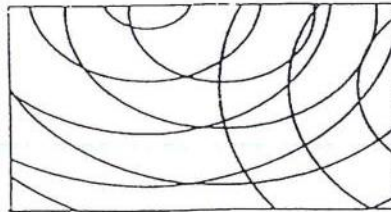
13. 2주 동안 매일 오전 10시의 기온을 재어보았더니 그래프와 같았다.



다음 5일 동안의 기온은 어떻게 될까?



14. 아래 그림은 연못에 돌을 던지고 나서 잠시 후의 모습을 그린 것이다. 몇 개의 돌을 던졌을까?



- ① 2개 ② 3개 ③ 4개 ④ 5개

15. 어느 건물에 있는 네온 사인 불빛이 다음과 같은 순서로 켜졌다. 다음에 켜질 네온사인의 불빛은?

빨강 → 노랑 → 파랑 → 노랑 → 빨강 → 노랑 → 파랑 → ?

- ① 빨강 ② 노랑 ③ 파랑 ④ 초록

<부록 2> 창의적 문제해결력 검사 도구

이 검사 문항지는 여러분의 창의적 문제해결력을 알아보고자 작성된 것입니다. 이 검사 문항지의 결과는 여러분의 성적과는 아무런 관련이 없으며, 검사의 결과는 연구 목적 이외에는 사용되지 않을 것입니다. 한 문제도 빠짐없이 문항을 잘 읽고 해당되는 부분에 O표시 하시면 됩니다. 본 연구에 협조해 주셔서 대단히 감사합니다.

제주대학교 교육대학원 초등과학교육과 홍진석

답안 작성자	()초등학교 ()학년 ()반 번호 ()성별 (남, 여)
-----------	--

[특정 영역의 지식, 사고기능, 기술의 이해 및 숙달여부]

	전혀 아니다	그렇지 않다	보통 이다	그렇 다	매우 그렇다
1) 수업시간에 많은 일에 호기심을 가지고 계속 질문한다.	1	2	3	4	5
2) 주어진 문제에 대하여 다양한 해답을 찾아내며, 이따금 독특한 해답을 제시한다.	1	2	3	4	5
3) 나는 수업시간에 의사를 자유로이 표현하며, 이따금 의견이 맞지 않을 때는 과격하게 맞서거나, 고집을 부린다.	1	2	3	4	5
4) 나는 평소에 유머가 풍부하며, 남이 우습지 않은 상황에서도 남들을 곤장 웃긴다.	1	2	3	4	5
5) 나는 공부시간에 머리를 쓰는 놀이를 좋아한다.	1	2	3	4	5

[확산적 사고]

	전혀 아니다	그렇지 않다	보통 이다	그렇 다	매우 그렇다
1) 나는 참신하고 남다른 생각을 말할 수 있다.	1	2	3	4	5
2) 나는 이미 알려진 것과는 다른 새로운 방법으로 문제를 풀 수 있다.	1	2	3	4	5
3) 내가 만든 것은 새로워서 다른 친구들이 만든 것과는 많이 다르다.	1	2	3	4	5
4) 나는 문제를 풀어낼 아이디어를 다양하고 풍부하게 만들어 낸다.	1	2	3	4	5
5) 나는 서로 상관없어 보이는 것을 잘 연결짓는다.	1	2	3	4	5

[비판적 · 논리적 사고]

	전혀 아니다	그렇지 않다	보통 이다	그렇 다	매우 그렇다
1) 나는 실제로 있는 사실과 상상을 구별할 줄 안다.	1	2	3	4	5
2) 나는 과학 시간에 아이디어나 결론을 꼼꼼하고 찬찬히 다듬어 나갈 수 있다.	1	2	3	4	5
3) 나는 공부시간에 말이 맞는 말인지 또는 틀린 말인지 판단할 줄 안다.	1	2	3	4	5
4) 나는 친구들과 다양한 정보를 바탕으로 혼자서 결론을 이끌어 낼 수 있다.	1	2	3	4	5
5) 나는 주어진 문제와 관계가 있는 정보를 찾아낼 수 있다.	1	2	3	4	5

[동기적 요소]

	전혀 아니다	그렇지 않다	보통 이다	그렇 다	매우 그렇다
1) 나는 어렵고 힘든 것도 쉽게 포기하지 않고 끝까지 하려고 한다.	1	2	3	4	5
2) 나는 이 과목의 다른 주제에 대해서도 더 알고 싶다.	1	2	3	4	5
3) 나는 과학시간의 공부 내용이 매우 재미있다.	1	2	3	4	5
4) 나는 목표에 달성하지 못했다고 생각되면 목표달성을 위해 더 노력한다.	1	2	3	4	5
5) 나는 목표를 이루었다고 생각하면 그 다음단계의 목표를 정한다.	1	2	3	4	5

<부록 3> 과학 흥미도 검사 도구

이 검사는 여러분의 과학 흥미도를 알아보고자 작성된 것입니다.
 이 검사 문항지의 결과는 여러분의 성적과는 아무런 관련이 없으며 검사의 결과는 연구 목적 이외에는 사용되지 않을 것입니다. 한 문제도 빠짐없이 문항을 잘 읽고 해당되는 부분에 O표시 하시면 됩니다. 본 연구에 협조해 주셔서 대단히 감사합니다.
 제주대학교 교육대학원 초등과학교육과 홍진석

답안 작성자	()초등학교 ()학년 ()반 번호 ()성별 (남, 여)
-----------	--

문항	아주 그렇지 않다	조금 그렇지 않다	보통 이다	조금 그렇 다	아주 그렇 다
1. 나는 과학 선생님의 수업방식이 재미있다.	1	2	3	4	5
2. 나는 과학 성적을 잘 받아야 한다고 생각한다.	1	2	3	4	5
3. 과학 선생님은 이해하기 어렵게 가르치신다.	1	2	3	4	5
4. 나는 교과서나 참고서가 아닌 과학에 관한 다른 책들은 읽지 않는다.	1	2	3	4	5
5. 과학 선생님이나 친구들이 나의 과학 실력을 인정해 준다.	1	2	3	4	5
6. 나는 노력해도 과학을 잘 할 수 없다.	1	2	3	4	5
7. 나는 과학 과목에 자신이 있다.	1	2	3	4	5
8. 나는 일상생활에 있어서 과학 과목이 꼭 필요하다고 생각한다.	1	2	3	4	5
9. 나는 과학 선생님이 좋다.	1	2	3	4	5
10. 나는 과학 공부를 함으로써 과학적 지식이나 실력이 늘어나는 것이 기쁘다.	1	2	3	4	5
11. 나는 과학 공부를 할 때, 주의 집중이 잘된다.	1	2	3	4	5
12. 나는 과학 공부에 시간을 많이 투자한다.	1	2	3	4	5
13. 내가 선생님이 된다면 과학 선생님처럼 되고 싶다.	1	2	3	4	5
14. 나는 과학에 대해 궁금한 것이 많아서 더 많이 공부하고 싶다.	1	2	3	4	5
15. 나는 나의 실력에 비해 조금 더 어려운 과학문제를 푸는 과정이 좋다.	1	2	3	4	5
16. 나는 과학 시간에 배우는 내용 외에도 과학 분야에 대해 아는 것이 많다.	1	2	3	4	5

<부록 4> 수업 만족도 검사 도구

명(%)

	평가항목	매우 그렇 다	그렇 다	보통 이다	그렇 지 않다	매우 그렇 지 않다
1	나는 과학 수업이 재미있어졌다.					
2	나는 과학·수학 학습 내용에 대해 많이 이해하게 되었다.					
3	나는 과학·수학학습에 대한 흥미가 생겼다.					
4	나는 과학기술에 대한 관심이 생겼다.					
5	나는 과학 관련 책이나 글을 읽는 것이 좋아졌다.					
6	나는 문제해결을 위해 스스로 생각을 하게 되었다.					
7	나는 다양한 학습 내용을 끝까지 해내게 되었다.					
8	나는 한 가지 문제를 다양하게 생각해보았다.					
9	나는 배운 내용을 실생활과 연관 지으려고 노력하였다.					
10	나는 문제해결에 여러 과목에서 배운 지식을 동시에 적용하려고 노력하였다.					
11	나는 적극적으로 활발하게 수업에 참여하였다.					
12	나는 친구들과 사이좋게 의견을 나누었다.					
13	나는 다른 친구들에게 나의 아이디어를 표현하였다.					
14	나는 다른 친구들의 의견을 경청하고 존중하였다.					
15	나는 다른 친구들과 협력하는 것의 중요성을 생각하는 마음이 생겼다.					
16	나는 다른 친구들을 배려하는 마음이 생겼다.					
17	나는 실패하는 것을 두려워하지 않고, 도전의식이 생겼다.					
18	나는 과학기술 분야와 관련된 직업에 대한 관심이 생겼다.					

<부록 5> STEAM 프로그램 교수·학습 과정안 및 학습지

모 들	프랙탈 구조의 의미 알아보기	차 시	1/10	대 상	초등학교 6학년	
학습주제	자연현상 및 동물, 식물에서 프랙탈이 나타나는 사례를 알아보고 프랙탈의 의미 정리하기			학습형태	전체-소집단	
학습목표	자연현상 및 동물, 식물에서 프랙탈이 나타나는 사례를 알아보고 프랙탈의 의미를 정리해 봅시다.			STEAM 준 거	창의적 설계	
STEAM 요 소	S	자연현상 및 동물, 식물에서 프랙탈 찾아보기				
	A	자연현상 및 동물, 식물에서 프랙탈이 나타나는 사례 찾아 발표하기				
	M	프랙탈의 규칙 알아보기				
학습자료	교사	ppt 자료(학습안내), 프랙탈이 제시된 사진자료				
	학생	학습지				
학습 단계	학습 과정	교수·학습 활동			시간 (분)	자료(□) 및 유의점(■)
도입	동기 유발	<p>◎ 풀썩이의 축제 체험 이야기</p> <p>풀썩이는 주말에 엄마, 할머니와 함께 남원에서 열리는 제주 고사리 축제에 다녀왔습니다. 평소에도 엄마의 집안일을 거들면서 고사리 같은 손으로 도와주어서 고맙다는 칭찬을 종종 듣는 편이었습니다. 이전까지 고사리가 어떻게 생겼는지도 잘 몰랐었는데 직접 축제에 참가하여 고사리 채취를 하다 보니 어린 고사리 모양이 꼭 어린아이의 손과 같았습니다. 그런데 다 자란 고사리는 먹지 못한다고 하면서 채취하지 말라고 하였습니다. 다 자란 고사리들만 자꾸 눈에 들어와서 관찰하다가 특이한 점을 발견하게 되었습니다. 다 자란 고사리 잎을 뜯어보았더니 처음 고사리 잎 모양과 같고 크기만 축소된 것 같았기 때문입니다. 풀썩이는 고사리처럼 전체적인 잎 모양과 일부를 뜯었을 때 같은 모양을 하고 있는 또 다른 식물이 있는지 궁금해졌고 더 찾아보기로 하였습니다.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 풀썩이는 축제 체험을 갔다가 무엇을 궁금하게 여기게 되었나요? - 다 자란 고사리 모습과 잎의 일부를 떼어낸 모습이 크기만 다를 뿐 같은 모습을 하고 있는 것을 발견하고 다른 식물에도 이와 같은 현상이 있을지 궁금해 졌습니다. • 프랙탈 구조의 의미와 식물에서 프랙탈 구조가 나타나는 사례가 있는지 알아보시다. <p>◎ 학습문제 확인하기</p> <p>자연현상 및 동물, 식물에서 프랙탈이 나타나는 사례를 알아보고 프</p>			8'	□ 고사리(또는 고사리사진)
	학습 문제 파악 하기					

	학습 순서 확인 하기	<p>랙탈의 의미를 정리해 봅시다.</p> <p>▣ 학습 활동 안내</p> <p>【활동1】 프랙탈 구조의 의미 알아보기 S A M</p> <p>【활동2】 식물에서 프랙탈 구조가 나타나는 사례 알아보기 S A M</p>		
전개		<p>【활동1】 자연현상 및 동물, 식물에서 프랙탈이 나타나는 사례 알아보기 S A M</p> <p>◎ 다양한 프랙탈의 모습 살펴보기</p> <ul style="list-style-type: none"> • 자연현상의 사진을 보면서 어떤 점에서 부분과 전체가 똑같은 점이 있는지 이야기해 본다. <ul style="list-style-type: none"> - 번개, 강, 구름, 눈, 해안선, 밤하늘의 별, 우주 등 • 동물의 사진을 보면서 어떤 점에서 부분과 전체가 똑같은 점이 있는지 이야기해 본다. <ul style="list-style-type: none"> - 뇌, 혈관, 기관계, 신장 등 • 식물의 사진을 보면서 어떤 점에서 부분과 전체가 똑같은 점이 있는지 이야기해 본다. <ul style="list-style-type: none"> - 브로콜리, 고사리, 고비, 엉겅퀴 등의 양치식물, 깻잎의 잎맥 등 	12'	<p>□ 다양한 프랙탈 사진 자료</p> <p>□ 학습지</p>
전개		<p>【활동2】 프랙탈의 의미 정리하기 S A M</p> <p>◎ 프랙탈의 의미 정리하기</p> <ul style="list-style-type: none"> • 프랙탈의 의미를 정리하여 봅시다. <ul style="list-style-type: none"> - (EBS 동영상을 시청하며 프랙탈의 의미를 알아본다.) • 코흐 곡선, 코흐 눈송이, 칸토어 먼지, 시에르핀스킨 삼각형, 멩거 스펀지를 살펴봅시다. <ul style="list-style-type: none"> - (같은 모형이 반복되는 과정에서 생기는 또다른 모형에 대해 살펴봄으로써 프랙탈의 의미를 이해한다.) 	15'	<p>□ EBS 동영상 프랙탈이란 무엇일까요? (http://clipbank.ebs.co.kr/clip/view?clipId=VOD_20140912_A0063)</p> <p>□ 코흐 곡선, 코흐 눈송이, 칸토어 먼지, 시에르핀스킨 삼각형, 멩거 스펀지 사진 자료</p> <p>□ 학습지</p>
정리	정리 하기	<p>◎ 정리하기</p> <ul style="list-style-type: none"> • 프랙탈의 특징을 정리하여 봅시다. <ul style="list-style-type: none"> - 부분과 전체가 똑같은 모습을 하고 있습니다. - 자기유사성이 있습니다. 	5'	
	차시 예고 하기	<p>◎ 차시 예고하기</p> <ul style="list-style-type: none"> • 프랙탈 구조를 이용하여 도형을 반복한 나무 그림을 그려봅시다. 		

프랙탈의 의미 알아보기

()초등학교 ()학년 ()반 이름()

- 자연현상 및 동물, 식물이 가지고 있는 프랙탈 구조를 찾아 정리해 봅시다.

구분	사례	프랙탈 구조의 특징
자연 현상		
동물		
식물		

- 프랙탈의 의미를 정리하여 봅시다.

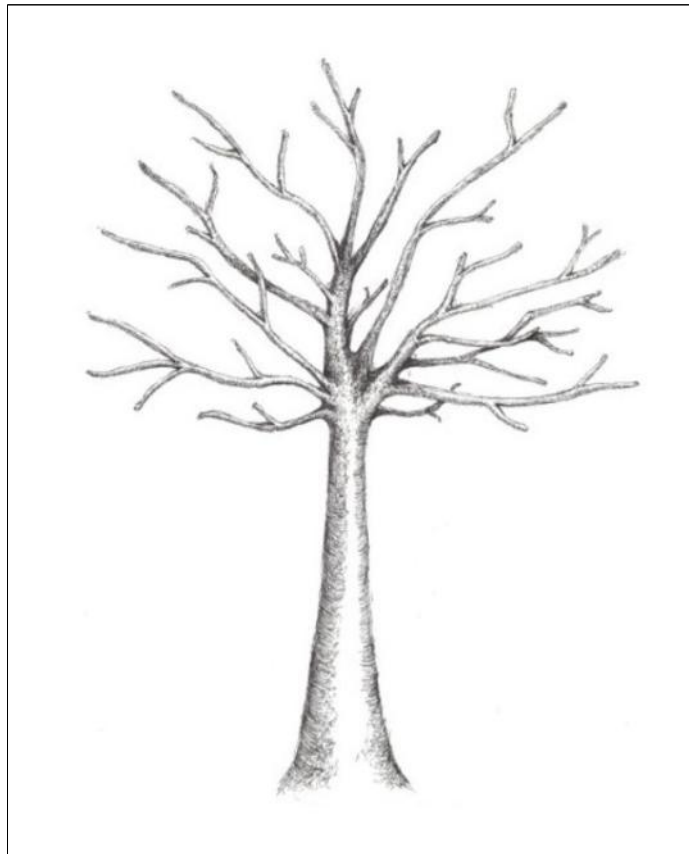
모 들	프랙탈 구조의 의미 알아보기	차 시	2/10	대 상	초등학교 6학년
학습주제	프랙탈 구조를 이해하고 도형을 반복한 나무그림을 그려보기			학습형태	전체-소집단
학습목표	프랙탈 구조를 이해하고 도형을 반복한 나무그림을 그려봅시다.			STEAM 준 거	창의적 설계
STEAM 요 소	S	프랙탈 구조 이해하기			
	T	도형을 반복한 나무 그리는 방법 구상하기			
	E	도형을 반복한 나무그림 그리기			
	A	도형을 반복하여 그릴 때 부분과 전체의 조화를 생각하며 아름답게 꾸미기			
	M	도형과 프랙탈 구조의 특징 이해하기			
학습자료	교사	ppt 자료(학습안내), 추상화 그림자료			
	학생	학습지			
학습 단계	학습 과정	교수·학습 활동		시 간 (분)	자료(□) 및 유의점(■)
도입	동기 유발	◎ 추상화 그림 제시 • 추상화 그림을 보며 공통점 찾기 - (비슷한 무늬가 반복되어 그려진 점을 파악한다.) ◎ 학습문제 확인하기		5'	□그림 자료
	학습 문제 파악 하기	프랙탈 구조를 이해하고 도형을 반복한 나무그림을 그려봅시다.			
	학습 순서 확인 하기	■ 학습 활동 안내 【활동1】 도형을 반복한 나무 그리는 방법 알아보기 S T A M 【활동2】 도형을 반복한 나무그림 그리기 S T E A M			
전개		【활동1】 도형을 반복한 나무 그리는 방법 알아보기 S T A M ◎ 점묘화를 그리는 방법 알아보기 • 점묘법에 대해 알아보자. - (그림을 그릴 때 점을 찍어서 표현하는 방법임을 이해한다.) • 자신이 그리고 싶은 나뭇잎의 모양을 도형으로 정하기 - (자신이 그리고 싶은 나무를 생각하며 잎의 모양을 여러 도형 중 한 가지 선택한다. 원, 삼각형, 사각형, 오각형 등)		5'	□EBS동영상 색의 혼합과 점묘법 (http://clipbank.ebs.co.kr/clip/view?clipId=VOD_20111215_00131) □ 면봉(원), 삼각, 사각, 오각기둥 막대 등
	전개	【활동2】 도형을 반복한 나무그림 그리기 S T E A M ◎ 자신이 정한 도형을 반복하여 나무그림 완성하기			

		<ul style="list-style-type: none"> • 자신이 정한 도형에 따라 나무줄기에 자신만의 규칙을 만들어 앞을 그려 넣어 그림을 완성한다. - (도형 도장을 만들어 찍고 그리는 방법을 하도록 안내) 		<p>도형을 반복하 되 규칙성을 갖고 그릴 수 있도록 안내한 다.</p>
정리	정리 하기	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 정리하기 <ul style="list-style-type: none"> • 내가 그린 나무그림을 친구들에게 발표하여 봅시다. ◎ 차시 예고하기 <ul style="list-style-type: none"> • 3D프린터에 대해 알아보시다. 	10	
	차시 예고 하기			

프랙탈 구조를 활용한
도형을 반복한 나무그림 그리기

()초등학교 ()학년 ()반 이름()

- 자신이 그리고 싶은 나무 이름 :
- 자신이 정한 도형(나뭇잎의 모양) :



모 들	도형을 반복한 식물의 모형 만들기	차 시	3/10	대 상	초등학교 6학년
학습주제	3D 프린터에 대하여 알아보기			학습형태	전체
학습목표	3D 프린터에 대하여 알아봅시다.			STEAM 준 거	창의적 설계
STEAM 요소	S	3D 프린터의 기능과 특징 알아보기			
	A	3D 프린터로 할 수 있는 것 상상해보기			
학습자료	교사				
	학생				
학습 단계	학습 과정	교수·학습 활동		시간 (분)	자료(□) 및 유의점(■)
도입 유발	학습 문제 파악 하기	◎ 3D 프린터로 출력한 생활용품 살펴보기 • 보여 준 영상에서 만들어진 생활용품에는 어떤 것이 있나요? - 피규어 인형, 미니 램프, 렌치, 램프, 자동변속장치 등 • 지금 보여주는 생활용품들은 어떻게 만들어 지는 것 같나요? - 3D 프린터로 만듭니다. - 직접 자신이 출력하여 만듭니다. • 그리고 만약 여러분이 3D 프린터를 사용할 수 있다면 필요로 하는 생활용품을 직접 만들어서 써 보면 어떨까요? 오늘은 차세대 기술로 알려진 3D 프린터에 대해 알아보도록 하겠습니다. ◎ 학습문제 확인하기		5'	□ 3D 프린터로 무엇을 만들까? (인기 아이템 TOP5) https://www.youtube.com/watch?v=23c41PgHpWQ
		3D 프린터에 대하여 알아보자.			
		■ 학습 활동 안내 【활동1】 3D 프린터의 기능과 특징 알아보기 S 【활동2】 3D 프린터로 만들고 싶은 물건 표현하기 A			
전개	S 3D 프린터란 무엇인지 알아보	【활동1】 3D 프린터의 의미와 특징 알아보기 S ◎ 3D 프린터의 의미와 원리 알아보기 • 3D 프린터란 무엇일까요?		20'	□ 학습지 □ 3D프린터 소개 https://www.youtube.com/watch?v=YHXT3Rn7mJ4

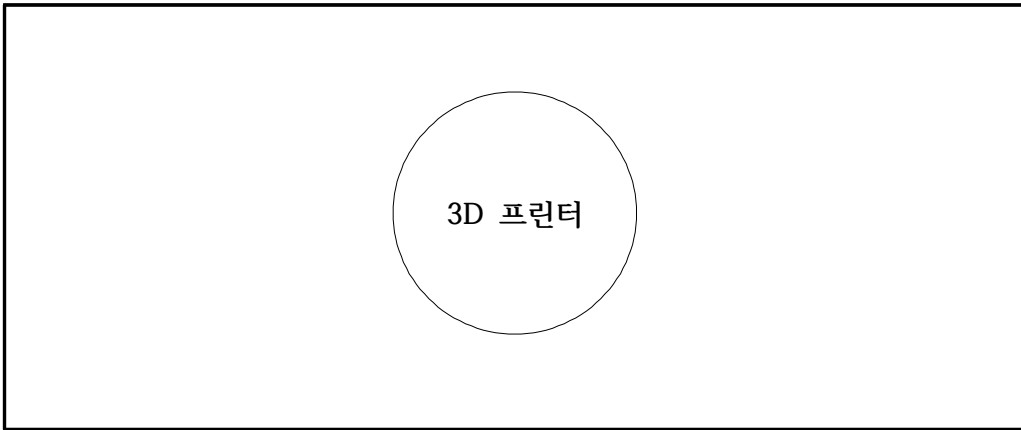
기	<p>3D 프린터(3차원 인쇄)는 연속적인 계층의 물질을 뿌리면서 3차원 물체를 만들어내는 제조 기술이다.</p> <p>3D 프린터는 밀링 또는 절삭이 아닌, 기존 잉크젯 프린터에서 쓰이는 것과 유사한 적층 방식으로 입체물로 제작하는 장치를 말하며, 컴퓨터로 제어되기 때문에 만들 수 있는 형태가 다양하고 다른 제조 기술에 비해 사용하기 쉽다.(위키백과)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 3D 프린터의 작동 원리에 대해 알아보시다. <ul style="list-style-type: none"> - 가공방식 <p>1. 적층가공(additive manufacturing) - 가루나 액체 형태의 재료를 굳혀가며 한 층씩 쌓는 방식이다. 비교적 복잡한 모양을 만들 수 있고, 제작과 채색을 동시에 진행할 수 있다는 장점도 있다. 다만 완성품의 표면이 매끄럽지 못하여 품질이 상대적으로 떨어진다.</p> <p>2. 절삭가공(subtractive manufacturing) - 재료를 공구로 깎아가며 모양을 만드는 방식으로, 비교적 매끄럽게 인쇄할 수 있지만 컵 같은 모양은 날이 들어가지 않아 만들기 어렵다.</p> <ul style="list-style-type: none"> - 제작과정 <p>1.모델링(modeling): 일반적으로 CAD 또는 3차원 모델링 소프트웨어를 이용하여 3차원 데이터를 완성하며, 3D 스캐너를 이용해 3차원 데이터를 얻을 수도 있다.</p> <p>2.프린팅(printing): 기계가 모델링 과정에서 만들어진 도면을 이용해 물체를 만들어내는 과정이다.</p> <p>3.마무리(finishing): 인쇄된 결과물에 대해서는 필요할 경우 연마, 채색, 조립 등 마무리 공정이 추가되기도 한다.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 3D 프린터의 출력방식에 대해 알아보겠습니다. <p>3D 프린터는 출력 방식에 따라 FDM방식, SLS방식, SLA방식으로 나뉩니다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. FDM방식은 재료를 녹여 쌓아가는 방식입니다. 2. SLS/SLA 방식은 재료에 열, 레이저(빛), 물리적 도구 등을 이용해 구조물을 적층, 출력한다는 특징이 있습니다. 3. DLP 방식은 광경화 방식의 일종으로, 광원으로 DLP프로젝터의 자외선을 이용합니다. 	<p>□ 3D프린터 원리 https://www.youtube.com/watch?v=NOzZCW Dp01s</p>
---	--	--

전개	<p>㉠ 3D 프린터로 만들고 싶은 물건 표현하기</p> <p>【활동2】 3D 프린터로 만들고 싶은 물건 표현하기 ㉠</p> <p>◎ 3D 프린터의 다양한 활용 사례 알아보기</p> <ul style="list-style-type: none"> • 3D프린터를 활용하는 다양한 사례를 살펴봅시다. • 여러분에게 3D 프린터가 있다면 가장 먼저 만들고 싶은 물건을 표현해 보고 발표해 봅시다. <ul style="list-style-type: none"> - 자신이 만들고 싶은 물건을 친구들에게 소개하고 발표해본다. 	10'	<p>□ 학습지 (학생들이 표현한 내용을 실물 화상기로 보여준다.)</p>
정리	<p>정리하기</p> <p>◎ 정리하기</p> <ul style="list-style-type: none"> • 3D 프린터가 무엇인지 여러분이 이해한 것을 발표해 봅시다. <ul style="list-style-type: none"> - 우리가 생각한 것을 한층 한층 쌓아가면서 실제와 같이 입체적으로 출력해주는 프린터기입니다. <p>차시 예고하기</p> <p>◎ 차시 예고하기</p> <ul style="list-style-type: none"> • 다음 시간에는 프랙탈 구조를 생각하며 도형을 반복한 식물의 모형을 그려보도록 하겠습니다. 	5'	

3D 프린터의 의미와 만들고 싶은 물건 그려보기

()초등학교 ()학년 ()반 이름()


- 3D 프린터와 관련하여 배운 내용을 생각그물로 정리하여 봅시다.



3D 프린터

- 3D 프린터로 만들고 싶은 물건을 쓰고, 그림으로 표현해 봅시다.

- 만들고 싶은 물건 :



모 들	도형을 반복한 식물의 모형 만들기	차 시	4/10	대 상	초등학교 6학년
학습주제	도형을 반복한 식물의 모형 그려보기			학습형태	전체
학습목표	도형을 반복하여 식물의 모형을 그려봅시다.			STEAM 준 거	창의적 설계
STEAM 요 소	S	도형을 반복한 식물의 구조 알아보기			
	T	도형을 반복한 식물의 모형 그려보기			
	A	제작해 볼 [정사각형+직각삼각형] 식물의 모형 꾸미기			
	M	전체와의 비율을 고려하여 제작할 모형 그려보기			
학습자료	교사				
	학생	도화지, 자, 각도기			
학습 단계	학습 과정	교수·학습 활동		시간 (분)	자료(□) 및 유의점(■)
도입	동기 유발	<p>◎ 식물의 잎 사진 살펴보기</p> <ul style="list-style-type: none"> 우리가 첫 시간에 배웠던 프랙탈 구조를 생각하며 고사리 잎의 단면 사진을 살펴봅시다. <ul style="list-style-type: none"> 잎의 전체 모습과 부분의 모습이 비슷해 보입니다. 잎의 단면을 도형으로 옮겨보면 어떤 도형이 보이나요? <ul style="list-style-type: none"> 정사각형, 직각삼각형 등 이번 시간에는 정사각형과 직각삼각형을 사용해서 다양한 식물의 모형을 그려보도록 하겠습니다. <p>◎ 학습문제 확인하기</p>		5'	□ 고사리 잎 단면 사진
	학습 문제 파악 하기	<p>도형을 반복하여 식물의 모형을 그려보자.</p> <p>▣ 학습 활동 안내</p> <p>【활동1】 활동 방법 익히기 ⑤</p> <p>【활동2】 정사각형과 직각삼각형을 사용하여 식물의 모형 그리기 ①②③④</p>			
	학습 순서 확인 하기				
전개		<p>【활동1】 활동 방법 익히기 ⑤</p> <p>◎ 그리기 방법 익히기</p>		10'	□ PPT 자료
	⑤ 도형을 반복				■ 학생들이 이해하기 쉽도록 교사가 직접 시범을 보이면서 설

	식물의 구조 알아보기	<p>① 적당한 크기의 정사각형과 그 윗변에 직각삼각형의 빗면이 오도록 도화지에 그립니다.</p> <p>② 그 다음 직각삼각형의 나머지 두 변에 처음 그렸던 방법대로 축소된 정사각형과 직각삼각형을 그립니다.</p> <p>③ 이러한 과정을 4~5회 반복하여 계속 그려봅니다. 이때 그림의 크기에 따라 반복하여 그리는데 횟수는 조절할 수 있습니다.</p> <p>④ 준비된 자와 각도기를 이용하여 그려 나갑니다.</p>	명한다.
전개	<p>① 도형을 반복한 식물의 모형 그려보기</p> <p>② 제작해볼 [정사각형+직각삼각형] 식물의 모형 꾸미기</p> <p>③ 전체와의 비율을 고려하여 제작해볼 모형 그려보기</p>	<p>【활동2】 정사각형과 직각삼각형을 사용하여 식물의 모형 그리기 (I, A, M)</p> <p>◎ 정사각형과 직각삼각형을 사용하여 식물의 모형 그리기</p> <ul style="list-style-type: none"> • 자와 각도기를 사용하여 나무의 나무도형을 그려봅시다. • 처음 그린 정사각형과 직각삼각형의 비율을 일정하게 축소하여 그릴 수 있도록 주의합니다. • 정사각형과 직각삼각형의 반복하는 횟수는 모형의 크기에 따라 자유롭게 선택해서 그려 나갈 수 있습니다. <p>◎ 다른 친구와 식물의 모형 그림 비교하기</p> <ul style="list-style-type: none"> • 다른 친구들이 그린 나무 모형과 비교하며 서로 다른 모형이 그려진 까닭을 이야기해 봅시다. - 처음에 그린 정사각형과 직각삼각형의 크기가 달랐습니다. - 반복되는 횟수가 많을수록 그리기가 어려웠으나 식물의 모형이 보다 자세한 것 같습니다. 	20' <p>□도화지, 자, 각도기</p> <p>■ 6학년 수학기비와 비율 단원과 연계하여 축소되는 크기는 일정한 비율에 의해 그려진다는 점을 상기시킨다.</p>
정리	정리하기 차시 예고하기	<p>◎ 정리하기</p> <ul style="list-style-type: none"> • 여러분이 그린 식물의 모형이 프랙탈 구조가 되는 이유를 설명해 봅시다. - 크기는 다르지만 같은 모양을 계속 이어 그렸기 때문입니다. <p>◎ 차시 예고하기</p> <ul style="list-style-type: none"> • 다음 시간에는 여러분이 3D 프린터를 사용할 수 있도록 기본 프로그램 활용법에 대해서 익혀보도록 하겠습니다. 	5'

식물의 형태에 숨겨진 프랙탈 구조

프랙탈 구조 식물의 모형 그려보기

()초등학교 ()학년 ()반 이름()

○ 3D프린터로 제작할 식물의 모형을 생각하며 그려봅시다.

– [정사각형+이등변삼각형]만을 이용하여



○ 3D프린터로 제작할 식물의 모형을 생각하며 그려봅시다.

－ [정사각형+직각삼각형]만을 이용하여



모 들	도형을 반복한 식물의 모형 만들기	차 시	5/10	대 상	초등학교 6학년
학습주제	Tinkercad 프로그램 활용 방법 알아보기			학습형태	전체
학습목표	Tinkercad 프로그램 활용 방법을 알아봅니다.			STEAM 준 거	창의적 설계
STEAM 요 소	S	Tinkercad 프로그램 알아보기			
	T	Tinkercad 프로그램 사용방법 익히기			
학습자료	교사				
	학생				
학습 단계	학습 과정	교수·학습 활동		시 간 (분)	자료(□) 및 유의점(■)
도입	동기 유발	<p>◎ 자동차 주차 번호판 살펴보기</p> <ul style="list-style-type: none"> 자동차 주차 번호판은 어떻게 만들까요? - 스티커를 붙입니다./ 입체물을 연결해서 만듭니다./ 물체를 파내어서 만듭니다. 등 선생님이 손에 들고 있는 자동차 주차 번호판은 어떻게 만들었을까요? - 플라스틱 판 속을 파내어서 만들었습니다./ 3D 프린터로 출력해서 만들었습니다. 등 자동차 주차 번호판은 3D 프린팅을 위한 프로그램으로 설계한 것을 3D 프린터로 출력한 결과물입니다. 여러분이 실제 3D 프린팅을 하기 전에 프로그램으로 설계를 하는데 이를 모델링이라고 합니다. 이번 시간에는 모델링을 위해 사용할 프로그램 사용법에 대해 알아보고 익혀보도록 하겠습니다. <p>◎ 학습문제 확인하기</p>		5'	□3D 프린팅한 자동차 주차 번호판
	학습 문제 파악 하기	<p>Tinkercad 프로그램에 대해 알아보자.</p> <p>■ 학습 활동 안내</p> <p>【활동1】 Tinkercad 프로그램 메뉴 익히기 S T</p>			
	학습 순서 확인 하기				
전개	S Tinkercad 프로그램 사	<p>【활동1】 Tinkercad 프로그램 메뉴 익히기 S T</p> <p>◎ Tinkercad 프로그램이란</p> <p>1) Tinkercad Autodesk사가 어린이도 쉽게 3D 프린팅을 위한 3D 모델링 할 수 있는 웹기반(인터넷 서버 접속 사용) 프로그램입니다.</p> <p>2) 누구나 손쉽게 조작할 수 있게끔 간편하고도 인터페이스를 가지고 있습니다.</p>		35'	■학생들이 이해하기 쉽도록 교사가 직접 시범을 보이면서 설명한다.

용방법
알아보
기
①
Tinkercad
프로그램
사용방법
익히기

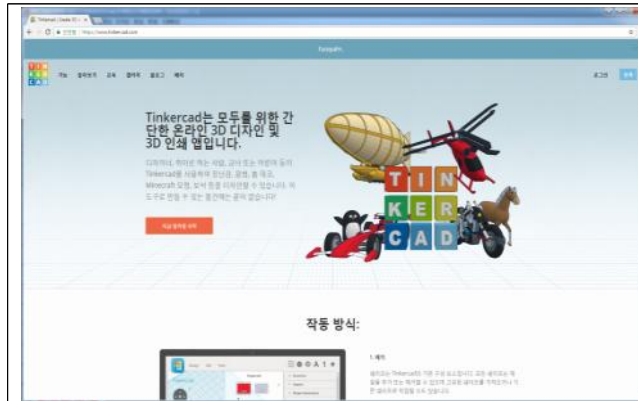
3) 따라하기 과정을 통하여 손쉽게 프로그램을 익히고 3D 모델링 한 입체물을 3D 프린팅 할 수 있으며 게임 마인크레프트에 활용할 수 있습니다.

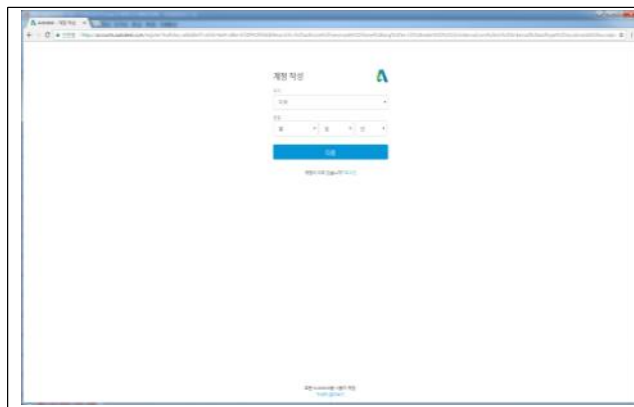
◎ Tinkercad 접속방법

1) <http://www.tinkercad.com/>에 접속합니다. Chrome을 통해 접속하는 것이 안정적입니다.



2) 메인화면 우측 상단의 등록 버튼을 클릭하고 생년월일을 기록합니다.

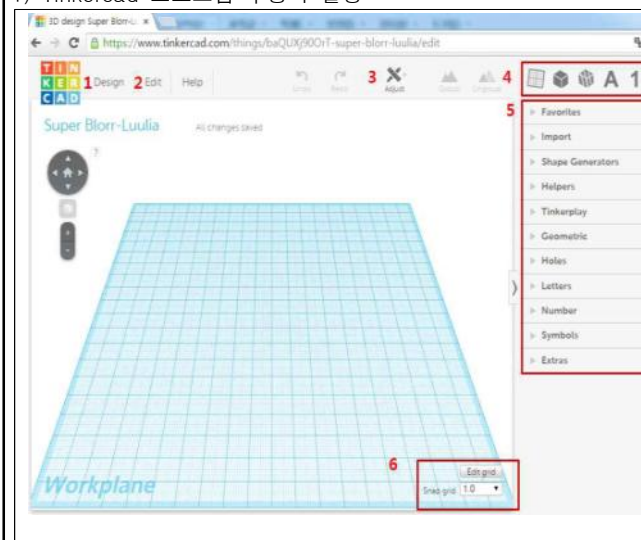




3) 메인화면 우측 상단의 등록 버튼을 클릭하고 보유하고 있는 이메일 주소와 비밀번호를 입력합니다.

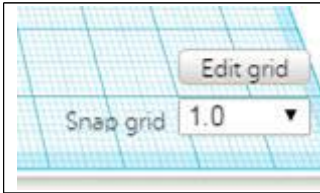
◎ Tinkercad 프로그램 알아보기

1) Tinkercad 프로그램 구성과 활용

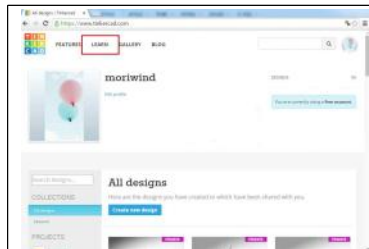
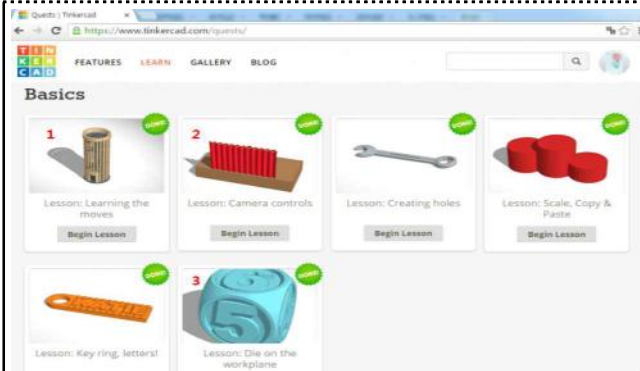


- 1 . Design 버튼에 관련된 메뉴입니다.

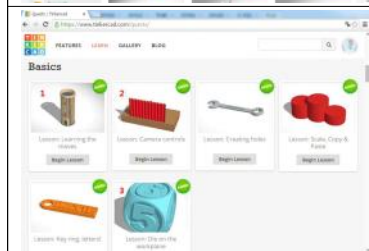
	<p>New - 새 작업장 만들기 Duplicate - 작업장 복제하기 Save - 저장하기 (STL파일로 저장하는 것은 아님) Properties - 속성 알려주기 Download for 3D Printing - 3D Printing을 위해 STL파일로 저장하기 Download for Minecraft - Minecraft를 위해 저장하기 Order a 3D Print - 3D Printing 주문하기 Upload to Thingiverse - Thingiverse에 Upload 하기 Close - 작업장을 닫기</p>
<p>- 2번. Edit 버튼에 관련된 메뉴입니다.</p>	
	<p>Copy - 복사하기 Paste - 붙여넣기 Duplicate - 복제하기 Delete - 삭제하기</p>
<p>- 3번. Adjust 버튼에 관련된 메뉴입니다.</p>	
	<p>Adjust-하단과 상단에 있는 입체도형의 위치를 정렬하고 반대로 위치하게 하는 도구로 검은색 점을 클릭하면 좌우 중앙으로 입체도형이 정렬합니다. Mirror-입체도형을 반전효과로 이동합니다.</p>
<p>- 4번. 바로가기 버튼입니다.</p>	
<p>사용하는 도구를 바로 갈 수 있게 만든 창</p> <p>[Helper] [Geometric] [hole] [Letter] [Number] [Symbol]</p>	
<p>- 5번. 3D 모델링 주 활용 버튼입니다.</p>	

		<div data-bbox="454 376 774 1041"> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Favorites ▶ Import ▶ Shape Generators ▶ Helpers ▶ Geometric ▶ Holes ▶ Letters ▶ Number ▶ Symbols ▶ Extras </div> <div data-bbox="782 421 1093 996"> <p>Favorites - 즐겨찾기 Import - 3D 모델링파일 불러오기 Shape Generators - 다양한 입체도형, 다양한 변형이 가능한 도형, 공유되어 활용할 수 있습니다. Helpers - 작업 면과 측정자가 있습니다. Geometric - 기본적인 기하학적 입체도형이 있습니다. holes - 구멍을 만들 수 있습니다. Letters - 문자(알파벳)를 활용할 수 있습니다. Numbers - 숫자를 활용할 수 있습니다. Symbols - 다양한 Symbol 입체도형을 활용할 수 있습니다, Extras - 그 외 캐릭터 만들기에 활용할 수 있습니다.</p> </div> <p>- 6번. Grid 버튼입니다.</p> <div data-bbox="454 1097 774 1288">  </div> <div data-bbox="782 1120 1093 1265"> <p>Edit grid - 모델링하는 Workplane의 크기를 조정합니다. Snap grid - 입체물의 크기와 이동의 단위를 변경시킬 수 있습니다.</p> </div>		
정리	정리하기 차시 예고하기	<ul style="list-style-type: none"> ◎ 정리하기 <ul style="list-style-type: none"> • 각자 오늘 배운 Tinkercad 프로그램의 메뉴 내용을 정리하여 봅시다. ◎ 차시 예고하기 <ul style="list-style-type: none"> • 다음 시간에는 Tinkercad 프로그램을 사용하여 식물의 모형을 모델링 해 보겠습니다. 	5'	

모	들	도형을 반복한 식물의 모형 만들기	차 시	6~7/10	대 상	초등학교 6학년
학습주제	Tinkercad 프로그램 활용하여 모델링하기				학습형태	전체
학습목표	Tinkercad 프로그램 활용하여 모델링 해 봅시다.				STEAM 준 거	창의적 설계
STEAM 요소	T	3D로 프린팅 할 식물의 모형 설계하기				
	A	식물의 모형 디자인하기				
	M	도형의 종류와 배열 규칙을 정하여 모델링하기				
학습자료	교사					
	학생					
학습 단계	학습 과정	교수·학습 활동			시간 (분)	자료(□) 및 유의점(■)
도입	동기 유발	◎ 3D로 프린팅하기 위한 프로그램 • 3D로 프린팅하기 위해 지난 시간에 배운 프로그램은 무엇입니까? - Tinkercad(팅커캐드) • Tinkercad의 메뉴에는 어떤 기능들이 있었나요? - Design 버튼, Edit 버튼, Adjust 버튼, 바로가기 버튼 등 • 오늘은 Tinkercad 프로그램의 기능을 활용하여 식물의 모형을 모델링하여 보겠습니다. ◎ 학습문제 확인하기			5'	
	학습 문제 파악하기	Tinkercad 프로그램을 활용하여 식물의 모형을 모델링 해보자. ■ 학습 활동 안내 【활동1】 Tinkercad 프로그램에서 필요한 기능 알아보기 ① 【활동2】 식물의 모형 모델링하기 A M				
	학습 순서 확인하기					
전개	① 수업에 필요한 기능들 실습해 보기	【활동1】 Tinkercad 프로그램에서 필요한 기능 알아보기 ① ◎ - Tinkercad 제공하는 기본 예제 따라하기를 활용하기			35'	□ PC, ■ 메뉴를 익히는데 목적이 있으므로 교사가 제시하는 대로 그대로 따라할 수 있도록 지도한다.

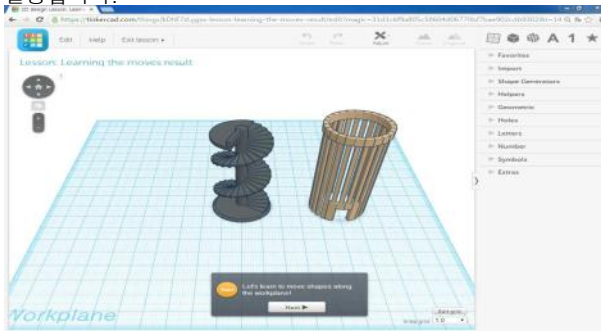


Tinkercad에서 제공하는 기본 예제 따라하기를 활용하여 기능을 익힐 수 있습니다. 메인화면 상단에 LEARN 버튼을 클릭합니다.



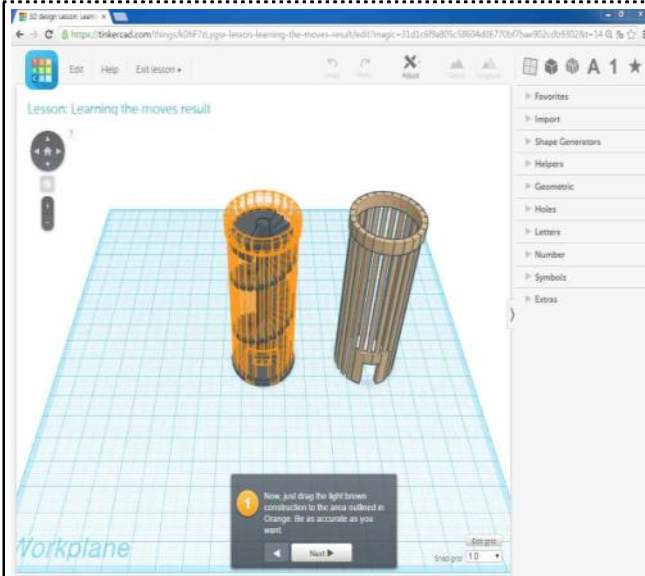
기본적인 따라하기 예제가 나타나며 아래로 많은 따라하기 예제가 있습니다.

1) 이동하기 화면 하단 중앙에 next 버튼을 클릭하면 다음 단계에 할 과제를 설명합니다.

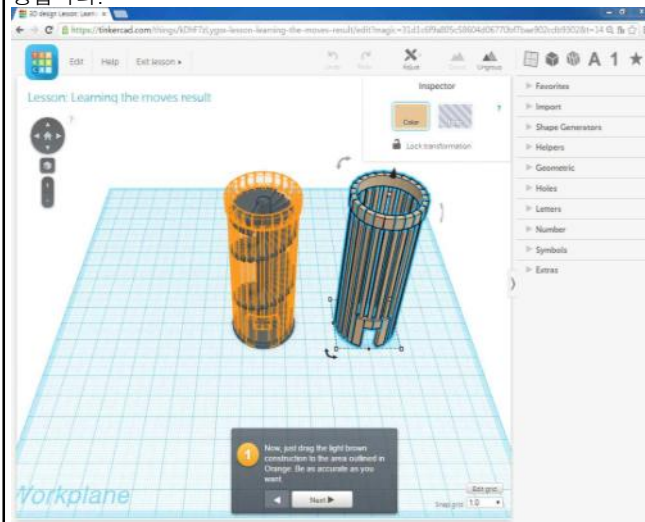


왼쪽 나선형 계단 모형에 주황색 선들에 오른쪽 건물 외관 입체도형을 드래그 합니다.

오른쪽 건물외관 입체도형을 클릭하면 입체도형이 활성화 되면서 크기를 조절할 수 있는 검은색 작은 사각형과 흰색 사각형이 생기고 입체물의 상하 위치를



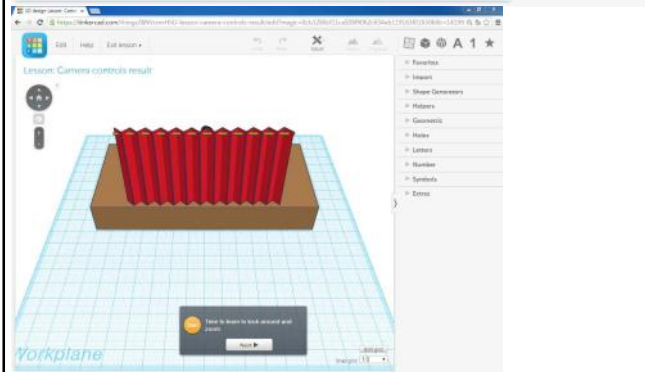
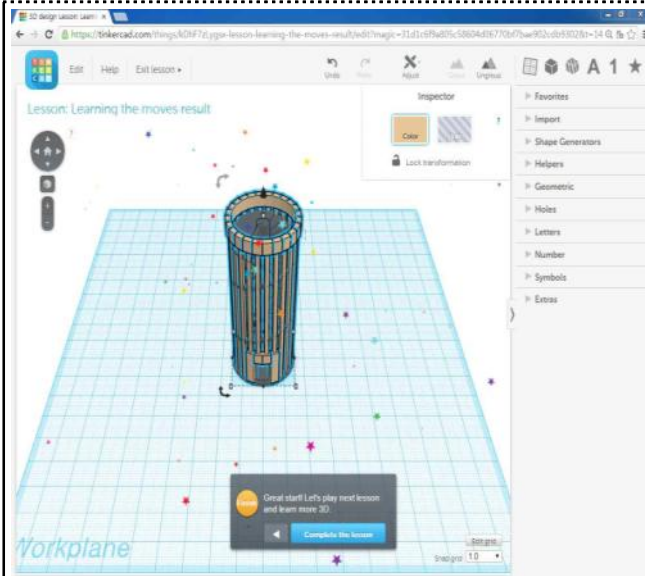
조절할 수 있는 검은 고깔 모양이 생긴다. 또 입체도형을 회전할 수 있는 세 개의 화살표도 생긴다.



건물외관 입체도형을 왼쪽 나선 계단 입체도형 주위의 주황색 선으로 이동 시키면 이동과제를 해결하게 됩니다.

2) 컨트롤 하기

작업 시 입체도형을 보는 방향을 조절하는 단계로 익숙하게 될 수 있게 연습이 필요합니다.
좌측 상단에 위치한 [Rotate view] 버튼을 클릭하여 상하좌우로 보는 방향을 조절해 봅니다.



집 모양 [Reset view Location] 버튼을 클릭하면 초기 시각으로 돌아옵니다.
 정육면체 모양 [Fit view to selection] 은 보고 싶은 부분을 Zoom in하여 보여줍니다.

+, - [Zoom in, out] 버튼으로 가깝고 멀게 볼 수 있습니다.

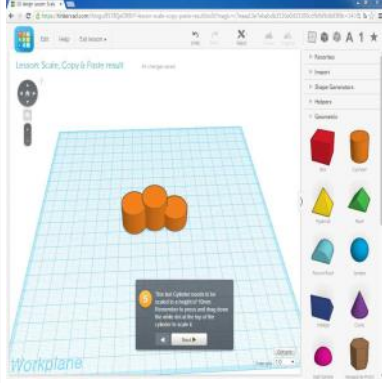
3) 복사 붙이기

복사할 원기둥을 작업장 중앙에 드래그 하여 위치시킵니다.

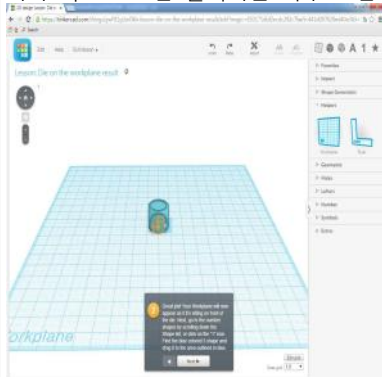


복사할 원기둥을 선택하여 활성화 하고 좌우에 복사[Ctrl+C] 붙여 넣기[Ctrl+V] 후 흰색 점을 이용하여 높이를 조절하여 입체도형을 완성합니다. 주의할 점은

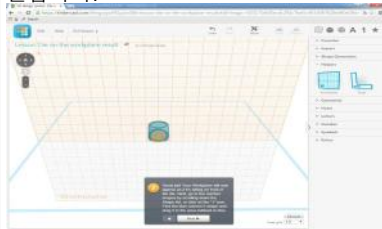
검은 색 고깔 모양은 도형 전체를 상하로 이동시킬 때 사용하는 것이며 실수가 생길 경우 [Undo] 버튼으로 되돌리기를 합니다.



4) 면 변경하기
작업 면은 평면으로 바닥에 깔려있는 상태로 시작하고 있으나 입체 도형의 각 면에서 작업을 할 경우 새로운 작업 면을 만들어 작업할 경우 쉽게 작업을 할 수 있습니다.
새로운 작업 면을 만들기 위한 도구는 화면 우측에 있는 [Helpers] - [Workplane]을 드래그 하거나 키보드 W를 클릭하면 마우스 끝에 작은 모눈이 생깁니다.



새로운 작업 면을 주사위 숫자 5가 위치한 곳에 클릭하여 만듭니다.

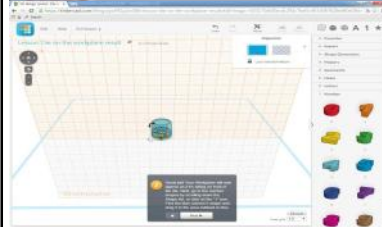
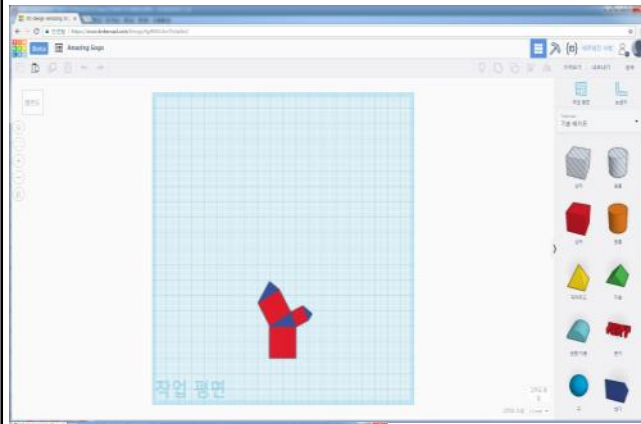


새로운 작업 면에 숫자 5를 [Number]에서 드래그 하여 완성시킵니다.

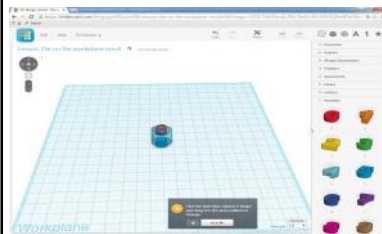
A 식물
의
형
디
자인
하
기
M도
형
의
중
외
배

40

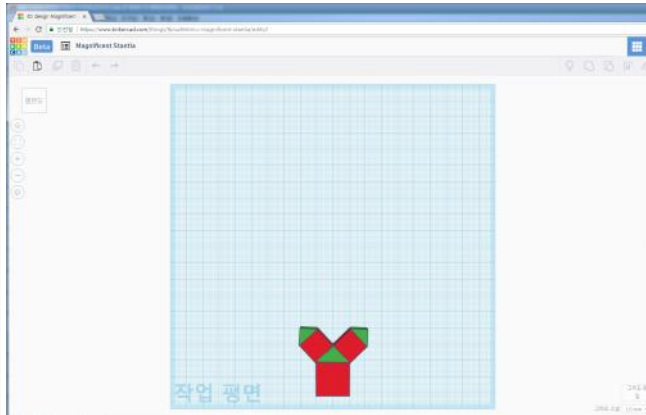
규칙을
정하여
모델링
하기



새로운 작업 면을 상단에 만들어 숫자 6을 [Number]에서 드래그 하여 주사위를 완성시킨다.
초기 면으로 돌아가려면 [Helpers] - [Workplane]을 드래그 하거나 키보드 W를 클릭하여 마우스를 초기 작업 면을 클릭한다.



【활동2】 식물의 모형 모델링하기 (A)(M)

			
정리	정리하기 차시 예고하기	<p>◎ 정리하기</p> <ul style="list-style-type: none"> • 각 자 오늘 배운 프로그램 메뉴의 기능들을 더 익혀 모델링한 식물의 모형을 어떻게 만들었는지 정리해 봅시다. <p>◎ 차시 예고하기</p> <ul style="list-style-type: none"> • 다음 시간에는 Tinkercad 프로그램을 사용하여 모델링한 식물의 모형을 3D 프린터로 출력해 보겠습니다. 	5'

	보기	<ol style="list-style-type: none"> 1. Cura프로그램을 설치한다. 2. (http://software.ultimaker.com) 3. 설정창을 통해 기본 세팅값을 입력한다. 4. 모델링안 파일을 Cura로 드래그 하여 STL파일을 넣어주면 Cura 프로그램에 모델링한 형상이 나타난다. 5. File-Save Gcode하여 Gcode를 저장한다. 이때 Gcode의 이름은 꼭 영어나 숫자여야 한다. 6. 파일을 SD카드에 저장한후 3D 프린터에 꽂는다. 7. 3D 프린터를 켜고 prepare - preheat pla - PLA1 순서로 핫베드와 노즐의 온도를 올리고 sd 카드에서 gcode 파일을 불러와서 출력을 하면된다. 		<p>■ 학생들이 모델링 한 작품을 모두 수업 시간에 출력할 수는 없다. 대표적으로 몇 개의 모델링 파일만 출력을 시킨 후 수업 외 시간에도 계속 출력을 시켜 자신의 작품이 어떻게 출력되는지 확인토록 한다.</p>
정리	정리하기 차시 예고하기	<p>◎ 정리하기</p> <ul style="list-style-type: none"> • 출력하는 3D 프린터의 모습을 관찰해 봅시다. <p>◎ 차시 예고하기</p> <ul style="list-style-type: none"> • 다음 시간에는 이번 시간에 출력한 모형들을 가지고 작은 전시회를 개최하도록 하겠습니다. 	5'	

모 들	산출물 전시회 및 평가	차 시	10/10	대 상	초등학교 6학년
학습주제	산출물 전시회를 열어보자			학습형태	전체
학습목표	산출물 전시회를 열어봅시다.			STEAM 준 거	감성적 체험
STEAM 요 소	S	식물 모형의 프렉탈 구조 이해하기			
	A	제작한 모형 특징 설명하기			
학습자료	교사				
	학생				
학습 단계	학습 과정	교수·학습 활동		시간 (분)	자료(□) 및 유의점(■)
도입	동기 유발	◎ 전시 학습 상기 • 지난 시간까지 여러분이 활동한 것 중 기억에 남는 것을 이야기해 봅시다. • 이번 시간에는 여러분이 만든 산출물을 친구들에게 소개하고 친구들의 결과물을 구경하는 시간을 가져보도록 하겠습니다. ◎ 학습문제 확인하기		5'	□
	학습 문제 파악 하기	산출물 전시회를 열어보자			
	학습 순서 확인 하기	▣ 학습 활동 안내 【활동1】 도형을 반복한 식물의 모형 전시회 열기 S A 【활동2】 전시회 작품 평가하기 A			
전개	S 나 무 의 프렉탈 구 조 이해하 기	【활동1】 도형을 반복한 식물의 모형 전시회 열기 S A ◎ 친구들의 산출물로 전시작품 만들기 • 모둠별로 모둠원들이 출력해낸 산출물과 미술도구를 사용하여 전시회 작품을 만들어 보도록 합니다. • 여러분이 만든 전시 작품 속에 어떠한 프렉탈 구조가 숨어있는지 생각하며 만들어 봅니다.		30'	□ 산출물 ■ 자유로운 분위기 속에서 학생들의 다양한 결과물을 존중해줄 수 있는 분위기를 조성한다.
		A 제 작 한	【활동2】 전시회 작품 평가하기 A ◎ 전시회 작품 설명하고 관람하기 • 지금부터 모둠별로 자신들의 작품을 설명하도록 하겠습니다. 다		

	모형 특징 설명하 기	른 친구들이 만든 작품에 대한 설명을 잘 듣고 활동지에 작품에 대한 여러분의 생각을 자유롭게 기록하도록 합니다.		
정리	정리 하기	◎ 정리하기 • 잘 만들었다고 생각이 드는 모둠을 선정하고 이유를 발표해 봅시다.	5'	

식물의 형태에 숨겨진 프랙탈 구조

산출물 전시회 및 평가

()초등학교 ()학년 ()반 이름()

● 다른 모듬의 작품을 감상하고 우수한 점과 개선할 점, 새롭게 알게 된 점을 찾아봅시다.

	우수한 점	개선할 점	새롭게 알게 된 점
1모듬			
2모듬			
3모듬			
4모듬			
5모듬			
6모듬			

● 가장 잘 만들었다고 생각하는 모듬을 정해봅시다.

우수 모듬	선정한 이유
()모듬	

● 이번 프로그램을 마치며 자신이 느낀 점을 적어봅시다.


<부록 6> 수업 만족도 조사 결과

명(%)

평가항목		매우 그렇 다	그렇 다	보통 이다	그렇 지 않다	매우 그 렇 지 않다
1	나는 과학 수업이 재미있어졌다.	6 (25)	9 (37.5)	9 (37.5)		
2	나는 과학·수학 학습 내용에 대해 많이 이해하게 되었다.	5 (20.8)	8 (33.4)	11 (45.8)		
3	나는 과학·수학학습에 대한 흥미가 생겼다.	6 (25)	8 (33.4)	10 (41.6)		
4	나는 과학기술에 대한 관심이 생겼다.	7 (29.2)	6 (25)	11 (45.8)		
5	나는 과학 관련 책이나 글을 읽는 것이 좋아졌다.	6 (25)	9 (37.5)	9 (37.5)		
6	나는 문제해결을 위해 스스로 생각을 하게 되었다.	6 (25)	11 (45.8)	7 (29.2)		
7	나는 다양한 학습 내용을 끝까지 해내게 되었다.	4 (16.7)	11 (45.8)	9 (37.5)		
8	나는 한 가지 문제를 다양하게 생각해보았다.	7 (29.2)	7 (29.2)	10 (41.6)		
9	나는 배운 내용을 실생활과 연관 지으려고 노력하였다.	5 (20.8)	10 (41.7)	9 (37.5)		
10	나는 문제해결에 여러 과목에서 배운 지식을 동시에 적용하려고 노력하였다.	7 (29.1)	8 (33.4)	9 (37.5)		
11	나는 적극적으로 활발하게 수업에 참여하였다.	5 (20.8)	8 (33.4)	11 (45.8)		
12	나는 친구들과 사이좋게 의견을 나누었다.	5 (20.8)	9 (37.5)	10 (41.7)		
13	나는 다른 친구들에게 나의 아이디어를 표현하였다.	7 (29.2)	6 (25)	11 (45.8)		
14	나는 다른 친구들의 의견을 경청하고 존중하였다.	6 (25)	10 (41.6)	8 (33.4)		
15	나는 다른 친구들과 협력하는 것의 중요성을 생각하는 마음이 생겼다.	5 (20.8)	11 (45.8)	8 (33.4)		
16	나는 다른 친구들을 배려하는 마음이 생겼다.	8 (33.4)	5 (20.8)	11 (45.8)		

	평가항목	매우 그렇 다	그렇 다	보통 이다	그렇 지 않다	매우 그렇 않다
17	나는 실패하는 것을 두려워하지 않고, 도전의식이 생겼다.	6 (25)	10 (41.6)	7 (29.2)	1 (4.2)	
18	나는 과학기술 분야와 관련된 직업에 대한 관심이 생겼다.	5 (20.8)	7 (29.2)	11 (45.8)	1 (4.2)	
	계	106 (24.5)	153 (35.4)	171 (39.6)	2 (0.5)	
	만족도 평균			3.8/5 (76.8/100)		

<부록 7> STEAM 프로그램 활동 모습

	
<p>점묘화 그리기</p>	<p>구상도 그리기</p>
	
<p>팅커캐드 사용 교육</p>	<p>모델링</p>
	
<p>3D 프린팅 1</p>	<p>3D 프린팅 2</p>