



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

반복 구조를 활용한 창의적 산출물 만들기
STEAM 프로그램 적용 효과

Development and Application Effects of STEAM
Program to Make Creative Output Utilizing Repeat
Structure

제주대학교 교육대학원

초등과학교육전공

문 정 환

2018년 8월

석사학위논문

반복 구조를 활용한 창의적 산출물 만들기
STEAM 프로그램 적용 효과

Development and Application Effects of STEAM
Program to Make Creative Output Utilizing Repeat
Structure

제주대학교 교육대학원

초등과학교육전공

문 정 환

2018년 8월

반복 구조를 활용한 창의적 산출물 만들기
STEAM 프로그램 적용 효과

Development and Application Effects of STEAM
Program to Make Creative Output Utilizing Repeat
Structure

지도교수 홍 승 호

이 논문을 교육학 석사학위 논문으로 제출함

제주대학교 교육대학원

초등과학교육전공

문 정 환

2018년 5월

문 정 환의

교육학 석사학위 논문을 인준함

심사위원장 강 경 희 인

심사위원 안 근 재 인

심사위원 홍 승 호 인

제주대학교 교육대학원

2018년 6월

<국문 초록>	i
I. 서론	1
1. 연구의 목적 및 필요성	1
2. 연구 문제	2
3. 연구의 제한점	2
II. 이론적 배경	3
1. 프렉탈	3
2. 창의적 산출물	5
3. STEAM 교육	5
4. 선행연구 분석	8
III. 연구 절차 및 방법	10
1. 연구 절차	10
2. 연구 대상	11
3. STEAM 프로그램 개발	11
4. 검사 도구 선정	12
5. 실험 설계	14
6. 자료 분석	15
IV. 연구 결과 및 고찰	16
1. 수업 내용	16
2. STEAM 프로그램 적용 결과	18
V. 결론 및 제언	24
1. 결론	24
2. 제언	25
참고문헌	26

ABSTRACT 28

부 록 30

- <부록 1> 기초 탐구 능력 검사 도구
- <부록 2> 창의적 문제해결력 검사 도구
- <부록 3> 과학적 태도 검사 도구
- <부록 4> STEAM 프로그램 만족도 검사 도구
- <부록 5> STEAM 프로그램 교수·학습 과정안 및 학습지
- <부록 6> STEAM 프로그램 활동 모습

표 목 차

<표 IV-1> STEAM 프로그램의 차시별 구성	16
<표 IV-2> 과학 탐구 능력에 관한 사전·사후 비교 결과	18
<표 IV-3> 창의적 문제해결력에 관한 사전·사후 비교 결과	19
<표 IV-4> 과학적 태도에 관한 사전·사후 비교 결과	20
<표 IV-5> 프로그램 만족도 검사 결과	22

그림 목 차

[그림 II-1] STEAM교육	6
[그림 II-2] STEAM 통합교육과정의 모형	7
[그림 III-1] 연구의 전체적인 절차	10
[그림 III-2] TSPS 검사지의 하위 요소별 문항 구성	12
[그림 III-3] 창의적 문제해결력 검사지의 문항 구성	13
[그림 III-4] 과학적 태도 척도의 문항 구성	14

국문 초록

반복 구조를 활용한 창의적 산출물 만들기 STEAM 프로그램 적용 효과

문 정 환

제주대학교 교육대학원 초등과학교육전공
지도교수 홍 승 호

본 연구에서는 반복 구조물인 프랙탈을 익히고 이를 활용하여 모듈별로 창의적 산출물 제작을 해보는 STEAM 프로그램을 개발하여 수업에 적용하였을 때 초등학생들의 과학 탐구 능력, 창의적 문제해결력 및 과학적 태도에 미치는 영향을 알아보려고 하였다. 프로그램 내용은 일상생활에서 찾을 수 있는 다양한 프랙탈의 사례를 통해 개념을 접하고 칸토르 집합, 코흐 곡선, 시에르핀스키 삼각형을 그려보고 프랙탈 카드를 만드는 활동으로 구성하였다. 모듈별로 프랙탈에 대한 창의적 산출물을 구상하여 제작하고 상호 평가를 통한 피드백을 제공함으로써 단순히 새로운 개념을 배우고 익히는 것을 넘어 감성적 체험이 되도록 구성하였다.

연구결과에 따르면 과학 탐구 능력에서는 추리영역이, 창의적 문제해결력에서는 이해와 확산 영역이, 과학적 태도에서는 호기심, 비판성, 자진성 및 창의성 영역에서 유의미한 결과를 보였다. 이런 결과가 나오게 된 것은 프랙탈이라는 새로운 개념을 접하고 학생 스스로 다양한 조작활동을 해보며, 최종적으로 힘을 합쳐 창의적으로 산출물을 만들어내고 상호 평가하는 과정에서 여러 영역에 긍정적인 영향을 끼쳤음을 의미한다. 이에 본 연구의 STEAM 프로그램을 더 보완한다면 학생들에게 더욱 다양한 영역에서 효과가 있을 것이라 사료된다.

*주요어 : 프랙탈, STEAM, 창의적 산출물, 과학 탐구 능력, 창의적 문제해결력, 과학적 태도

I. 서론

1. 연구의 목적 및 필요성

현재 우리 사회는 4차 산업혁명을 맞이하고 있다. 과거 증기기관의 발명으로 부터 출발한 산업혁명의 물결은 전기 에너지를 거쳐 컴퓨터와 인터넷을 기반으로 한 지식정보화 사회를 이루었고 이제 그 다음 단계를 맞이하려 하는 것이다. 큰 패러다임이 바뀌는 변화의 시기, 우리에게 필요한 능력은 바로 지금까지 내려온 수많은 지식들을 묶어 통합적으로 활용하는 것이다. 더 이상 윗세대로부터 내려오는 정보를 고스란히 획득하여 재활용하는 방식은 큰 이점을 갖지 못하는 세상으로 변화하고 있다. 이에 세계 여러 나라에서는 이러한 능력을 키울 수 있는 교육방법을 선택하여 교육하고 있는데 미국과 영국의 스템(STEM)교육, 독일의 민트(MINT)교육을 예로 들 수 있다. 우리나라 역시 2011년 초중등 단계부터 전주기적 지원시스템을 포함한 ‘제2차 과학기술 인력 육성지원 기본계획(2011~2015)’을 수립하며 STEM 교육에 인문·예술(A)요소를 추가한 한국형 융합인재교육(STEAM)을 통해 다방면의 지식을 학습자가 융합하고 활용하여 실생활의 문제를 해결 할 수 있는 능력을 키워나가도록 유도하고 있다.

하지만 현행 교육과정안에서는 여전히 각 교과별 지식전수가 대부분이라 지식의 융합적인 측면에서는 시대흐름에 맞는 학습자의 교육기회를 충분히 제공하지 못하고 있다. 이에 다양한 연구자들이 다양한 주제의 STEAM 교육 프로그램을 개발하여 학생들에게 적용하고 그 효과성을 연구하고 있는데 프랙탈 구조를 활용하는 프로그램의 경우 수학 혹은 건축, 디자인 분야에서는 많은 선행 연구가 있으나 과학 분야에서는 미비하여 이 부분의 프로그램을 개발하고 학생들에게 적용하여 그 효과성을 알아보고자 하였다.

본 연구의 핵심은 프랙탈 구조에 대한 개념을 익히고 그 특징을 활용하여 창의적 산출물을 만들어봄으로써 프로그램 적용 전과 후에 과학 탐구 능력, 창의적 문제해결력 및 과학적 태도에서 유의미한 변화가 발생하는지 알아보는데 있다. 이를 위해 총 10차시 분량의 STEAM 프로그램을 개발하였고 J시 S초등학교 6학년 25명의 학생을 대상으로 연구를 진행하였다.

2. 연구 문제

본 연구에서는 초등학교 6학년 학생들이 주변 환경에서 다양한 반복 구조를 확인하고 이를 활용하여 창의적 산출물을 만들어 낼 수 있도록 STEAM 프로그램을 구성하였으며, 학생들에게 유의미한 가치가 있는지 다음과 같은 연구 문제를 설정하였다.

첫째, 초등학교 6학년을 대상으로 하는 반복 구조를 활용한 창의적 산출물 만들기 STEAM 프로그램을 개발한다.

둘째, 초등 6학년 학생들에게 STEAM 프로그램을 적용하여 과학 탐구 능력, 창의적 문제해결력 및 과학적 태도 결과를 분석한다.

셋째, 반복 구조를 활용한 STEAM 수업에 대한 학생 만족도를 분석한다.

3. 연구의 제한점

이 연구는 다음과 같은 제한점이 있다.

첫째, 본 연구는 중소도시 소재 S초등학교 6학년 25명을 대상으로 한 10차시의 STEAM 수업으로 적은 인원 수와 비교적 짧은 연구기간으로 인해 전국의 초등학생의 결과로 일반화하기에는 다소 무리가 있다.

둘째, 총 10차시의 STEAM 프로그램에 의한 과학 탐구 능력, 창의적 문제해결력 및 과학적 태도의 변화에 대한 연구 결과이기에 설문 및 시험 응시 중 검사 환경, 검사에 대한 동기 및 검사 태도에 따른 차이에 의해 연구 결과가 달라질 수 있다.

II. 이론적 배경

1. 프랙탈

프랙탈(Fractal)은 다양한 자연물에서 찾을 수 있는 반복 구조를 말하는 것으로 접근하는 방식을 규칙으로 보면 수학에, 구조로 접근하면 건축 및 디자인, 발견 및 활용 등을 통해선 과학 등 다양한 학문에 접목시킬 수 있다.

가. 프랙탈 이론의 개념 및 특징

프랙탈은 부분과 전체가 똑같은 모양을 하고있으며 크기를 달리하며 수없이 반복되는 구조를 뜻한다. 프랙탈의 창시자는 IBM의 토머스 왓슨(Thomas J. Watson) 연구센터의 만델브로트(Benoit Mandelbrot)로 그는 영국의 과학 잡지 <사이언스>에서 “영국 서부 해안선의 길이는 얼마인가?”라는 논문주제를 발표하게 된다. 이때 해안선을 측정할 때 사용하는 자의 길이가 작아지면 작아질수록 해안가의 짧은 곡선, 해안 바위들의 굴곡 모두가 합쳐지게 됨으로 해안성 총 길이의 측정값이 계속 증가하게 됨을 설명하고 이 곡선을 프랙탈 곡선이라 정의하였다.

프랙탈의 특징은 ‘자기 유사성(Self-Similarity)’과 ‘프랙탈 차원(Fractal Dimension)’으로 정의한다. 자기 유사성은 확대 또는 축소시키더라도 형태가 유사함을 뜻한다. 또한 형태의 어느 부분을 떼어내더라도 원래 형태와 닮음을 유지하고 있어야 한다. 프랙탈 차원은 유클리드 기하학을 벗어난 소수차원으로 어떤 대상에 대해 프랙탈 차원을 알아보는 방법으로 단위자 방법(ruler method)과 상자세기 방법(box counting method)가 있다. 단위자 방법은 고정길이의 자를 사용해 대상의 둘레를 측정한다. 이 측정은 다른 고정 길이에 대하여 반복적으로 적용된다. 상자세기 방법은 프랙탈 차원을 찾기 위해 측정 대상을 뒤덮은 상자들을 이용한다.

나. 프랙탈 구조의 종류

프랙탈 구조를 설명할 수 있는 여러 가지 유형에는 다음 3가지가 대표적이다.

첫째, 코흐 곡선이다. 이 곡선은 최초의 직선, 즉 창시자(initiator) 선분을 3등분하여 가운데 부분을 삭제하고 나머지 1/3 길이의 두 변을 정삼각형의 두 변처럼 바깥쪽으로 연결하여 그리는 것을 반복하여 얻는 곡선을 뜻한다.

둘째, 칸토어 집합이다. 먼저 선분을 그리고 삼등분하여中间的 1/3부분을 제거하고 남아있는 양쪽 부분은 그대로 남긴다. 이후 남아있는 양쪽 선분 밑에 같은 길이의 선분을 그리고 똑같이 中间的 1/3을 제거하며 양쪽 끝 아래에 같은 길이의 선분을 그린다. 이 규칙을 계속 반복해 나간다.

셋째, 시에르핀스키 삼각형이다. 먼저 정삼각형을 이용해 세변의 중점을 연결하여 4개의 작은 정삼각형을 만든다. 이후 가운데 부분의 정삼각형을 제외한 나머지 3개의 정삼각형을 색칠한 후 다시 완성된 정삼각형 각각에 대하여 중점을 연결하여 4개의 작은 정삼각형을 만들고 가운데 부분의 정삼각형을 제외한 3개의 정삼각형을 색칠하는 규칙을 반복한다. 각 단계별로 삼각형의 수는 1개에서 3개, 9개, 27개, 81개로 늘어나며 삼각형 한 변의 길이는 계속 절반의 길이로 줄어든다.

다. 자연 속 프랙탈 사례

우리가 생활하는 환경에서 프랙탈의 사례는 다양하게 발견 할 수 있다. 예를 들어 나무의 구조는 프랙탈이다. 나무는 큰 줄기에서 큰 가지로 나뉜다. 다시 큰 가지에서 작은 가지로, 더욱 작은 가지들로 나뉘어져 간다. 그리고 그 가지들은 크기를 달리하여 반복될 뿐 형태는 같다. 이는 나무가 생존을 위해 프랙탈 구조가 가장 효율적이라 판단했기 때문이다. 그 외에도 브로콜리, 구름, 해안가 바위, 강줄기, 벼이삭, 우리 몸 안의 뇌, 폐, 폐 안의 모세혈관, 동맥, 정맥에 이르기까지 무수히 많은 자연환경에서 프랙탈 구조들을 만날 수 있다.

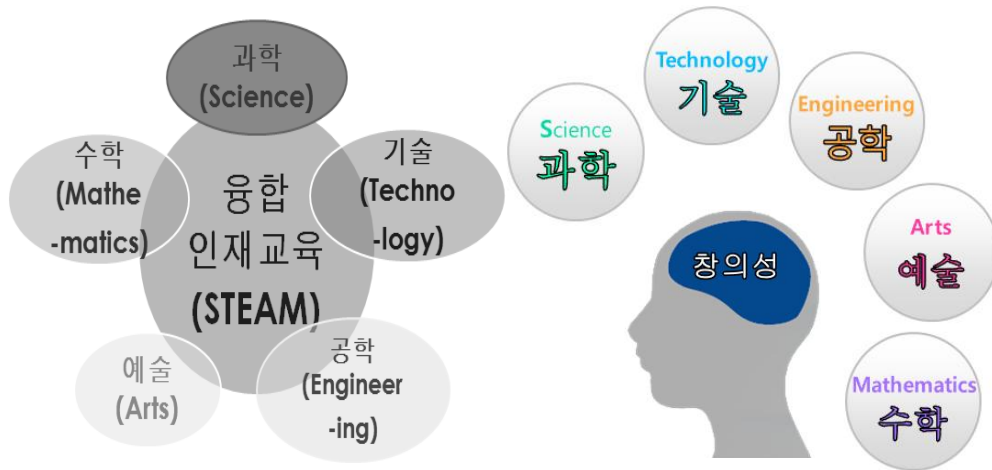
2. 창의적 산출물

STEAM 교육의 핵심이 기존 지식의 융합을 통한 실생활의 문제를 해결하는 것이라면 이는 스스로 산출물을 만들어보는 것이 중요하다. 즉, 해당 분야를 익히고 그 결과를 산출물로 나타냄으로써 더욱 단순 지식 습득의 차원을 넘어 지식의 생산자가 되는 경험을 해봄으로써 유의미한 학습경험을 통해 앞으로 자기 주도적 학습을 할 수 있는 토대를 마련할 수 있다. 물론 산출물로 나타내기 위해선 해당 분야의 지식을 학습하고, 이를 기반으로 아이디어를 생성하기 위해 다양한 창출 방법을 익히는 것이 기본이다. 또한 산출물 완성 후에는 발표를 통해 다른 사람의 피드백을 받는 것을 빠뜨려선 안 된다. 교사의 입장에서 역시 학생의 창의적 산출물은 학습도달도를 파악할 수 있는 핵심증거가 된다. 김숙경(2010)은 과학학습에서 산출물이란 학생들이 스스로 문제를 찾고 이를 해결하기 위해 자기 주도적으로 탐구방법을 설계하여 정보를 수집, 해석하여 결론을 도출한 것을 발표 또는 보고서 형태의 구체적인 결과물로 표현한 것이라고 하였다. 또한 Young(1985)은 창의적 산출물이란, 학생이 새롭고 진귀하나 아이디어를 워크숍, 저널 투고, 책 출판 등 외부로 표현한 것으로, 외부로 공유하여 타인과의 의사소통을 통해 구체화되고 평가되는 것이라고 하였다.

3. STEAM 교육

가. STEAM 교육의 개념

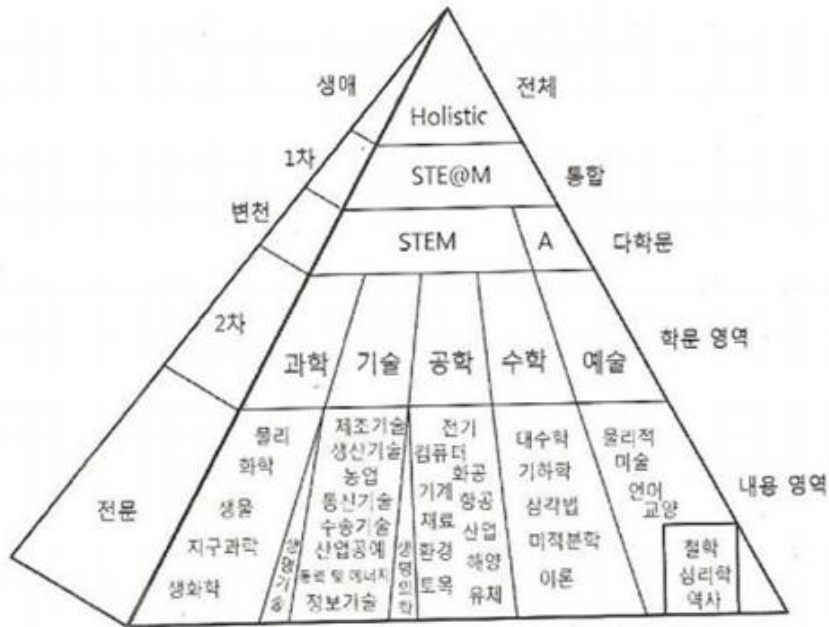
STEAM 교육은 미래사회가 요구하는 창의적이고 실생활의 문제를 해결할수 있는 인재를 길러내기 위해 다양한 학문을 통합적으로 접근하는 교육 방식을 뜻한다. 과학(Science), 기술(Technology), 공학(Engineering), 예술(Arts), 수학(Mathematics) 다섯 개 교과목의 앞글자를 따서 부르며 학문간 융합을 뜻한다. 이를 통해 학생들에게 지식의 습득, 창의력 신장, 통합적 사고력, 문제해결력 등을 신장시키고 전과정에서 유의미한 경험을 통해 학습동기를 부여하고 자기주도성을 높일 수 있는 교수·학습 방법이다[그림 II-1].



[그림 II-1] STEAM 교육

나. STEAM 교육의 역사

1990년대 미국에서는 이공계 기피현상으로 인해 인력이 부족하게 되었고 정책적으로 이공계 인재를 육성할 필요성을 느끼게 된다. 이에 미국과학재단(NSF)에서는 미래 교육의 대안으로 STEM 교육을 내세우게 된다. 이후 Yakman은 [그림 II-2]에서 제시한 것처럼 2006년 기존 STEM 교육에 예술(Arts)영역까지 추가하여 STEAM 교육 통합 모형을 제시하였다(Yakman, 2006). 이 모형은 피라미드 형태로 ‘내용영역 교육’, ‘학문영역 교육’, ‘다학문 교육’, ‘통합 교육’, ‘생애 교육’ 총 5단계로 나뉘며, 위로 올라갈수록 높은 단계에 해당한다. 과학 영역에서는 물리, 화학, 생물, 지구과학, 생화학이 들어가며 기술 영역에서는 제조기술, 생산기술, 농업, 통신기술, 수송기술, 산업공예, 동력 및 에너지, 정보기술 등이 들어간다. 공학 영역에서는 전기, 컴퓨터, 화공, 기계, 항공, 재료, 산업, 환경, 해양, 토목, 유체가 들어가며, 수학영역에서는 대수학, 기하학, 삼각법, 미적분학, 이론이 들어간다. 마지막 예술영역에서는 물리적, 미술, 언어, 교양(철학, 심리학, 역사)이 속한다.



[그림 II-2] STEAM 통합교육과정의 모형

우리나라 역시 2000년대 이공계 기피 및 과학과 수학 영역에서의 흥미와 가치 저하의 문제가 발생했고 해결의 실마리를 잡지 못하고 있었다(백운수 등, 2011). 이를 해결하고자 교육과학기술부에서 2010년 STEAM 교육을 공식 발표하고 2011년 ‘융합인재교육’이라 명명하였다. 교육과학기술부는 융합인재교육을 과학 기술에 대한 학생들의 이해와 흥미를 높이고 과학 기술 기반의 융합적 사고와 문제해결력을 신장시키는 교육이라 정의하였다.

백운수 등(2011)은 여기에 추가적으로 창의성(Creativity), 소통(Communication), 내용 융·통합(Convergence), 배려(Caring)의 앞의 알파벳을 추가하여 4C-STEAM교육을 제안하였다. 또한 창의적 설계(Creative Design), 감성적 체험(Emotional Learning)이란 과정을 넣어 통합적 시각을 통해 문제를 해결하는 융합적 소양(STEAM literacy)을 갖춘 인재를 양성하는 교육이라 정의하였다.

4. 선행연구 분석

본 연구에 앞서 관련된 선행 연구를 조사한 결과는 다음과 같다.

정홍정(2015)은 중학교 학생 104명을 대상으로 프랙탈 이론의 규칙을 활용하여 스카프 디자인을 얼마나 다양하고 창의적인 아이디어를 도출했는가를 알아보는 STEAM 프로그램 지도에 관한 연구를 했다. 프로그램을 진행하고 난 후 설문지 검사를 실시하여 사전설문지와 비교하여 분석한 결과 미술과 수학에 대한 만족도가 증가하고 부정적인 반응이 감소했다고 하였다.

김세정(2009)은 가구디자인에 접목을 위해 프랙탈 개념을 분석하여 디자인의 창조와 질서 부여에 대해 연구하였다. 이를 통해 프랙탈의 특징을 가구디자인에 적용해봄으로써 일차원적인 생활공간 속에서 새로운 구조와 비례법칙을 인식할 수 있다고 하였다.

신은경(2015)은 프랙탈 패턴을 활용한 팝업카드 제작이 갖는 장점이 해당 교과에 관심이 부족한 학생일지라도 발상 및 구성단계에서 새로운 이론을 익힐 수 있으며 학습이해도가 부족할지라도 완성도와 만족감을 높일 수 있다고 하였다. 또한 학생 본인만의 수학적 사고와 미술적 사고를 함께하며 창의적인 표현 활동을 할 수 있어 프랙탈 구조를 활용한 팝업카드 제작수업이 큰 장점이 있다고 보았다.

조경란(2013)은 중1학생을 대상으로 과학과 타 교과간 융합을 기반으로 하여 친환경주먹을 만들어보는 STEAM 프로그램을 개발 및 적용하여 학생들의 창의적 사고의 변화를 알아보려고 하였다. 결과를 분석해보니 창의적 사고활동의 하위 범주인 유창적, 독창적, 정교적, 개방적 사고 총 4가지 중 정교적 사고에서 통계적으로 유의미한 결과가 나왔는데 이는 모둠에서 역할을 나누고 토의하고 서로 피드백을 주고 받으며 표현하는 과정에서 비롯된 것으로 분석하였다.

조순영(2014)은 서울 H초의 3학년 중 89명의 학생을 대상으로 예술작품 제작 활동을 활용한 STEAM 교육을 통해 학생의 학습몰입도와 과학 창의적 문제해결력에 미치는 영향을 알아보았다. 그 결과 학습몰입도의 9개 하위 요인 중에서 7개 요인에서 유의미한 효과를 보였고, 창의적 문제해결력에서 역시 유의미한 효과를 보였다고 하였다.

배현주(2011)는 초등학교 5학년 2개 학급을 대상으로 과학 신문 만들기 활동을 통해 과학 탐구 능력과 창의성 신장에 끼치는 영향을 연구하였다. 분석결과 과학 탐구 능력과 기초 탐구 능력 둘 다 집단 내 평균점수가 상승하였으나 통계적으로 유의미하진 않았다. 연구자는 이를 통해 과학 신문 만들기와 별도로 다양한 직접적인 탐구 훈련 및 교사주도 아래 학생들이 참여하는 반복적인 훈련이 추가로 필요함을 제시하였다.

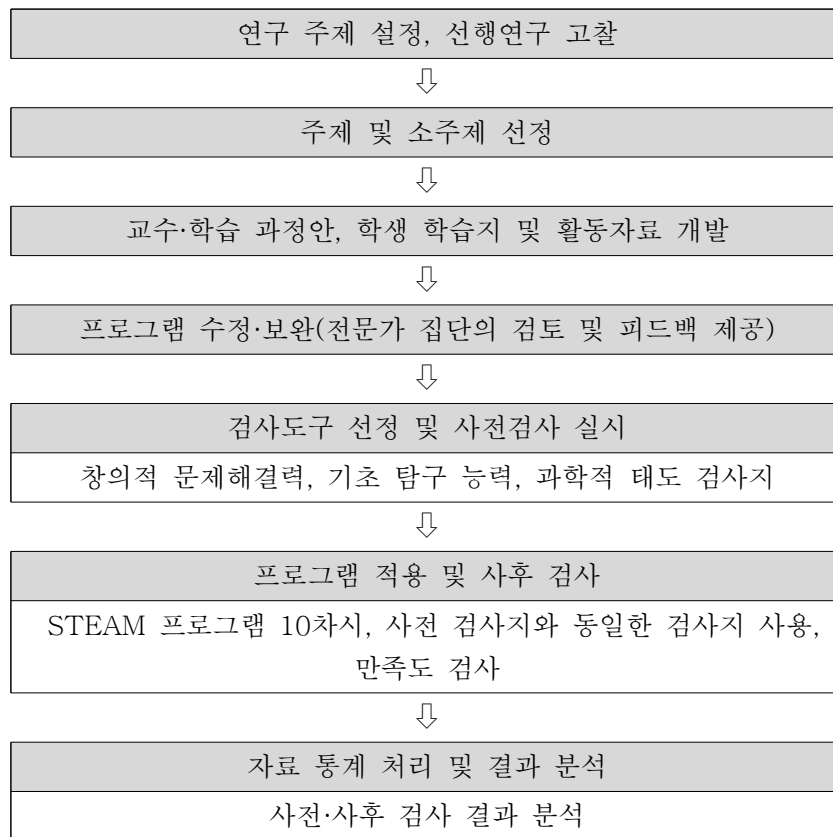
최보라(2013)는 중1 영재학급 학생 20명을 대상으로 STEAM이 학생들에게 창의성과 학업적 자기효능감에 어떤 영향을 끼치는지 알아보았다. 그 결과 창의성과 학업적 자기효능감 모두 전체적으로 유의미한 결과를 얻었다.

이상 선행 연구 결과를 분석해본 결과, 기존 프랙탈 이론을 활용한 연구의 경우 수학, 과학, 미술 분야 등의 사례가 대부분이었다. 이에 본 연구에서는 과학 분야에서 프랙탈을 활용해 창의적 산출물을 제작하는 STEAM 프로그램을 개발 및 적용하여 학생들의 과학 탐구 능력, 창의적 문제해결력 및 과학적 태도의 신장 여부를 알아보고자 하였다.

Ⅲ. 연구 절차 및 방법

1. 연구 절차

본 연구에서는 ‘프랙탈 구조를 활용한 모듈별 조작활동을 통해 창의적 산출물을 제작’하는 STEAM 프로그램을 개발하고 이를 통해 학생들의 기초 탐구 능력, 창의적 문제해결력 및 과학적 태도의 향상 정도를 알아보고자 하였다. 연구의 전체적인 절차는 다음과 같다.



[그림 Ⅲ-1] 연구의 전체적인 절차

본 연구의 절차는 먼저 계획단계에서는 연구 주제를 정하고 선행 연구를 알아보았다. 이후 주제 및 소주제 선정단계로 들어가 조작활동을 통한 프랙탈 구조를 활용하여 창의적 산출물 만들기를 대주제로 선정하고 ‘모둠별 창의적 산출물 만들기’를 소주제로 정하였다. STEAM 프로그램 개발 단계에서는 총 10차시의 교수·학습 과정안을 개발하였으며 그에 따른 학생 학습지 및 활동 자료를 제작하였다. 마지막으로 프로그램 수정·보완 단계에서는 전문가 11명으로부터 검토 및 피드백을 제공받아 최종적으로 프로그램을 수정·보완하였다.

다음 검사 도구를 선정하였는데 연구목적에 따라 현 실험 집단 학생들의 과학 탐구 능력, 창의적 문제해결력 및 과학적 태도 수준을 파악할 수 있는 검사지를 선정하여 사전 검사를 실시하였다. 이후 실험 집단 학생들에 STEAM 프로그램을 적용한 후 사전 검사지를 동일하게 적용하여 사후 검사를 실시하고 추가적으로 수업 만족도 검사 또한 시행하였다. 마지막으로 사전·사후 및 수업 만족도 검사에서 얻은 결과를 통계 분석하여 결과를 도출하였다.

2. 연구 대상

본 연구는 J도에 소재한 S초등학교 6학년 1개 학급(남 14, 여 11)을 실험 집단으로 선정하였으며 이전에 STEAM 관련 수업을 받은 적이 없는 학생들이다.

3. STEAM 프로그램 개발

본 STEAM 프로그램은 학생들이 급식시간에 반찬으로 나온 브로콜리를 먹기 싫어하며 젓가락으로 뒤적거리던 모습에서 착안하여 시작되었다. 브로콜리에서 발견되는 반복구조를 통해 프랙탈 구조를 발견하고 다른 반복 구조 사례들을 공부한다. 이후 칸토르 집합, 코흐 곡선, 시에르핀스키 삼각형을 그려봄으로써 프랙탈 구조를 익히고 프랙탈 카드를 만들며 조작활동과 구조에 대한 이해를 심화시킨다. 이후, 모둠별로 프랙탈 산출물을 구상하여 설계도를 그리고 제작에 필요한 준비물을 준비한 후 계획에 따라 산출물을 제작·보완하여 전시회를 열어 서로 피드백을 주고받을 수 있게 구성되었는데 이를 통해 학생들은 프

랙탈 구조를 활용하여 산출물을 만들어내는 경험을 해봄으로써 창의력을 신장시키고 과학에 대한 긍정적 태도를 키울 수 있도록 유도하려 하였다.

4. 검사 도구 선정

본 연구의 효과를 알아보기 위해 다음과 같이 과학 탐구 능력, 창의적 문제해결력 및 과학적 태도를 측정할 수 있는 검사 도구를 사용하였다. 또한 추가로 수업에 대한 만족도 조사를 실시하였다.

가. 기초 탐구 능력 검사 도구

실험 집단 학생들의 STEAM 프로그램 적용 전·후 변화정도를 알아보기 위해 권재술과 김범기(1994)가 개발한 TSPS 검사지를 사용하였다<부록 1>. 이 검사지의 적용 대상은 초등학교 5학년부터 중학교 3학년까지로 관찰, 측정, 분류, 예상, 추리, 의사소통 등의 기초 탐구 능력과 문제인식, 가설설정, 변인통제, 자료변환, 자료해석, 결론 도출, 일반화 등의 통합 탐구 능력 즉, 두 가지로 나누어 제작되었다. 이 중 본 연구에서는 적용 학생의 학년을 고려하여 기초 탐구 능력에서 의사소통을 제외한 나머지 다섯 가지 하위 영역에 해당되는 15 문항을 선별하여 사용하였다[그림 III-2].



[그림 III-2] TSPS 검사지의 하위 요소별 문항 구성

나. 창의적 문제해결력 검사 도구

한국교육개발원(2001)에서 개발한 ‘간편 창의적 문제해결력 검사 개발 연구 (I)’을 기초로 정은영(2008)이 변형 제작한 창의적 문제해결력 검사 도구를 사용하였다<부록 2>. 이 검사 도구는 하위 요소로 확산적 사고, 비판적·논리적 사고, 동기적 요소, 특정 영역의 지식·사고기능·기술의 이해 및 숙달여부로 총 4가지로 구성되었으며 영역별로 5문항씩이다[그림 III-3].



[그림III-3] 창의적 문제해결력 검사지의 문항 구성

다. 과학적 태도 검사 도구

학생들의 과학적 태도의 변화 정도를 알아보고자 김효남 등(1998)이 국가수준의 과학에 관련된 정의적 영역의 평가 체제로 개발한 것 중 과학적 태도에 해당하는 문항을 선정하여 재구성하였다<부록 3>. 이 검사지는 총 21개의 문항이며 긍정형 18개, 부정형 3개로 구성되었다. 하위 요소는 총 7가지로 [그림 III-4]과 같다.



[그림 III-4] 과학적 태도 척도의 문항 구성

라. 수업 만족도 검사 도구

STEAM 프로그램 적용이 끝나고 난 뒤 사후 검사와 더불어 수업 만족도 검사를 수행하였다. 이 검사지는 한국과학창의재단(2015)에서 개발된 것으로 총 18문항이며 Likert 5단계 척도로 구성되었다<부록 4>.

5. 실험 설계

본 연구는 교육과정과 연계된 프로그램이 아니라 단일 집단에 프로그램 적용 후 유의미한 변화가 생기는 지 알아보는 것이다. 따라서 동일한 실험 집단에 사전 검사를 한 후 STEAM 프로그램을 적용하여 사후 검사와 만족도 검사를 실시하였다. 수업 시수는 창의적 체험활동 및 기타 교과 연계를 통해 확보하였다.

6. 자료 분석

사전·사후 검사를 통해 얻은 자료는 대응표본 t-검정으로 통계처리 하였다. 영역 및 검사 종류에 따라 소수 둘째자리까지 제시하였고 사전·사후 비교시 유의미한 기준은 $p < .05$ 로 설정하였다. 수업 만족도 검사는 점수를 수기로 계산 하였다.

IV. 연구 결과 및 고찰

1. 수업 내용

가. STEAM 프로그램

‘프랙탈 구조를 활용하여 조작활동을 통한 창의적 산출물 만들기’를 주제로 한 STEAM 수업은 총 10차시로 구성되어 있으며 차시별 STEAM 요소는 <표 IV-1>와 같다.

<표 IV-1> STEAM 프로그램의 차시별 구성

준거	모들 차시	학습목표	활동내용	STEAM 요소
상황 제시	1	프랙탈 구조의 특징과 가치에 대해 알아보시다.	① 프랙탈 구조의 특징 이해하기 (S, M) ② 프랙탈 구조의 가치 알아보기 (A)	S 주변에서 프랙탈의 사례 찾기
				A 프랙탈 구조의 가치를 알아보기
				M 프랙탈 구조의 규칙 알아보기
창의적 설계	2	프랙탈 구조를 이용하여 여러 모양을 그려 봅시다.	① 프랙탈 구조를 이용한 여러 모양 그리기 (T, A, M) ② 프랙탈 구조를 활용한 그림을 감상하고 느낌 발표하기 (S, T, E, A, M)	S 프랙탈 구조 이용하기
				T 프랙탈 구조 활용 그리기
				E 프랙탈 구조 활용 그리기
프랙탈카드 만들기	3~4	프랙탈 구조를 활용하여 (프랙탈)카드를 만들어 봅시다.	① 프랙탈 카드의 특징 알아보기 (S, A, M) ② 프랙탈 카드 만들기 (S, T, E, A, M)	A 프랙탈 구조 활용 그리기
				M 프랙탈 구조 규칙 이해하기
				S 프랙탈 구조 이해하기
				T 프랙탈 카드 모형 설계하기
				E 다양한 프랙탈 카드 제작하기
				A 프랙탈 카드의 특징 이야기하기
				프랙탈 카드 모형 아

					<ul style="list-style-type: none"> ① 프랙탈 산출물 구상하기 ② 프랙탈 산출물 설계 및 제작준비하기 	<ul style="list-style-type: none"> M S A M 	<ul style="list-style-type: none"> 틈담게 꾸미기 프랙탈 구조의 특징 이해하기 산출물에 프랙탈의 특징 적용 부분 이해하기 산출물 디자인하기 산출물에 적용한 프랙탈 구조 이해하기
모듬별 산출물 만들기	5	<ul style="list-style-type: none"> ① 프랙탈 구조를 활용한 모듬별 산출물 구상하기 	<ul style="list-style-type: none"> S A 	<ul style="list-style-type: none"> ① 프랙탈 산출물 제작하기 ② 프랙탈 산출물 보완하기 	<ul style="list-style-type: none"> S E A T E A M 	<ul style="list-style-type: none"> S T E A M 	<ul style="list-style-type: none"> 산출물에 프랙탈의 특징 적용 부분 이해하기 산출물 제작하기 산출물의 구조를 생각하며 제작하기 산출물 디자인하기 산출물에 적용한 프랙탈 구조 이해하기
산출물 전시회 및 평가	10	<ul style="list-style-type: none"> ① 산출물 전시회를 열기 ② 산출물 평가를 받기 	<ul style="list-style-type: none"> S A 		<ul style="list-style-type: none"> S A 	<ul style="list-style-type: none"> S A 	<ul style="list-style-type: none"> 산출물의 프랙탈 구조 이해하기 창의적 산출물의 특징 설명하기

본 프로그램은 1차시에 해당되는 상황제시, 2~9차시에 속하는 창의적 설계, 10차시에 해당되는 감성적 체험으로 크게 3단계로 구성되어 있다. 1차시는 점심 시간 반찬으로 나온 브로콜리를 뒤적거리다 프랙탈 구조를 발견하는 학생의 이야기를 시작으로 프랙탈의 특징을 우리 주변에서 찾아보고 프랙탈 구조가 미술, 건축, 의학 등에서 사용되는 사례를 고찰하여 그 특징과 가치에 대해 알아보도록 한다. 2차시는 앞서 배운 프랙탈의 크기만 달리하여 반복되는 구조를 활용하여 칸토르 집합, 코흐 곡선, 시에르핀스키 삼각형 총 3가지의 구조를 그리도록 한다. 1차시에서 프랙탈 구조를 알고 2차시에서 프랙탈 구조를 심화시킨 내용을 토대로 3, 4차시에서는 프랙탈 카드 만들기를 하고 소중한 이에게 그 카드에 글을 적어 선물토록 한다. 이를 통해 학생들은 단순히 새로운 이론 하나를 익히는 것에서 벗어나 자신이 창작한 물건과 실생활을 연결시키며 유용성을 느끼게 된다. 5차시부터 9차시까지는 모듬별로 프랙탈 구조를 활용하여 창의적 산출물을 제작하는 것이다. 이를 위해 5차시는 모듬별로 산출물을 디자인하고 필요한 준

비물을 체크하고 역할을 나눈다. 6차시부터 9차시까지는 역할에 따라 산출물을 제작하고 보완하게 되는데 이때 모둠원간 원활한 소통과 협동이 작품을 제작하는데 큰 힘이 됨을 강조한다. 마지막 10차시에서는 교실 곳곳에 산출물을 전시하고 모둠별로 돌아가며 산출물을 평가하고 상호간 피드백을 제공되도록 하여 학습 마무리를 하게 된다. 자세한 교수·학습 과정안은 <부록 5>에 제시하였다.

2. STEAM 프로그램 적용 결과

가. 과학 탐구 능력에 대한 분석 결과

본 프로그램이 학생들의 과학 탐구 능력에 미치는 영향을 알아보기 위해 실험 집단의 사전·사후 검사 결과를 분석한 내용은 <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	.61	.49	.64	.48	-.575	.567
분류	.65	.48	.67	.48	-.276	.784
측정	.71	.46	.75	.44	-.903	.369
추리	.44	.50	.60	.49	-3.177	.002**
예상	.57	.50	.65	.48	-1.349	.181

** $p < .01$

STEAM 교육 프로그램을 개발하여 적용한 결과, 관찰, 분류, 측정, 추리, 예상 영역 전부에서 향상을 보였으나 통계적으로 유의미한 영역은 추리 영역 이었다.

추리 영역에 속하는 문제는 총 3문제로 눈 덮인 운동장의 사람 발자국, 두 과

수원의 2종류의 나무, 연못에 생긴 파동 분석이었는데 사전의 경우 그 정답률이 매우 낮았다. 하지만 프로그램을 진행하며 학생들 간 일상생활 혹은 우리가 볼 수 있는 세계의 여러 자연 환경에서 프랙탈 구조를 발견하는 활동과 모둠별 산출물 제작을 진행하며 구상한 아이디어를 실제화시키는 그 과정에서 주어진 사실을 통해 알지 못하는 사실을 분석해내는 추리 영역의 능력이 향상되었다. 따라서 본 프로그램은 학생들의 추리영역 향상에 큰 효과가 있다고 판단된다.

나. 창의적 문제해결력에 대한 분석 결과

본 프로그램을 학생들에게 적용하였을 때 창의적 문제해결력에 어떤 변화를 보이는지 분석한 결과는 <표 IV-3>와 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	2.81	1.08	3.42	.99	-6.844	.000***
확산	3.19	.90	3.62	.79	-5.213	.000***
비판	3.71	.98	3.86	.97	-1.837	.069
동기	3.60	.89	3.74	.98	-1.730	.086

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

창의적 문제해결력의 이해, 확산, 비판, 동기 영역 중 이해와 확산 영역에서 $P < 0.01$ 로 통계적으로 유의미한 차이를 보였다.

이해와 확산 영역에서 유의미한 결과가 나온 이유는 본 프로그램 내용 대부분이 새로운 개념을 일상생활에서 발견하고 다양한 형태로 바뀌가며 개념을 반복 및 심화시키고 난 후 모둠별로 자유로운 분위기속에서 산출물 아이디어를

구상하여 제작 및 발표를 했기 때문으로 보인다. 발표회에서 각 모듈별로 우수한 점과 개선할 점을 평가하여 최우수 모듈을 선정하는 과정에서 학생들은 자연스럽게 프랙탈 구조를 활용하여 창의적 산출물을 만들어보는 과제를 해결하고 우수 모듈에 선정되기 위해 스스로 해답을 찾으려 최대한 노력하였다. 그리고 모듈원의 아이디어를 수합하여 하나의 산출물을 만들어가는 과정을 통해 구조에 대한 이해와 확산적 사고를 강화시킬 수 있었다. 다만 새로운 개념을 익히고 활용하여 하나의 산출물을 모듈별로 만들어내는데 중점을 두어 아이디어가 일부만 수용된 학생의 경우 자신의 아이디어가 주로 진행되는 학생들에 비해 학습의 집중도가 결여되었다. 차후 아이디어가 수용되지 못한 학생의 심정을 고려할 수 있는 부분도 고민하여 추가할 필요가 있다.

다. 과학적 태도에 대한 분석 결과

본 프로그램을 학생들에게 적용하였을 때 과학적 태도에 어떤 변화를 보이는지 분석한 결과는 <표 IV-4>와 같다.

<표 IV-4> 과학적 태도에 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>
호기심	3.65	1.05	4.05	.87	-2.767	.007**
개방성	3.29	1.12	3.52	1.22	-1.475	.145
비판성	2.84	1.07	3.73	1.02	-5.087	.000***
협동성	3.69	1.01	3.95	.91	-1.722	.089
자진성	3.33	1.19	3.71	.96	-2.216	.030*
끈기성	3.47	1.08	3.72	.97	-1.694	.095
창의성	3.23	1.11	3.77	.91	-3.411	.001**

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

과학적 태도의 7가지 하위 영역 중 호기심, 비판성, 자진성, 창의성 영역에서 통계적으로 유의미한 차이를 보였다. 영역별로 살펴보면 우선 호기심 영역이 $p=0.07$ 을 보였다. 이는 기존에 알지 못했던 프랙탈이라는 개념과 이를 STEAM 프로그램으로 진행하는데 따른 결과로 보인다. 비판성 영역의 경우 $p<0.001$ 로 가장 큰 차이를 보였다. 프로그램의 마지막에 모듈별 상호 평가에서 서로의 산출물에 어떻게 프랙탈 구조를 적용시켰으며, 산출물이 어떤 가치가 있는지 검토하는 과정에서 비판성이 증진된 것으로 보인다. 이는 두 검사지의 질문 내용이 창의적 문제해결력의 경우 모듈에서 이끄는 역할을 한 학생에 유리한 내용인 것에 비해 과학적 태도 검사지의 질문은 학생 개개인에게 보편적으로 적용되는 내용이다 보니 자신의 아이디어가 모듈에서 어느 정도 수용되었는지 여부와 관련 있는 것으로 보인다. 다음 자진성 영역으로 $p=0.03$ 을 보였다. 이는 학생들에게 산출물 제작과정에서 역할을 나누어 진행하며 서로 도와주는 협동학습 및 교사에게 궁금증을 해소해달라는 해결사의 역할이 아니라 자신의 학습과정에 힌트를 제공하는 보조자의 역할을 강조한 결과로 보인다. 마지막으로 창의성 영역은 $p=0.001$ 로 비판성 다음으로 큰 차이를 보였다. 이것은 프로그램의 핵심이 새로 배운 개념을 활용하여 자신만의 방법으로 산출물을 만들어내는 과제를 해결하는 과정에서 증진된 것으로 보인다.

라. 프로그램 만족도 검사 결과

본 프로그램을 적용한 후의 만족도 검사 결과는 <표 IV-5>와 같다.

본 프로그램은 총 10차시로 2주간에 걸쳐 진행되었다. 모든 수업이 마무리 되고 난 후 학생들에게 만족도 검사를 실시하였는데, 평균 만족도는 5점 만점에 4.23점으로 높은 점수가 나왔다. 이는 프랙탈 이론과 STEAM이라는 학습 방법을 융합함으로써 기존 수업과는 차별화된 경험을 해본 점, 이론학습 및 조작활동을 개별 및 짝, 모듈별 등 다양한 학습형태로 실시하며 전체적으로 학습이 즐거운 분위기로 진행됨에 따라 이러한 결과가 나온 것으로 생각된다.

<표 IV-5> 프로그램 만족도 검사 결과

명(%)

	평가항목	매우 그렇 다	그렇 다	보통 이다	그렇 지 않다	매우 그렇 지 않다
1	나는 과학 수업이 재미있어졌다.	11 (44)	8 (32)	5 (20)	1 (4)	
2	나는 과학 학습 내용에 대해 많이 이해하게 되었다.	15 (60)	5 (20)	3 (12)	1 (4)	1 (4)
3	나는 과학학습에 대한 흥미가 생겼다.	12 (48)	6 (24)	5 (20)	2 (8)	
4	나는 과학기술에 대한 관심이 생겼다.	13 (52)	7 (28)	3 (12)	2 (8)	
5	나는 과학 관련 책이나 글을 읽는 것이 좋아졌다.	15 (60)	2 (8)	3 (12)	5 (20)	
6	나는 문제해결을 위해 스스로 생각을 하게 되었다.	14 (56)	5 (20)	5 (20)	1 (4)	
7	나는 다양한 학습 내용을 끝까지 해내게 되었다.	17 (68)	5 (20)	3 (12)		
8	나는 한 가지 문제를 다양하게 생각해보았다.	13 (52)	6 (24)	4 (16)	2 (8)	
9	나는 배운 내용을 실생활과 연관 지으려고 노력하였다.	11 (44)	7 (28)	4 (16)	3 (12)	
10	나는 문제해결에 여러 과목에서 배운 지식을 동시에 적용하려고 노력하였다.	14 (56)	6 (24)	3 (12)	2 (8)	
11	나는 적극적으로 활발하게 수업에 참여하였다.	15 (60)	6 (24)	3 (12)	1 (4)	
12	나는 친구들과 사이좋게 의견을 나누었다.	10 (40)	10 (40)	4 (16)	1 (4)	
13	나는 다른 친구들에게 나의 아이디어를 표현하였다.	15 (60)	5 (20)	4 (16)	1 (4)	
14	나는 다른 친구들의 의견을 경청하고 존중하였다.	15 (60)	7 (28)	2 (8)	1 (4)	
15	나는 다른 친구들과 협력하는 것의 중요성을 생각하는 마음이 생겼다.	14 (64)	7 (28)	3 (12)	1 (4)	
16	나는 다른 친구들을 배려하는 마음이 생겼다.	18 (72)	4 (16)	2 (8)	1 (4)	

	평가항목	매우 그렇 다	그렇 다	보통 이다	그렇 지 않다	매우 그렇 지 않다
17	나는 실패하는 것을 두려워하지 않고, 도전의 식이 생겼다.	16 (64)	5 (20)	3 (12)	1 (4)	
18	나는 과학기술 분야와 관련된 직업에 대한 관 심이 생겼다.	11 (44)	9 (36)	4 (16)	1 (4)	
	계	249	110	63	27	1
	만족도 평균				4.23	

V. 결론 및 제언

1. 결론

본 연구는 초등학교 6학년 학생들이 주변 환경에서 다양한 반복구조를 발견하고 이를 활용하여 창의적 산출물을 만들기를 주제로 한 STEAM 프로그램이 학생들의 과학 탐구 능력, 창의적 문제해결력 및 과학적 태도에 미치는 영향을 알아보려고 하였다. 프랙탈 구조를 활용한 창의적 산출물 만들기 STEAM 수업을 적용한 후 이에 대한 검사결과를 통해 얻은 결론은 다음과 같다.

첫째, 본 융합교육 수업은 초등학교 6학년 학생들의 과학 탐구 능력 중 추리 영역을 향상시켰다. 이는 수업 중 주변 환경에서 알지 못했던 프랙탈 구조를 찾고 이를 활용하여 창의적 산출물을 만들어내는 과정에서 자연스럽게 사실을 바탕으로 새로운 사실에 접근해가는 추리 능력의 발달이 이루어졌다고 생각된다.

둘째, 본 프로그램은 초등학교 6학년 학생들의 창의적 문제해결력 중 이해와 확산 영역을 향상시켰다. 이는 최종과제 해결을 위해서는 혼자서 아닌 모둠원과 아이디어를 공유하고 협력해야 하는 과정에서 자연스럽게 개념에 대한 이해 및 활용이 상향평준화 되어 나타난 결과로 여겨진다.

셋째, 본 프로그램은 초등학교 6학년 학생들의 과학적 태도 중 호기심, 비판성, 자진성 및 창의성을 신장시켰다. 이는 프랙탈이라는 개념과 STEAM이라는 기준에 접하지 못했던 수업 방식을 접해보고, 모둠별 발표회 및 상호평가, 학습자가 주도적으로 이끌어가고 교사는 옆에서 진행을 돕는 수업형태, 창의적 산출물을 만들어보는 경험 등이 이러한 결과를 만들어 낸 것으로 보인다.

넷째, 본 프로그램의 수업 만족도는 전반적으로 높았다. 이는 교과서적인 수업에서 벗어나 주제통합적인 STEAM 수업을 처음으로 경험해봤다는 점과 전체적으로 학습이 즐거운 분위기로 진행되었다는 점이 영향을 준 것으로 판단된다.

2. 제언

본 연구 결과를 통해 후속 연구를 위한 제언은 다음과 같다.

첫째, 프랙탈이라는 개념은 이미 많은 분야에서 활용되고 있으며 STEAM 프로그램도 다양하게 개발되어 있다. 하지만 프랙탈의 활용분야는 여전히 무궁무진하며 그를 활용한 STEAM 프로그램의 개발 역시 필요하다. 더욱이 프랙탈을 활용한 창의적 산출물을 만드는 STEAM 프로그램은 선행 연구가 많이 부족하기에 후속 연구를 통해 더욱 양질의 프로그램이 개발될 필요가 있다.

둘째, 본 프로그램을 진행하며 유의미한 차이를 나타내지 못한 영역들이 있었다. 따라서 이 영역을 보완할 수 있는 활동을 프로그램에 추가한다면 학습자들에게 보다 유익한 프로그램이 제공될 수 있을 것이다.

셋째, 본 프로그램을 적용할 대상을 보다 많이 확보하는 것이다. 본 수업은 바닷가 지역의 고학년 한 학급을 대상으로 운영하여 일반화하기에는 어려움이 있다. 따라서 연구 결과의 일반화를 위해서는 도시와 읍면, 학생 수가 많은 학급과 학생 수가 적은 학급 등 다양한 형태의 학급에 적용해 볼 필요가 있다.

참 고 문 헌

- 고은혁, 홍승호(2015). 초등과학 생태계 학습을 위한 자연놀이 활용 STEAM 프로그램의 개발 및 적용 효과. 생물교육, 43(4), 368-380.
- 권진희(2017). 전통생태지식을 활용한 초등 STEAM 환경교육 프로그램 개발 및 적용. 서울교육대학교 교육전문대학원 석사학위논문.
- 김세정(2009). 프랙탈 기하학을 응용한 실험적 가구디자인 개발연구. 이화여자대학교 디자인대학원.
- 김철기(2012). 한국디자인포럼 : 제38호, 프랙탈 차원을 이용한 미술작품 비교분석, 교육과학기술부.
- 김민정(2016). STEAM 교육을 활용한 미술교과 중심의 지도방안 연구 초등학교 고학년을 중심으로. 제주대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 김민철(2013). 미국의 STEM교육 정책과 한국의 STEAM 교육 정책의 비교. 전남대학교대학원 석사학위논문.
- 김세홍(2013). 프랙탈과 무한 수열에 관한 연구. 조선대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 김양수(2017). 프랙탈 기하학의 조형원리를 적용한 3D 프린팅 패션소재 연구: 패션소재의 기본조직 응용을 중심으로. 이화여자대학교 대학원 박사학위논문.
- 김현돈(2013). 부력 장난감 만들기 중등 과학 영재교육프로그램 개발 및 적용. 한국교원대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 박화윤(2009). 중학교 수학교육과정에서의 프랙탈 기하이론 활용방안 연구. 강원대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 배현주(2012). 과학 신문 만들기 활동이 과학탐구능력과 창의성 신장에 미치는 영향. 경인교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 백은진(2016). STEAM(융합인재교육) 중심의 과학 수업이 초등학생의 과학적 창의성 및 과학적 태도에 미치는 영향. 광주교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 신은경(2015). 중등미술교육에서 프랙탈 패턴(Fractal Pattern)을 활용한 팝업카드 제작. 경북대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 우용배, 홍승호(2016). “생물과 환경” 단원 학습을 위한 생태놀이 자료와

- STEAM 프로그램의 개발 및 적용 효과. 생물교육, 44(3), 523-537.
- 윤정구(2017). 아두이노를 활용한 프로그래밍 교육이 고등학생의 창의적 문제해결에 미치는 영향. 한국교원대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 이다영(2013). 프랙탈을 활용한 색채 교수학습 개발 : - 초등학교 5,6학년을 중심으로 -. 단국대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 이상민(2007). 프랙탈(Fractal) 이론을 이용한 도시공간구조 해석에 관한 연구. 안양대학교 일반대학원 석사학위논문.
- 이혜린(2014). 초등정보영재를 위한 스마트폰 애플리케이션 교육 프로그램 개발 및 적용. 서울교육대학교 교육전문대학원 석사학위논문.
- 정홍정(2015). 프랙탈 이론(Fractal theory)을 활용한 STEAM프로그램 지도에 관한 연구. 부산대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 조정란, 조규성(2013). 중학생을 대상으로 한 STEAM프로그램 개발 및 적용(친환경주택을 소재로 한 STEAM 자료 개발). 과학과 과학교육 논문지, 39(1), 45-52.
- 조보람, 이정민(2014). STEAM 교육이 초등학생의 창의성과 학습몰입에 미치는 효과. 학습자중심교과교육학회지, 14(9), 87-105.
- 조순영(2013). 도예술작품 제작 활동을 활용한 STEAM 교육이 초등학생의 학습몰입도와 과학 창의적 문제해결력에 미치는 영향. 이화여자대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 최보라(2013). 영재학생들의 창의성과 학업적 자기효능감에 미치는 융합인재교육의 효과. 한국교원대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 한국과학창의재단(2015). 2015 STEAM 프로그램 개발 계획에 대한 만족도 검사지. 한국과학창의재단.
- Yakman G. (2006). STEM pedagogical commons for contextual learning. Unpublished paper for EDCI.

ABSTRACT

Development and Application Effects of STEAM Program to Make Creative Output Utilizing Repeat Structure

Moon, Jeong-Hwan

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

Supervised by Professor Hong, Seung-Ho

In this study, we developed a STEAM program to learn about fractal structure and to create creative products for each group, and applied the program to explore scientific inquiry ability and creative problem - solving ability and scientific attitudes of elementary school students when applying the program. Through various examples of fractals found in daily life, the student could acquire the knowledge of it and create a fractal card after drawing the Kantor Set, Koch Curve, and Cierpinski triangles. By creating creative outputs for fractals in groups and providing feedback through peer assesment, the group has acquire emotional experiences and social interaction rather than just learning new concepts.

Research has shown meaningful consequences in the fields of reasoning in scientific inquiry ability, understanding and expansion in creative problem-solving ability, and curiosity, non-parasitive, initiative and creativity in scientific attitudes.

These effects have come into play when they come across new concepts

called fractals, engage in a variety of operational activities and they cooperatively produce and evaluate creative products based on their ability. It is considered that if the STEAM program in this study is better developed, it will be more effective to students in a broader range of areas.

* Key words: Fractal theory, STEAM, creative products, scientific exploration, creative problem solving ability, scientific attitude

부 록

<부록 1> 기초 탐구 능력 검사 도구

<부록 2> 창의적 문제해결력 검사 도구

<부록 3> 과학적 태도 검사 도구

<부록 4> TEAM 프로그램 만족도 검사 도구

<부록 5> STEAM 프로그램 교수·학습 과정안 및 학습지

<부록 6> STEAM 프로그램 활동 모습

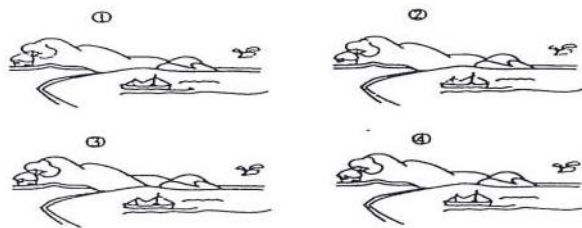
<부록 1> 기초 탐구 능력 검사 도구

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 O표시 하시면 됩니다. 본 연구에 협조해 주셔서 대단히 감사합니다.

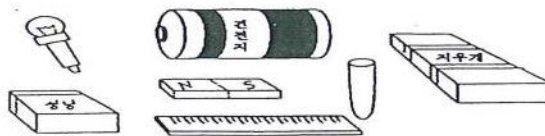
제주대학교 교육대학원 초등과학교육과 문정환

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

1. 다음 4개의 그림 중 다른 하나를 찾으시오.

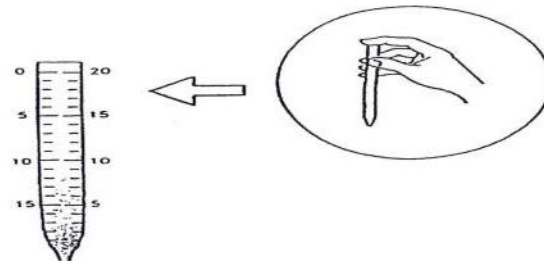


2. 다음의 여러 가지 물체를 비슷한 물체끼리 두 집단으로 나누려고 한다. 가장 좋은 방법은 어느 것일까?



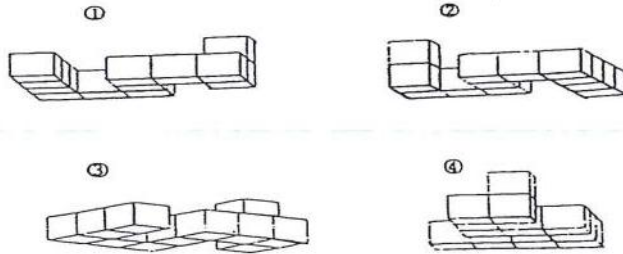
- ① 모양으로 ② 색깔로
- ③ 길이로 ④ 부피로

3. 아래의 유리 기구 속에 들어 있는 액체의 양은 얼마인가?

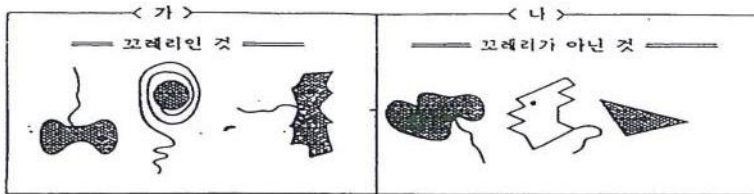


- ① 4 mL ② 8 mL ③ 12 mL ④ 20 mL

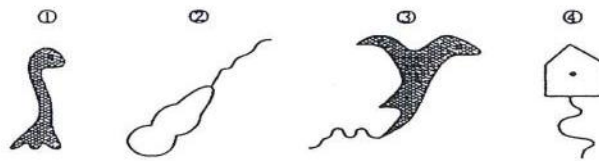
4. 다음 4개의 도형 중 다른 하나를 찾으시오.



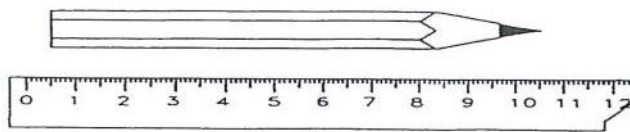
5. 그림 <가>는 꼬레리의 모양이고, 그림 <나>는 꼬레리가 아닌 것이다.



다음 중에서 꼬레리인 것은?

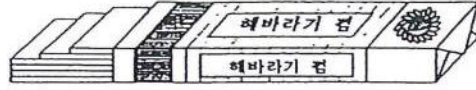


6. 그림과 같이 막대자 옆에 연필이 나란하게 있다. 이 연필의 길이는 얼마인가?



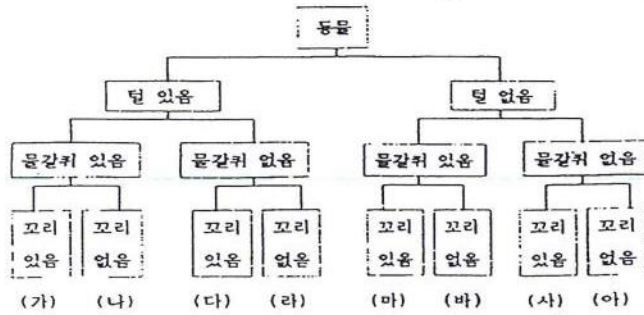
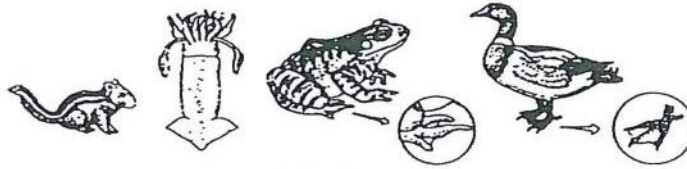
- ① 9 cm ② 10.1 cm ③ 10.7 cm ④ 11.0 cm

7. 아래의 그림을 보고 가장 올바르게 말한 사람은?



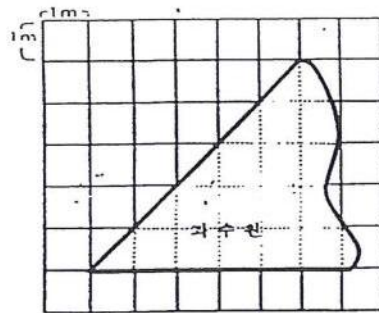
- ① 철수 : 냄새가 향기롭다.
- ② 만근 : 길고 네모난 모양이다.
- ③ 진수 : 썩으면 부드러워진다.
- ④ 정희 : 무게가 5 그램이다.

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



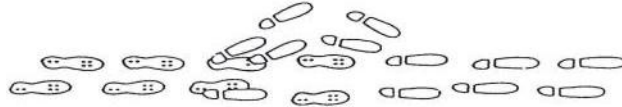
- ① 다람쥐
- ② 오징어
- ③ 개구리
- ④ 오리

9. 과수원의 모양이 다음 그림과 같다. 과수원의 넓이는 얼마인가?

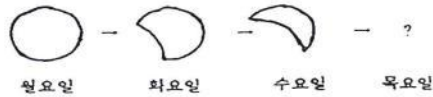


- ① 12 m²
- ② 14 m²
- ③ 17 m²
- ④ 20 m²

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?



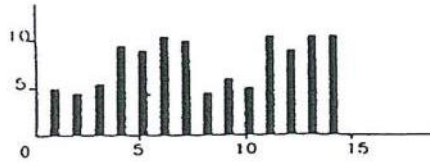
12. 과수원 A와 B에 있는 2종류의 나무 (가)와 (나)에서 열매를 따더니 다음과 같았다.

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

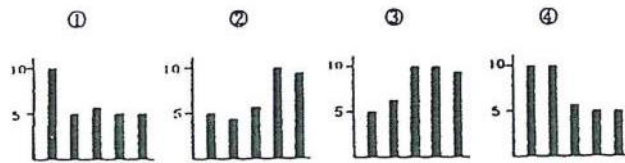
위의 사실을 보고 철수, 만근, 진수, 정희가 그 까닭을 생각해 보았다. 이 중에서 위의 사실을 설명하기에 적합하다고 볼 수 없는 생각은?

- 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.

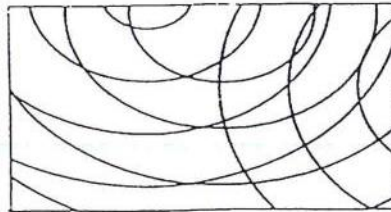
13. 2주 동안 매일 오전 10시의 기온을 재어보았더니 그래프와 같았다.



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 문정환

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> 과학적 태도 검사 도구

이 검사 문항지는 여러분의 과학적 태도를 알아보고자 작성된 것입니다. 각 글을 읽어나가면서 그 글의 내용이 “나 자신을 잘 나타냈는지” 또는 “내 생각과 같은지”를 판단하여 ○표를 하십시오.

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 ○표시 하시면 됩니다. 본 연구에 협조해 주셔서 대단히 감사합니다.

제주대학교 교육대학원 초등과학교육과 문 정 환

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

	아주 그렇지 않다	조금 그렇지 않다	보통 이다	조금 그렇다	아주 그렇다
1. 나는 새로운 현상을 보면 왜 그런지 알아보고 싶다.	1	2	3	4	5
2. 나는 친구들의 의견이 내 의견과 다르더라도 주의 깊게 듣는다.	1	2	3	4	5
3. 나는 친구들이 발표하는 실험 결과에 대하여 충분한 근거가 있는지 따져본다.	1	2	3	4	5
4. 나는 실험이 끝난 후에 친구들과 함께 실험기구를 정리한다.	1	2	3	4	5
5. 나는 조별 실험을 할 때 내가 직접 하기보다는 친구들이 하는 것을 지켜본다.	1	2	3	4	5
6. 나는 실험 결과가 잘못 나오면 실망하지 않고 다시 그 실험을 해본다.	1	2	3	4	5
7. 나는 새로운 것을 발명해 내려고 노력한다.	1	2	3	4	5
8. 나는 집에 있는 물건이 고장나면 원인이 궁금해진다.	1	2	3	4	5
9. 나와 다른 의견을 가진 친구와 토론을 통해 내 의견을 수정할 수 있다.	1	2	3	4	5
10. 나는 선생님의 설명이 옳지 않다고 생각되면 질문한다.	1	2	3	4	5

	아주 그렇지 않다	조금 그렇지 않다	보통 이다	조금 그렇다	아주 그렇다
11. 나는 조별 실험을 할 때 역할 분담을 토의해서 결정한다.	1	2	3	4	5
12. 나는 내가 할 수 있는 것을 찾아서 스스로 한다.	1	2	3	4	5
13. 나는 실험을 하다가 실험 과정이 복잡해지면 그만둔다.	1	2	3	4	5
14. 나는 어떤 문제를 해결하기 위한 새로운 방법을 찾아내려고 한다.	1	2	3	4	5
15. 나는 무엇을, 어떻게, 왜, 언제 등이 들어가는 질문을 많이 한다.	1	2	3	4	5
16. 나는 나의 주장이 틀렸을 때 부끄럽다.	1	2	3	4	5
17. 나는 남들이 다 옳다고 하더라도 증거가 불충분하다면 다른 의견을 제기한다.	1	2	3	4	5
18. 나는 실험기구를 잘 다루지 못하는 친구를 보면 도와주고 싶다.	1	2	3	4	5
19. 나는 의문나는 과학 문제가 생겼을 때 책을 찾아서 스스로 해결한다.	1	2	3	4	5
20. 나는 다른 친구들이 실험을 먼저 끝내더라도 내 실험을 끝까지 한다.	1	2	3	4	5
21. 나는 실험기구를 사용할 때 불편한 점을 고치려고 한다.	1	2	3	4	5

<부록 4> STEAM 프로그램 만족도 검사지

평가항목	매우 그렇 다	그렇 다	보통 이다	그렇 지 않다	매우 그렇 지 않다
1 나는 과학 수업이 재미있어졌다.					
2 나는 과학 학습 내용에 대해 많이 이해하게 되었다.					
3 나는 과학학습에 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 적극적이고 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.					

	평가항목	매우 그렇 다	그렇 다	보통 이다	그렇 지 않다	매우 그렇 지 않다
18	나는 과학기술 분야와 관련된 직업에 대한 관심이 생겼다.					
계						
만족도 평균						

□ 수업의 흐름

	차시별 교수 학습 내용	교 과 목	STEAM 요소
상황제시	<p>1 차 시</p> <p>프랙탈 구조의 특징과 가치에 대해 알아본다.</p> <p>■ 편식대장 동균이의 발견 SM</p> <p>편식대장 동균이는 오늘도 급식실에 끝까지 남아있었다. 왜냐하면 제일 싫어하는 브로콜리가 반찬으로 나왔기 때문이다. 동균이는 밖에서 놀고 있는 친구들과 옆에서 검사를 하는 선생님을 번갈아 쳐다보며 한숨을 한 번 쉬었다. 이놈의 브로콜리.. 원망의 눈초리로 계속 쳐다보며 젓가락으로 브로콜리를 뒤적거리던 동균이는 순간 멈칫했다. 어라.. 젓가락으로 부순 브로콜리 조각이 전체 브로콜리 모양과 똑같았던 것이다. 다른 브로콜리 모양 역시 마찬가지였다. 동균이는 브로콜리만 이런 것인지 신기하고 의문이 생겨나기 시작했다.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 급식시간 반찬으로 나온 브로콜리를 살펴보는 과정에서 특별한 구조를 발견한 상황 제시 • 우리 주변에서 프랙탈 구조를 가지고 있는 생물이나 사물 찾아보기 <p>■ 프랙탈 구조의 특징 알아보기 SM</p> <ul style="list-style-type: none"> • 프랙탈 구조의 특징인 자기유사성과 자기순환성 알아보기 <p>■ 프랙탈 구조의 가치 알아보기 A</p> <ul style="list-style-type: none"> • 프랙탈 구조의 장점을 알아보고, 프랙탈의 특징을 	과 학 국 어 수 학	S A M

		알게 된 후 느낌 발표하기		
창의적 설계	차시별 교수 학습 내용		교 과 목	STEAM 요소
	2 차 시	<p>프랙탈 구조를 이용하여 여러 모양을 그려봅시다.</p> <p>▣ 프랙탈 구조를 이용한 여러 모양 그리기 S T A M</p> <ul style="list-style-type: none"> • 칸토르 집합 그리기 • 코흐곡선 그리기 • 시에르핀스키 삼각형 그리기 <p>▣ 프랙탈 구조를 활용한 그리기를 감상하고 느낌 발표하기 S T E A M</p> <ul style="list-style-type: none"> • 친구들의 작품을 감상하고 느낌 발표하기 	과 학 기 술 공 학 국 어 미 술 수 학	S T E A M
	3 차 시	<p>프랙탈 구조를 활용하여 프랙탈 카드를 만들어 봅시다.</p> <p>▣ 프랙탈 카드의 특징 알아보기 S T A M</p> <ul style="list-style-type: none"> • 프랙탈 카드를 살펴보며 프랙탈 구조 이해하기 • 다양한 프랙탈 카드를 보며 특징 알아보기 <p>▣ 프랙탈 카드 만들기 S T E A M</p> <ul style="list-style-type: none"> • 모둠별 프랙탈 카드 만들기 	과 학 기 술 공 학 국 어 미 술 수 학	S T E A M
	5 차 시	<p>프랙탈 구조를 활용하여 모둠별 산출물을 구상해봅시다.</p> <p>▣ 프랙탈 산출물 구상하기 S A</p> <ul style="list-style-type: none"> • 산출물의 종류들을 살펴보며 모둠에 맞는 창의적 산출물을 구상하기 	과 학 기 술 실 과 미	S A M

		<p>■프랙탈 산출물 설계 및 제작준비하기 S A M</p> <ul style="list-style-type: none"> •모듈별 창의적 산출물 제작준비하기 	<p>술 공 학</p>	
	6 ~ 9 차 시	<p>프랙탈 구조를 활용하여 모듈별 산출물을 만들어 봅시다.</p> <p>■프랙탈 산출물 계획하기 S B A</p> <ul style="list-style-type: none"> •모듈에 맞는 창의적 산출물을 계획에 따라 계획하기 <p>■프랙탈 산출물 제작하기 S T E A M</p> <ul style="list-style-type: none"> •모듈별 창의적 산출물을 제작하고 피드백하여 보완하기 	<p>과 학 기 술 실 과 미 술 공 학</p>	<p>S T E A M</p>
<p>감성적 체험 (성공의 경험)</p>	<p>차시별 교수 학습 내용</p>		<p>교 과 목</p>	<p>STEAM 요소</p>
	10 차 시	<p>산출물 전시회를 열어봅시다.</p> <p>■ 프랙탈 산출물 전시회 열기 S A</p> <ul style="list-style-type: none"> •프랙탈 산출물 전시회 열기 •프랙탈 산출물 평가하기 	<p>과 학 미 술 국 어</p>	<p>S A</p>

□ 차시 구성

준거	모차시	학습목표	활동내용	STEAM 요소
상황 제시	1	프랙탈 구조의 특징과 가치에 대해 알아봅시다.	① 프랙탈 구조의 특징 이해하기 ② 프랙탈 구조의 가치 알아보기	S 주변에서 프랙탈의 사례 찾기
				A 프랙탈 구조의 가치를 알아보기
				M 프랙탈 구조의 규칙 알아보기
프랙탈 구조 사용하기	2	프랙탈 구조를 이용하여 여러 모양을 그려 봅시다.	① 프랙탈 구조를 이용한 여러 모양 그리기 ② 프랙탈 구조를 활용한 그리기를 감상하고 느낌 발표하기	S 프랙탈 구조 이용하기
				T 프랙탈 구조 활용 그리기
				E 프랙탈 구조 활용 그리기
				A 프랙탈 구조 활용 그리기
				M 프랙탈 구조 규칙 이해하기
창의적 설계	3 ~ 4	프랙탈 구조를 활용하여 (프랙탈)카드를 만들어 봅시다.	① 프랙탈 카드의 특징 알아보기 ② 프랙탈 카드 만들기	S 프랙탈 구조 이해하기
				T 프랙탈 카드 모형 설계하기
				E 다양한 프랙탈 카드 제작하기
				A 프랙탈 카드의 특징 이야기하기 프랙탈 카드 모형 아름답게 꾸미기
				M 프랙탈 구조의 특징 이해하기
				S 산출물에 프랙탈의 특징 적용 부분 이해하기
모듬별 산출물 만들기	5	프랙탈 구조를 활용한 모듬별 산출물 구상하기	① 프랙탈 산출물 구상하기 ② 프랙탈 산출물 설계 및 제작 준비하기	A 산출물 디자인하기
				M 산출물에 적용한 프랙탈 구조 이해하기
				S 산출물에 프랙탈의 특징 적용 부분 이해하기
				T 산출물 제작하기
6 ~ 9	프랙탈 구조를 활용한 모듬별 산출물 만들기	① 프랙탈 산출물 계획하기 ② 프랙탈 산출물 제작하기	E 산출물의 구조를 생각하며 제작하기	

<p style="writing-mode: vertical-rl; text-orientation: upright;">산출물 감성적 전시회 체험 및 평가</p>	<p>10</p> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; width: 100px; height: 60px; background-color: #f9cb9c; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin: 0 auto;"> <p>산출물 전시회를 열기</p> </div> <p>① 모듈별 산출물 전시회 열기 S A</p> <p>② 모듈별 산출물 평가하기 A</p>	A	산출물 디자인하기
		M	산출물에 적용한 프랙탈 구조 이해하기
		S	산출물의 프랙탈 구조 이해하기
		A	창의적 산출물의 특징 설명하기

□ 교수·학습 지도안

모 들	프랙탈 구조의 특징과 가치에 대해 알아보기	차 시	1/10	대 상	초등학교 6학년
학습주 제	프랙탈 구조의 특징과 가치에 대해 알아 보기			학습형태	전체-소집단
학습목 표	프랙탈 구조의 특징과 가치에 대해 알아봄 시다			STEAM 준 거	상황제시
STEA M 요 소	S	주변에서 프랙탈의 사례 찾기			
	A	프랙탈 구조의 가치를 알아보기			
	M	프랙탈 구조의 규칙 알아보기			
학습자 료	교 사	ppt 자료(학습안내), 프랙탈 동영상, 다양한 물체 사진 자료			
	학 생	학습지			
학습 단계	학습 과정	교수·학습 활동		시 간 (분)	자료(□) 및 유의점(■)
도입	동기 유발	<p>◎ 편식대장 동균이의 발견</p> <p>편식대장 동균이는 오늘도 급식실에 끝까지 남아 왜냐하면 제일 싫어하는 브로콜리가 반찬으로 나 문이다. 동균이는 밖에서 놀고있는 친구들과 옆에 를 하는 선생님을 번갈아 쳐다보며 한숨을 한 번 이놈의 브로콜리.. 원망의 눈초리 계속 쳐다보며 로 브로콜리를 뒤적거리던 동균이는 순간 멈칫 라.. 젓가락으로 부순 브로콜리 조각이 전체 브로 양과 똑같았던 것이다. 다른 브로콜리 모양 역시 지였다. 동균이는 브로콜리만 이런 것인지 신기하 이 생겨나기 시작했다.</p> <p>• 동균이는 급식시간 무엇을 통해 신기한 구조를 발견했나요? - 브로콜리입니다.</p>		8'	<p>□1차시 PPT.</p> <p>■이야기를 통해 학생들이 자연스레 프랙탈 구조에 대해 궁금증과 관심을 유발한다</p>

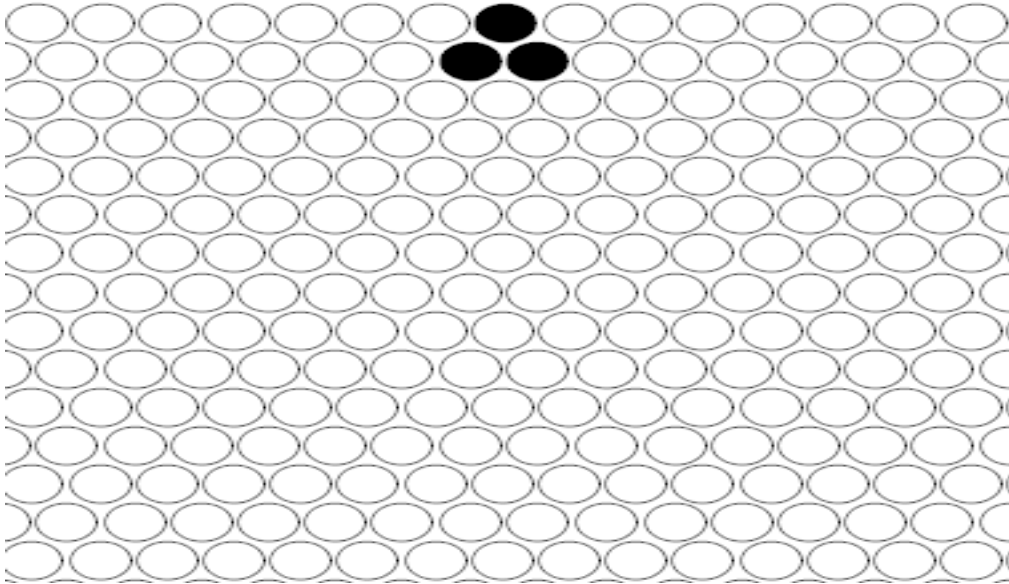
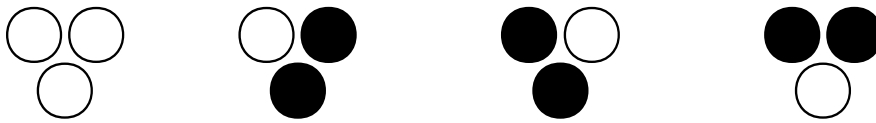
	<p>학습 문제 파악하기</p> <p>학습 순서 확인하기</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 동균이가 발견한 신기한 구조는 무엇이었나요? - 브로콜리와 작게 뜯어낸 브로콜리의 모습이 크기만 다를 뿐 같은 모습을 하고 있는 것을 발견하고 다른 물체에도 이와 같은 현상이 있을지 궁금해 했습니다. <p>◎ 학습문제 확인하기</p> <p>프랙탈 구조의 특징과 가치에 대해 알아보자.</p> <p>▣ 학습 활동 안내</p> <p>【활동1】 프랙탈 구조의 특징 알아보기 S M</p> <p>【활동2】 프랙탈 구조의 가치 알아보기 A</p>		
전개	<p>① 프랙탈 구조의 규칙 알아보기</p> <p>● 브로콜리에서 프랙탈 구조 찾아보기</p>	<p>【활동1】 프랙탈 구조의 특징 알아보기 S M</p> <p>◎ 프랙탈 구조의 특징 알아보기</p> <ul style="list-style-type: none"> • 시에르핀스키 삼각형 동영상 시청하며 프랙탈 구조의 특징을 알아보시다. - (같은 모형이 반복되어 하나의 형태를 이루고 있습니다.) • 주변 물체들을 살펴보기 - (피피티를 통해 브로콜리처럼 같은 모형이 반복되어 하나의 형태를 이루는 주변 물체들을 살펴보고 특징을 발표한다.) • 프랙탈 구조의 특징 정리하기 - (프랙탈 구조는 자기유사성과 자기순환성을 갖는다.) 	12	<p>□ 프랙탈 동영상 (시에르핀스키 삼각형)</p>
전개	<p>● 프랙탈 구조의 장점 찾기</p>	<p>【활동2】 프랙탈 구조의 가치 알아보기 S A M</p> <p>◎ 프랙탈 구조의 장점 살펴보기</p> <ul style="list-style-type: none"> • 제시된 물체들의 사진(브로콜리, 번개, 강 줄기, 고사리, 콜리플라워, 구름, 유리파편, 폐의 진화도, 구름 등)을 보면서 프랙탈 구조가 나타나는 부분을 찾고 장점을 발표해 봅시다. 	15	<p>□ 다양한 물체의 사진 자료</p> <p>□ 학습지</p>

	<p>Ⓐ 프랙탈의 특징을 알게 된 후 느낌 발표하기</p> <p>Ⓜ</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 프랙탈을 반복하여 크기를 확대해 가는 과정에도 전체 모양은 변하지 않는다. - 같은 크기를 단순히 반복해서 크게 만들어가는 과정을 통해 복잡한 구조를 만들어 낼 수 있다. <p>◎ 프랙탈의 특징을 알게 된 후 느낌 발표하기</p> <ul style="list-style-type: none"> - 단순 반복을 통해 복잡한 구조를 만들어 내는게 신기하다. - 주위 환경에 반복을 통한 규칙이 있는게 신기하고 그 결과물이 아름답다 		
정리	정리하기	<p>◎ 정리하기</p> <ul style="list-style-type: none"> • 프랙탈 구조의 특징과 가치를 정리하여 봅시다. <ul style="list-style-type: none"> - 부분과 전체가 똑같은 모습을 하고 있는 구조입니다. - 단순한 구조가 반복되면서 복잡하고 묘한 전체를 이루고 있는 구조입니다. <p>◎ 차시 예고하기</p> <ul style="list-style-type: none"> • 프랙탈 구조를 이용하여 다양한 그리기를 해 봅시다. 	5'	
	차시 예고하기			

프랙탈 구조의 특징 및 가치 알아보기

()초등학교 ()학년 ()반 이름()

* 아래와 같이 윗줄 두 칸의 색에 따라 아랫줄 칸의 색이 정해집니다. 다음의 규칙에 따라서 다음 그림을 완성해 보세요.



○ 프랙탈 구조의 특징을 적어봅시다.

→프랙탈 구조의 특징은 ()과 ()을 갖는 것입니다.

○ 프랙탈 구조를 활용한 작품의 느낌을 적어봅시다.

→

모듈	프랙탈 구조 이용하기	차시	2/10	대상	초등학교 6학년
학습 주제	프랙탈 구조를 이용하여 여러 모양 그리기			학습형태	전체-개별
학습목표	프랙탈 구조를 이용하여 여러 모양을 그려봅시다			STEAM 준거	창의적 설계
STEAM 요소	S	프랙탈 구조 이용하기			
	T	프랙탈 구조 활용 그리기			
	E	프랙탈 구조 활용 그리기			
	A	프랙탈 구조 활용 그리기			
	M	프랙탈 구조 규칙 이해하기			
학습자료	교사	삼각형 내부의 점 횡수반복 사진			
	학생	골든벨판, 보드마카, 지우개, 자, 핸드폰, 학습지			
학습단계	학습과정	교수·학습 활동		시간(분)	자료(□) 및 유의점(■)
도입 동기유발		◎ 프랙탈 구조를 반복함에 따라 만들어지는 형태 보여주기		3'	□삼각형 내부의 점 횡수반복 사진
		<ul style="list-style-type: none"> 삼각형안에 점을 찍고 주사위를 반복함에 따라 어떤 형태가 만들어지나요? <ul style="list-style-type: none"> 100회까지는 구체적인 형태가 보이지 않습니다. 500회정도 되니 처음 모양과 크기만 다른 형태가 생겨납니다. 1000회, 10000회, 20000회가 되자 똑같은 구조가 반복되는 새로운 형태가 완성되었습니다. 			
		◎ 학습문제 확인하기			
	학습문제 파악하기	프랙탈 구조를 이해하고 여러 모양을 그려보자.			
	학습순서 확인	▣ 학습 활동 안내 【활동1】 프랙탈 구조를 이용한 여러 모양 그리기 STAM 【활동2】 프랙탈 구조를 활용한 그리기를 감상하고			

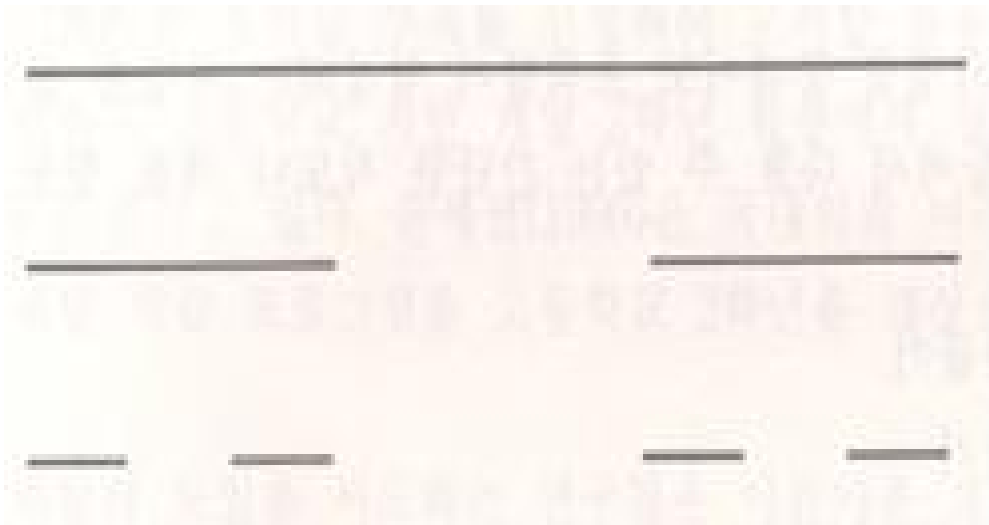
	하기	느낌 발표하기 S T E A M	
전개	T A 프랙탈 구조 활용 그리기	【활동1】 프랙탈 구조를 이용한 여러 모양 그리기 S T A M ◎ 칸토르 집합 그리기 • 칸토르 집합을 그리는 방법을 알아보고 그려봅시다. - 첫째, 주어진 선분을 삼등분합니다. - 둘째, 삼등분한 선분의 가운데 선분을 제거합니다. - 셋째, 남은 두 개의 선분에 1, 2의 과정을 반복합니다. ◎ 코흐 곡선 그리기 • 코흐 곡선을 그리는 방법을 알아보고 그려봅시다. - 첫째, 주어진 선분을 삼등분한다. - 둘째, 삼등분한 선분의 가운데 부분에 한번의 길이가 주어진 선분의 1/3인 정삼각형을 놓는다. - 셋째, 작은 정삼각형의 밑변을 지운다. - 넷째, 새로 생긴 각각의 선분에 1~3의 과정을 반복한다. ◎ 시에르핀스키 삼각형 그리기 - 첫째, 주어진 정삼각형의 각 변의 중점을 연결한다. - 둘째, 4개의 정삼각형에서 가운데 정삼각형에 색칠한다. • 지난 시간에 배웠던 프랙탈 구조를 기억해보면 선생님 만들어본 카드는 모두 같은 모양이 반복되면서 나타나는 프랙탈 구조를 하고 있다는 것을 알 수 있습니다.	7'
전개	A 감상 및 느낌 발표하기	【활동2】 프랙탈 구조를 활용한 그리기를 감상하고 느낌 발표하기 S T E A M ◎ 프랙탈 구조를 활용한 그리기 감상 및 느낌 발표하기 • 각 모둠별로 만든 그림들은 교실 티비 화면에 띄워 감상한다. • 친구들이 만든 작품들을 보며 느낀점을 발표한다.	25'

		<p>다.</p> <ul style="list-style-type: none"> - 반복해서 만들어진 형태가 신기하다. - 만들어진 형태가 아름답다, 재미있다. 등 		
정리	정리하기	<p>◎ 정리하기</p> <ul style="list-style-type: none"> • 프랙탈 구조를 활용한 그리기의 특징을 정리하여 봅시다. - 똑같은 모양을 반복하다 크기가 다른 새로운 형태를 만들어냅니다. - 반복구조를 통해 만들어져 신기하고 아름다운 모습을 이룹니다. 	5'	
	차시 예고하기	<p>◎ 차시 예고하기</p> <ul style="list-style-type: none"> • 프랙탈 카드 만들기를 하도록 하겠습니다. 		

식물의 형태에 숨겨진 프랙탈 구조
칸토르 집합 그리기

()초등학교 ()학년 ()반 이름()

1. 주어진 선분을 삼등분한다.
2. 삼등분한 선분의 가운데 선분을 제거한다.
3. 남은 두 개의 선분에 1, 2의 과정을 반복한다.



프랙탈 코흐 곡선 그리기

1. 주어진 선분을 삼등분한다.



2. 삼등분한 선분의 가운데 부분에 한변의 길이가 주어진 선분의 1/3인 정삼각형을 놓는다.



3. 작은 정삼각형의 밑변을 지운다.

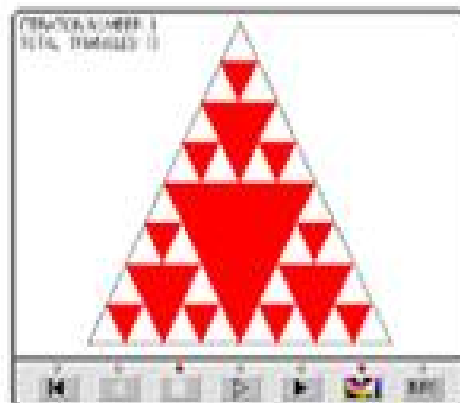
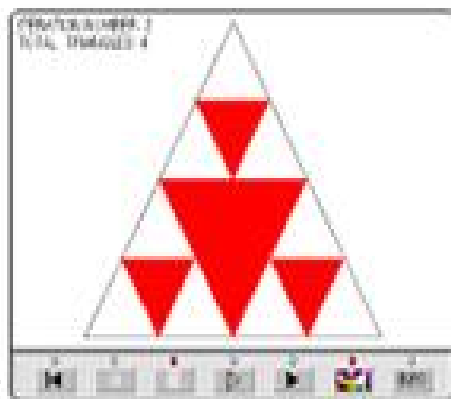
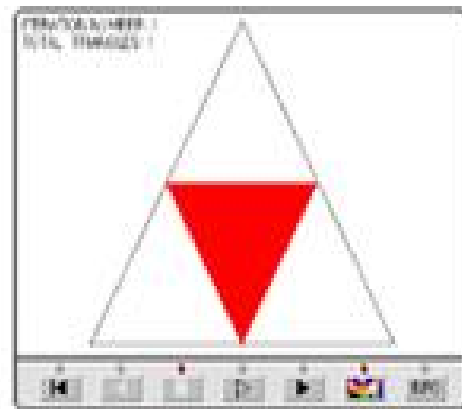
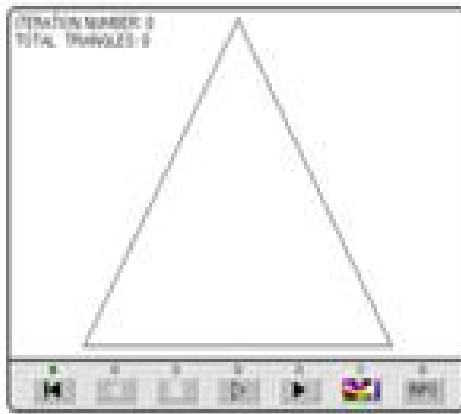


4. 새로 생긴 각각의 선분에 1~3의 과정을 반복한다.




시에르핀스키 삼각형 그리기

1. 주어진 정삼각형의 각 변의 중점을 연결한다.
2. 4개의 정삼각형에서 가운데 정삼각형에 색칠한다.



모 들	프랙탈 구조의 의미 알아보기	차 시	3-4/10	대 상	초등학교 6학년
학습 주제	프랙탈 구조를 활용하여 프랙탈 카드를 만 들어보기	학습형태	전체-개별		
학습 목표	프랙탈 구조를 활용하여 프랙탈 카드를 만들어 보 시다.	STEAM 준 거	창의적 설계		
STE AM 요 소	S	프랙탈 구조 이해하기			
	T	프랙탈 카드 모형 설계하기			
	E	다양한 프랙탈 카드 제작하기			
	A	프랙탈 카드의 특징 이야기하기 프랙탈 카드 모형 아름답게 꾸미기			
	M	프랙탈 구조의 특징 이해하기			
학습 자료	교 사	pop-up card 입체카드 DIY 영상, 다양한 모양의 프랙탈 카드			
	학 생	학습지			
학습 단계	학습 과정	교수·학습 활동		시 간 (분)	자료(□) 및 유의점(■)
도입	동기 유발	◎ 소중한 사람에게 카드를 직접 만들어 준 경험 이 야기하기 • 친구나 혹은 부모님, 선생님께 카드에 글을 적어 선물했던 경험이 있나요? - 새해 선물로 카드를 써서 친구에게 주었던 기 억이 있습니다. - 어버이날 때 카드를 만들어서 부모님께 편지를 썼던 적이 있습니다. - 스승의 날 때 카드에 글을 적어 드린 적이 있 습니다. • 지난 시간에 배웠던 프랙탈 구조를 활용해서 여 러분만의 멋진 카드를 만들어서 소중한 사람에게 선물해 봅시다.		3'	□ pop-up card 입체카드 DIY 영상
	학습 문제 파악 하기	◎ 학습문제 확인하기			
	학습 순서	프랙탈 구조를 이해하고 프랙탈 카드를 만들어보 자. ■ 학습 활동 안내			

	확인 하기	【활동1】 프랙탈 카드의 특징 알아보기 S T A M 【활동2】 프랙탈 카드 만들기 S T E A M		
전개	S 프랙탈 구조 이해하기 M 프랙탈 구조의 특징 이해하기 A 다양한 모양을 통한 미적 경험하기 E 다	【활동1】 프랙탈 카드의 특징 알아보기 S T A M ◎ 프랙탈 카드를 보며 프랙탈 구조 이해하기 • 선생님이 미리 만든 카드를 살펴보고 어떤 구조로 되어 있는지 이야기해 봅시다. - 접어진 카드를 펼쳐보니 입체적인 카드가 되었습니다. - 카드 내부에 사각형 모양이 입체적으로 나타나 있습니다. ◎ 다양한 프랙탈 카드를 보며 특징 알아보기 • 선생님이 만들어온 또 다른 카드들을 보여주겠습니다. 이 카드들이 어떤 특징을 가지고 있는지 살펴보고 발표해 봅시다. - 사각형들이 반복되는데 멋진 모양을 하고 있습니다. - 또 다른 카드에는 삼각형만 있는데 모양이 특이하게 되어 있습니다. - 같은 모양이 반복해서 입체적으로 나타나 있습니다. • 지난 시간에 배웠던 프랙탈 구조를 기억해보면 선생님이 만들어본 카드는 모두 같은 모양이 반복되면서 나타나는 프랙탈 구조를 하고 있다는 것을 알 수 있습니다.	7'	□ 다양한 모양의 프랙탈 카드 (http://cafe.naver.com/bongdangsam/2635)
전개	S 프랙탈 카드 구조 이해하기 T 프랙탈 카드 모형 설계하기 E 다	【활동2】 프랙탈 카드 만들기 S T E A M ◎ 프랙탈 카드 만들기 ① 종이를 반으로 접어 계곡을 만든다. ② 계곡의 선을 위아래로 30도 회전시켜 접는다. 부분을 잡아 당겨 언덕을 만들면 삼각뿔이 생긴다. ③ 계곡의 선을 3:4:2로 나누고 가운데 부분을 접어 언덕을 만들고 계속 반복한다. ④ 프랙탈 카드 속지를 색지에 프린트하고 잘라낸 뒤 겹지를 적당한 크기로 자른 후 반으로 접어서 위아래로 접힌 프랙탈 카드 속지와 풀로 겹쳐 붙인다. • 계곡의 선의 비를 비율로 나타내면 어떻게 되나	25'	□ 프랙탈 카드 동영상자료 http://blog.naver.com/msecworld/130103163557 , http://blog.naver.com/badang25/220431445501 □ 다양한 프랙탈카드 http://cafe.naver.com/bongdangsam/2635 http://blog.naver.com/

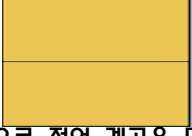
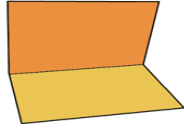


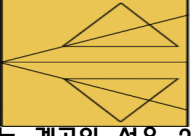
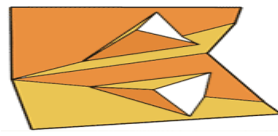

	<p>양 프 랙 탈 카 드 제 작 하 기</p> <p>● A 아 름 답 게 꾸 미 기</p> <p>● M 비 와 비 율</p>	<p>요? (입니다.)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 프랙탈 카드가 완성이 되면 겉면을 예쁘게 꾸며 봅시다. • 꾸미기가 끝나며 소중한 사람에게 마음을 전달하는 글을 적어봅시다. <ul style="list-style-type: none"> - 친구에게 고마움의 편지를 써야겠습니다. - 아빠, 엄마에게 사랑하는 마음을 담아 쓰겠습니다. 		<p>er.com/badang 25/2204314455 01</p>
<p>정리</p>	<p>정리 하 기</p> <p>● M 프 랙 탈 구 조 의 특 징 이 해 하 기</p> <p>차 시 예 고 하 기</p>	<p>◎ 정리하기</p> <ul style="list-style-type: none"> • 프랙탈 카드의 특징을 정리하여 봅시다. <ul style="list-style-type: none"> - 똑같은 모양이 크기만 달라지면서 반복되게 나타납니다. - 입체적으로 카드가 만들어져서 멋진 모습으로 만들 수 있습니다. 등 <p>◎ 차시 예고하기</p> <ul style="list-style-type: none"> • 모듈별 프랙탈 구조 활용 산출물 만들기를 해보도록 합니다. 	<p>5'</p>	

식물의 형태에 숨겨진 프랙탈 구조

프랙탈 카드 만들기

()초등학교 ()학년 ()반 이름()

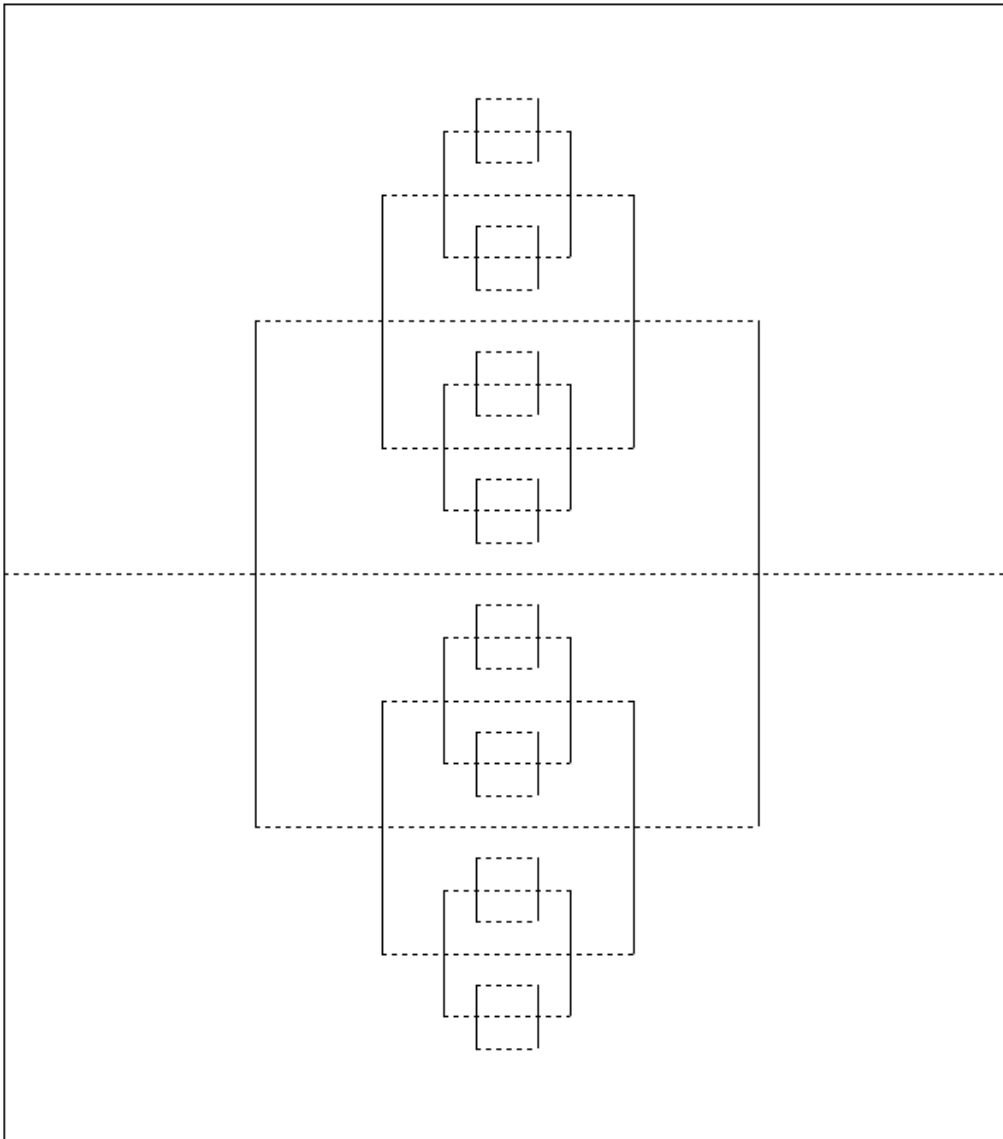
○ 프랙탈 카드 만드는 방법을 알아봅시다.

 <p>(1) 종이를 반으로 접어 계곡을 만든다.</p>	 <p>(안으로 접힌 부분을 계곡, 밖으로 접힌 부분을 언덕이라 부르기로 함.)</p>
 <p>(2) 1단계에서는 계곡의 선을 위 아래로 30도 회전시켜 접는다.</p>	 <p>가운데 부분을 잡아 당겨 언덕을 만들면 삼각봉이 생긴다. 위쪽과 아래쪽에는 계곡이 생긴다.</p>
 <p>(3) 2단계에서는 계곡의 선을 3:4:2로 나누고 가운데 부분을 잡아당겨 언덕을 만들면, 1단계의 삼각봉이 각각의 계곡이 생긴다.</p>	 <p>이 과정을 새로 생긴 계곡에 반복한다.</p>
 <p>(4) 프랙탈 카드 속지를 색지에 프린터하고 잘라낸다. 카드 속지를 그림을 참고로 하여 만든다. 카드 겉지를 적당한 크기로 자른 후 반으로 접어서 위에서 완성된 프랙탈 카드 속지와 풀로 겹쳐 붙인다.</p>	

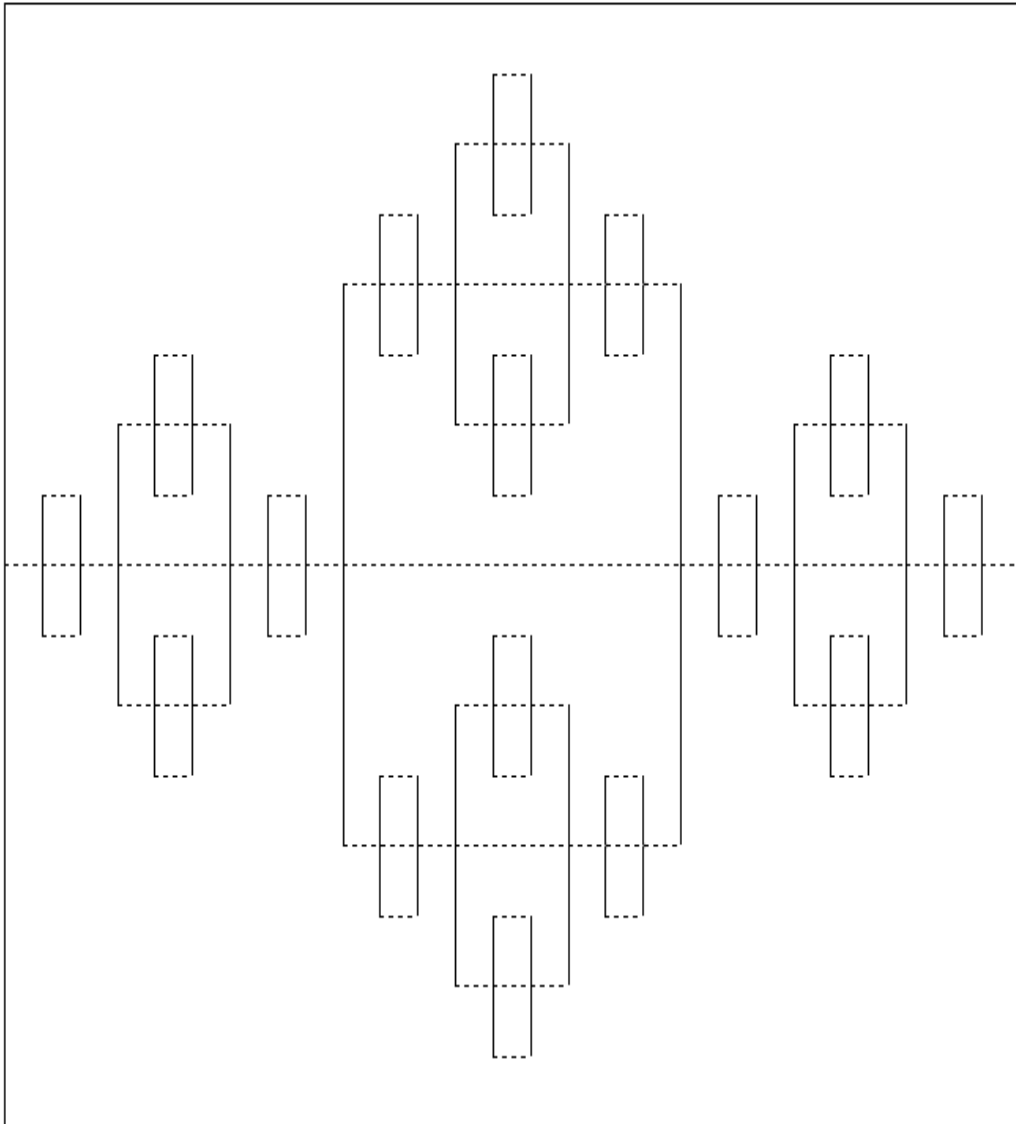
식물의 형태에 숨겨진 프랙탈 구조

다양한 프랙탈 카드 전개도

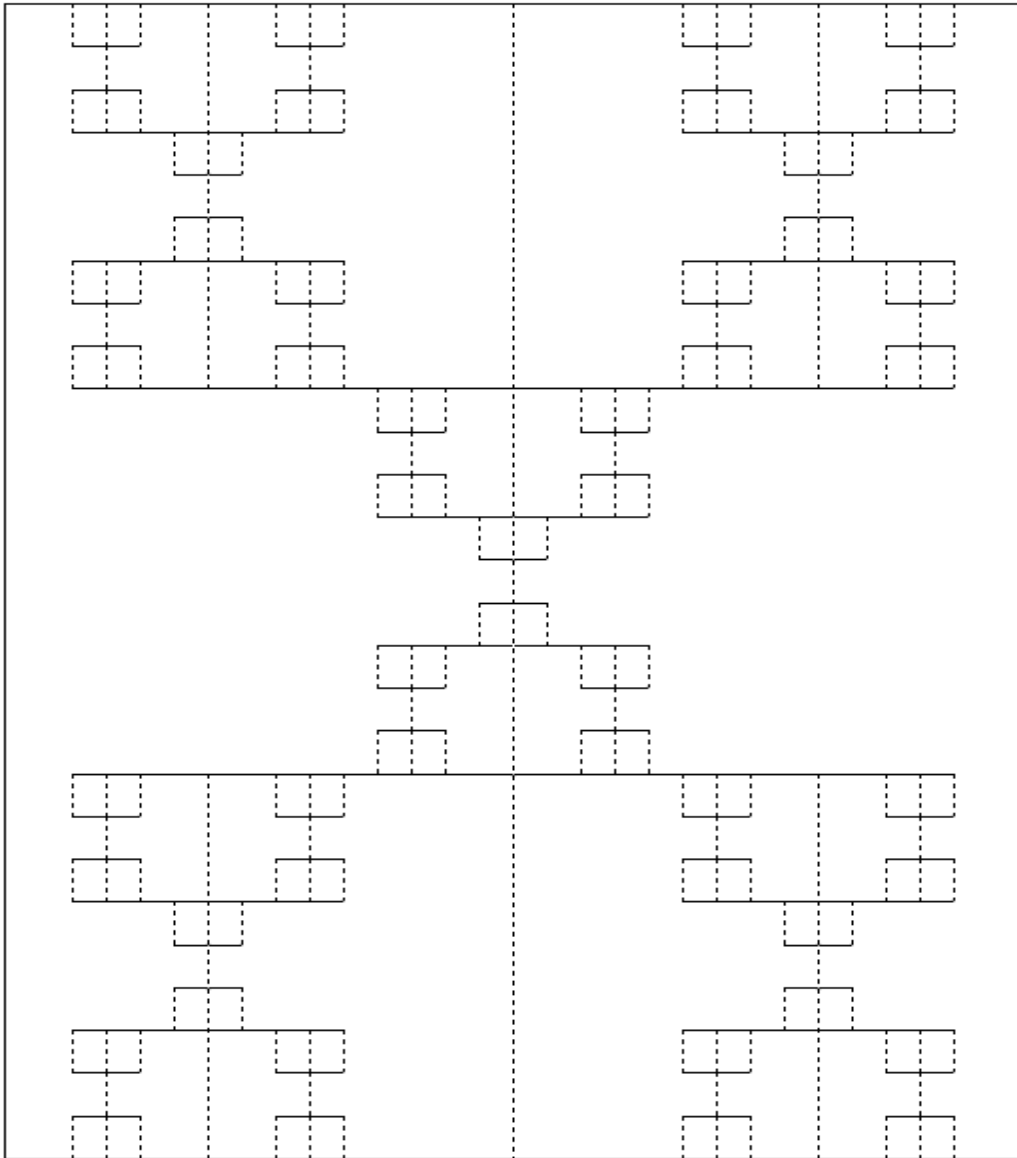
프랙탈 카드 2 (사각형 카드 1)- 이 입체카드는 가로를 1:2:1로 나누었다.



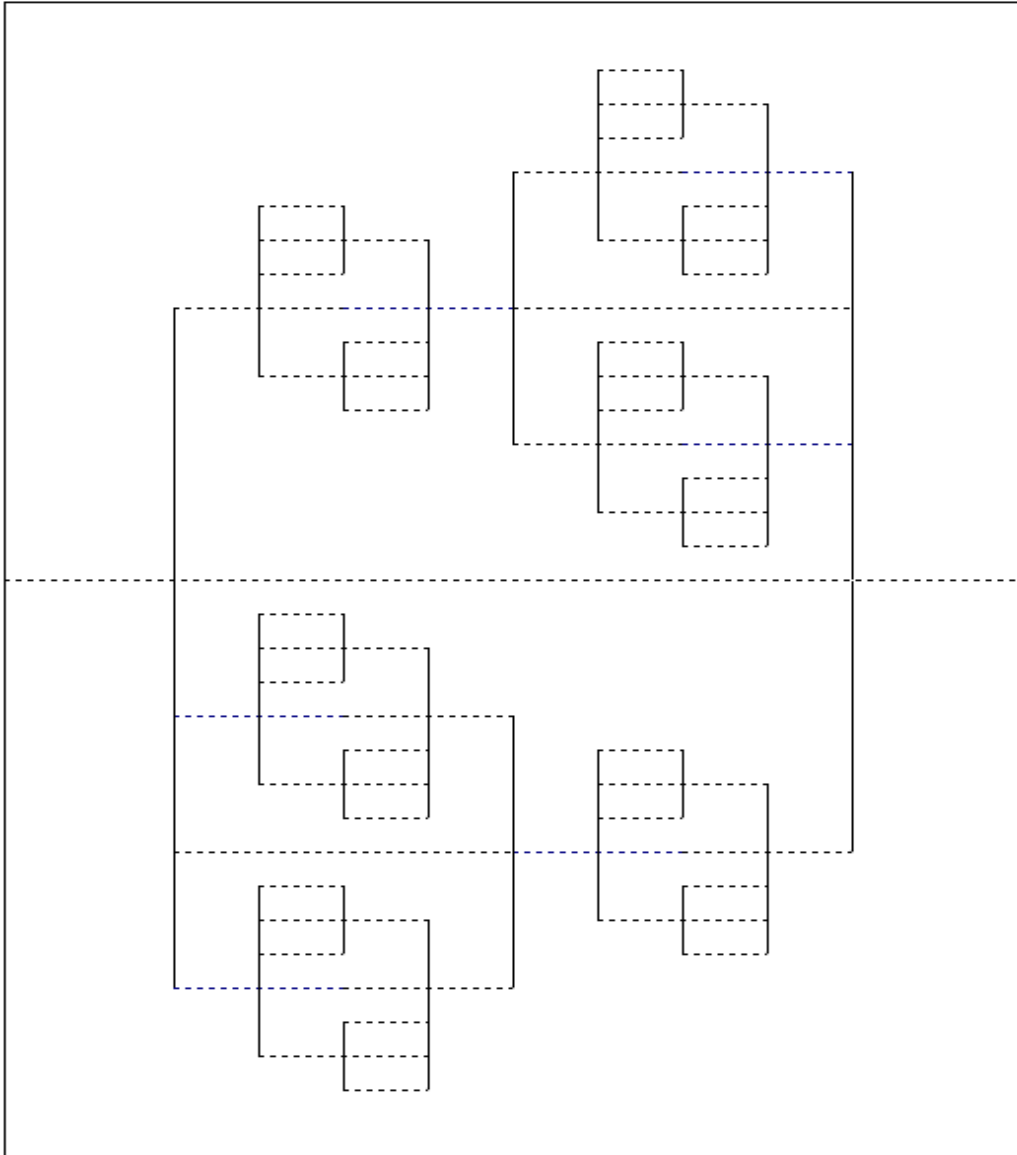
프랙탈 카드 3 (사각형 카드 2) - 정육면체는 두 개의 정사각형으로 만들어진다.



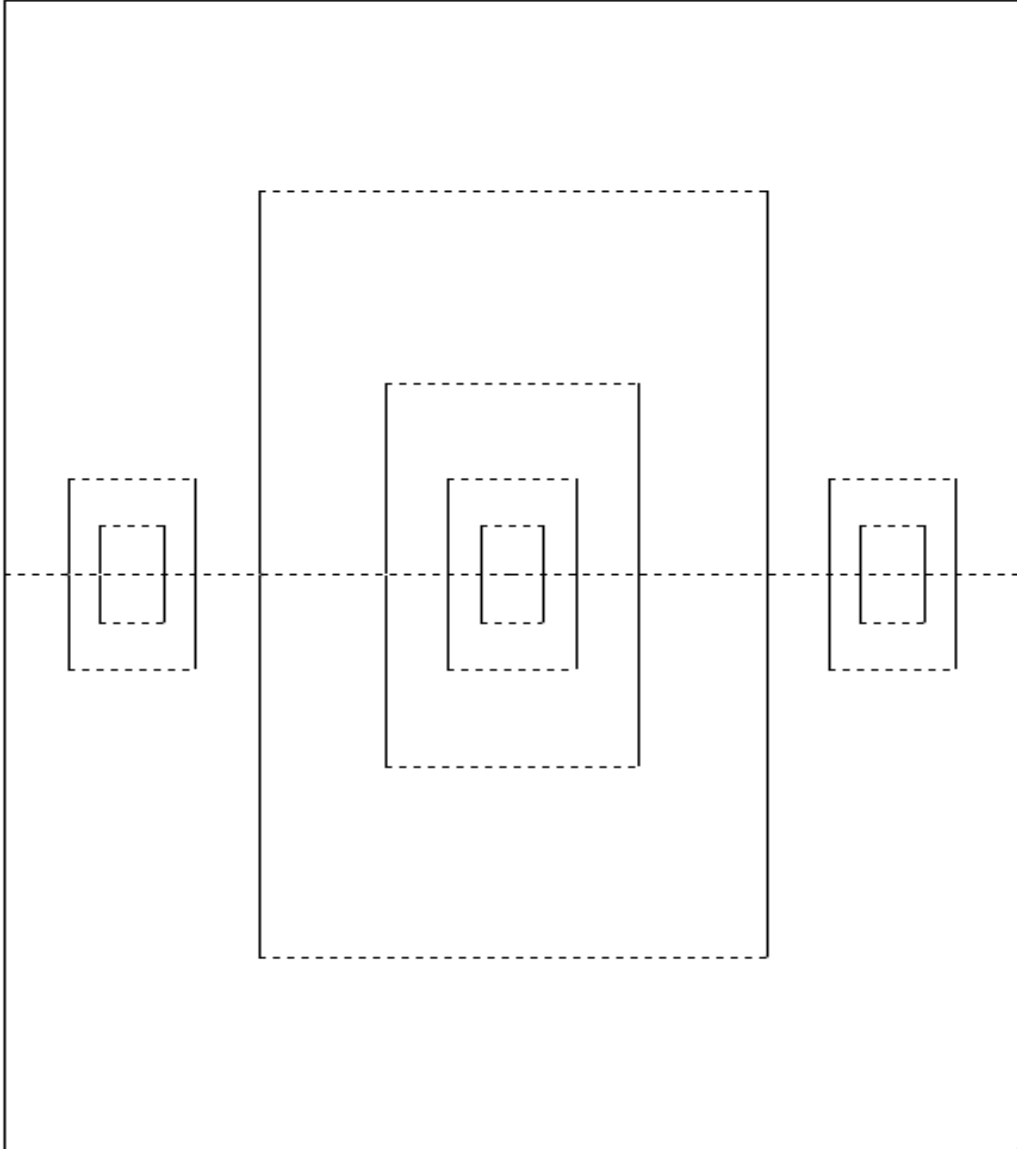
프랙탈 카드 4 (3등분) - 모든 계곡의 3분의 2는 언덕으로 변환된다.



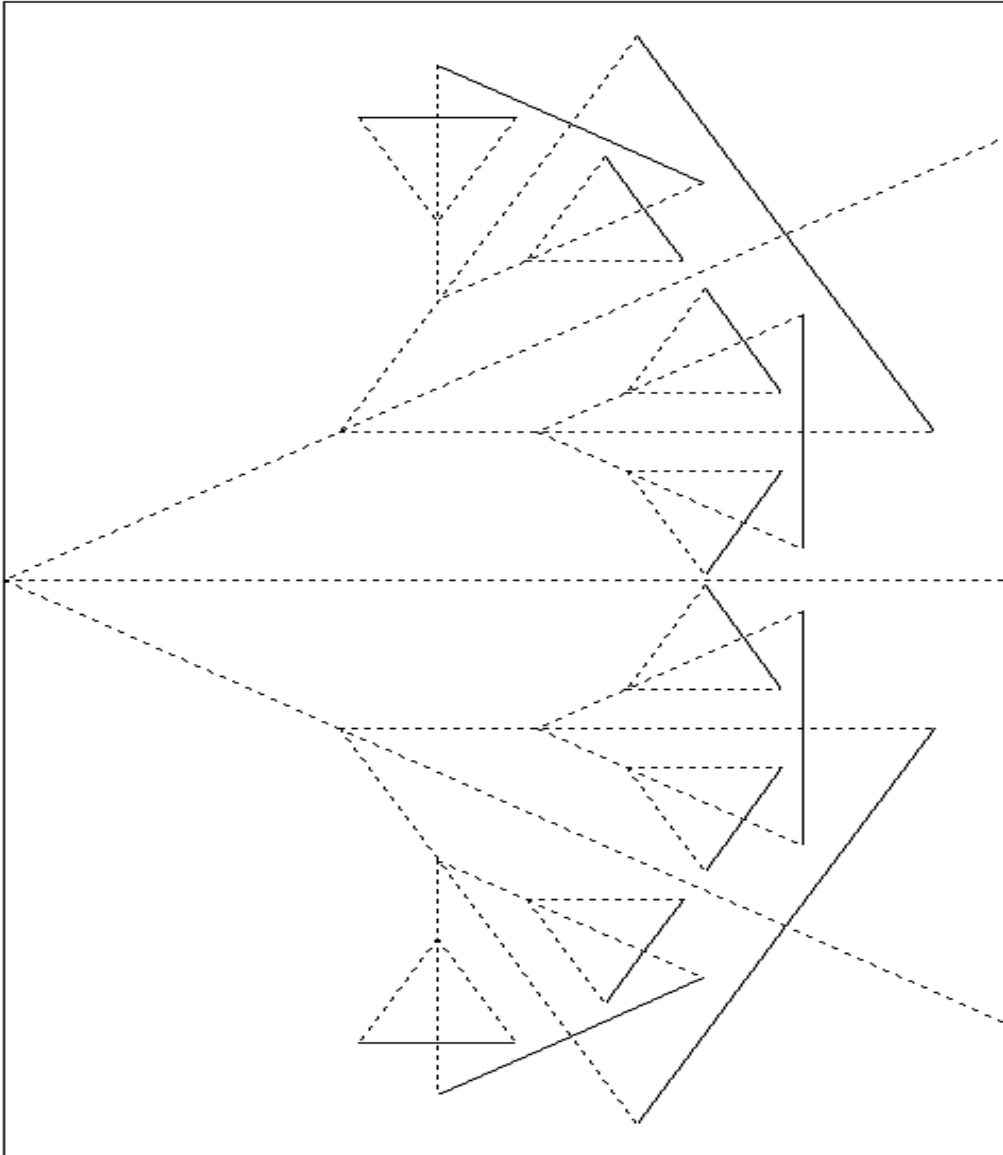
프랙탈 카드 5 (엇갈리는 계단)-흥미로운 프랙탈 카드로 각 단계는 앞 단계의 좌우 대칭이다.



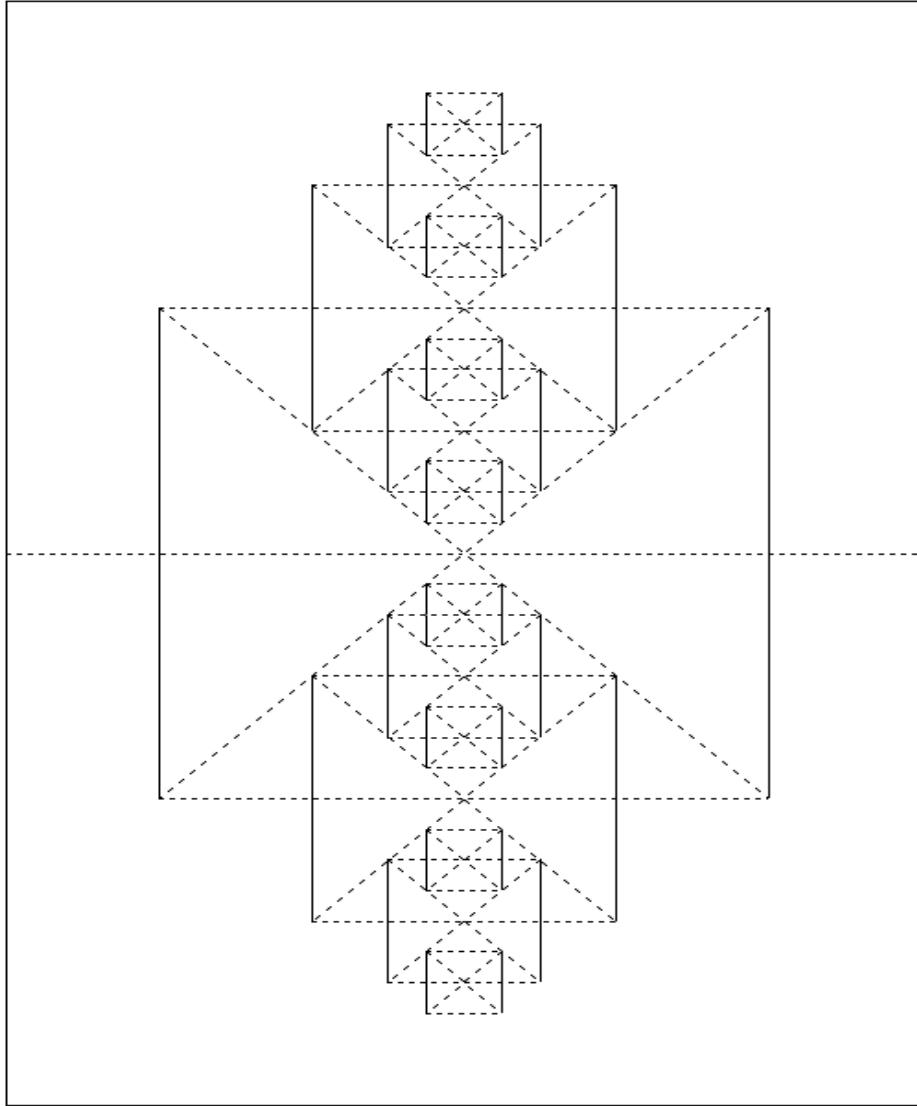
프랙탈 카드 6 (들어간 정육면체)-뒤어나온 정육면체 안에 들어간 정육면체가 있다.



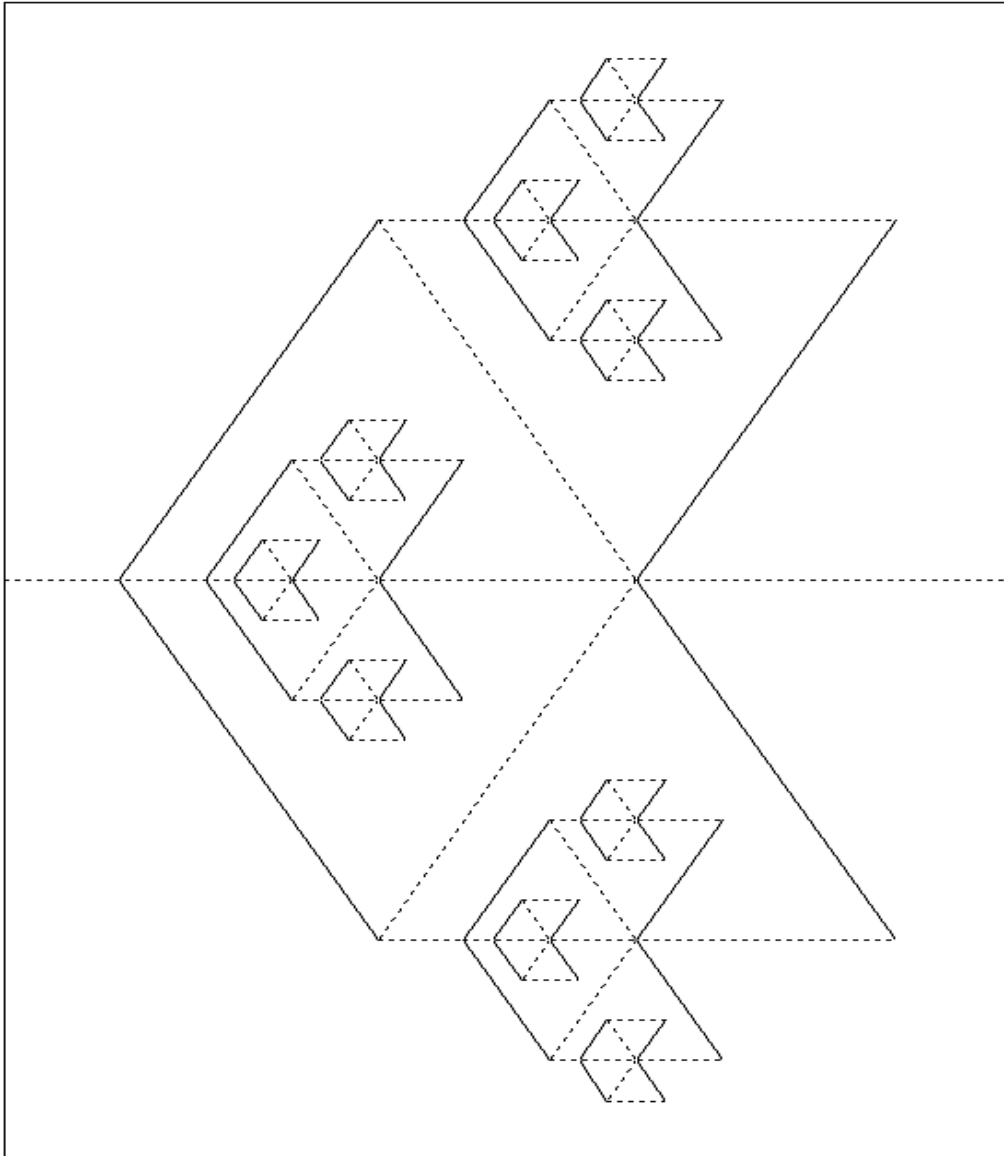
프랙탈 카드 7 (부채꼴 모양의 삼각형들)-이 프랙탈은 삼각형으로 만든 꽃다발 같은 모양이 된다.



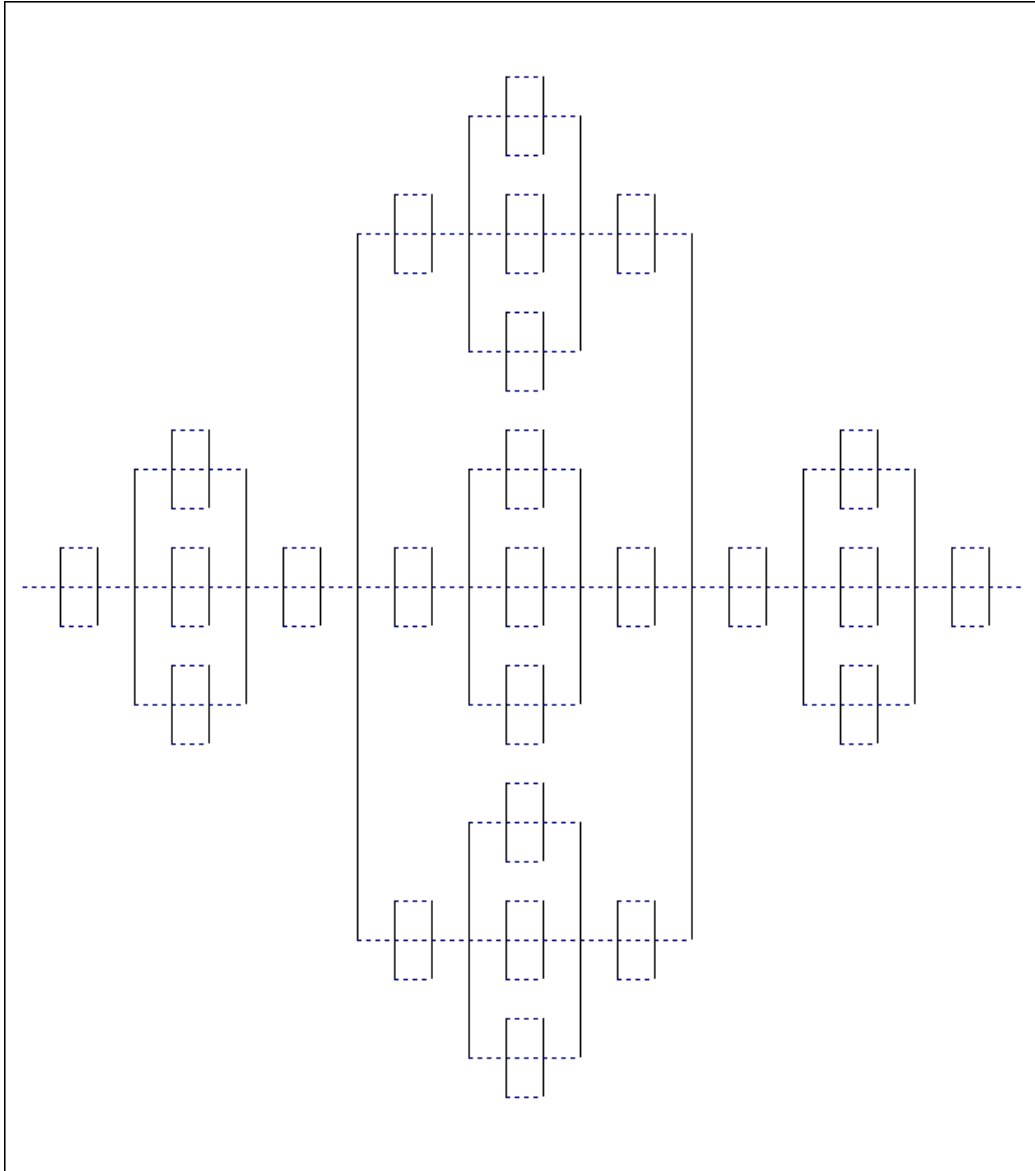
프랙탈 카드 8 (보족한 산등성이) -마치 빙하가 침식되어 만들어진 산등성이 같다.



프랙탈 카드 9 (두 개의 정사면체) - 단계가 끝날때마다 정사면체가 늘어난다.



프랙탈 카드 10 (사각형 카드 3) -정육면체는 두 개의 정사각형으로 만들어진다.



모듈	프랙탈 구조를 활용한 모듬별 산출물 구상하기	차 시	5/10	대 상	초등학교 6학년
학습 주제	프랙탈 구조를 활용한 모듬별 산출물 구 상하기	학습형태	전체-소집단		
학습 목표	프랙탈 구조를 활용한 모듬별 산출물 구 상하기	STEAM 준 거	창의적 설계		
STE AM 요 소	S 산출물에 프랙탈의 특징 적용 부분 이해하기 A 산출물 디자인하기 M 산출물에 적용한 프랙탈 구조 이해하기				
학습 자료	교 사	ppt 자료(학습안내)			
	학 생	학습지			
학습 단계	학습 과정	교수·학습 활동		시 간 (분)	자료(□) 및 유의점(■)
도입	동기 유발	◎ 프랙탈 구조를 활용한 작품들 소개 • 프랙탈의 어떤 특징을 이용한 작품들이가요? - 자기유사성과 자기순환성입니다. • 프랙탈 구조를 활용한 작품의 종류에는 어떻게 있었나요? - 프랙탈 아트(접시디자인, 티셔츠 디자인, 파싸 우어와 에셔의 작품), 프랙탈 카드, 드래곤커브, 시어핀스키 삼각형, 멩거스펀지, gsp5활용 창작 물, 프랙탈 작업툴(울트라프랙탈, 아포피시스, kpt)이 있습니다.		8'	□PPT ■다양한 프랙탈 구조를 활용한 작품들 을 소개하며 학생들의 창작의욕을 고취시킨다.
	학습 문제 파악 하기	◎ 학습문제 확인하기 프랙탈 구조를 활용한 모듬별 산출물을 만들어보 자.			
		■ 학습 활동 안내 【활동1】 프랙탈 산출물 구상하기 S A			

	학습 순서 확인 하기	【활동2】 프랙탈 산출물 설계 및 제작 준비하기 S A M		
전개	프랙탈 산출물 구상하기	【활동1】 프랙탈 산출물 구상하기 S A ◎ 프랙탈 산출물 구상하기 • 프랙탈 산출물의 종류를 마인드맵으로 적어봅시다. - (마인드맵으로 산출물의 종류를 적고 가장 마음에 드는 것을 하나 정한다.) • 모듬원의 아이디어를 학습지에 적고 가장 적합한 아이디어를 선택한다. - (모듬원끼리 아이디어를 정리하여 선정한다.)	12'	□ 학습지
전개	프랙탈 산출물 구상도 그리기 설명 및 준비물 적기	【활동2】 프랙탈 산출물 설계 및 제작 준비하기 S A M ◎ 프랙탈 산출물 설계하기 • 모듬에서 선정한 산출물을 학습지에 구상도로 그려봅시다. • 산출물이 프랙탈의 어떤 특징을 이용하여 무엇을 나타내고 어떤 실용성이 있는지 설명을 적는다. • 필요한 준비물을 적는다.	15'	□ 학습지 ■ 구상도는 최대한 세밀하게 그린다.
정리	정리하기 차시 예고하기	◎ 정리하기 • 프랙탈 산출물의 특징과 가치를 정리하여 봅시다. - 부분과 전체가 똑같은 모습을 하고 있는 구조입니다. - 단순한 구조가 반복되면서 복잡하고 묘한 전체를 이루고 있는 구조입니다. ◎ 차시 예고하기 • 모듬별 프랙탈 산출물 제작을 해 봅시다.	5'	

프랙탈 산출물 준비하기

()초등학교 ()학년 ()반 이름()

1. 마인드맵 형식으로 자유롭게 산출물을 생각해봅시다.

2.모듬원의 아이디어를 적고 가장 적합한 아이디어를 선택합니다.

이름			
아이 디어			
모듬 의견			
최종 선택			

프랙탈 산출물 만들기

()초등학교 ()학년 ()반 이름()

1. 프랙탈 산출물을 설계해 봅시다.

구상도	
설명	
준비물	

모듈	프랙탈 구조를 활용한 모듬별 산출물 만들기	차 시	6-9/10	대 상	초등학교 6학년
학습 주제	프랙탈 구조를 활용한 모듬별 산출물 만 들어보기	학습형태	전체-소집단		
학습 목표	프랙탈 구조를 활용한 모듬별 산출물 만 들기	STEAM 준 거	창의적 설계		
STEAM 요 소	S 산출물에 프랙탈의 특징 적용 부분 이해하기 T 산출물 제작하기 E 산출물의 구조를 생각하며 제작하기 A 산출물 디자인하기 M 산출물에 적용한 프랙탈 구조 이해하기				
학습 자료	교 사	ppt 자료(학습안내), 협력 동영상			
	학 생	학습지, 모듬별 재료			
학습 단계	학습 과정	교수·학습 활동		시 간 (분)	자료(□) 및 유의점(■)
도입	동기 유발 학습 문제 파악 하기 학습 순서 확인 하기	◎ 모듬별 프랙탈 산출물을 만들기 위한 자세 안내 • 다음 두 편의 동영상에 강조하는 내용은 무엇 인가요? - 협력의 중요성입니다. • 모듬원과 협력하여 하나의 산출물을 만들어 보 시다. ◎ 학습문제 확인하기 프랙탈 구조를 활용한 모듬별 산출물을 만들어보 자.		5'	□ 협력동영 상 (https://www.youtube.com/watch?v=c9M8KA2Pwck , https://www.youtube.com/watch?v=DeKeyEdrxc) ■ 모듬원이 협력하여 산출물을 제작할 수 있도록 한다.
전개	프 랙 탈 산 출 물 제 작	【활동1】 프랙탈 산출물 계획하기 S E A ◎ 프랙탈 산출물 제작하기 • 모듬별 프랙탈 산출물을 제작해봅시다.		45'	■ 모듬별 재료

	하기	- 의도에 맞게 창의적으로 산출물을 안전하게 제작한다.		
전개	프랙탈 산출물 보완하기	【활동2】 프랙탈 산출물 제작하기 STEAM ◎ 프랙탈 산출물 보완하기 • 완성된 산출물을 보완할 부분을 찾아 완성시켜봅시다.	15'	
정리	정리하기 차시 예고하기	◎ 정리하기 • 프랙탈 산출물의 특징과 가치를 정리하여 봅시다. - 부분과 전체가 똑같은 모습을 하고 있는 구조입니다. - 단순한 구조가 반복되면서 복잡하고 묘한 전체를 이루고 있는 구조입니다. ◎ 차시 예고하기 • 프랙탈 산출물 발표회를 해 봅시다.	5'	

모듈	산출물 전시 및 평가	차 시	10/10	대 상	초등학교 6학년
학습 주제	프랙탈 구조를 활용한 모둠별 산출물을 발표하고 평가하기			학습형태	전체-소집단
학습 목표	프랙탈 구조를 활용한 모둠별 산출물을 발표하고 평가하기			STEAM 준 거	감성적 체험
STEAM 요소	S	산출물의 프랙탈 구조 이해하기			
	A	창의적 산출물의 특징 설명하기			
학습 자료	교 사	ppt 자료(학습안내)			
	학 생	학습지			
학습 단계	학습 과정	교수·학습 활동		시 간 (분)	자료(□) 및 유의점(■)
도입	동기 유발	◎ 산출물 발표·보고회 동영상 보기 • 발표·보고회의 분위기는 어떤가요? - 진지하고 재미있습니다. • 오늘 발표·보고회를 보면서 무엇을 해야 할까요? - 차분하게 발표를 들으며 평가를 합니다. ◎ 학습문제 확인하기		8'	□산출물 발표회, 보고회 동영상, 평가 학습지
	학습 문제 파악하기	프랙탈 산출물을 전시하고 발표해보자.			
	학습 순서 확인하기	■ 학습 활동 안내 【활동1】 모둠별 산출물 전시회 열기 【활동2】 모둠별 산출물 평가하기			
전개	프랙탈 산출물	【활동1】 프랙탈 산출물 발표하기 ◎ 프랙탈 산출물 발표회를 해 봅시다. • 모둠별로 제작한 산출물에 대해 발표해 봅시다.		12'	■인기투표가 아닌 발표 내용에 대해 객관적으로

	발표하기	<ul style="list-style-type: none"> • 제작한 산출물이 어떤 부분이 프랙탈의 어떤 특징을 사용하여 만들었으며, 어떤 목적의 작품인지 설명해 봅시다. <ul style="list-style-type: none"> - (학습지에 다른 모듈의 잘된점과 개선점, 감상평을 적는다.) • 자신의 모듈 발표와 다른 모듈의 장·단점을 비교해 봅시다. <ul style="list-style-type: none"> - (자신의 모듈과 다른 모듈의 발표를 비교해 본다.) 		평가할 수 있도록 한다.
전개	프랙탈 산출물 평가하기	<p>【활동2】 프랙탈 산출물 평가하기</p> <p>◎ 모듈별 평가 결과 발표하기</p> <ul style="list-style-type: none"> • 발표를 통해 만든 작품에 대하여 먼저 자신의 모듈에 대해 평가 결과를 발표하고, 다른 모듈의 잘된 점과 개선할 점을 발표해 봅시다. <ul style="list-style-type: none"> - 수행과정과 작품에 대한 반성 및 조언을 나눈다. <p>◎ 자기 평가 및 상호 평가를 통한 우수 모듈 선정하기</p> <ul style="list-style-type: none"> - 학생 상호평가와 교사평가를 바탕으로 우수 모듈을 선정한다. 	15'	
정리	정리하기	<p>◎ 정리하기</p> <ul style="list-style-type: none"> • 프랙탈 구조의 특징과 가치를 정리하여 봅시다. <ul style="list-style-type: none"> - 부분과 전체가 똑같은 모습을 하고 있는 구조입니다. - 단순한 구조가 반복되면서 복잡하고 묘한 전체를 이루고 있는 구조입니다. • 주변을 관찰하고 규칙을 발견하여 실생활에 적용할 수 있는 산출물을 만들어보는 활동을 지금까지 진행하였습니다. 앞으로 다른 현상을 찾아보고 다양한 탐구를 할 수 있는 학생이 되기를 바랍니다. 	5'	

프랙탈 산출물 전시회

()초등학교 ()학년 ()반 이름()

1. 다른 모듬의 작품을 감상하고 우수한 점과 개선할 점을 찾아봅시다.

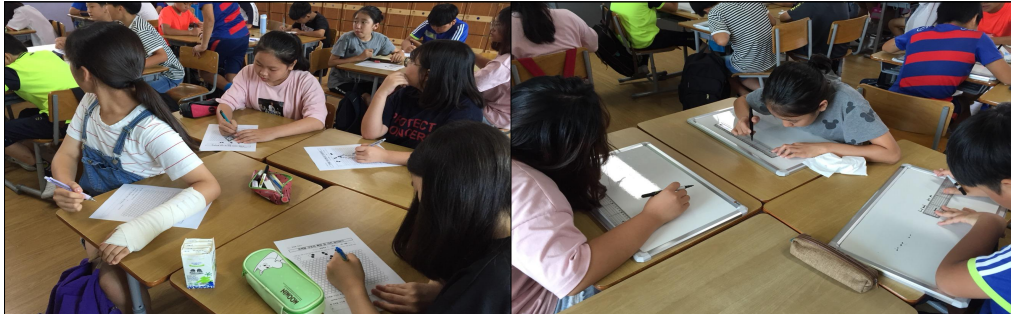
	우수한 점	개선할 점
1모듬		
2모듬		
3모듬		
4모듬		
5모듬		
6모듬		

2. 가장 잘 만들었다고 생각하는 모듬을 정해봅시다.

우수 모듬	선정한 이유
()모듬	

3. 이번 프로그램을 마치며 알게 된 점이나 느낀 점을 적어봅시다.

<부록 6> STEAM 프로그램 활동 모습



프랙탈 구조의 특징 및 가치 알아보기

프랙탈 구조 중 칸토르 집합 그리기



프랙탈 구조를 활용한 카드 만들기

모듬별 산출물 구상하기



모듬별 산출물 제작하기

모듬별 산출물 전시회 열기