
2019 창의예술교육 랩

예술+과학 융합 교육 프로그램 개발 연구

주최 :  문화체육관광부
Ministry of Culture, Sports
and Tourism

 부산광역시
BUSAN METROPOLITAN CITY

주관 :  부산문화재단
BUSAN CULTURAL FOUNDATION

협력 :  한국문화예술교육진흥원
KOREA ARTS & CULTURE EDUCATION SERVICE

2019 창의예술교육 랩 프로그램 개발 연구

발행인 강동수

발행일 2019.12

발행처 (재)부산문화재단

등 록 2019-020

홈페이지 www.bscf.or.kr

문 의 T. 051. 745-7283 F.051. 743-3553

©본 보고서의 내용을 인용할 때에는 반드시 출처를
명기하여 주시기 바랍니다.
본 보고서의 저작권은 (재)부산문화재단에 있습니다.

제출문

(재)부산문화재단 대표이사 귀하

창의예술교육 랩 프로그램 개발 연구 보고서를 제출합니다.

2019년 12월

연구진

책임 연구자 조영미

공동 연구자 정만영
이정임
김덕희
문지영

보조 연구원 김주영

보 조 원 이행자
김예빈

협 력 국립부산과학관
협력연구자 최준영
박주은

본 연구의 내용은 (재)부산문화재단의 의견과 일치하지 않을 수 있습니다.

목 차

I. 연구 개요

1. 연구 배경과 필요성	1
2. 연구 범위와 방법	3
3. 연구의 기대효과 및 활용방안	7
4. 추진경과	8

II. 선행 연구 및 사례 검토

1. 예술과 과학 융합 교육 연구 조사	12
2. 예술과 과학 융합의 다양한 사례조사	14
1) 국내외 융합 지원	14
2) 국내외 융합 예술 활동 지원	20

III. 융합 교육 프로그램 개발과 실행

1. 천체우주와 설치미술의 융합	34
1) 이론적 배경	34
2) 목적 및 방향	34
3) 프로그램 구성	35
4) 프로그램 개요 및 상세 지도안	38
5) 프로그램 실행 및 분석	65
6) 제안점	71
2. 물리와 공연예술의 융합	72
1) 이론적 배경	72
2) 목적 및 방향	73
3) 프로그램 구성	74
4) 프로그램 개요 및 상세 지도안	77

5) 프로그램 실행 및 분석	88
6) 제안점	96
3. 인지과학과 현대미술의 융합	97
1) 이론적 배경	97
2) 목적 및 방향	98
3) 프로그램 구성	99
4) 프로그램 개요 및 상세 지도안	110
5) 프로그램 실행 및 분석	125
6) 제안점	132
4. 설문조사 결과	134
1) 설문조사 결과	134
2) 심층 면담조사 결과	144

IV. 요약 및 결론

1. 주요 결과 및 시사점	158
1) 설문조사 결과 분석	158
2) 심층 면담 결과 분석	159
2. 제언	161

참고문헌 **163**

부 록

표 목차

[표 I-1] 추진경과	8
[표 II-1] 2015-2018 융합 인재교육(STEAM) 프로그램 개발_과학·예술 융합형	15
[표 II-2] 2016 과학문화 활동 지원 사업 성과자료_예술 융합 분야	16
[표 II-3] 2017 과학문화 활동 지원 사업 성과자료_예술 융합 분야	16
[표 II-4] 2018-2019 융복합콘텐츠 시연 지원 사업 선정과제	18
[표 II-5] 고양 어린이박물관&삼성키즈모드 공동 기획전<거꾸로 숲의 키즈모드>	26
[표 II-6] 고양 어린이박물관 기획전 <소리의 발견>	26
[표 II-7] 2014-2019 다빈치 크리에이티브 페스티벌 현황	28
[표 II-8] 2015-2019 대전 사이언스 페스티벌 문화행사 현황	29
[표 III-1] 초등 캠프형 <내 눈에서 빛나는 별소리> 상세 지도안	38
[표 III-2] 초등 일반형 <내 눈에서 빛나는 별소리> 프로그램 개요	59
[표 III-3] 중등 캠프형 <내 눈에서 빛나는 별소리> 프로그램 개요	61
[표 III-4] 중등 일반형 <내 눈에서 빛나는 별소리> 프로그램 개요	63
[표 III-5] 초등 캠프형 <쇼미더새도우> 프로그램 개요	77
[표 III-6] 초등 캠프형 <쇼미더새도우> 상세 지도안	78
[표 III-7] 초등 일반형 <쇼미더새도우> 프로그램 개요	85
[표 III-8] 중등 캠프형 <쇼미더새도우> 프로그램 개요	86
[표 III-9] 중등 일반형 <쇼미더새도우> 프로그램 개요	87
[표 III-10] <쇼미더새도우> 도입	88
[표 III-11] <쇼미더새도우> 전개 1	89
[표 III-12] <쇼미더새도우> 전개 2	90
[표 III-13] <쇼미더새도우> 전개 3	91
[표 III-14] <쇼미더새도우> 발전 1	92
[표 III-15] <쇼미더새도우> 발전 2	93
[표 III-16] <쇼미더새도우> 발전 3	94
[표 III-17] <쇼미더새도우> 마무리	95
[표 III-18] 초등 캠프형 <촉각이 깨어날 때> 프로그램 개요	110
[표 III-19] 초등 캠프형 <촉각이 깨어날 때> 상세 지도안	112
[표 III-20] 초등 일반형 <촉각이 깨어날 때> 프로그램 개요	119
[표 III-21] 중등 캠프형 <촉각이 깨어날 때> 프로그램 개요	121
[표 III-22] 중등 일반형 <촉각이 깨어날 때> 프로그램 개요	123
[표 III-23] 참여 학생 대상 설문조사 진행 절차	134
[표 III-24] 참여 학생 대상 설문조사 문항 구성표	135
[표 III-25] 흥미유발	136
[표 III-26] 난이도 적절성	136
[표 III-27] 참여도	136
[표 III-28] 이해도	137
[표 III-29] 성취도	137
[표 III-30] 미래관심	137

[표 III-31]	참여의사	138
[표 III-32]	프로그램의 독창성	138
[표 III-33]	이해, 전달력	139
[표 III-34]	소통	139
[표 III-35]	갈등중재	139
[표 III-36]	즐거움	140
[표 III-37]	편의시설, 청결도, 쾌적도	141
[표 III-38]	수업재료	141
[표 III-39]	수업시간	141
[표 III-40]	교육과정 만족도	142
[표 III-41]	강사 만족도	143
[표 III-42]	시간과 장소 만족도	143
[표 III-43]	심층 면담조사 진행 절차	144
[표 III-44]	예술+과학 창의 랩 심층 면담 대상	145
[표 III-45]	심층 면담 문항 구성표	145
[표 III-46]	<내 눈에서 빛나는 별소리> 심층 면담 대상자	146
[표 III-47]	<쇼 미 더 새도우> 심층 면담 대상자	149
[표 III-48]	<촉각이 깨어날 때> 심층 면담 대상자	152

그림 목차

[그림 I-1] 창의예술교육 랩 연구 흐름	4
[그림 II-1] 2014 융합 인재교육(STEAM) 성과발표회	15
[그림 II-2] <트리아의 별 로봇랜드의 전설> 캐릭터	20
[그림 II-3] 홀로그램 드로잉쇼 <렛츠고(Let's Go!)> 공연 장면	21
[그림 II-4] 로보틱 아트 퍼포먼스 <로봇 나무> 공연 장면	22
[그림 II-5] <대화예언 2047> 공연 장면	22
[그림 II-6] 로열세익스피어극단(RSC) 연극 <템페스트> 작업 모습	23
[그림 II-7] <AT MUSEUM> 작품	24
[그림 II-8] 조은우 작가 <Post Surface 포스트 서페이스> 작품	24
[그림 II-9] <엑스레이 맨(X-RAY MAN)> 작품	25
[그림 II-10] MOMA 프로그램	27
[그림 II-11] 일본 문화청 미디어 예술제	30
[그림 II-12] 아르스 일렉트로니카 페스티벌	31
[그림 III-1] 셀로판지와 만화경을 응용한 작품	66
[그림 III-2] 만화경을 응용하여 성단의 이미지 구현	66
[그림 III-3] 나만의 별자리 녹음하기	68
[그림 III-4] 빛과 소리의 우주 제작	70
[그림 III-5] 작품 설치 후 감상	70
[그림 III-6] <쇼 미 더 새도우> 수업 공간	88
[그림 III-7] 고리풀기 움직임 활동 모습	88
[그림 III-8] OX 퀴즈 활동	89
[그림 III-9] 움직임 놀이 1 (그림자 도형 만들기)	89
[그림 III-10] 빛과 그림자 탐구 실험 (1)	90
[그림 III-11] 빛과 그림자 탐구 실험 (2)	90
[그림 III-12] 쓰레기통을 찾아서 교실로 돌아온 모습	91
[그림 III-13] 움직임 놀이 2 (해양생물 되어보기)	91
[그림 III-14] 스토리보드 제작 (1)	92
[그림 III-15] 스토리보드 제작 (2)	92
[그림 III-16] 스토리보드 발표	93
[그림 III-17] 스토리보드 투표	93
[그림 III-18] 그림자 발표	94
[그림 III-19] 공연체험	95
[그림 III-20] 촉감의 숲 설치 전경	100
[그림 III-21] 루페를 통해서 본 마끈(좌)과 수채화지(우)	101
[그림 III-22] 이해민선, 나와 말하지 않는 사람, 30x30cm, 종이 위 연필, 2012 103	

[그림 III-23] 과학관 외부의 바닥 질감을 채집하고 있는 아이들의 모습	103
[그림 III-24] 프로타주를 통해 시각화된 질감과 오브제의 질감을 매칭시키는 모습	103
[그림 III-25] 촉감코스를 통과하고 있는 아이들의 모습	105
[그림 III-26] <Haptics: Science and Engineering for the Sense of Touch>, UCTV (University of California Television)	106
[그림 III-27] 그리퍼의 종류	107
[그림 III-28] 파지(Grasp)의 분류	107
[그림 III-29] 그리퍼 제작재료	108
[그림 III-30] 그리퍼 제작과 피드백	109
[그림 III-31] 시각을 제한하고, 촉각의 숲을 산책하기	125
[그림 III-32] 루페를 이용하여 실제 숲을 관찰하는 아이들의 모습	126
[그림 III-33] 과학관 주변의 질감을 채집한 프로타주(전지)와 detail cut	126
[그림 III-34] 촉감코스를 여행하는 여행자와 가이드	127
[그림 III-35] 촉감코스에 놓여진 감각카드	128
[그림 III-36] 그리퍼 제작 과정 1	130
[그림 III-37] 그리퍼 제작 과정 2	130
[그림 III-38] 그리퍼 1차 제작물	131
[그림 III-39] 꼬마 곰젤리 챌린지	131
[그림 III-40] 그리퍼로 곰젤리를 집어 올려 먹는 모습	131
[그림 III-41] 흥미유발	136
[그림 III-42] 난이도 적절성	136
[그림 III-43] 참여도	136
[그림 III-44] 이해도	137
[그림 III-45] 성취도	137
[그림 III-46] 미래관심	137
[그림 III-47] 참여의사	138
[그림 III-48] 프로그램의 독창성	138
[그림 III-49] 이해, 전달력	139
[그림 III-50] 소통	139
[그림 III-51] 갈등중재	139
[그림 III-52] 즐거움	140
[그림 III-53] 편의시설, 청결도, 쾌적도	141
[그림 III-54] 수업재료	141
[그림 III-55] 수업시간	141

I. 연구개요

1. 연구 배경과 필요성
 2. 연구 범위와 방법
 3. 연구의 기대효과 및 활용방안
 4. 추진경과
-

I 연구 개요

- 연구 사업명 : 2019 창의예술교육 랩 지원 사업
[예술과 과학 융합 교육 프로그램 개발 연구]
- 연구 수행 기간 : 2019년 5월 15일 ~12월 15일

1. 연구 배경과 필요성

- 왜 현대는 르네상스형 인간을 원하는가! 복잡하게 얽혀있는 사회 현상의 문제들을 긍정적으로 해결하기 위한 이 시대에 적합한 사회인으로서의 성장을 꿈꾸기 때문이다. “미래의 생산형태는 삼각 컨소시엄의 형태일 것이다. 예술가는 꿈을 꾸고 엔지니어는 그 꿈을 실현하고 인문학자는 그 꿈에 콘텐츠를 부여한다(진중권)”. 21세기 들어 지식과 기술, 산업, 학문 분야 간 융합 현상이 가속화되면서 기술과 기술, 산업과 산업, 더 나아가 과학기술과 예술, 인문사회 간의 융합 필요성은 더욱 증가했다. 분야별 개별 지식만으로는 복잡하고 다층적인 현안 논쟁 거리를 해결하는 데 한계가 있었기 때문이다. 그 결과 이종 학문 분야를 넘나들며 국제 현안 과제를 새롭고 가치 있는 방식으로 해결할 수 있는 창의적 융합인재의 중요성은 더욱 증가하게 되었다(김왕동, 2012, p.99).
- 창의적 융합인재 양성을 위한 교육정책은 예술에 내재한 창의역량을 활용해 경계를 넘나드는 유연한 사고와 풍부한 감성적 상상력을 겸비한 미래형 창의 인재 양성을 도모하기 위해 필요하다. 창의적 융합인재 교육에 대한 시대적 요구 변화에 따라 1990년대 미국과학재단에서 과학, 기술, 공학, 수학을 통틀어 STEM이라는 용어를 사용하였으며, 우리나라 교육부에서는 세계적 과학·기술 인재 육성을 위해 기존의 STEM 교육에 Art(A) 분야를 추가하여 STEAM 교육에 대한 정책적 지원을 발판으로 교육현장에서 빠르게 퍼짐으로써 다양한 층위의 STEAM 프로그램에 대한 개발과 보급이 계속 활성화되고 있다(김이연, 김동호, 2015, p.188).

- 기술은 예술에 새로운 소재를 제공하지만, 단순히 기술을 활용하는 것만으로는 예술이 되지 않는다. 현대사회의 과학, 기술, 인문학, 예술이 결합한 통합 지식의 필요성이 증대되면서 과학, 기술, 인문학, 예술의 새로운 관계 설정 및 집합이 필요하다(임경순, 2009).¹⁾.
- 과학은 예술에 방법론적 도구를 제공하고, 예술은 과학의 발전에 창의적 모델을 제공하며 공진화한다. 과학기술은 예술의 상상력과 감성, 시각화 원리(즉, 사고의 힘)를, 예술은 과학기술의 과학적 발견과 원리(즉, 주제와 콘텐츠)를 활용하는 것이다. 과학과 예술은 따로 떨어져 생각할 수 있는 것이 아니라 오히려 서로 서로 연계하여 사고 될 때 발전할 수 있다고 하였다. 과학과 예술은 표면적으로는 상충하나 사실상 역사적으로 살펴볼 때 고대시대부터 우리의 삶 속에서 주변에 대한 호기심을 시작으로 관찰하고 표현하는데 활용됐다(김정효, 2012).
- 따라서 STEAM 교육에 대한 지속적인 정책적 지원과 관심을 통해 현장 적용률을 높일 수 있는 프로그램을 개발하는 것이 중요하며, 통합적 접근 교육 실현을 위한 과학, 기술, 공학, 수학 그리고 예술 학문 간의 상호소통과 협력을 토대로 한 통합적 접근이 중요하다고 하겠다.
- 이에, 부산의 창의예술교육 랩 구축을 위해 본 연구진들은 기존의 부산 문화예술교육의 질적 성장을 부추길 예술과 과학 융합이라는 새로운 교육 콘텐츠 개발의 필요성을 인지하였다. 이것은 생애주기별 문화예술교육 실천을 위해 필요한 과정이며 부산형 문화예술교육 모형을 보다 확장하여 구성할 수 있는 토대가 된다. 그러므로 이번 국립부산과학관과 부산지역 예술가들의 만남을 통한 교육 프로그램 개발 연구는 예술과 과학의 집중과 관찰 그리고 표현, 이와 더불어 무한한 상상력 자극을 통한 창의인재 양성이라는 이 시대의 요구에 맞는 융합 교육 프로그램 개발 연구라 할 수 있다.

1) The Science Times, 2009.07.27. 기사/https://www.sciencetimes.co.kr/?p=73677&cat=30&post_type=news&paged=39/19/07/11 인출

2. 연구 범위와 방법

- 두루 알다시피, 예술 융합에 대한 논의와 주장은 20세기 이후 꾸준히 제기되어 왔으며 이에 부산문화재단은 다양한 방식의 문화예술교육 프로그램 개발을 시도하였다. 2017년 한차례 STEAM 교육 프로그램 개발을 지원하였으며, 나름의 성과를 도출하였다. 이번 2019년 연구는 창의예술교육 랩 구축을 위한 기관 협력형, 청년 해커톤, 공모형 프로그램 개발로 진행되었다. 본 연구는 국립부산과학관에 적용할 수 있는 특화된 예술과 과학 융합 프로그램 개발에 집중하였으며, 부산형 융합 문화예술교육의 첫발을 내딛는 연구라 할 수 있다.
- 예술과 과학 융합 프로그램 개발을 위하여 책임연구원을 비롯하여 전문 예술가 4인(시각예술가 1명, 설치 미술가 2명, 공연예술가 1명)과 국립부산과학관의 교육팀 연구원 2명의 협력으로 연구를 시작하였으며, 연구 경과에 따라 과학 분야 연구진 2명을 추가 영입하였다. 이후 다양한 실험과 실연을 거쳐 3개의 과제를 구성하게 되었다.
- 예술가와 과학자들은 각 분야의 이해를 도우려고 주력 장르와 활동에 대한 공유 시간을 가졌다. 또한, 다양한 층위에서 융합예술교육에 대한 담론 형성의 필요성을 인지하고 관련 도서, 논문과 보고서 등의 문헌 자료들과 프로그램 개발 및 현장 적용 사례 분석 등에 많은 시간을 들여 심도 있게 살펴보았다.
- 본격적인 프로그램 개발은 이론적 연구가 끝난 직후에 실험과 실연의 방식을 사용하였다. 1차 <침묵>이라는 주제를, 2차는 연구원 주력 분야에서 연구주제를 세우고 개별 실험과 실연을 1회씩 진행하였다. 3차는 연구원 간 교차 연구를 진행, 실험과 실연 각 3회씩, 4차는 그 간의 연구결과를 바탕으로 프로그램 초안을 설계 후 각 2회씩 실험과 실연을 추가로 진행하였다. 수차례 수정과 보완을 거친 프로그램은 <예술+과학 창의 캠프>를 통해 실행되었다.
- 본 연구는 과학 영역에서는 천체우주, 물리, 인지과학을, 예술 영역에서는 설치 미술, 공연예술, 현대미술을 영역 간 융합을 시도, 교육 프로그램을 개발코자 하였다. 프로그램은 대상별, 형식별로 분류하여 프로젝트별 일반형 초등과 중등 대상 그리고 캠프형 초등과 중등 대상으로 각각 4개의 교육 프로그램을 개발하였다.



[그림 1-1] 창의예술교육 랩 연구 흐름

○ 문헌 연구

- 예술과 과학 융합 교육 프로그램 개발 연구 논문 및 보고서
- 국내외 예술과 과학 융합 교육 프로그램 사례 검토
- 국내외 예술과 과학 융합 교육 실행 및 지원 기관 사례 검토

○ 실험과 실연

- 연구원 개별 모의 수업 1회 진행
 - <침묵>이라는 현재의 이슈를 도출, 주제를 통한 연구원별 연구와 실연
- 연구원 교차 모의 수업 3회 진행
 - 공동연구원 4인을 대상으로 교차 연구 및 모의 수업 진행
- 개별 3회 연구 진행
- 최종 3개의 프로그램으로 구성
- 공개수업 1회 진행
 - 천체우주와 설치미술의 융합
 - 물리와 공연예술의 융합
 - 인지과학과 현대미술의 융합

○ 만족도 설문조사

- 조사 대상 : 예술+과학 창의 캠프 참여 학생
- 설문조사 방식 : 자기기재 방법 설문조사
- 설문조사 내용 : 참여 학생 대상 만족도 조사 주요 항목 : 교육과정(8문항) / 강사만족도(4문항) / 시간 및 장소(3문항)

○ 심층 면담 (Focus Group Interview)

- 예술+과학 창의 캠프 참여자 중 연구원의 추천을 받은 학생
- 조사 대상 : 프로그램별 4명씩
- 면담조사 내용 :
 - 회귀 분석방법을 사용하여 면담 진행

- 프로그램별로 이해도가 다른 학생을 추천받아 진행
- 프로그램의 구성과 내용 면에서 부족하거나 보완이 필요한 부분을 조사하여, 현장 적용 및 확산 가능한 문화예술교육 프로그램 개발 가능성 제안

○ 연구진 정례회의와 컨설팅

- 국립부산과학관 참여 연구진을 포함 9명의 연구진 정례회의를 통한 프로그램 실연 및 내용 공유
- 모든 프로그램 실연과 연구에 대한 피드백 그리고 수정 보완
- 진흥원 매칭 부산 창의예술교육 랩 컨설팅 4회

3. 연구의 기대효과 및 활용방안

- 2019년 창의예술교육 랩이 추구하고자 한 예술과 과학 융합 연구는 기존 STEAM 교육 프로그램 개발 및 적용 사례에서 발견되는 현장 적용에 부적합한 현장 환경과 시스템의 문제를 극복하기 위해 국립부산과학관과의 긴밀한 협조를 바탕으로 연구되었다. 그리고 2019년 창의예술교육 랩은 예술과 과학의 지식전달이나 기술학습의 차원을 넘어선 관찰과 표현, 그리고 무한한 상상력과 사고력의 확장이 가능한 창의인재 양성을 위한 프로그램으로 설계하였다.
- 창의인재 양성은 단순히 융합 프로그램을 몇 회에 걸쳐 체험하는 것으로서 가능하진 않다. 그러나 이러한 창의인재 양성 목적에 들어맞는 프로그램 연구와 꾸준한 실행을 통해 참여자들의 다차원적인 사고력과 문제해결력의 향상을 기대할 수 있으며, 이를 발판으로 건강한 문화시민으로의 성장을 돕는 교육 자원이 될 것이라 기대한다.
- 2019 창의예술교육 랩 구축을 위해 천체우주와 설치미술, 물리와 공연예술 그리고 인지과학과 현대미술을 융합한 교육 프로그램을 각각 캠프형과 일반형으로 구성하였으며, 초등과 중등대상으로 구분하였다. 캠프형은 집중적으로 시간을 배정하여 대상별 특화된 교육 필요시 활용 가능하며, 여름과 겨울 방학 기간 개최를 통해 더 많은 대상별 접근이 가능하리라 본다. 일반형은 학교 안팎의 활동 모두에 활용 가능하며, 주 1회 2시간씩 총 4주간 진행하거나, 주 1회 1시간씩 8주간 실행할 수 있도록 유연하게 구성하였다.

4. 추진경과

[표 1-1] 추진경과

추진 날짜	세부 연구 내용	비고
4월 17일	▪ 연구 방향성 협의	전체 연구회의
4월 24일	▪ 1차 컨설팅 미팅	컨설팅회의
4월 30일	▪ 연구원별 예술 활동 공유	전체 연구회의
5월 14일	▪ 연구원별 예술 활동 및 주력 분야 공유	전체 연구회의
5월 27일	▪ 1차 선행 연구 공유	전체 연구회의
5월 30일	▪ 1차 선행 연구에 이어 참고 자료 공유	자료회의
6월 3일	▪ 2차 선행 연구 공유 ▪ 1차 시연 주제 설정: <침묵>	전체 연구회의
6월 7일	▪ <침묵>을 주제로 한 프로그램계획에 대한 아이디어 공유	연구회의
6월 10일	▪ <침묵>을 주제로 한 연구원별 1차 수업실연 ▪ 예술과 과학의 융합문화사업의 해외사례, 기관 내용정리	수업실연 연구회의
6월 12일	▪ 2차 컨설팅 미팅	컨설팅회의
6월 17일	▪ <침묵>을 주제로 한 연구원별 1차 수업실연 ▪ 예술과 과학 융합 관련 국내 주요 연구기관 내용정리	수업실연 연구회의
6월 20일	▪ 프로그램 아이디어 공유 및 앞으로 일정 협의	연구회의
6월 24일	▪ 과학적 원리이해를 위한 국립부산과학관 연구원 시연	전체 연구회의
6월 27일	▪ 연구원별 교차 실연 연구회의	연구회의
7월 1일	▪ 연구원별 교차 실연 연구회의	연구회의
7월 5일	▪ 연구원별 교차 실연 연구회의	연구회의
7월 8일	▪ 국내외 과학예술융합사례/연구현황 조사 ▪ 융합콘텐츠개발 사례조사	자료회의
7월 11일	▪ 연구원별 교차 실연 연구회의	연구회의
7월 12일	▪ 연구원 2차 수업실연(교차 연구)	전체 연구회의
7월 14일	▪ 연구원별 교차 실연 연구회의	장르별 연구회의
7월 16일	▪ 연구원별 교차 실연 연구회의	장르별 연구회의
7월 19일	▪ 연구원 2차 수업실연(교차 연구)	전체 연구회의
7월 25일	▪ 연구원 2차 수업실연(교차 연구)	전체 연구회의
7월 31일	▪ 3차 컨설팅 미팅(프로그램 개발 보고)	컨설팅회의

8월 9일	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 프로그램별 실연 ▪ 최종 연구 프로그램 정리 	전체 연구회의
8월 13일	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 전국 관계자 워크숍 ▪ 운영 지역별 상황 공유 및 창의예술교육 랩 사업의 궁금증과 고민 해결을 위한 토론 	관계자 워크숍
8월 22일	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 연구원별 3차 수업실연(프로그램별) 	전체 연구회의
8월 23일	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 연구원별 3차 수업실연(프로그램별) 	전체 연구회의
9월 3일	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 연구원 국립부산과학관 탐방 	전체 연구회의
9월 30일	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 연구원 프로그램 개발 계획안 최종 보고 ▪ 창의 랩 공개수업 정리 	전체 연구회의
10월 11일	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 4차 컨설턴트 미팅(만족도 조사 및 FGI) 	컨설팅회의
10월 25일	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 공개수업 준비 	공개수업 준비
10월 26일	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 캠프형 공개수업 진행(무박 2일) 	시범 수업
10월 27일	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 캠프형 공개수업 진행(무박 2일) 	시범 수업
11월 26일	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 공개수업 결과 공유 및 제언 사항 논의 	결과공유회
12월 15일	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 결과보고서 최종 제출 	전체 연구회의

II. 선행 연구 및 사례 검토

1. 예술과 과학 융합 교육 연구조사
 2. 예술과 과학 융합의 다양한 사례조사
-

1. 예술과 과학 융합 교육 연구조사

- 이 시대가 요구하는 인재는 창의적인 문제해결력, 의사 결정능력을 소유하고 있는 자로 타인으로부터 정서적 공감대를 끌어낼 수 있는 감성을 지닌 창조적인 지식인으로 변하고 있다. 우리나라도 2010년을 기점으로 과학·기술 인재 육성을 위해 기존의 STEM 교육에 Arts 분야를 추가한 STEAM 교육을 정책적으로 권장함으로써 학교 교육현장에 빠르게 확산되었다. 예술 분야 역시 2009 개정 교육과정에서 교과군의 하나로 정식 교과로 등장하면서 이러한 경향을 강화하고 있다(이경진·이상수, 2017).
- 문헌 연구, 프로그램 개발, 실험 연구 등 융합인재 교육 프로그램의 개발·적용 효과에 관한 연구가 많이 이루어졌고, 프로그램 개발·보급이 필요하다고 인식하고 있는 그것에 비교해 수업에서 융합인재 교육을 적용하는 교사는 극히 드문 것으로 나타났다. 따라서 우수한 융합인재 교육 프로그램을 효과적으로 공유하기 위한 프로그램의 보급과 활용 면에서 시스템 구축이 필요하다고 강조하고 있다(곽혜정·류희수, 2016).
- 지금까지 개발된 대부분의 융합인재 교육 프로그램은 과학 및 수학 교과를 중심으로 개발이 이루어져 왔기 때문에 융합인재 교육에서 인문학과 예술 분야의 본질적인 해석과 새로운 접근이 필요한 시점임을 강조하였다(안동순, 2013). 또한, STEAM 교육에서 추구하는 미래 과학기술 발전을 주도할 창조적이고 융합적인 인재양성을 위해 Arts는 그 바탕이자 핵심 요소가 될 수 있다. 과학기술 분야에서도 인문예술학적 소양은 물론 인문-예술 기반의 창의성이나 감성까지 갖춘 인재가 필요한 세상이 된 것이다(이효녕, 2016).
- 그런데도 기존의 예술 중심 융합인재 교육 프로그램의 경우 낮은 수준의 연계 교육에 불과한 경우가 많고, 과학이나 예술 중 한 방향으로 치우쳐 피상적 차원의 융합이 이루어지고 있다는 한계를 가지고 있다(김형숙, 2015). 일각에서는 예술 교과와 다른 교과와의 융합에 대해서 여전히 생소해 하거나, STEAM 교육의 현장 적용 방안에 대하여 여전히 어려움을 토로하고 있는 것도 사실이다(양승지·권난주, 2013).

- 학교 밖 프로그램의 경우는 미술과 융합된 프로그램이 39%로 가장 많았으며 학교 내 융합 수업과 비교하면 다른 예술 분야와 융합된 비율이 높고, 프로그램의 소재도 다양하다. 또한, 학내 교육과 차별성 있는 다양한 활동 경험이 가능하다는 긍정적인 결과를 도출하여 제시하고 있다. 그러나 연구의 범위를 다른 예술 교과로 더욱 확대할 필요가 있다고 많은 연구가는 지적하고 있다. 미술(fine arts)뿐만 아니라 인문예술(liberal arts)로까지 융합의 대상을 확대하였을 때 STEAM 교육을 더 풍부하게 진행할 수 있게 해줄 것(이경진·이상수, 2017)이라 제안하고 있다.
- 2019 창의예술교육 랩을 통해 부산 문화예술교육이 실현하고자 하는 목표와 실천하고자 하는 가치가 무엇인지에 대해서 깊이 고려해볼 필요가 있다. 지금까지 부산은 인문학에서 건축에 이르기까지 다양한 문화예술의 영역을 포함한 지역 특성화 문화예술교육을 통해 지역공동체 활성화는 물론 전 세대를 아울러 문화예술 향유 기회 확대에 힘써왔으며, 특히 지역민의 삶의 질 개선, 지역 재생, 지역발전 견인차 역할을 해왔다. 이렇듯 부산은 부산다운 문화예술교육 행보를 밟아나가며, 부산시민의 방대한 수요를 채워줄 수 있는 보다 확장된 문화예술교육 프로그램 개발과 더불어 현대사회의 기술발전을 흡수하는 새로운 융합 교육의 시도가 필요하다고 보았다.
- 문화예술교육은 미적 체험을 통한 교육으로 문화적 감수성과 예술적 창의성을 가지고 사회와 소통하는 자신을 발견하는 과정이다. 핀란드 아난딸로 아트센터 창립자 마리안나 까얀티는 “예술교육은 실패를 경험하지 않게 하는 유일한 교육이며, 예술교육은 뇌를 자극하여 발달시키고 학생들이 영어나 수학을 못 해도 다른 과목에 열중할 수 있도록 도와줄 수 있다” 라는 확신이 있었다. 우리는 이러한 예술교육에 과학기술과 지식을 활용한 다양한 층위의 집중과 관찰, 그리고 표현 이와 더불어 사고력과 문제해결력 향상을 위한 예술+과학 융합 교육 프로그램을 개발하고자 하였다. 무엇보다 부산은 문화예술교육 공간의 중요성에 집중하였고, 공간이 주는 호기심과 궁금증의 촉발이 가능한 예술체험 공간을 찾고자 하였다. 이에 본 연구는 국립부산과학관에서 구현될 예술과 과학 융합 교육을 목표로 프로그램을 개발하고자 하였다.
- 물론 아직도 융합 교육 기준과 방법에 대한 명확한 이해와 구체적인 청사진이 미흡하며 더 나아가 STEAM 프로그램 개발 및 체계적인 평가분석 틀²⁾이 부족

2) 김이연, 김동호(2015)는 ‘미래의 과학 지도자 양성을 위한 고등학생 DOT LAB program의 평가영역을 개념인식, 창의력, 융합응용, 목표반영, 디자인, 협업능력의 6가지로 구성하여 세부지표를 제공하였다.

하다. 그리고 창의적 융합인재 양성을 위한 정책은 예술에 내재한 창의역량을 활용해 경계를 넘나드는 유연한 사고와 풍부한 감성적 상상력을 겸비한 미래형 창의 인재양성을 도모(태진미, 2011)하기 위해서라도 필요함을 강조하였다.

- 부산형 창의예술교육 랩 구축을 위해 2019년 창의예술교육 랩의 하나로 개발된 기관협력형, 해커톤, 공모형 프로그램을 집적하고, 실용화를 위한 프로그램 클린업(clean-up) 단계, 확산을 위한 효과와 평가분석 틀 개발단계와 동시에 문화예술교육 공간 확보와 정비 그리고 다양한 예술과 과학 분야와의 융합적 시도로 개발, 집적, 정비, 확산의 선순환 체계를 만들어 나간다면 부산형 문화예술교육의 발전적 모델을 구축할 수 있을 것이다.

2. 예술과 과학 융합의 다양한 사례조사

1) 국내외 융합 지원

(1) 한국과학창의재단

- 한국과학창의재단에서 과학기술문화 창달과 창의적 인재육성을 위해 다양한 조사, 연구 및 과학문화·예술 융합 프로그램 개발 지원 등의 사업을 주로 진행하고 있다.
- 본 연구는 한국과학창의재단에서 실시한 융합 프로그램사업 중심으로 2014년부터 2018년까지 정리하였다.

○ 융합형 과학기술 인재양성기반구축 사업

- 본 사업은 2012년부터 현재까지 과학기술 관련 융합적 사고와 문제해결력을 배양할 수 있는 프로그램을 개발하고 학교 현장과 연계한 협력 연구를 지원하고 있다.
- 미래사회가 요구하는 창의융합형 인재양성을 위해 융합 인재교육(STEAM) 프로그램 개발을 하고 있다.
- 2014년에는 융합 인재교육프로그램 주요 성과 보고회 개최하였다.



*자료: 한국과학창의재단 홈페이지
 [그림 II-1] 2014 융합 인재교육(STEAM) 성과발표회

[표 II-1] 2015-2018 융합 인재교육(STEAM) 프로그램 개발_과학·예술 융합형

연도	과제명	주관기관	과제책임자
2015	융합형 과학예술 프로그램	상명대학교	이승연
	과학과 감성이 공존하며 꿈꾸는 영화공작소	아주대학교	유미현
	특수효과 / 영화와 과학기술	이화여자대학교	조영식
	첨단미디어아트-인체-공간-로봇, 새로운 확장	한양대학교	이부연
2016	Robotic Art로 미술 작품 재탄생시키기	한국교원대학교	김진수
	문화재 : 과학으로 밝히는 세계문화	이화여자대학교	김효정
	빛과 소프트웨어로 만드는 예술의 세계	고려대학교	유현창
	문화재 보존과학	공주대학교	박생태
2017	공감각과 수학 예술	상명대학교	이승연
	디자인에 수학적 원리를 활용하는 DIY MAKER STEAM 프로그램	대구교육대학교	이종학
2018	(뉴미디어) 첨단 빛으로 비추는 우리 열, 우리 미래 가상현실과 3D 프린팅으로 만드는 미래의 예술	한양대학교	현은령
	예술로 향하는 STEP (Sense, Technology, Emotion, Practice)	이화여자대학교	김효정
	공감하는 과학, 이해하는 예술	부산광역시 영재교육진흥원	조갑룡
		한양대학교	현은령

*자료: 한국과학창의재단 홈페이지

○ 과학문화 민간활동 지원 사업

- 2001년부터 민간 주도의 자율적인 과학문화 활동을 활성화함으로써 국민의 과학문화사업 참여 기획을 확대하기 위해 실시한 사업이다.
- 2014년 64과제, 2015년 68과제, 2016년도 38개 과제가 선정되었다.

- 2016년도에는 과학문화 격차 해소를 위한 사회자 배려계층 및 비수도권지역 대상 지원을 확대하였다.

[표 II-2] 2016 과학문화 활동 지원 사업 성과자료_예술 융합 분야

구분	과제명	기관명	기관장
과학과 상상하는 시간	청소년의 창의력·상상력 함양을 위한 미래체험 프로그램 개발 및 운영	세계미래포럼	이영탁
	[창의·재미·인성·공유를 만나는 과학탐험대] 웹툰과 함께하는 소프트웨어&과학체험	세종대학교 산학협력단	김선재
	나눔과 배려를 통한 수학 미술 체험 활동	춘천교육대학교 산학협력단	서순식
과학과 도전하는 시간	미디어로 펼치는 생명공학 NIE	서울신문사	김영만
	손잡GO 마음잡GO 함께 소통하는 과학문화 콘텐츠 개발	전주영생고등학교	국방호
과학과 움직이는 시간	창의적인 과학문화 융합콘텐츠 개발을 위한 과학문화융합포럼 활동	사단법인 과학문화융합포럼	김우식
	젊은 리더를 위한 과학창의아카데미(Science Night Talk 밤과 과학 사이) 2기	재단법인 KAOS	이기형
	찾아가 함께하는 유아 과학연극	중앙대학교 산학협력단	김원용

*자료: 한국과학창의재단 홈페이지

- 2017년도에는 총 66개 과제 선정되었다.
- 2017년도에는 과학기술 사회 트렌드 및 정부 정책 등에 부응하고 과학문화 저변 확산을 위한 중점분야 신설 지원(소통, 융합, 일자리)을 하였다.

[표 II-3] 2017 과학문화 활동 지원 사업 성과자료_예술 융합 분야

구분	과제명	기관명	기관장
과학과 움직이는 시간	과학문화교육 격차를 해소시킨 찾아가는 '별천지 버스킹'	사단법인 부산과학기술협의회	남차우
	과학소설 확산을 통한 과학 창의 문화 증진 프로그램 개발	경희대학교 산학협력단	홍충선
과학과 융합하는 시간	과학·기술·예술이 통합된 융합과학교육 찾아가 함께하는 유아 과학연극	중앙대학교 산학협력단	김원용
	과학을 바라보는 시각을 확대한 과학으로 살펴보는 예술·인문 체험프로그램	은평구립도서관	권영관
	3D 오토마타를 통한 과학체험 움직이는	제천기적의	강정아

	인형 창작물 제작 프로젝트	도서관	
	창의적인 과학문화 융합콘텐츠 개발을 위한 과학문화융합포럼 활동사업	사단법인 과학문화융합모형	김우식
	과학과 시의 대담(大膽)한 대담(對談) 과학·시와 그림으로 융합하다	배제대학교 산학협력단	최창원
	고생물학에 대한 지식 쌓기 자연 속 디자인 찾기 프로그램	(재)청운문화재단 계룡산자연사박물관	이강인
	재한몽골학교 STEAM 교육 과학문화융합프로그램: 과학적 원리와 공감각	상명대학교 인터미디어연구소	이승연
	교육격차 해소를 위한 창의융합교육 과학-예술 창·제작 교실	아트센터나비	노소영
과학과 상상하는 시간	AI 주제의 웹드라마<아이엠> 제작 및 웹드라마 활용 수업모델 개발	마포고등학교	엄재중
	태양계 행성의 특성에 따른 우주기지 VR콘텐츠 제작 체험프로그램	연세대학교 산학협력단	최문근
과학과 소통하는 시간	제2회 세계과학문화포럼	대덕연구개발특구 기관장협의회 (한국화학연구회)	
	미래 BT과학자와의 만남 청소년을 위한 4차산업에서 BT	(사)한국생물공학회	최정우
	대덕특구 연구소 강연 및 프로그램체험	충남대학교 산학협력단	김영국

*자료: 한국과학창의재단 홈페이지

(2) 한국콘텐츠진흥원

○ 융복합콘텐츠 시연 지원 사업

- 문화예술·혁신기술 콘텐츠의 첨단 기술·장비 기반 시연 지원을 통한 융복합콘텐츠 산업 활성화에 기여를 위한 사업이다.
- 2018년도에는 ‘콘텐츠 시연장 융복합콘텐츠 시연 지원’ 이라는 사업으로 진행되어 4가지의 프로젝트 분야에 2가지 유형으로 지원받아 총 18개 과제 중 8개 기관이 선정되었다.
- 2019년도에는 융복합 공연·전시, AR·MR 퍼포먼스, 미디어아트, 프로젝션 맵핑/미디어파사드, 레이저/드론 퍼포먼스, 로보틱스 콘텐츠, 인공지능 프로젝트 등의 더 폭넓고 구체적인 장르로 총 47개의 지원팀 중 10개의 팀이 선정되었다.

[표 II-4] 2018-2019 융복합콘텐츠 시연 지원 사업 선정과제

구분	과제명	주관기관
2018	융·복합예술프로젝트 <초월>	유한회사 시온미디어
	가상현실로 체험하는 STEAM 코딩 방탈출 콘텐츠	주식회사 마블러스
	SALTATION - 도약	주식회사 바인더에이
	롤러코스터보이 노리 홀로렌즈 캐릭터 퍼레이드 마이크로소프트 홀로렌즈를 사용한 아이웨어 기반 증강현실 콘텐츠	(주)크리스피
	이동형 화염 장치 및 컨트롤 시스템을 활용한 대규모 불꽃, 영상 융·복합 퍼포먼스 <파이어 큐브>	예술불꽃화랑 주식회사
	전통 문화콘텐츠 IP를 활용한 실시간 관객 인터랙션 홀로그램 콘텐츠 시연	주식회사 비빔블
	d.bot Play park (디봇 플레이 파크)	(주)디스트릭트 홀딩스
	홀로그램 어린이극장 인터랙티브 명작동화 융합 공연 시연	(주)홀로키즈파크
2019	다중관객 동시체험 확장 현실 댄스 클럽 쇼케이스	(주)버드핸드
	피노키오와 마법툰니	(주)엘로힘프로덕션
	4D 드로-맵핑(Draw-mapping)기법 가족극 : 더 두들러스	브러쉬 씨어터유한책임회사
	모션화염장치 시스템을 활용한 대규모 수상 야외 공연 <화희(火熾) _용의 눈물>	예술불꽃화랑 주식회사
	에디, 로봇별 대모험	주식회사 에이로봇
	카멜레온오페라(전설을 재현하다)	재단법인 대구오페라하우스
	혼합현실(MR)기반 VR아트 융합형 무용공연 '요지경(瑤池景)'	주식회사 알틴코
	군집비행 드론 퍼포먼스와 실연 배우와의 인터랙티브한 쇼 연출 기술 개발 및 시연	주식회사 드론미디어
	3D입체음향 기반의 융복합콘텐츠 "뮤지컬" 제작	(주)사운드코리아이엔지
모션 캡처 인터랙션 홀로그램 '백범 김구의 역사 토크콘서트'	주식회사 비빔블	

*자료: 한국콘텐츠진흥원 홈페이지

(3) 영국 웰컴 트러스트 재단(Wellcome Trust)

○ SciArt

- 영국 웰컴 재단에서 1996부터 추진한 SciArt 사업은 과학과 예술 간의 협동작업이 과학적 이슈에 대한 대중과 과학 간의 상호 의사소통의 장이 될 수 있다는

기대감에서 출발했다.

- 과학과 예술 분야에서 신선한 아이디어와 의견교환이 이뤄지는 것을 목적으로 한다.
- 웰컴 재단이 ‘SciArt’ 라는 표현을 사용한 이후부터 과학과 예술을 접목한 과제를 ‘사이아트’ 라도 부르는 경향이 생겼으며 우리나라에서도 2000년 이후에 이 용어가 유행하였다.
- 지원 분야는 예술 장르에 제한이 없으며 연구개발상(R&D Awards), 창작상(Production Awards)으로 구분하여 지원한다.

(4) 포르투갈의 칼루스테 겔벤키안 재단(Calouste Gulbenkian Foundation)

○ Arts and Science

- 2000년에 유럽연합에서 설치한 프로그램이다.
- 과학과 예술의 융복합을 통해 과학기술에 대한 대중의 이해를 증진하고 시민참여 확대를 유도하였다. 실제로 유럽에서 활동하는 예술가와 과학자들을 지원하였다.
- 시각예술 분야의 비중이 크다는 특징이 있다.

(5) 파리 실험실(Le Laboratoire) 재단

○ Le Laboratoire(단체)

- 새로운 실험을 중심으로 과학과 예술의 협업을 생산하는 최초의 인큐베이터 센터이다.
- 과학자와 예술가에게 자신의 전문분야와 연구지원금의 제약조건에서 벗어나서 창조적인 실험을 진행하는 공간과 자금을 제공한다.
- 과학자와 예술인이 협업하여 만든 새로운 작품 또는 결과물을 일반인들과 함께 공유 및 토론하는 전시회를 7회에 걸쳐 개최한다.

(6) 오스트리아 아르스 일렉트로니카(Ars Electronica)

○ 스타트(STARTS) 상

- 국적, 나이를 불문한 전문 예술가들을 대상으로 과학과 기술, 예술이 교차하는

지점의 창작활동과 혁신에 대한 결과물에 대한 상이다.

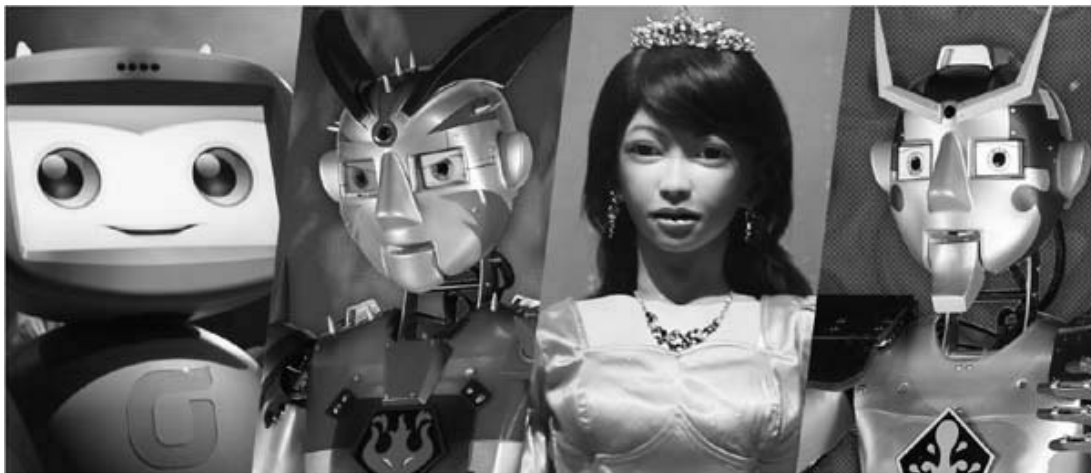
- Science+Technology+Arts=STARTS 예술의 상상력을 기반으로 한 과학과 기술의 융합 프로젝트이다.³⁾
- 2013년부터 유럽연합본부에서 실행되어 2016년에 아르스 일렉트로니카 측에 위임되어 진행 중이다.

2) 국내외 융합 예술 활동 지원

(1) 융합 공연

○ 국립과천과학관 <로봇 애니 뮤지컬-로봇랜드의 전설: 트리아의 별>

- 새로운 애니메이션 영상과 무대공연이 합쳐진 공연으로 독특한 과학·예술 융합 공연을 통해서 과학적 상상력과 창의적 사고 능력을 발달시켜 줄 것을 기대한다.
- 2013년 처음으로 국내에서 선보인 로봇 애니 뮤지컬 ‘로봇랜드의 전설’ 속 로봇 ‘데스피안’은 영국 E.A에서 제작된 것으로 서비스가 목적이 아닌 순수 연기를 위해 만들어졌다.⁴⁾ 로봇을 배우로 등장시켜 많은 호평과 화제를 모으면서 2014년 재공연을 올렸다.



*사진: 기획사 이산솔루션 제공

[그림 II-2] <트리아의 별 로봇랜드의 전설> 캐릭터

3) ALICEONNET, 2017.11.28. 보고서/<https://aliceon.tistory.com/2870> 인출

4) 채널예스, 2014.03.18. 기사/<http://ch.yes24.com/Article/View/24685> 인출

○ 홀로그램 전용관 동대문 케이라이브(K-live) <2016 홀로그램 드로잉쇼 ‘렛츠고(Let’s Go!)’ >

- ‘렛츠고(Let’s Go!’ 는 세계 일주를 주제로 한국, 중국, 그린란드 등을 탐험하며 벌어지는 에피소드를 년별 특유의 코믹한 감성으로 풀어낸 공연이다.
- 3명의 공연자가 대규모 미디어 무대를 도화지 삼아 공연에 대한 관객의 호응도를 움직임과 환호성 데시벨을 기준으로 실시간 공연에 반영하고, 텔레프레전스 기술 및 다양한 공간 연출을 통해 관객들에게 생생한 몰입감을 제공하였다.⁵⁾



*사진: 이뉴스투데이 홈페이지

[그림 II-3] 홀로그램 드로잉쇼 <렛츠고(Let’s Go!)> 공연 장면

○ 국립중앙박물관 <로봇 나무>

- 한국콘텐츠진흥원 2016셀(ce)융복합협업프로젝트 사업의 하나로 문명의 황폐와 재생을 주제로 인간과 로봇의 소통, 이해, 나눔에 관한 이야기를 담고 있는 융복합 공연예술이다.
- 기계에 예술적 생명력을 불어넣는 실험적 공연으로 배우들이 직접 기계를 착용하고 드론을 작동하면서 완전히 새로운 형태로 표현된다.
- 로봇틱 아티스트 루이 필립 드미어⁶⁾가 프로덕션팀에 참여하여 배우들이 입을 웨어러블 로봇을 디자인하였다.

5) 매일경제, 2016.03.07. 기사/<https://news.naver.com/main/read.nhn?oid=009&aid=0003693398> 인출

6) 루이 필립 드미어는 로봇 아티스트, 조명디자이너, 교수, 발명가 및 세계적인 융복합 아티스트이다. 그는 대규모 인터랙티브 로봇 설치작업을 비롯해 무용, 조명, 음악과 융합한 프로덕션 작업을 해왔으며, 약 350여 개의 로봇 작품을 제작했다. 그의 작품은 전 세계의 연극, 오페라, 지하철 역사, 미술 박물관, 과학박물관, 음악회, 전시관 등 여러 곳에서 전시되었고 대표적으로는 태양의 서커스 최첨단 직립 무대가 있습니다.



*사진: 서경스타

[그림 II-4] 로보틱 아트 퍼포먼스 <로봇 나무> 공연 장면

○ 중국 국가대극원 <대화·예언 2047>

- 중국 전통예술과 해외 선진적인 과학기술을 결부한 작품이다.
- 2017년 7개국 20여 개 팀을 이끌고 제작한 ‘대화, 예언 2047’은 레이저와 현대무용, 홀로그래픽 영상과 완극, 로봇암과 망석중이, 드론과 생황연주 등 각종 전통예술과 다양한 과학기술수단의 출현하였다.
- 이 작품은 수많은 사람과 큰 색 덩어리의 운용을 포기하고 순수한 예술과 정밀한 과학기술로 고민되고 동경하는 미래 세계를 표현했다.



*사진: CRI

[그림 II-5] <대화·예언 2047> 공연 장면

○ 영국 로열 셰익스피어극장 <템페스트>

- 2017년에 로열셰익스피어극단(RSC)과 세계 최대 컴퓨터 칩 회사인 인텔, 이미지내리엄 스튜디오와 손을 잡고 만든 세계 첫 라이브 디지털 공연이다.
- 연극 템페스트는 셰익스피어 서거 400주년을 맞이하여 디지털 기술을 접목해 새로운 체험을 창조하기 위해 2년에 걸쳐 연구한 결과물이다.
- 주연배우 얼굴과 몸에 17개의 동작센서를 달고 움직이면 인간의 관절 수(360개)와 거의 같은 수(336개)의 관절을 가진 가상 디지털 아바타가 유명처럼 따라 움직인다. 또한, 인텔이 개발해 놓은 증강현실(AR)기술로 구현한 신화 속의 괴물은 무대 스크린에서 나와 관객들의 머리 위를 날아다니는 것 같은 효과를 주었다.⁷⁾



*사진: 인텔 엔터프라이즈 블로그

[그림 II-6] 로열셰익스피어극단(RSC) 연극 <템페스트> 작업 모습

(2) 융합 전시

○ AT MUSEUM

- 2018년 성남아트센터 큐브 미술관에서 여름 특별 기획으로 열린 과학, 기술, 예술을 더한 상호소통적, 과학적, 교육적 융합 전시이다.
- 6명의 참여자와 10여 점의 설치작품 및 뉴미디어아트 작품을 선보였다.
- ‘예술로서의 기술’, ‘기술로서의 예술’을 고스란히 지키며 가장 현대적이고 실험적인 장르로 독특한 기술과 구조를 바탕으로 하는 다양한 작품을 만날 수 있는 전시이다.

7) 중앙일보, 2017.06.11. 기사/ <https://news.joins.com/article/21654262> 인출

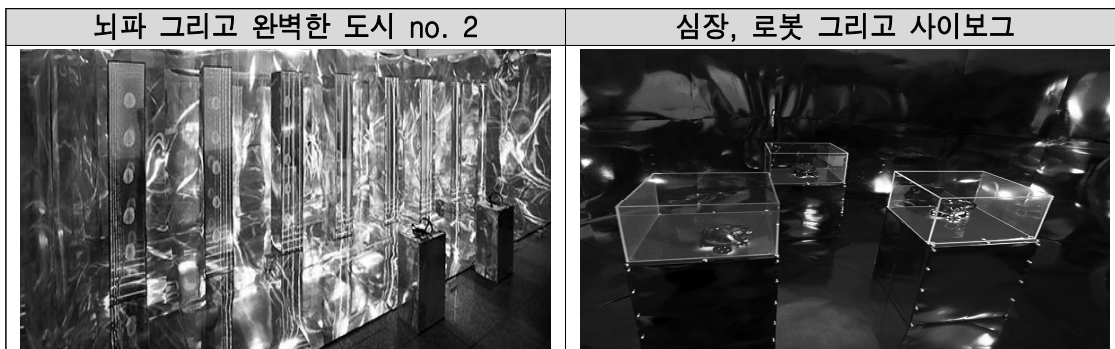


*자료: 성남시 공식 블로그

[그림 II-7] <AT MUSEUM> 작품

○ 조은우 작가 Post Surface 포스트 서페이스

- 4차 산업 혁명 시대의 포스트 휴먼에 대하여 AI가 상상하고 만들어낸 새롭고 실험적인 미디어아트, 바이오아트, 융복합 예술전시로 2018년 탈 영역 우정국에서 개최되었다.
- 작가는 과학기반 예술작품을 통해 우리가 인간존재와 과학기술의 상관관계에 대해 변증법적으로 경험하도록 이끌고 있다. 또한, 뇌파로 연동되는 과학융합 예술작품을 통하여 작품의 주제와 매체를 확장했다.

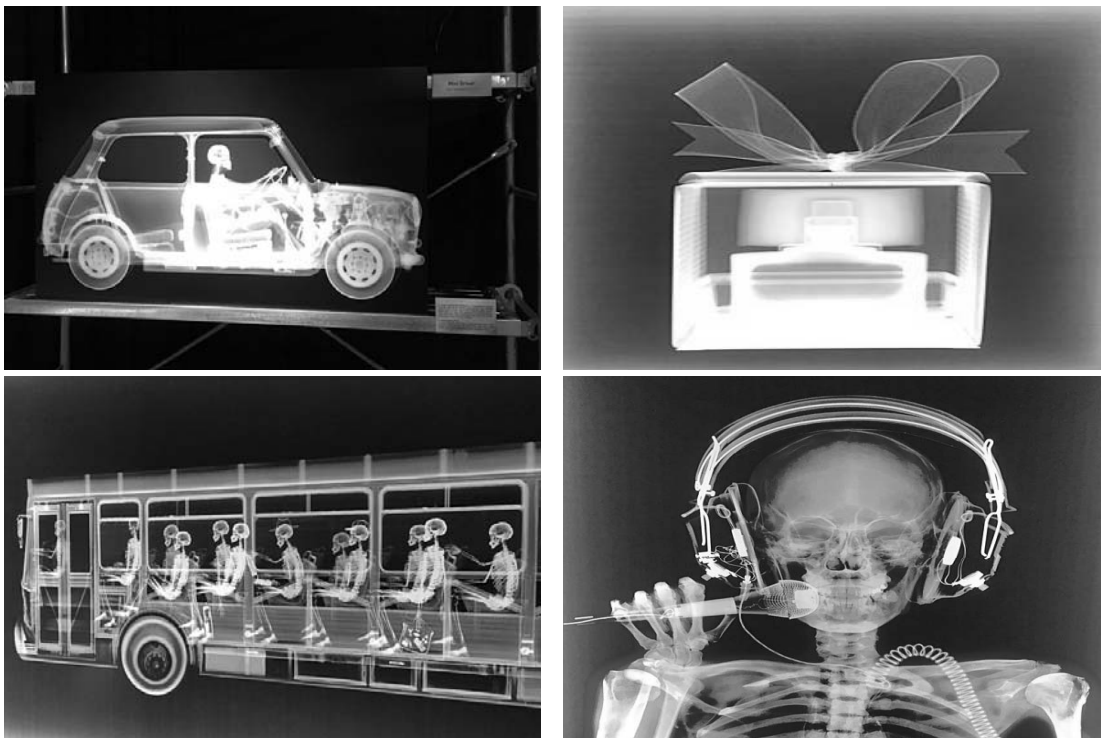


*자료: 전국과학관 길라잡이 홈페이지

[그림 II-8] 조은우 작가 <Post Surface 포스트 서페이스> 작품

○ 닉 베세이(Nick Veasey) 엑스레이 맨(X-RAY MAN)

- 영국의 사진작가이자 필름메이커인 닉 베세이의 엑스레이 아트가 2017년 국내 최초로 서울 예술의 전당 한가람미술관에서 총 100여 점의 작품이 전시되었다.
- 닉 베세이는 20여 년 동안 다양한 연구와 실험을 통해 엑스레이로 사물의 본질을 드러내는 예술작품을 창조하였다.
- 사물의 본질을 드러내는 예술을 지향하며, 사물과 생명체의 안을 들여다보면서 외면의 허상을 벗겨내는 독창적인 방식으로 사물을 조영한다.



*사진:문화예술채널 걸쳐블룸 블로그

[그림 II-9] <엑스레이 맨(X-RAY MAN)> 작품

(3) 융합 체험

○ 고양 어린이박물관

- 2018년부터 2019년까지 고양 어린이박물관과 삼성 키즈모드가 공동으로 진행하는 ‘거꾸로 숲의 키즈모드’ 체험전은 삼성에서 나온 ‘키즈모드’ 캐릭터를 이용하여 중요 임무를 수행하는 체험형 기획전이다.
- 교육(Education)과 기술(Technology)이 접목된 에듀테크(EduTech)형 어린

이 체험전시로 미디어기술을 통해 어린이들이 신체적 상호작용 활동을 할 수 있도록 만들어졌으며 키네틱, 증강현실(AR) 등 새로운 미디어기술을 적용하여 체험에 몰입할 수 있도록 구성되었다.

[표 II-5] 고양 어린이박물관&삼성키즈모드 공동 기획전 <거꾸로 숲의 키즈모드>

구분	내용
바비의 거꾸로 숲	공간을 이해하고 표현하는 예술적인 능력 키우기
크로크로의 거꾸로 숲	협동하여 문제를 해결하며 신체 능력을 기르고 타인을 이해하고 공감하는 능력 키우기
쿠키의 거꾸로 숲	자연을 관찰하여 정해진 기준에 따라 동식물을 분류하는 능력 키우기
리사의 거꾸로 숲	리듬 감각, 선율 지각, 악기를 다루는 능력 키우기

- 사운드아트 작품을 감상, 체험하면서 예술적 창의력, 감수성, 상상력을 키우기 위한 <소리의 발견>은 2019년부터 2021년까지 열리는 장기 기획전이다.

[표 II-6] 고양 어린이박물관 기획전 <소리의 발견>

구분	내용
소리를 만나다	대나무 숲을 통과하면서 내가 만들어내는 소리와 만나고 어른들은 듣기 어려운 주파수로 연주되는 소리 만나기
소리를 느끼다	우리 주변에서 채집된 소리 풍경을 몰입형 입체음향으로 경험하며 소리에 따라 변화하는 빛과 진동 느끼기
소리를 보다	가상의 우주 공간 속에 떠있는 점이 나의 목소리로 생명을 갖고 변화하는 모습을 보기
소리를 연주하다	음의 높낮이, 박자, 강약을 신체의 움직임으로 변화시키고 연주하기
소리는 디자인하다	사운드 아티스트가 되어 나만의 우주소리를 다양한 사물과 코딩 프로그램으로 디자인하고 전시하기

○ 뉴욕현대미술관(The Museum of Modern Arts)

- 2017년 청소년을 대상으로 착용기술(wearable technology)과 예술을 결합한 프로그램을 진행하였다.
- 주 10시간씩 이루어진 방과 후 프로그램으로 약 10주간에 걸친 장기 프로젝트이다.
- 프로그램 주 내용은 예술작품 감상을 통해 색채에 대한 이해 및 예술적 영감을 얻는 과정을 거친 후 이를 바탕으로 과학기술을 적용하여 자신의 아이디어를 표

현하는 의상을 제작하는 것이다.

- 실제 청소년들이 참여하여 제작한 의상에는 팽창식 슈퍼히어로 의상, LED 재킷, 컴퓨터로 만든 프로그래밍한 전자발광 의류, 비디오 투영 의복 등이 있다.



*사진: Diana Eng

[그림 II-10] MOMA 프로그램

○ 핀란드 아난딸로 아트센터

- 타이카람푸⁸⁾ 중 한 기관으로 “예술은 삶의 질적 생존에 필요하다.” 라는 좌우명 아래 운영되고 있다. 아난딸로 운영비 대부분은 헬싱키시에서 지원하고 있으며 모든 수업이 거의 무료로 제공된다.
- 오래된 학교 건물을 개조해 1987년에 문을 연 아난딸로는 연극, 미술, 영상, 건축, 조형 등 다양한 예술교육 활동이 가능하도록 공간이 구성되어 있다.
- 아난딸로 아트센터는 어린이집과 학교와의 긴밀한 협조 아래 ‘방과 후 예술 활동’ 과 ‘학교 정규과정 내 예체능 교육’ 을 책임지고 있다. 또한, 헬싱키 시민들에게 창작공간이며 가족과 함께하는 문화예술프로그램을 제공하고 있다.
- 주요 교육 프로그램으로 ‘5×2 프로그램’ 이 있다. 학교협업 프로그램으로 초등학교에 5주 동안 2시간의 미술, 연극, 음악 등 다양한 주제의 예술교육을 제공한다. 한 반에 5-10명 정도의 소규모 그룹을 운영하는 것이 특징이다.

(4) 융합 축제

○ 다빈치 크리에이티브 페스티벌

8) 타이카람푸(Taikalamppu)란 ‘알라딘의 캠프’ 라는 뜻으로 지역 예술 기관을 지칭한다. 핀란드 전역에 걸친 11개의 대표적인 타이카람푸들의 네트워크를 통해 어린이와 청소년들을 위한 문화예술교육을 체계적으로 실행하고 있다.

- ‘다빈치 크리에이티브 페스티벌’은 금천예술공장의 핵심 사업으로 국내 미디어아트 예술가를 발굴하는 동시에 국제 미디어아트의 현재를 감상하고 참여하는 미디어아트 축제이다.

[표 II-7] 2014-2019 다빈치 크리에이티브 페스티벌 현황

다빈치 크리에이티브 페스티벌	
2014	<ul style="list-style-type: none"> • 웨어러블 컴퓨팅, 미디어파사드, 바이오아트, 증강현실 등 다양한 기술 미디어 도입한 16개 작품을 선보임 • 호신용 재킷, 몸에 장착하는 신디사이저, 3D 가상 도자기 만들기 등 • 미디어아트 신기술 논하는 워크숍 및 최신 흐름 조망하는 국제 컨퍼런스 함께 개최 • 동시대 미디어 문화와 네트워크를 유연하게 공유하는 젊은 페스티벌 될 것
2015	<ul style="list-style-type: none"> • ‘센스 오브 원더(Sense of Wonder, 호기심)’ 주제로 열림 • 전시, 공연되는 국내외 참여 작 총 15점은 관객이 직접 체험할 수 있는 작품들로 구성 • 단순히 작품을 초청하는 전시가 아닌 예술과 산업이 결합한 아이디어를 아이디어 단계에서 작품제작, 전시, 산업체와의 연결, 해외 진출까지 지원하는 일련의 창작지원 시스템 • 1024 아키텍처의 디지털 프로젝션에 대한 강의 3개의 렉처 진행
2016	<ul style="list-style-type: none"> • 기업 대상 미디어아트 작품 쇼케이스 ‘다빈치 아이디어 마켓’을 진행 • ‘다빈치 크리에이티브 2017’의 기업 대상 사전 쇼케이스 겸 네트워크 파티인 ‘다빈치 아이디어 마켓’은 기존의 ‘다빈치 크리에이티브’ 참여작가 11팀의 아이디어 토크와 디미어 포퍼먼스 × 네트워크 파티로 구성 • 2010~2016년 다빈치 아이디어 선정작가들의 미디어아트작품을 토크 형태로 소개
2017	<ul style="list-style-type: none"> • 13개 미디어아트작품, 4개 퍼포먼스와 콘서트, TED 강연 등 • 주제는 로봇에 지배되는 인간의 미래 ‘언캐니 밸리(Uncanny Valley)?’ • 로보틱스, 가상현실, 바이오아트, 스페이스 아트 등 기술이 제시하는 예술의 미래, 새로운 예술 장르
2018	<ul style="list-style-type: none"> • 2019 다빈치 크리에이티브 페스티벌 프리뷰 무대로 ‘다빈치 랩 라이브’ 개최 • 2018 다빈치 아이디어 공모를 통해 최종 선정된 다양한 테크놀로지를 활용한 작가들의 아이디어와 지금까지 작업과정, 내년의 전시 플랜 등을 공개하는 자리9)
2019	<ul style="list-style-type: none"> • 호모 헝드레드(Homo Hundred)가 실현되는 100세 시대에 ‘리빙라이프(Living Life)’를 주제로 기술과 생명, 예술에 집중 • 전해현 예술감독은 “그동안 ‘다빈치 크리에이티브’가 첨단 기술을 선도하는 예술에 관심을 두었다면, 올해는 기술의 태동이자 종착인 인간을 성찰하는 시대 정신을 보여줄 필요가 있다. 관객은 기술과 예술이 자신의 일상이나 실존과

멀지 않음을 체감할 수 있을 것”이라고 전했다.

*자료: 서울문화재단 홈페이지

○ 대전 사이언스 페스티벌

- 2000년에 처음 개최된 후 현재 2019년까지 345만 명 이상의 누적 관람객이 참여하는 대표적인 과학축제이다.
- 과학과 문화가 융합된 혁신기술을 통해 미래의 창조적인 상상력을 키우고 배우면서 체험하는 ‘대전 사이언스 페스티벌’은 체험형 위주의 프로그램 구성이 되어 있으며 2019년에는 기존 세계과학문화포럼과 세계혁신포럼이 사이언스 페스티벌 기간에 연계 개최되면서 세계적 과학포럼의 위상 제고와 집객 효과를 기대할 수 있다.

[표 II-8] 2015-2019 대전 사이언스 페스티벌 문화행사 현황

연도	구분	프로그램
2015	과학·문화행사	사이언스 콘서트
		사이언스 골든벨 퀴즈대회
		사이언스 매직쇼
		대한민국 공군 군악대 의장대 퍼레이드
		사이언스 코끼리 열차
2016	문화·예술행사	거리의 예술가 & 캐릭터 공연
		사이언스 콘서트
		코스튬플레이 뮤지컬 공연
2017	문화·예술행사	X-STEM(과학자 토크박스)
		코스튬플레이 뮤지컬 공연
		사이언스 콘서트
2018	과학·문화행사	사이언스 매직쇼
		거리의 예술가 & 캐릭터 공연
		허팝연구소 × 창의과학쇼
		소상공인 창업플리자
		사이언스 콘서트
		코스튬플레이 뮤지컬 공연
2019	문화·예술행사	사이언스 매직쇼
		거리의 예술가 및 캐릭터 공연
		사이언스 콘서트
		원도심 버스킹 공연

9) 경기문화포털, 2018.11.29. 기사 /https://ggcf.or.kr/pages/board/view.asp?searchBoard=503&searchRange=&searchType=&searchText=&searchCate=&gotoPage=1&pageSize=20&MU_IDX=21&BOARD=503&BOARD_CATE=&BOARD_IDX=12933&pageStatus=V&s_gubun=&searchOrder=&searchYear=&searchMonth=&customType 19/11/13 인출.

○ 문화청 미디어 예술제(일본 미디어아트 페스티벌)

- 문화청 미디어 예술제는 1997년부터 일본 문화청에서 예술표현을 위한 새로운 기술을 탐구하고 미디어 예술의 창조적 활동을 돕기 위해 주관한 대표적인 예술 종합 축제이다.
- 아트, 엔터테인먼트, 애니메이션, 만화 등 4개 부분에서 뛰어난 작품을 표창함과 동시에 수상작품을 감상할 수 있는 미디어 예술의 종합 페이스벌이다.
- 1997년에 처음으로 열린 제1회 페스티벌에서는 730개의 작품을 응모하였고 제 22회에서는 세계 102개국과 지역으로부터 4,384점에 달하는 작품이 응모되었다.



*사진: 문화청 미디어 예술제 사무국
[그림 II-11] 일본 문화청 미디어 예술제

○ 아르스 일렉트로니카 페스티벌

- 매년 9월에 개최되는 아르스 일렉트로니카 페스티벌은 연간 약 10만 명이 방문하는 세계적인 국제 미디어아트 축제이다.
- 1979년 당시 오스트리아 국영 방송사 ORF의 지부장이었던 레오폴드세더, 같은 회사의 저널리스트 쇠프, 음악프로듀서 울리히 뢰첼(Ulrich Rutzel), 작곡가 휴베르트 보그너마이어(Hubert Bognermayr), 물리학자 헤르베르트 프랑케(Herbert W. Franke)가 모여 제1회 페스티벌을 개최하여 현재까지 40주년을 맞이하였다.
- 과학과 예술의 교류 장인 아르스 일렉트로니카 페스티벌은 테크놀로지의 발전으로 현대사회가 직면하게 된 사회, 문화적인 변화상에 대한 미래를 제시하는 것이 목적이다.



*사진: 오스트리아 관광청

[그림 II-12] 아르스 일렉트로니카 페스티벌

III. 융합 교육 프로그램 개발과 실행

1. 천체우주와 설치미술의 융합
 2. 물리와 공연예술의 융합
 3. 인지과학과 현대미술의 융합
 4. 설문조사 결과
-

III 융합 교육 프로그램 개발과 실행

1. 천체우주와 설치미술의 융합

1) 이론적 배경 - 파동을 인식하는 시각과 청각

- “인간이 외부 세계를 파악하는 데 가장 필요하고도 기본적인 수단은 무엇일까? 아마도 빛과 소리일 것이다. 빛과 소리 없이 외부 세계를 이해하기란 어려운 일이고, 실제로도 우리는 다양한 빛과 소리에 에워싸여 살아간다. 그런데 빛이나 소리는 얼핏 생각하면 전혀 다른 것으로 보이지만 사실은 ‘파동’이라는 같은 무리이다.” - 파동의 사이언스. 머리말 중에서
- 우리의 감각기관 중에서 신체 외부 세계를 인지하는 감각 대부분을 차지하는 것이 보고 듣는 것이다. 시각적인 빛, 청각적인 소리, 이것을 살펴보면 모두 파동(떨림, 진동)이라 할 수 있다. 양자역학에서 전자, 소립자의 세계에서도 (끈 이론에서의 떨림 등) 파동이 존재한다. 우주로부터 오는 전파, 빛 또한 파동의 물리학에 속한다 할 수 있다. 미시세계의 떨림에서 거시세계의 우주에 이르기까지 우리는 진동하는 세계 속에 살고 있다. 지구의 진동 중 알려진 특정 지진도 한 사람의 일생에 가까운 시간에 한 번 정도 진동하는 시간대를 가지고 있고 우리의 몸은 그 진동하는 지반 위에 위치하고 있다. 우리는 이 세상의 수많은 파동을 느끼고, 그 파동을 이용하여 소통하기도 하며(전파), 진단하며(의료), 다채롭게(예술) 변주해 가며 살고 있다. 빛의 파장 차이가 색깔의 차이를 가져와 무지개가 되고 소리의 파장 차이가 리듬을 만나 멜로디가 된다. 고대인들이 맑은 밤하늘의 수많은 별빛을 보고 많은 형상들을 상상하고 그 형상들로 무수히 많은 이야기를 만들어 지금까지 이어져 오게 한 것처럼 우리는 우리의 미래인 아이들과 빛과 소리의 꿈을 꾸어 보고자 한다.

2) 목적 및 방향

- 스마트폰이 가져온 사회변화와 개인 생활의 변화, 무한 복제시대에 개개인의 창의성마저 복제되어 버리는 사회상에서 개인의 창의성 회복과 협업과 협동의 가능성을 체득하게 한다.
- 천체물리학의 지식을 바탕으로 빛과 소리의 파동이라는 물리적 요소를 끌어내 끝없고 광활한 우주 속에서 개개인이 가지고 있는 상상력을 발휘하여 나만의 우주를 만들어보고 그 개개인의 우주가 모여 다채로운 세상을 만들 수 있다는 것을 경험한다.
- 빛과 소리의 과학적인 요소들을 익히고 체험한 후, 빛의 작품을 제작할 뿐 아니라 많은 사물을 이용하여 다양한 소리를 만들어 들을 융합시킬 수 있다.
- LED, 사운드 제작, 아두이노 등의 미디어 매체를 익히고 응용함으로써 과학과 예술의 융복합 작품을 만들어내고 창의적인 융합의 결과물이 갖는 미래의 가치를 서로 보고 듣고 얘기해 보는 것을 목적으로 하고 있다.

3) 프로그램 구성

- ‘내 눈에서 빛나는 별소리’ 는 빛과 소리라는 두 가지 물리적 요소의 성질을 이해하고 이를 바탕으로 창의적 설계와 감성적 체험을 끌어내기 위해 캠프 첫째 날인 26일(1차시, 2차시)은 흥미 유발과 이해에 초점을 둔 수업으로 구성하였고, 둘째 날인 27일(3차시, 4차시)은 빛과 소리에 대한 이해와 흥미를 바탕으로 아두이노와 센서 등의 미디어 매체를 복합한 ‘내 눈에서 빛나는 별소리’ 를 직접 제작하고 감상하는 시간으로 프로그램을 구성하였다.

(1) 26일 프로그램 구성

① 도입

- 1차시(10:00 ~ 11:45)
 - 1차시 전반 60분은 천체와 빛에 대한 흥미와 동기유발을 위해 과학관에 있는 천체관측소를 직접 경험하는 시간을 갖는다. 또한, 일상에서 접하기 쉬운 천체에 관련된 이야기들을 모아 참고 사진과 퀴즈 영상을 통해 천체의 종류와 빛에 대해 쉽고 재미있게 이해할 수 있는 시간을 갖는다. 후반 60분은 이를 토대로 실제 빛을 사용한 여러 현상을 직접 만들어 보면서 우주에 대한 상상력을 오픈시키는 이

미지네이션 스트레칭을 실시한다.

- 천체에 밀접하게 연관된 요일에 관한 질문을 던짐으로써 의외성으로부터 호기심을 유발한다.
- 천체를 소재로 한 영화를 짧게 감상하고, 영화에 소재로 쓰인 천체를 중심으로 대표적인 천체의 종류에 대한 소개와 이미지를 보여준다.
- 천체 관측소를 견학하고 태양의 모습을 관찰한다.
- 천체의 종류 중에서 특히 항성과 행성의 차이를 부각하고, 이를 통해 빛이라는 요소로 흥미를 유도한다.
- 빛의 특성에 관해 이야기하고, 준비한 여러 소재를 사용하여 빛의 특성이 물질에 따라 어떠한 현상으로 나타나는가에 대해 체험하는 시간을 갖는다.

■ 2차시(13:00 ~ 14:00)

- ‘소리의 우주’ 수업을 시작하기 전 흥미 유발을 위한 여러 가지 질문을 한다.
- 소리의 발생 원인과 개념에 대해 이해한다.
- 소리 놀이를 통해 소리를 이해한다.
- 소리가 들리는 원인과 귀의 구조에 대해 알아본다.
- 여러 가지 스피커를 체험해 본다.
- 맥커크 효과를 이해한다.

② 전개

■ 2차시(14:00 ~ 14:40)

- 2차시 후반 40분은 별자리에 대한 이해를 바탕으로 나만의 별자리를 상상해 보고, 상상한 별자리에서 별소리를 유추해 보는 시간을 갖는다.
- 별자리 프로그램인 스텔라리움을 소개하며 별자리에 관한 이야기를 나눈다.
- 나만의 별자리를 상상해 보고 활동지에 스케치한다.
- 별자리의 이미지를 보며 어떠한 소리가 들릴지 별소리를 상상해 보고 활동지에 기록한다.

③ 정리

- 2차시(14:40 ~ 15:00)
 - 각자가 상상해본 나만의 별자리와 별소리를 발표하고 감상하는 시간을 갖는다.
 - 3, 4차시 예고와 함께 별소리를 만들 재료를 각자 들고 오도록 지시한다.

(2) 27일 프로그램 구성

① 도입

- 3차시(10:00 ~ 10:30)
 - 10월 26일 프로그램에서 상상해 본 나만의 별자리와 별소리를 토대로 실제로 자신이 상상한 별소리를 녹음하기 위한 도입 부분으로 녹음의 장비와 방법, 효과음 알아맞히기와 폴리아티스트 (영화 속 장면에게 소리를 새로 만들어 극적인 효과음을 만드는 사람)에 대해 소개하는 시간을 충분히 가짐으로써 프로그램에 대해 흥미를 유발하고 참여자가 자신의 별소리를 어떠한 방법으로 만들 수 있을지 스스로 유추할 수 있도록 유도한다.

② 전개

- 3차시(10:30 ~ 11:10)
 - 교사와 학생이 준비한 여러 가지 재료를 사용하여 자신이 상상한 별소리를 만들어 보고, 이를 직접 녹음해 본다.
 - 재료: 전분, 페트병, 파이프, 열쇠 더미, 거울, 나무젓가락, 그 외 현장 물건들
- 3차시(11:10 ~ 11:45 / 13:00 : 14:40)
 - LED와 센서, 아두이노를 사용하여 10월 26일 프로그램에서 그려본 나만의 별자리를 입체화시켜본다.
 - 입체 작품에 사용되는 재료, 부품이 다양하고 사용방법도 숙지해야 할 지식이 많아서 ppt를 사용하여 부품에 대해 충분한 설명을 병행하며 프로그램을 진행한다.

③ 정리

- 4차시(14:40 ~ 15:00)



- 각자가 만든 입체 작품을 전시하고 감상한다.

4) 프로그램 개요 및 상세 지도안

(1) 초등 캠프형 프로그램 개요

[표 III-1] 초등 캠프형 <내 눈에서 빛나는 별소리> 상세 지도안

일시	2019년 10월 26일 (토) 10시~15시 2019년 10월 27일 (일) 10시~15시	강사명	정만영 김덕희	장소	클래스 / 스튜디오	학습 대상	초등 5, 6학년 / 중학교 1학년	
프로그램 명	내 눈에서 빛나는 별소리							
교육목표	<ol style="list-style-type: none"> 1. 천체의 종류와 차이를 이해할 수 있다. 2. 빛의 성질에 대해 이해하고 응용할 수 있다. 3. 파동과 소리의 특성에 대해 이해할 수 있다. 4. 이미지와 소리를 유추하고 상상하는 능력을 기를 수 있다. 5. 소리의 디자인과 녹음 방법을 익힐 수 있다. 6. 발광다이오드와 센서의 원리를 알아보고 아두이노를 이용하여 활용할 수 있다. 							
관련 교과	시각, 과학	준비물	거울, 손전등, 셀로판지, 미러볼 세트, 만화경 세트, 종이 접시, 물, LED, 아두이노, 저항, 스피커, 광센서, MP3플레이어, 건전지, 압축 스티로폼 등					
학습과정안								
차 시	학습 주제	단계	학습활동				시간	비고
10월 26일 프로그램								
1		도입 (180분)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 교사 소개를 한다. ▶ 전체 수업을 소개한다. <ul style="list-style-type: none"> - 빛과 소리를 통해 우주와 천체의 세계를 탐험한다. ▶ 오전 수업 개요를 소개한다. 				5	

<p>천체를 통한 빛의 이해와 흥미 유발</p>		 <p>[ppt-1]수업 개요</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 천체 관측소 견학 2) 천체 이야기 3) 빛의 성질 4) 빛의 우주 만들기 <p>「오늘 수업은 이런 것이 있어요. 우선 과학관에 있는 천체관측소에 여러 천체 망원경이 있는데, 다 같이 가서 직접 천체 망원경으로 태양을 관측해 볼 거예요. 그리고 교실에 돌아와서는 간단하게 천체의 종류에 대해서 알아보는 시간을 가질 거예요. 그다음에 여러분이 각자가 빛의 성질을 이용해서 재미난 놀이를 해보고 마지막으로 빛을 이용해서 우주의 이미지를 만들어 볼 겁니다.」</p>		
		<p>▶ 천체관측소 견학</p> <ul style="list-style-type: none"> - 굴절 망원경과 4대의 보조 망원경으로 태양을 관측해 본다. 	15	
		<p>▶ 천체이야기</p> <p>1 - 요일과 천체</p>  <p>[ppt-2] 요일과 천체</p>	30	



[ppt-3] 요일과 천체

「자 여러분 오늘이 무슨 요일이지요? 네, 토요일이에요. 내일은? 일요일이죠. 월화수목금토일, 이 요일의 이름이 무엇을 나타내고 있는지 아는 사람 있나요?

네, 맞았어요. 지구 가까이에 있는 천체들의 이름이에요. 그럼 혹시 월요일이 어떤 천체를 나타내는지 아는 사람 있나요? 네, 월은 한자로 달을 뜻하죠. 화요일은? 네, 화성이예요. 수요일은? 수성, 목요일은? 목성, 금요일은? 금성, 토요일은? 토성, 일요일은? 네. 해라는 뜻의 날 일자를 써서 태양을 나타내죠.

그럼 왜 이런 요일에 천체의 이름을 붙였을까요?

영어로 월화수목금토일의 어원이 고대 로마와 게르만족 신화에 나오는 신들의 이름이라고 해요.

이 신들의 천체가 지구 주위를 돌면서 시간이라는 것을 다스린다고 생각을 했기 때문에 하루라는 시간의 이름도 각각 이 천체들을 신들의 이름을 붙였다고 합니다.」

2 - 영화에 나오는 천체 맞추기

「어때요? 지루한가요? 그럼 선생님이 잠깐 퀴즈를 한번 내볼게요. 우주에 관한 영화 좋아하는 사람? 선생님이 우주에 관한 영화를 짧게 보여 줄 건데, 여기서 어떤 천체가 나오는지 맞춰 봅시다.

마션 - (화성)

땅의 색상이 붉지요? 이 영화는 주인공은 이 천체에서 혼자 살아남아서 구조대가 올 때까지 스스로 식물을 재배하고 산소를 만들어내서 버티는 영화예요.



[ppt-4] 영화 <마션>



[ppt-5] 영화 <달세계 여행>

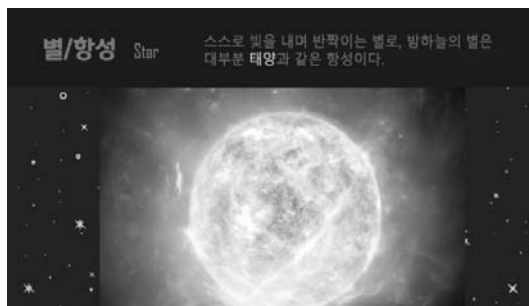
달세계 여행 - (달)

이 영화는 제목에 힌트가 있어요. 네, 달이 배경이죠. 영화의 이름은 달세계 여행이에요. 조르주 멜리에스라는 감독이 1902년에 제작한 무성영화인데 최초의 과학영화라고 합니다.」

3 - 여러 가지 천체

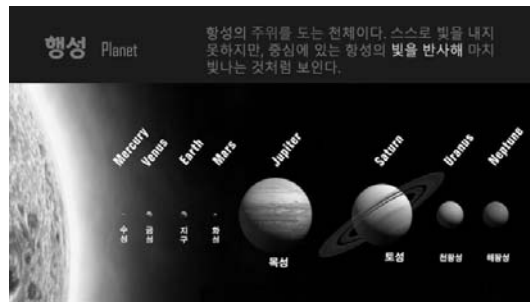


[ppt-6] 여러 가지 천체



[ppt-7] 항성

「우리 이 두 가지 영화에서 화성과 달이라는 천체가 나왔는데, 화성은 천체의 종류 중에 어디에 속하는지 아는 사람 있나요? 화성은 행성에 속하죠. 그럼 달은? 네, 지구의 위성이라고 하죠. 이렇게 천체는 많은 종류로 나뉘는데 이 중에서 대표적인 종류 4가지만 알아보시다.」



[ppt-8] 행성

항성 - 스스로 빛을 내며 반짝이는 별로, 밤하늘의 별은 대부분 태양과 같은 항성이다.

행성 - 항성의 주위를 도는 천체이다. 스스로 빛을 내지 못하지만, 중심에 있는 항성의 빛을 반사해 마치 빛나는 것처럼 보인다.



[ppt-9]성단

성단 - 별의 무리, 항성의 집단을 말한다.

성단을 형성하는 항성의 개수는 적으면 수십 개, 많으면 수백만 개에 이른다.



[ppt-10] 성운

성운 - 가스와 먼지로 이루어져 있어 구름처럼 보이는 천체. 항성은 성운 속에서 탄생한다. '별의 요람'

「그럼 선생님이 확인 한 번 해볼게요. 항성과 행성의 차이를 설명할 수 있는 사람? 네, 항성은 스스로 빛을 내고, 행성은 빛을 내지 못한다. 맞았어요.」

4 - 별과 빛



[ppt-11] 별과 빛

「우리 그림 빛에 대해 한 번 알아보시다. 빛도 속도를 가지고 있어요. 광속이라고 하죠. 그럼 태양에서 발한 빛이 지구에 도착하기까지 시간이 얼마나 걸리는지 알고 있나요? 광속으로 8분 20초가 걸린다고 합니다. 이 속도가 얼마나 빠른지 잘 모르겠죠? 그럼 태양에서 지구까지 KTX를 타고 가면 얼마나 걸릴까요? KTX는 시속 300km라고 해요. 네, KTX를 타면 태양에서 지구까지 60년이 걸린다고 해요. 그럼 자동차를 타고 가면 얼마나 걸릴까요? 자동차는 시속 100km이고 171년이 걸린다고 합니다. 태양계에서 가장 가까운 별도 사실은 우리 지구로부터 아주 멀리 있어요. 그런데 우리는 어떻게 우주에 대해 알 수 있을까요? 네, 천체에서 방출된 빛으로 알 수 있어요. 천체에서 방출

되는 빛을 조사하면 별의 구성성분과 천체의 온도도 알 수 있다고 합니다.]

▶ 빛의 성질을 알아보자



[ppt-12] 빛의 성질

- 거울, 호일, 미러볼, 만화경 등의 다양한 재료에 손전등으로 빛을 반사 시키면서 빛의 이미지가 어떻게 나타나는지 알아본다.

「빛의 대표적인 성질 4가지에 대해 알아보시다.

직진 - 진공 중이거나, 성질이 같은 물질 내에서 빛은 직진한다. *손전등을 사용하여 그림자를 만들며 설명

반사 - 성질이 서로 다른 두 물질의 경계면에서 빛은 반사한다. *거울에 손전등으로 빛을 반사 시키며 설명

굴절 - 어떤 물질에서 다른 물질로 이동할 때 방향에 변화가 생기는 현상

합성 - 두 가지 이상의 단색 빛이 합쳐져서 다른 색으로 보이는 현상 예) $R + G = Y$ *손전등에 각기 다른 색상의 셀로판지를 붙여 빛의 합성을 설명」

▶ 빛의 우주 만들기

- 빛을 반사하는 재료들을 사용하여 앞서 본 천체의 이미지를 상상하며 빛의 우주를 만들어 본다.



[ppt-13] 빛의 반사를 이용한 예술작품

손전등, 거울, 호일, 미러볼, 만화경, 셀로판지 등의 재료를 적절히 사용하면 설명한다.

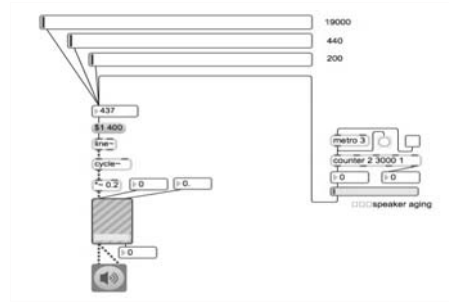
70

예시작품 준비

		<div data-bbox="619 271 1152 573" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="619 577 1024 607">[ppt-14] 빛의 반사를 이용한 예술 작품</p> <p data-bbox="523 618 1252 1261">「물질의 종류, 상태, 특성에 따라서 빛이 여러 형태로 반사되는 것을 알았어요. 그럼 앞에 있는 이 재료들을 사용해서 각자 나의 행성을 만들어볼까요? 각자 자신의 행성을 만들고, 각자의 행성을 모아 교실 공간을 사용해서 작은 우주를 만들어봅시다. 미러판을 여러 형태로 잘라보기도 하고 붙여보기도 하면서 재미있는 빛의 이미지를 만들어봅시다. 참고로 빛을 사용한 예술작품 중에는 어떠한 것이 있는지 한 번 알아봅시다. 이 작품은 거울은 조각조각 이어 붙여서 녹대를 만들었네요. 빛이 반사되면서 빛의 눈이 내리는 듯합니다. 다음 작품도 조각난 거울을 모아서 빛을 반사 시켰네요. 여러 형태로 반사되는 빛이 아까 보았던 성단 같기도 하고 아름답네요. 다음 작품은 물은 사용한 작품입니다. 물에 빛을 반사 시켜 물의 일렁거림을 작품으로 표현했네요. 성운과 비슷한 느낌이 드는 작품입니다.」</p> <ul data-bbox="534 1323 1252 1727" style="list-style-type: none"> - 미러볼, 거울, 만화경, 셀로판지로 어떠한 표현이 가능한지 미리 만들어 온 예시 작품을 보여주며 이것을 토대로 어떠한 빛의 이미지를 만들 수 있는지 스스로 상상하여 다양한 형태의 빛의 이미지를 만들 수 있도록 유도한다. - 순회 지도를 통하여 제작 중간마다 참가자의 제작에 대한 피드백을 실행하고 작품의 중간 단계를 공유한다. (다른 참가자들의 방법을 참조하여 또 다른 빛의 이미지 제작이 가능) 		
		<p data-bbox="826 1783 940 1816">점심시간</p>	60	
2		<p data-bbox="523 1877 900 1910">▶ 오후 수업 개요를 설명한다.</p> <ol data-bbox="534 1921 746 2004" style="list-style-type: none"> 1) 소리의 우주 2) 별자리 이야기 	50	

	<p>소리의 이해와 놀이를 통한 흥미 유발</p>	<p>3) 나만의 별자리, 별소리 상상하기</p> <p>▶ 소리의 우주</p> <p>- 흥미 유발을 위한 여러 가지 질문</p> <p>◎ 소리의 발생 원인에는 무엇이 있을까?</p> <p>◎ 오늘 아침 가장 먼저 들었던 소리는 무엇이고 여기까지 오면서 가장 흥미 있었던 소리는?</p> <p>◎ 가장 싫어하는 소리는?</p> <p>- 소리의 발생 원인과 개념설명</p> <p>◎ 소리의 발생 원인</p> <p>소리가 발생하는 3가지 원인을 약기를 활용해서 설명한다.</p> <p>「어떤 물체가 충격을 받고 소리가 나거나 주변에서 쉽게 들을 수 있는 여러 가지 소리는 발생의 형태들이 아주 다양하다.</p> <p>특정 물건을 문질러 주거나 활꺾거나 해도 마찰의 힘으로 진동을 일으키고 소리가 나온다. 또한, 자신의 목 부위를 손으로 감싸고, 말을 하거나 노래를 부르면 공기가 목을 지나면서 진동을 만들고 있는 것을 느낄 수 있다.</p> <p>소리의 정체는 진동.</p> <p>공기를 진동시켜 우리가 소리를 들을 수 있는 것에는 여러 가지 형태가 있지만 요약해서 정리하자면 크게 3가지로 정리 할 수 있다.</p> <p>소리는 사물의 접촉과 관련된 충격, 비접촉의 공기 흐름, 압력의 변화 때문에 발생한다.</p> <p>발생한 소리 즉 진동은 매질 (소리가 공기 중에서는 약 340m/s의 속도로 퍼져 나가지만 나무(3500미터), 금속(5000미터), 물속(1500미터)에서는 더 빠른 속도로 전달된다.)를 통해서 우리의 귀 안에 중이 부분에 해당하는 고막에 전달되고 그 미세한 떨림은 내이 기관에 전달되며 청신경 뇌 인지 때문에 소리를 듣게 된다.</p> <p>인간의 가청주파수는 20Hz ~ 20000Hz로 알려져 있다.</p> <p>개 : 15~50000</p> <p>박쥐 : 1000~120000</p>		
--	-----------------------------	---	--	--

돌고래 : 150 ~ 150000」

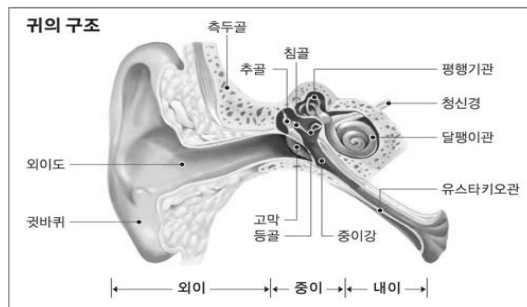


'Max/msp' 프로그램으로 가청주파수(20Hz ~ 20000Hz)를 들어 본다.

- 소리 놀이를 통한 소리의 이해

- ◎ 스프링과 플라스틱 컵을 사용한 소리의 전달 놀이
- ◎ 털실을 이용한 소리 놀이
- ◎ 토크 테이프를 사용한 놀이- 플라스틱 줄을 손끝으로 훑으면 사람의 목소리가 들린다.



- 소리가 들리는 원인과 귀의 구조



「소리가 전달되어 우리 귀에서 들린다.
 사람의 귀에는 외이, 중이, 내이가 있다.
 세반고리관, 달팽이관 등
 내가 느끼는 감각과 보는 것이 다르면 멀미를 한다.
 소리를 모아서 고막을 진동시켜주면 아주 미세한 진동이
 센서를 자극한다.」

- 여러 가지 스피커

「청력을 잃어버린 사람들을 위한 전화기 - 뼈를 통해서
 듣는 골전도 전화기가 있다.
 (진동 스피커를 보여준다.)

		<div style="text-align: center;">  </div> <p>이 스피커는 접촉시켜야만 소리가 들린다. 떨림이 공기를 진동시키고, 고막을 진동시킨다. (스피커를 여러 물체에 접촉시켜 발생하는 소리를 듣는다.) 이 진동은 귀가 아닌 뼈로 들을 수 있다. 참여자들의 여러 신체 부위에 진동 스피커를 접촉시켜 소리를 듣는 체험.</p> <p>소리가 직진하는 성질을 사용한 스피커 - 파라메트릭 스피커 초지향성 스피커, 초음파 스피커라고도 한다. 박쥐들처럼 고주파를 발생 시켜 소리를 직진시킨다.» - 맥커크 효과 「시각 정보와 청각 정보가 동시에 들어오면 시각 정보를 먼저 받아들이는 경향이 있다. 이를 인지 심리학에서 맥커크 효과라고 한다. 눈으로 보이는 것에 의해 듣는 소리가 달라진다.」</p>		
		<p>휴식</p>	<p>10</p>	
<p>상상과 유추를 통한 이미지 제작</p>	<p>전개 (40분)</p>	<p>▶ 별자리 이야기</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>[스텔라리움]을 사용하여 설명한다.</p> <p>- 별자리 프로그램인 스텔라리움을 감상하며 별자리에 대하여 이야기한다.</p>	<p>40</p>	<p>나만의 별자리와 별소리 예시 작품</p>

		<p>「별자리는 밤하늘에 반짝이는 항성에 사람들이 붙여준 모양과 이름을 뜻합니다. 고대로부터 전통적으로 전해 내려오는 별자리가 널리 사용되기는 하지만, 누구나 새로운 별자리를 자기 마음대로 그려 볼 수도 있어요.</p> <p>최초의 별자리는 약 5000년 전 바빌로니아인들이 제정했다고 합니다. 별자리는 고대인들의 상상력이 만들어 낸 예술작품이기도 하지요.</p> <p>오늘날에도 별자리는 중요하게 사용되고 있습니다. 특히 항해 분야에서 지표로 삼을 만한 것이 전혀 없는 대양 한복판에서 별자리는 방향 및 위도 측정의 중요한 척도가 됩니다.</p> <p>스텔라리움이라는 프로그램을 사용하여 별자리에 대해 알아보도록 합시다. 이렇게 고대인들은 여러 별자리를 연결하여 곰과 전갈과 같은 형상을 상상하였습니다. 밤하늘에 떠 있는 수많은 별들을 바라보며 이런 아름다운 이야기들을 만들어냈다니 인간의 상상력은 참 대단하지요.</p> <p>빛과 소리는 같은 파동이에요. 빛의 파동 형태를 사용하면 우리가 귀로 들을 수 있는 소리로 치환이 가능하죠. 우리가 알고 있는 별자리를 눈으로 보는 것이 아니라 귀로 들을 수 있으면 참 재미있을 것 같아요.</p> <p>이번 시간에는 우리가 고대인이 되어서 밤하늘의 별들을 보며 각자가 좋아하는 이야기를 담아서 별자리와 별소리를 만들어 보도록 할 거예요.</p> <p>꽃도 좋고, 새도 좋고, 좋아하는 동물도 좋아요. 주말에 있었던 재미난 일들도 좋구요. 누군가에게 보여주고 싶은 별자리를 만들어보아도 좋을 것 같아요. 」</p> <p>▶ 나만의 별자리와 별소리 상상하기 (켄트지, 트레이싱지, 연필을 나눠준다.)</p> <p>「(예시 작품을 보여주며) 정만영 선생님이 만들어 본 나만의 별자리입니다. 이 별자리는 금붕어의 모습을 하고 있네요. 제목은 큰 금붕어와 작은 금붕어입니다.</p>	<p>을 준비 한다.</p>
--	--	--	-------------------------

		<p>어떤 이야기가 담겨 있는지 한번 읽어 볼게요.</p> <p>들은 사이가 좋았지만 꿈은 달랐답니다. 큰 금붕어는 잉어가 되고 싶었고 작은 금붕어는 빵이 되고 싶었어요. 몇 년 후 큰 붕어는 비단잉어가 되었고, 작은 금붕어는 붕어빵이 되었습니다. 이런 스토리는 가진 별자리 그림입니다. 이 별자리에서 어떤 별소리가 날까, 정만영 선생님은 물방울 소리, 풍당거리는 소리, 해엄치는 소리, 물 흐르는 소리가 날 것 같다고 상상을 했네요.</p> <p>앞에 나눠준 종이에 이렇게 나만의 별자리를 그림으로 그려봅시다. 밑에는 각자 이름을 적어주세요.</p> <p>끝나면 각자의 별자리를 소개하는 시간을 가질 거니까, 자신의 별자리의 이름과 별자리에 대한 설명도 함께 적어봅시다.</p> <p>내 별자리에서는 어떤 소리가 날지 상상을 해 보고 어떤 소리를 넣으면 좋을지 같이 적어보세요.</p> <p>그림을 다 그렸으면 앞에 있는 트레이싱지를 여러분이 그린 별자리 그림 위에 놓고, 그림을 상상할 수 있는 별의 위치를 한번 정해 봅시다. 별의 개수는 12개까지만 사용 가능해요.」</p>		
	정리 및 차시 예고	<p>정리 (20분)</p> <p>▶ 감상 및 정리</p> <ul style="list-style-type: none"> - 완성된 나만의 별자리와 별소리를 다 함께 감상하고, 별소리를 만들기 위해서는 어떠한 재료가 필요할지 다 함께 생각해본다. - 내일 진행될 수업의 개요를 설명하고, 필요한 재료를 집에서 들고 오도록 지시한다. 	20	
10월 27일 프로그램				
3	흥미 유발 및 학습 목표 제시	<p>도입 (30분)</p> <p>▶ 수업 개요를 설명한다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 녹음 장비에 대해 알아보기 2) 폴리아티스트란 3) 나만의 별소리를 녹음해 보자 4) LED와 아두이노를 사용한 빛과 소리의 우주 제작 <p>▶ 녹음 장비에 대해 알아보자</p> <ul style="list-style-type: none"> - 녹음에 사용되는 여러 장비에 대해 알아본다. <p>◎ 윈드셸드, 데드캣, 팝스크린(팝필터, 팝셸드), 헤리 커버</p> <ul style="list-style-type: none"> - 바람막이로 사용한다. 	30	실제 녹음 장비를 보여주며 설명한다.

- ◎ 빗 - 윈드 쉴드의 털을 고르게 한다.
- ◎ 모니터 스피커 - 음악 감상용 스피커나 헤드폰처럼 특정 음역대를 과장하거나 변화를 주는 것과는 다르게 아무런 음의 변화를 주지 않아 원음 그대로를 들 수 있다.
- ◎ 스펀지 - 실내용으로 스피커를 움직일 때 바람을 막거나 입에서 나오는 파열음의 바람을 막고 입에서 나오는 침을 막아 장비를 보호한다.



윈드쉴드



팝스크린

▶ 폴리아티스트의 세계를 알아보자


「예전에는 좋은 녹음기가 없었기 때문에 필요한 소리를 인위적으로 만들어야 했습니다. 영화나 연극, 라디오, 드라마에서 소리를 만들어 효과음을 만들어 주는 사람을 폴리아티스트라고 합니다. 잭 폴리는 사람이 처음으로 이러한 사물들을 이용해서 소리를 만들었어요, 그 사람의 이름을 따서 폴리아티스트라고 합니다. 나중에 동영상도 보여드릴게요.」



(폴리아티스트들의 대표적인 소리를 선별하여, 참여자들이 볼 수 없는 곳에서 소리를 만들어 들려준 뒤 어떠한 소재로 만든 어떤 소리인지를 맞추는 시간을 갖는다.)



「지금부터 선생님이 뒤에 숨어서 소리를 내 볼 테니 어떤 소리인지 한 번 맞춰보세요.

- ◎ 단단한 나무에 나사를 결합하고 마찰시키는 소리 - 새 소리
- ◎ 통(파이프)을 입에 대고 저음으로 짓는 소리 - 사자 울음소리
- ◎ 거울을 물 묻은 손으로 문지르는 소리 - 원숭이 소리
- ◎ 조개껍데기 문지르는 소리 - 개구리 울음소리
- ◎ 페트병을 찌그러트리면서 모래알을 떨어뜨리기 - 달걀 프라이

소리

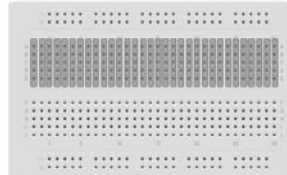
		<p>◎ 미장 칼 등의 금속 부딪히는 소리 - 칼싸움하는 소리</p> <p>이렇게 다양한 물건으로 여러 소리를 만들 수 있어요.]</p> <p>- 부산의 폴리아티스트에 대해 알아보자</p>  <p>(부산에서 활동하고 있는 폴리아티스트 정성권 참고 영상)</p> <p>「잘 보셨나요? 폴리아티스트라는 직업을 가진 사람이 많지는 않아요. 하지만 저 사람들이 영화에 생명력을 불어넣는 사람들이에요. 자 이제 어제 여러분이 나만의 별자리와 별소리에 대해 구상을 했는데, 지금부터는 앞에 있는 물건을 사용해서 여러분이 생각했던 소리에 대해 어떻게 소리를 만들지 실험해 보고 정해지면 각자 두 가지 정도 소리를 녹음할 거예요.」</p>		<p>를 만들 수 있는 여러 가지 물건 준비</p>
<p>상상과 유추를 통한 사운드 제작</p>	<p>전개 (190분)</p>	<p>▶나만의 별소리를 녹음해 보자</p> <p>(참가자들의 능동적인 참여를 유도한다. 만들고 싶어 하는 소리와 필요로 하는 재료에 대해 자문하고 방법을 의논한다.)</p> <p>「다른 친구들이 녹음할 때는 조용히 다 함께 감상합니다. 그리고 선생님이 시작하면 자기의 이름과 소리에 대한 설명을 말한 뒤 만든 소리를 녹음합니다. 그렇게 하지 않으면 나중에 선생님이 소리 편집할 때나 다음에 여러분이 소리를 들었을 때 ‘언제 어디서 어떤 소리를 누가 소리를 만들고 녹음’했는지 모르니까요.」 그런 중요한 상황 정보를 목소리로 표시를 하듯 녹음하고 진행합니다.</p> <p>(녹음 시범을 보인다)</p>	<p>40</p>	<p>참고 영상 준비</p>

	<p>(모든 참가자의 녹음을 한다. 녹음이 원활히 이루어지도록 다른 참가자들의 도움을 유도하고 노이즈가 섞이지 않도록 지도한다.)</p>	
<p>이미지와 사운드를 사용하여 창의적 설계하기</p>	<p>▶ LED와 아두이노를 사용한 빛과 소리의 우주 제작 - 전체 흐름 소개</p>  <p>[ppt-15] 전체 흐름 소개</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 별자리 표시하고 구멍 뚫기 2) MP3 연결하기 3) LED 연결하기 4) 코딩하기 <p>- 세부 설명 및 제작 개시</p>  <p>[ppt-16] 재료 설명</p> <p>(주요 재료 설명 - 사용할 재료의 용도와 원리에 대해 간단하게 설명하고 이해시킨다.)</p> <ul style="list-style-type: none"> ◎ 아두이노 <ul style="list-style-type: none"> - LED, 모터, 입력장치, 출력장치 등을 제어하는데 특화된 작은 컴퓨터 ◎ 브레드 보드(빵판) 	<p>50</p>

		<ul style="list-style-type: none"> - 전자 부품을 간단히 배치하고 연결할 수 있도록 해주는 편리한 회로 기판 ◎ 저항 <ul style="list-style-type: none"> - 전기의 흐름을 방해하는 부품 ◎ DF 플레이어 <ul style="list-style-type: none"> - 음악 파일을 저장, 출력할 수 있다. 아두이노용 mp3 플레이어 ◎ 광센서 <ul style="list-style-type: none"> - 저항의 역할을 한다. 빛을 받으면 저항값이 약해져 전류를 많이 흘려보낸다. ◎ LED <ul style="list-style-type: none"> - 빛을 발하는 다이오드. 		
점심시간		60		
4	학습 활동	<p>1) 별자리 표시하고 구멍 뚫기</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p style="text-align: center; background-color: black; color: white; margin: 0;">별자리 표시하기</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 브레드 보드와 아두이노, 건전지 케이스를 붙일 공간을 남겨두고 별자리를 표시한다. 2. 송곳으로 구멍을 뚫는다. <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">  </div> </div> <p style="text-align: center;">[ppt-17] 별자리 표시하고 구멍 뚫기</p> <ul style="list-style-type: none"> - 브레드 보드와 아두이노, 건전지 케이스를 붙일 공간을 남겨두고 별자리를 표시한다. - 송곳으로 구멍을 뚫는다. <p>2) 브레드 보드의 원리를 이해한다.</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p style="text-align: center; background-color: black; color: white; margin: 0;">브레드 보드 (빵판)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 브레드보드(BreadBoard)는 일명 빵판이라고도 불리며, 전자부품을 간단히 배치하고 연결할 수 있도록 해주는 편리한 회로 기판입니다. <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">  </div> </div> <p style="text-align: center;">[ppt-18] 브레드 보드란</p>		

브레드 보드 핀 구조

1. 브레드보드의 세로 핀



[ppt-20] 브레드 보드 구조

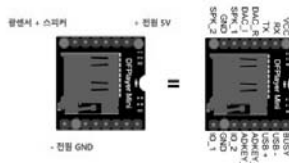
- 전선과 센서, 저항 등을 연결하는 베이스로 브레드 보드의 구조와 원리를 이해해야 스스로 회로 구성이 가능하다.

「전자 회로 구성할 때 납땀 없이 구성과 연결이 가능하며 지속적인 회로의 수정이 가능합니다. 색이 칠해져 있는 구멍들끼리 내부적으로 연결된 구조입니다.」

- 브레드보드의 뒷면을 직접 보여주며 핀의 구조를 설명하고, 화이트보드를 이용하여 브레드보드의 회로 연결에 관한 간단한 퀴즈를 내어 이해를 돕는다.

3) MP3 플레이어 연결하기

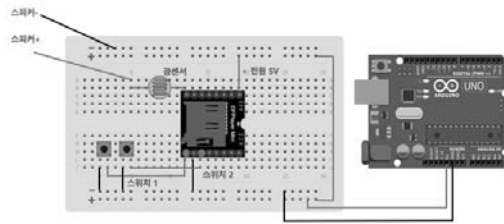
플레이어 연결하기



[ppt-21] DF플레이어 설명

- DF 플레이어의 구조에 관해 설명한다. 제작에 필요한 부분만 추출하여 알기 쉽게 설명한다.

플레이어 연결하기



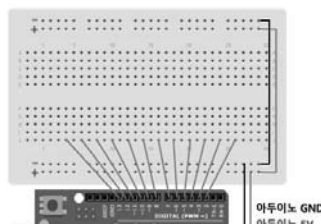
[ppt-22] 광센서,DF플레이어, 스위치 연결

- 아두이노와 브레드 보드의 연결하기
(DF 플레이어, 광센서, 스위치와 연결하기 위함.)
- 브레드 보드에 광센서와 DF 플레이어 연결하기
- 브레드 보드에 DF 플레이어의 스위치 연결하기
- 스피커 연결하기
- DF 플레이어에 음원이 담긴 메모리 카드를 넣는다.
- 광센서에 손전등으로 빛을 비추어 스피커로 소리가 들리는지 확인한다.

(ppt에서 연결 과정의 설명을 세분화시켜 천천히 쉽게 따라올 수 있도록 유도한다. 한 과정이 진행될 동안 순회하며 문제점을 직접 해결할 수 있도록 지도한다.)

4) LED연결하기

아두이노 연결하기

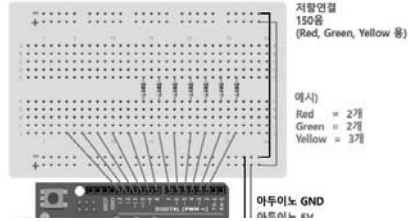


[ppt-23] 아두이노와 브레드 보드에 배선

- 브레드 보드에 아두이노와 LED를 연결하기 위한 배선을 한다.

(아두이노의 2번에서 13번 핀까지 사용한다. 브레드 보드에 전선을 연결할 때는 구멍을 2칸 정도 띄워야 배선하기 편하다.)

아두이노 연결하기

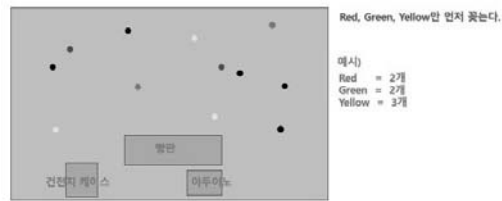


[ppt-24] 저항 연결

- 브레드 보드에 LED를 사용하기 위한 저항을 연결한다.

(LED의 전압에 따라 사용하는 저항이 다르다. LED의 white, blue는 저항 120옴을 사용하고, Yellow, red, green은 150옴의 저항을 사용한다.)

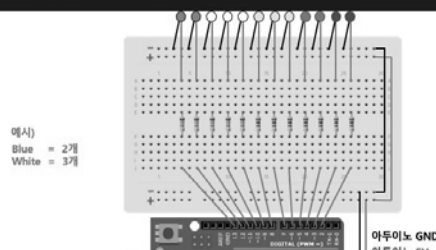
별자리에 LED꽂기



[ppt-25] LED 막대 고정 시키기

- 압축 스티로폼에 LED 막대를 자신이 원하는 위치에 고정 시킨다. (전선을 아두이노와 쉽게 연결하기 위해서 플러스 선과 마이너스 선을 정리하며 고정한다.)

LED 연결하기



[ppt-26] 브레드 보드에 LED 연결

- LED 막대의 전선을 브레드보드에 연결한다.

		<p>(LED에 불이 들어오는지 확인하며 연결한다. 불이 들어오지 않으면 어딘가의 선이 연결이 잘못되었을 가능성이 있으므로 천천히 회로를 검사하며 문제점이 일어난 곳을 찾고 해결한다.)</p> <p>5) 코딩하기</p> <div style="background-color: black; color: white; text-align: center; padding: 5px; margin: 10px 0;">코딩하기</div> <pre> int pwm_pins[] = {3, 5, 6, 9, 10, 11}; //핀 물결모양 > 서서히 밝아지고 어두워짐 int binary_pins[] = {2, 4, 7, 8, 12, 13}; //물결모양 없음 >깜박깜박 int pwm_intervals[] = {1500, 500, 1900, 1000, 3000, 2000}; //시간 - 핀에 맞게 속도 변경 가능 int binary_duration[] = {100, 300, 50, 2000, 800, 1500} 1000 = 1초 </pre> <p style="text-align: center;">[ppt-28] 코딩하기</p> <ul style="list-style-type: none"> - 아두이노와 노트북을 USB케이블로 연결한다. - 노트북으로 메모리 카드를 연결하여 코딩 데이터를 실행시킨다. - LED의 불빛의 속도를 조절해 본다. (각 핀에 맞게 속도를 조절할 수 있다. 숫자 1000은 1초를 의미한다.) <p>6) 건전지 케이스 연결하기</p> <ul style="list-style-type: none"> - 건전지를 케이스에 넣어서 아두이노에 연결한다. 압축 스티로폼에 고정한다. <p><i>「컴퓨터에서 전원공급을 안하고 이제 이 건전지로 전원을 공급할 거예요. 양면테이프를 사용해서 건전지 케이스를 스티로폼에 고정합니다.」</i></p>		
	<p>정리 (20분)</p>	<p>▶감상 및 정리</p> <ul style="list-style-type: none"> - 제작한 작품을 클래스로 들고 가서 설치하고, 제작 계획과 의도에 맞게 제작되었는지 교사와 피드백을 통해 제작 활동을 정리 할 수 있도록 한다. 	20	

(2) 초등 일반형 프로그램 개요

[표 III-2] 초등 일반형 <내 눈에서 빛나는 별소리> 프로그램 개요

프로그램명		내 눈에서 빛나는 별소리				
교육목표		1. 천체의 종류와 차이를 이해할 수 있다. 2. 빛의 성질에 대해 이해하고 응용할 수 있다. 3. 파동과 소리의 특성에 대해 이해할 수 있다. 4. 이미지와 소리를 유추하고 상상하는 능력을 기를 수 있다. 5. 소리의 디자인과 녹음 방법을 익힐 수 있다. 6. 발광다이오드와 센서의 원리를 알아보고 아두이노를 이용하여 활용할 수 있다.				
관련 교과 / 장르		시각, 과학		학습대상	초등 4~6	
차시	시간	구분	학습주제	학습내용	비고	
1	30분	<도입>	천체와 우주	▶천체 관측소를 견학한다. ▶천체의 종류와 특징을 이해한다.		
	130분	<전개>	빛의 우주	▶빛의 성질을 이해하고 이를 이용한 빛의 게임을 실시한다. ▶빛이 여러 가지 물체에 반사되는 이미지와 빛의 합성과 같은 성질을 사용하여 나만의 천체를 만들어 본다,	자료 사진을 통해 흥미유발과 이해를 돕는다.	
	20분	<정리>	정리 및 차시 예고	▶각자의 작품을 다 함께 감상하며 빛의 이미지에 대한 느낌을 공유한다,		
2	30분	<도입>	소리의 세계	▶소리의 원리와 발생 원인에 대해 이해한다.		
	130분	<전개>	소리의 우주	▶폴리아티스트에 대해 알아본다. ▶준비한 여러 가지 물체를 사용하여 각자의 스토리에 맞추어 효과음을 만들어 본다.	참고영상과 다양한 물체를 준비한다.	
	20분	<정리>	정리 및 차시 예고	▶각각의 스토리를 합쳐 하나의 이야기기를 만들어 본다.		
3	20분	<도입>	별의 우주	▶별자리에 대해 이해한다.		
	150분	<전개>	상상과 유추를 통한 나만의 별자리와 별소리	▶나만의 별자리를 상상하고 그려본다. ▶나만의 별소리를 상상하고 소리를 만들어 본다. ▶나만의 별소리를 녹음한다. ▶나만의 별자리와 별소리를 입체로	적극적인 참여를 유도한다. 참고 자료를 통해	

				만들기 위한 준비를 한다. 작품 제작을 위한 도구의 원리와 작동 방식을 이해한다.	도구를 이해시킨다,
	10분	<정리>	정리 및 차시 예고	▶전체적인 질의응답의 시간을 가지고 다음 차시에 대해 의논한다.	
4	10분	<도입>	제작 준비 이미지와 사운드를 사용하여 내	▶필요한 부품들을 확인한다.	순회 지도를 한다.
	150분	<전개>	눈에서 빛나는 별소리 만들기	▶자신이 상상한 스케치를 토대로 만드는 방법에 대해 의논한다. ▶순회 지도를 하며 제작 의도와 제작 과정 및 방법에 대해 피드백을 통한 발전과 수정을 도모한다.	
	20분	<정리>	정리	▶각자가 만든 나만의 별자리와 별소리를 한 곳에 모아 다함께 감상하며 생각을 공유하는 시간을 가진다.	

(3) 중등 캠프형 프로그램 개요

[표 III-3] 중등 캠프형 <내 눈에서 빛나는 별소리> 프로그램 개요

프로그램명		내 눈에서 빛나는 별소리			
교육목표		1. 천체의 종류와 차이를 이해할 수 있다. 2. 빛의 성질에 대해 이해하고 응용할 수 있다. 3. 파동과 소리의 특성에 대해 이해할 수 있다. 4. 이미지와 소리를 유추하고 상상하는 능력을 기를 수 있다. 5. 소리의 디자인과 녹음 방법을 익힐 수 있다. 6. 발광다이오드와 센서의 원리를 알아보고 아두이노를 이용하여 활용할 수 있다.			
관련 교과 / 장르		시각, 과학		학습대상	중1~고1
차시	시간	구분	학습주제	학습내용	비고
1	30분	<도입>	천체와 우주	▶천체 관측소를 견학한다. ▶우주의 기원에 대해 알아본다.	
	70분		빛의 우주	▶우주와 천체에서 발하는 빛을 이해한다. ▶방출스펙트럼과 흡수스펙트럼을 이해하고 일상속의 물체의 구성성분을 분석하여 스펙트럼으로 나타내어 본다. (인터넷을 사용하여 자료를 검색한다.)	*자료 사진을 통해 흥미유발과 이해를 돕는다. *순회 지도를 한다
	20분		정리 및 차시 예고	▶다 함께 제작한 것을 감상하며 개인의 생각을 공유한다.	
2	30분	<도입>	소리의 우주	▶파동의 원리에 대해 이해한다. ▶다양한 악기를 사용하여 소리의 발생 원인에 대하여 이해한다.	*참고 자료를 통해 흥미를 유발시킨다
	80분		상상과 유추를 통한 별자리와 별소리 제작	▶별자리에 대해 이해한다. ▶모둠별로 별자리를 상상하고 스토리를 만든다. (별자리의 토대가 되는 점의 집합은 인터넷에서 리서치를 통해 각 모둠이 정하도록 한다. 예> 집회에 모인	*스텔라리움, 인터넷 리서치등 다양한 방법으로

				사람들의 집합, 야경에 찍힌 인공 광원들, 철새들의 이동 등) ▶모듬별로 별소리를 상상해 본다.	동기를 유발시킨 다.
	10분		정리 및 차시 예고	▶전체적인 질의응답의 시간을 가지고 다음 차시에 대해 의논한다.	
3	60분	<전개>	이미지와 사운드를 사용하여 내 눈에서 빛나는 별소리 만들기	▶폴리아티스트에 대해 알아본다. ▶상상한 별소리를 여러 물체를 사용 하여 만들고 녹음한다.	적극적인 참여를 유도한다. 참고 자료를 통해 도구를 이해시킨 다,
	60분			▶제작에 필요한 기본 도구, 부품의 원리에 대해 이해한다. ▶모듬별 상상한 별자리 스케치를 토 대로 아두이노와 센서, LED를 사용 하여 입체물을 제작한다.	
4	100분		이미지와 사운드를 사용하여 내 눈에서 빛나는 별소리 만들기	▶순회 지도를 하며 제작 의도와 제작 과정 및 방법에 대해 피드백을 통한 발전과 수정을 도모한다.	순회 지도를 한다.
	20분	<정리>	정리	▶모듬별 제작한 별자리와 별소리를 한 곳에 모아 다함께 감상하며 생각 을 공유하는 시간을 가진다.	

(3) 중등 일반형 프로그램 개요

[표 III-4] 중등 일반형 <내 눈에서 빛나는 별소리> 프로그램 개요

프로그램명		내 눈에서 빛나는 별소리			
교육목표		1. 천체의 종류와 차이를 이해할 수 있다. 2. 빛의 성질에 대해 이해하고 응용할 수 있다. 3. 파동과 소리의 특성에 대해 이해할 수 있다. 4. 이미지와 소리를 유추하고 상상하는 능력을 기를 수 있다. 5. 소리의 디자인과 녹음 방법을 익힐 수 있다. 6. 발광다이오드와 센서의 원리를 알아보고 아두이노를 이용하여 활용할 수 있다.			
관련 교과 / 장르		시각, 과학		학습대상	중1~고1
차시	시간	구분	학습주제	학습내용	비고
1	10분	<도입>	천체와 우주	▶우주의 기원에 대해 알아본다.	
	150분	<전개>	빛의 우주	▶우주와 천체에서 발하는 빛을 이해한다. ▶방출스펙트럼과 흡수스펙트럼을 이해하고 일상속의 물체의 구성성분을 분석하여 스펙트럼으로 나타내어 본다. ▶스펙트럼을 입체화 시켜본다.	*자료 사진을 통해 흥미유발과 이해를 돕는다. *순회 지도를 한다
	20분	<정리>	정리 및 차시 예고	▶다 함께 제작한 것을 감상하며 개인의 생각을 공유한다.	
2	30분	<도입>	소리의 세계	▶소리의 원리와 발생 원인에 대해 이해한다.	
	130분	<전개>	소리의 우주	▶폴리아티스트에 대해 알아본다. ▶녹음장비와 기술에 대해 이해한다. ▶준비한 여러 가지 물체를 사용하여 모둠별로 스토리에 맞추어 효과음을 만들고 녹음해 본다.	참고영상과 다양한 물체를 준비한다
	20분	<정리>	정리 및 차시 예고	▶모둠별로 만든 스토리와 효과음을 감상한다.	
3	20분	<도입>	별의 우주	▶천체 관측소를 견학한다.	

	150분	<전개>	상상과 유추를 통한 별자리와 별소리 제작	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 별자리에 대해 이해한다. ▶ 모듈별로 별자리를 상상하고 스토리를 만든다. (별자리의 토대가 되는 점의 집합은 인터넷에서 리서치를 통해 각 모듈이 정하도록 한다. 예> 집회에 모인 사람들의 집합, 야경에 찍힌 인공 광원들, 철새들의 이동 등) ▶ 모듈별로 별소리를 상상하고 소리를 만들어 녹음한다. ▶ 모듈별 별자리와 별소리를 입체로 만들기 위한 준비를 한다. 작품 제작을 위한 도구의 원리와 작동 방식을 이해한다. 	<p>적극적인 참여를 유도한다</p> <p>참고 자료를 통해 도구를 이해시킨다,</p>
	10분	<정리>	정리 및 차시 예고	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 전체적인 질의응답의 시간을 가지고 다음 차시에 대해 의논한다. 	
4	10분	<도입>	제작 준비 이미지와 사운드를 사용하여 내 눈에서 빛나는 별소리 만들기	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 필요한 부품들을 확인한다. 	
	150분	<전개>	제작 준비 이미지와 사운드를 사용하여 내 눈에서 빛나는 별소리 만들기	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 모듈별 상상한 별자리 스케치를 토대로 만드는 방법에 대해 의논한다. ▶ 순회 지도를 하며 제작 의도와 제작 과정 및 방법에 대해 피드백을 통한 발전과 수정을 도모한다. 	<p>순회 지도를 한다.</p>
	20분	<정리>	정리	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 모듈별 제작한 별자리와 별소리를 한 곳에 모아 다 함께 감상하며 생각을 공유하는 시간을 가진다. 	

5) 프로그램 실행 및 분석

(1) 10월 26일 프로그램

① 천체 관측소 견학

- 부산 국립과학관 4층에 있는 천체관측소로 올라가 학생들과 함께 굴절 망원경과 4대의 보조 망원경을 통해 직접 태양의 모습을 관찰하는 시간을 가질 수 있었다. 당일 다행히도 날씨가 맑아서 태양의 모습을 달걀노른자같이 아주 또렷하게 관찰할 수 있었다. 이러한 다양한 종류의 망원경으로 태양을 관찰할 기회는 그다지 많지 않다. 흑점의 활동과 같은 드라마틱한 장면은 볼 수 없었지만, 여러 가지 방법으로 태양을 관측할 수 있었던 경험이 참여자들에게는 아주 소중한 체험으로 남았으리라 생각된다. 수업의 도입 부분에서 수업의 주제에 부합하는 천체관측소를 직접 견학할 수 있었던 것이 참여자들의 흥미 유발과 집중도 향상에 큰 도움이 되었던 것 같다.

② 천체 이야기

- 천체와 우주를 배경으로 빛과 소리라는 과학적 요소를 자연스럽게 끌어내야 할 필요성이 있었다. 빛이라는 요소로 연결이 되는 항성과 행성의 차이를 이해시키기에 앞서 천체와 관련된 일상적인 소재를 사용하여 수업 주제와 참여자들 간의 거리를 좁히고 천체에 몰입할 수 있도록 아래와 같은 프로그램을 설계하였다.
 - 천체와 요일에 대한 퀴즈
 - 영화에 나오는 천체 맞추기 퀴즈
- 퀴즈를 맞힌 학생에게는 손전등을 선물로 주었다. 퀴즈 형식의 수업은 초반 이론이 주된 수업에서 집중도를 높이기 위한 한 가지 방법으로 쓰였으며, 많은 학생이 적극적으로 수업에 참여하는 결과가 나와 효과적이었다고 생각한다.

③ 빛의 성질에 대한 이해

- 일반적으로 접하는 빛의 성질을 이야기하기에 앞서 태양계와 다른 항성 간의 거리가 아주 멀다는 사실과 그런데도 우리가 천체를 관측할 수 있는 이유는 천체가 빛을 발하기 때문이라는 사실을 전달할 필요가 있었다. 천체 간의 거리, 빛을 발한다는 사실을 ‘태양에서 발한 빛이 지구에 도달하는 시간’으로 풀어내었다. 광속으로 걸리는 시간, KTX의 속도로 걸리는 시간, 자동차의 속도로 걸리는

시간순으로 광속만으로는 직감하기 어려운 거리와 시간의 양을 일상적인 교통수단으로 치환하여 설명한 것이 빛에 대한 흥미와 이해도를 높였던 것 같다.



[그림 III-1] 셀로판지와 만화경을 응용한 작품



[그림 III-2] 만화경을 응용하여 성단의 이미지 구현

④ 빛의 우주 만들기

- 1차시 후반 60분 동안 빛을 반사하는 여러 재료를 사용하여 나만의 천체를 만들어 보는 시간을 가졌다. 사용한 재료는 아래와 같다.
 - 둥근 거울
 - 알루미늄 포일
 - 셀로판지

- 미러볼 만들기 세트
- 만화경 만들기 세트
- 종이 접시와 물
- 학생들이 가장 흥미롭게 사용한 재료는 셀로판지와 만화경 만들기 세트였다. 선호하는 재료의 편향은 시연 수업에서도 알 수 없었던 부분이기도 하며, 프로그램 대상자의 연령대에 따라서도 달라질 것이라 예상된다. 이러한 부분은 프로그램을 거듭하며 설계를 정교화해 나가야 할 필요성이 있어 보인다.
- 시연 수업에서는 셀로판지가 없었지만 급하게 추가한 셀로판지를 만화경과 복합하여 여러 형태로 응용하는 모습이 인상적이었다. 학생들의 관심도와 집중도가 높아 빛의 성질을 이용한 이미지 제작으로 좀 더 긴 차시를 이용하여 프로그램을 만들어도 좋을 것 같았다.

⑤ 소리의 우주

- 여러 가지 악기와 평소에 접하기 힘든 진동 스피커, 초지향성 스피커 등을 사용하여 소리의 원리와 발생 원인에 대해 소개하였다. 이론적인 설명만이 아니라 직접 악기를 만져보고 체험할 수 있었기 때문에 학생들이 끝까지 흥미를 느끼고 수업에 집중할 수 있었던 것 같다. 특히 진동 스피커를 교사가 직접 학생들의 신체에 접촉시키며 소리를 듣게 했던 체험이 학생들에게 많은 놀라움과 소리에 관한 흥미를 유발한 것 같았다.

⑥ 나만의 별자리, 별소리 상상하기

- 천체를 배경으로 빛과 소리에 대한 이론적, 감성적 체험을 한 뒤 자신만의 별자리와 별소리를 상상해 보는 수업이었다. 별자리 프로그램인 스텔라리움을 사용하여 별자리에 관한 설명이 충분히 이루어진 상태에서 나만의 별자리를 상상해 보도록 유도하려 하였으나 예상외로 학생들의 별자리에 대한 공감도는 떨어졌던 것 같다. 이미지를 생각해 내는 것이 힘들어 보이기도 하였고, 한 친구가 그린 이미지를 여러 명이 따라서 그리기도 하였다. 이유로는 첫째 빛과 소리에 대한 수업시간보다 별자리에 대한 설명 시간이 상당히 짧았던 것을 들 수 있다. 둘째는 고대인들이 별을 보며 이미지를 상상했던 것과 같이 힌트 (별의 무작위적 위치)를 통한 자연스러운 이미지의 유추가 아닌 이미지 선행이라는 조금 억지스러운 나만의 별자리 도출 과정을 이유로 들 수 있을 것이다. 이를 해결하기 위해서

는 별자리에 대한 공감도를 높이기 위해 실내 플라네타리움을 사용하거나, 이미지를 상상하기 전에 힌트가 되는 별자리를 제공하는 것이 한 가지 방법이 될 것 같다.



[그림 III-3] 나만의 별자리 녹음하기

(2) 10월 27일 프로그램

① 소리 유추하기

- 준비한 여러 가지 물체를 사용하여 만들어 낸 소리를 유추하는 게임을 진행하였다. 26일에 진행한 나만의 별소리 상상하기에서 학생들에게 필요할 것 같은 소리 재료를 준비해 왔으나, 효과음 제작에 대한 경험이 적고 재료를 다루는 것이 미숙하여 준비한 물체를 충분히 사용하여 의도한 소리를 만드는 것에 어려움이 있었다. 유추하기 쉬우며 소리내기 쉬운 물품들을 정리할 필요성이 있어 보인다.

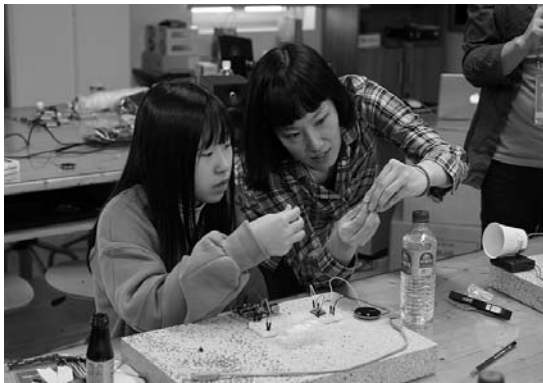
② 나만의 별소리를 만들고 녹음하기

- 폴리아티스트에 대해 참고 영상을 보여주며 효과음을 만드는 방법과 녹음 과정에 대해 이해를 유도하였다. 폴리아티스트라는 직업이 많이 알려지지 않은 직업이라 학생들의 관심이 높았고, 일상적인 물체를 사용하여 의외의 효과음을 만들어 내는 과정에 많은 흥미를 보였다. 이후 나만의 별소리를 만드는 과정에 적극적으로 참여하는 결과를 낳았다. 효과음에 특화된 대표적인 물체들이 좀 더 많았으면 하는 아쉬움이 있었다. 전반적으로 학생들의 집중도가 굉장히 높았으며, 내 눈에 빛나는 별소리 프로그램 중 가장 활동적인 수업이었던 것 같다. 소리를 만드는 프로그램으로 나만의 별소리 이외에도 여러 형태의 프로그램 구성이 가능할 것 같다.

③ 빛과 소리와 우주 제작

- 10월 26일에 진행한 빛과 소리의 이론적, 감성적 체험을 바탕으로 스스로 상상한 나만의 별자리를 미디어 재료를 사용하여 입체화시키는 수업이었다. 이 프로그램에서 의도한 내용과 실행 후 결과 분석은 아래와 같다.
- 아두이노, 브레드 보드, 센서, 저항, DF플레이어 등의 원리와 사용 방법을 익히고 응용할 수 있다. : 제작에 시간이 많이 할애 될 것을 염려하여 주요 부품의 원리에 대해 충분히 설명이 이루어지지 않은 것 같다. 짧은 시간 안에 브레드보드와 저항의 원리를 이해시키는 것이 무리가 있었고, 설명 방법도 효과적이지 않았던 것 같다. 브레드보드의 경우 현장에서 직접 구조를 알기 쉽게 보여주었으나, 브레드보드 자체의 크기가 너무 작고 핀의 구조를 이해하기에 앞서 회로도에 대한 개념을 알려줘야 할 필요성이 있었던 것 같다. 또한, DF 플레이어의 경우 다리마다 연결해야 하는 것이 정해져 있음에도 불구하고 부품 자체에 아무런 정보가 쓰여 있지 않은 것이 배선하는 데 있어 어려움이 있었다. 결과적으로 학생들은 ppt의 회로도를 보고 따라 하는 수준에 머물렀고 스스로 이러한 부품을 응용하여 다른 무엇인가를 만드는 것은 어려워 보였다.
- LED의 반짝이는 속도를 스스로 조절해 보며 코딩 방법을 익힌다. : 센서, 저항, LED 연결에 시간이 많이 할애 되어서 코딩을 할 수 있는 시간이 거의 없었다. 결과적으로 빛의 반짝임이 모두 일률적인 모습이 되어 차별성, 다양성을 찾을 수 없었다. 또한, 코딩에 대한 이해와 응용을 이루지 못한 것 같다.
- 자신이 상상한 별자리를 입체화시켜본다. ; LED의 높이가 모두 같아서 우주와 같은 입체적인 느낌이 나지 않았다. 예술작품보다는 과학 키트 같은 느낌이 강하게 들었다, 입체적인 별자리를 느끼기 위해서는 LED 막대의 높이를 여러 가지로 준비해야 할 필요성이 있었던 것 같다.
- 완성된 별자리 사이를 손전등을 사용하여 여행하면서 다른 학생들이 만든 별소리를 탐험한다. : 마지막에 시간이 많이 부족하여 정리와 감상에 충분히 시간을 할애할 수 없었다. 별소리의 길이가 짧아서 어떠한 이미지를 소리로 나타냈는지 알기 힘들었다. 프로그램의 마지막 단계에서 제작한 작품의 감상을 통해 소리의 우주라는 감성적 체험을 끌어내기 위해서는 광센서에 손전등으로 빛을 비추는 행위를 고려한 작품의 설치 방법 및 광센서의 감도와 스피커의 소리 조절에 대한 세밀한 설계가 필요해 보인다.
- 빛과 소리의 우주 제작은 많은 차시를 할애하여야 효과적으로 프로그램이 기능할 것으로 예상된다. 제작에 필요한 재료의 정리와 제작 방법의 간소화도 필요해 보인다. 다만 필요 이상의 간소화는 참여자 스스로가 재료와 제작 방법에 대

해 문제를 해결하고 응용하는 과정을 삭제해 버릴 가능성이 있다. 프로그램 대상자의 연령과 선행학습의 여부, 프로그램의 차시 등 모든 요소를 복합적으로 고려한 작품 키트의 맞춤 설계가 필요하다고 생각된다.



[그림 III-4] 빛과 소리의 우주 제작



[그림 III-5] 작품 설치 후 감상

6) 제안점

(1) 선행학습의 여부에 따른 세분화된 프로그램 설계

- 아두이노와 브레드보드를 사용하여 작품을 제작하기 위해서는 기본적인 아두이노의 원리와 브레드보드의 구조를 알고 있어야 할 필요가 있다. 특히 브레드보드는 회로를 연결하는 베이스로서, 구조적인 이해가 동반되지 않으면 스스로 배선을 하는 것은 거의 불가능하다고 볼 수 있다. 이번 공개수업에서도 브레드보드의 구조를 이해시키는 부분에 시간이 많이 할애되었다. 그로 인해 실질적으로 작품을 제작하는 시간이 짧아져 마지막 코딩과 마무리 시간이 많이 부족해졌다. 아두이노와 브레드보드에 관한 선행학습이 되어있는 학생들과 아두이노를 전혀 모르는 학생들을 구분해서 프로그램을 세분화시켜야 할 필요가 있을 것 같다.

(2) 단일 수업 참가 제한

- 2일 차 수업에서 첫날에 불참했던 학생들을 마지막 날에만 참여시키는 것이 큰 문제가 되지 않으리라 생각되어 참여시켰다. 수업을 시작하기 전에 전날 있었던 프로그램에 대해 대략 설명을 했기 때문에 당일 수업의 진행에는 큰 문제가 없었으나 과연 교육적으로 효과가 있었을지 의문이 든다. 둘째 날의 수업은 첫날에 진행한 수업을 통해 이해하고 경험한 것을 바탕으로 설계된 프로그램이다. 첫째 날에 진행된 빛과 소리에 관한 이해와 감성적 체험이 없는 상태에서 그저 아두이노와 센서를 사용한 만들기 작업만을 체험한다면 그 수업은 수동적인 수업에 그치고 말 것이며 결과물에 대한 동기부여 또한 불가능할 것이다. 수업의 결과물으로써 자신이 만든 작품을 가지고 가는 것은 좋았을 것으로 생각하지만, 아마도 그 과정에서 자신이 왜 이것을 만들고 있으며, 이것이 어떠한 의미를 지니는지에 대해서는 많은 의문이 생겼으리라 생각된다.

2. 물리와 공연예술의 융합

1) 이론적 배경

- STEAM교육은 과학 중심의 STEM교육을 발전시키는 것을 목적으로 하고 있다. 그래서 예술 교육의 의의를 충분히 이해하지 않은 채, 과학교육을 보완하고 충족시키는 역할로 한정 짓는 가능성이 있다는 점을 지적하고 있다. (김정효, 안도 교유이치로, 2013)
- 예술에 내재된 창의역량을 활용하는 것은 경계를 넘나드는 유연한 사고와 풍부한 감성적 상상력을 길러낼 수 있는 예술교육의 실천이고, 창의적 융합인재 양성을 위한 필수 요소이다.
- 몸을 움직이고 동작을 이용해 탐구할 수 있는 가능성을 더 많이 얻는 아이들은 나중에 뛰어난 기억력을 보여주고 문제를 창의적으로 풀어내고 뛰어난 집중력을 보인다고 말한다.(장동성, 2018) 움직임이라는 특성을 활용할 수 있는 예술장르 ‘무용’을 활용하여 예술교육을 실천하고 활용하고자 한다.
- 융·복합 교육, 여러 교과와 학문 간의 통합에 대한 흐름은 오늘날에 갑자기 이루어진 것이 아니다. 융·복합과 관련된 연구는 꾸준히 진행되었고 다양한 프로그램이 개발되고 교사연수 등이 진행되고 있다. 조현국(2014)은 과학과 예술을 중심의 융·복합 교육을 위한 철학적 의미와 교육 목표에 대한 논의의 중요성을 강조하고 근대과학자들과 예술가를 참고하여 오늘날 추구해야 할 융·복합 교육에 대해 방향을 제시하고 있다.
- 첫째. 융·복합교육은 부분이 아닌 전체의 이해를 통해 새로운 관점을 가질 수 있도록 해야 한다. 둘째. 서로 다른 분야의 통합과 이를 통한 새로운 아이디어의 창출이 가능해야 한다. 셋째. 실생활과 관련된 문제로부터 출발하여야 한다. 넷째. 융·복합교육의 가치를 달성하기 위해 개인의 역량 강화에만 초점을 두지 말고 집단 또는 공동체로서 시너지 효과를 낼 수 있도록 방향설정이 필요하다.
- 창조적 활동가의 경우 과학과 예술의 통합을 개인의 관심과 흥미로부터 출발해 이루어진 비형식적인 학습의 형태로 활동한 특징을 찾을 수 있다. 조현국(2014)이 제안한 네 가지 방향성을 바탕으로 창조적 활동가로 활동할 수 있는 프로그램을 구성하고자 한다.

2) 목적 및 방향

- 융·복합 교육이 이루어지기 위해서는 새로운 교육철학 및 교육 방법 등이 도입되어야 한다.
 - 융·복합교육에서는 부분이 아닌 전체를 이해함으로써 학생들이 새로운 관점을 스스로 구성할 수 있도록 해야 한다.
 - 융·복합교육은 학생들의 인지 발달 수준에 맞게 전략적인 접근 방식이 필요하다.
 - 융·복합교육을 적용하기 위해서는 교사 스스로 타 과목을 이해하고 지식을 습득하기 위해 노력하고 변화하고자 하는 자세를 가져야 한다.
 - 핵심 문제를 중심으로 다른 과목의 지식을 융합하여 학습과제를 제공하고 활동한다.
- 창의적인 교육은 과학, 움직임 영역에서 공통적으로 나타나야 한다.
 - 창의적 교육은 자신의 의지대로 생각을 표현할 수 있도록 유도하는 교육방법으로서, 학생들 스스로 문제해결에 도달하도록 해야 한다.
 - 창의적 활동을 움직임 영역에서 뿐만 아니라 과학영역에서 교육 방법으로 활용한다.
 - 창의적 활동을 유발하기 위해 결과보다는 문제해결을 위한 과정에 초점을 둔다.
 - 동기부여와 흥미유발을 위한 활동을 제시하여 자발적인 참여를 유도, 창작활동이 가능하도록 한다.
- 과학과 예술이 한 장르를 쉽게 가르치기 위한 도구가 되어서는 안 된다.
 - 교육 활동이 과학 지식 획득에만 그치지 않고, 학생 스스로 과학 개념을 재구성하고 내면화하여 이를 실생활 문제에 활용할 수 있도록 해야 한다.
 - 학생들이 가지고 있는 빛과 그림자에 대한 선 개념을 과학개념으로 변화시킬 수 있도록 학생들의 인지구조를 자극할 수 있는 내용으로 수업을 구성해야한다.
- 몸의 움직임을 통하여 확산적 사고를 경험하고 활용한다.
 - 몸을 움직이고 활동하여 탐구 할 수 있는 가능성을 많이 갖게 한다.
 - 학습경험에 감각이나 경험이 관련되도록 하여 학습 내용의 전이 및 파지가 오래 지속되도록 한다.

- 근대 과학자 및 예술가와 같은 창조적 활동가의 사고를 경험하고 특징을 활용한다.
 - 단일하고 보편적인 법칙에서부터 구체적인 사례를 설명하고 새로운 창작물을 발견해내는 창조적 활동가의 사고의 경험을 하게 한다.
 - 하나의 주요한 분야나 입장에서부터 다른 분야의 기술이나 내용을 습득하려하는 동기를 제공하여야 한다.
 - 개인의 관심과 흥미로부터 출발해 이루어진 비형식적인 학습의 형태로 과학과 예술을 융합하여야 한다.

3) 프로그램 구성

- 물리와 공연예술의 융합 프로그램은 캠프형, 일반형 두 가지 수업의 형태로 구성하고 연령대별로 서로 다른 과학 개념을 포함하여 교육프로그램을 구성하였다. 초등 3~4학년에서는 빛의 직진과 그림자, 빛의 반사와 거울의 내용을 초등 5~6학년에서는 빛의 굴절과 분산, 중등에서는 빛의 합성, 빛의 삼원색 등 내용 요소를 포함하였으며, 이는 우리나라의 과학과 교육과정 체계에서 벗어나지 않되, 학생의 연령대에 적합하도록 구성하였다. ‘캠프형’ 프로그램은 과학관이라는 수업의 공간과 특성을 최대한 활용하여 교육기자재와 공간을 적극 활용할 수 있도록 구성하였고, 단기간에 이루어질 수 있는 프로젝트형 수업이다. ‘일반형’ 프로그램은 제한적인 교육환경 안에서 여러 차시에 걸쳐 장기간동안 교육이 이루어질 수 있도록 구성하였다.

(1) 주제 및 활동목표

- < 쇼 미 더 새도우 > 는 ‘해양문제’ 를 주제로 그림자극을 창작해내는 과학·예술 융합 교육 프로그램이다. 그림자극을 캠페인으로 제작하며 학생들은 사회적 문제에 대한 심각성을 알고 공감하며, 이를 자신의 문제로 받아들이는 자기문제화 과정을 경험할 수 있다. 또한, 창작물 표현 과정에서 ‘빛과 그림자’ 라는 과학 개념을 도입하여, 과학 원리를 창의적 설계의 재료로 활용할 수 있도록 하였다. 더불어 그림자극의 연출 과정은 학생들에게 감성적 체험의 기회를 제공할 수 있다. 이번 연구 프로그램에서는 ‘해양문제’ 를 주제로 그림자극 캠페인을 제작하였지만, 해양문제 이외에 다른 주제를 도입한다면 프로그램의 주제를

얼마든지 변화시킬 수 있어 주제에 따른 다양한 프로그램의 구성이 가능하다.

(2) 단계별 활동

① 도입

- 새로운 공간을 인식하고 공간 안의 자신과 참여자들을 인식한다.
- 긴장을 완화하고 몸과 마음을 깨우는 활동을 한다.

② 전개 1_상황제시

- 창의적 설계를 위한 도구 ‘빛과 그림자’ 정보를 OX퀴즈로 제시한다.
- ‘빛과 그림자’ 개념을 이용한 놀이를 통해 개념을 체득하고 움직임으로 확장될 수 있도록 한다.

③ 전개 2_창의적 설계

- ‘빛과 그림자’ 를 직접 실험하며 실험도구를 통해 ‘미’ 를 경험하고 체화된 지식을 언어로 표현하게 한다.
- 체득된 빛과 그림자에 대한 지식을 창작 과정에 활용할 수 있도록 함에 목적을 둔다.

④ 전개 3_감성적 체험

- 빛과 그림자에 대한 지식과 정보를 활용하여 그림자를 형성해 본다.
- 모둠 활동을 하며 자신의 의견을 공유하고 소통하도록 한다.
- 움직임 놀이를 통해 ‘해양쓰레기’ 라는 주제에 공감하고, 자기문제화 한다.

⑤ 발전 1_창의적 설계

- 캠페인을 만들기 위한 스토리보드를 제작한다.
- 공감이 형성된 주제를 스토리로 표현해내게 한다.
- 제시된 정보를 기본으로 정보 검색을 통해 새로운 정보를 수집하여 창의적 활동에 더할 수 있도록 한다.

⑥ 발전 2_감성적 체험

- 모둠을 구성하고 창작공동체로 활동 수 있도록 돕는다.
- 협력 작업의 방안을 제시하고 의견을 나누고 화합할 수 있도록 역할을 제시한다.
- 표현하고자 하는 내용을 정확하게 전달하기 위한 방안을 탐색한다.
- 전달력을 높이기 위해 공연예술에서 필요한 요소들을 스스로 선택하고 결정하게 한다.

⑦ 발전 3_창의적 설계

- 제작된 스토리보드를 바탕으로 그림자극을 만들어 간다.
- 제작의 과정에 대해 설명하고 순서에 따라 창조적 활동가로 활동하도록 한다.
- 창작의 전 과정은 모둠 내에서 협의하고 결정하게 하며 창의적 활동에 제약을 두지 않도록 한다.
- 창작 과정 중 생기는 빛과 그림자에 관한 지식을 실험을 통해 활용하게 한다.

⑧ 마무리

- 리허설과정을 거치며 공연예술의 과정을 체험한다.
- 모둠끼리 결과를 공유하며 피드백 하는 시간을 갖는다.
- 무대에서 실행하며 공연예술의 직접체험을 경험한다.

4) 프로그램 개요 및 상세 지도안

(1) 초등 캠프형 프로그램 개요

① 프로그램 개요

[표III-5] 초등 캠프형 <쇼미더새도우> 프로그램 개요

프로그램명		쇼미 더 새도우			
교육목표		1. 그림자가 생기는 원리를 알고 그림자의 크기를 변화시킬 수 있다. 2. 신체를 활용해 그림자 형태를 다양하게 변환하고 표현할 수 있다. 3. 그림자의 원리를 예술 활동의 재료로 이용할 수 있다.			
관련 교과 / 장르		그림자, 빛, 탐구, 무용, 창작	학습대상	초등 4, 5학년	
차시	시간	구분	학습주제	학습내용	비고
1	120분	상황제시 및 창의적 설계	하이라이트 Hi! Light!	빛과 그림자 OX 퀴즈 그림자로 빈 도형 채우기 물체와 광원의 거리에 따른 그림자의 변화 관찰 조별 탐구 학습	OX 퀴즈 환경 및 암실 공간 구성
2	120분	창의적 설계 감성적 체험	make shadow	해양문제 관련 영상 제시 스토리보드 설계 스토리 공유 및 토의	정보검색 을 위한 환경 구성
3	120분	창의적 설계 감성적 체험	move shadow	정지장면을 그림자로 표현 연극 연출 과정 경험 정지장면의 연결 동작 구상	드로잉테 이프 활용
4	120분	감성적 체험	play shadow	1차 Run-through 학생중심의 문제해결과정 2차 Run-through 조별 작품 감상 및 평가	빔프로젝 트, 무대, 스크린

② 상세 지도안

[표Ⅲ-6] 초등 캠프형 <쇼 미 더 새도우> 상세 지도안

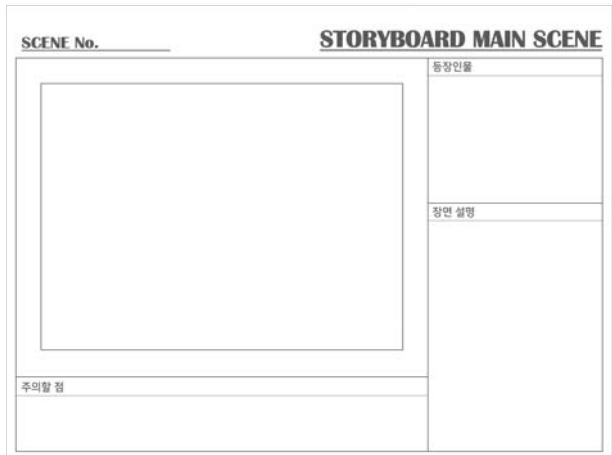
일시	2019년 10월 26일 (토)	강사 명	김주영 이정임	장소	국립과학관 중회의실	학습 대상	초등 4, 5 학년
	10시~15시						
프로그램 명	쇼 미 더 새도우						
교육목표	1. 빛의 직진성에 대해 이해한다. 2. 해양오염 심각성을 알고, 스토리로 풀어낸다. 3. 빛과 그림자 이용하여 그림자극을 완성한다.						
관련 교과	과학, 무용	준비 물	스크린2개 빔 프로젝트3개, 미니무대 4개, 노트북 4대				

학습과정안					
차 시	학습주제	단계	학습활동	시간	비고
1	빛의 원리 이해하기	도입	인사하기 - 학생들이 공간 안에서 원을 이루어 서도록 한다. - 한명씩 돌아가며 자신의 이름을 말하도록 한다. - 학습내용을 알린다. 학습내용 전달 “우리는 빛과 그림자를 이용하여 그림자극을 만들게 될 것 입니다.” 몸풀이 - 아이스 브레이킹 ‘고리풀기’ - 가벼운 걷기와 뛰기	5	주의점: 일상과 분리된 공간
		전개1 상황제 시	OX퀴즈 - 퀴즈를 통해 빛의 직진성과 빛과 그림자의 성질을 이해하게 한다. - 공간을 OX 구역으로 나누어 움직이며 퀴즈 활동을 진행한다. <OX퀴즈 문제> 1. 물체가 빛에 다가가면 그림자는 커진다. 2. 물체가 빛에 다가가면 그림자는 흐려진다.	25	준비물: 빔 프로젝트, 스크린

		<p>3. 빨간색 공, 파란색 공 두 물체의 그림자는 같은 색이다.</p> <p>4. 광원의 모양을 바꾸면 그림자 모양도 달라진다. (조명의 모양 예시)</p> <p>5. 물체를 비추는 빛이 2개라도 그림자는 하나이다.</p> <p>6. 이 도형에 빛을 비추면 그림자 모양은 모두 같다.</p> <p>7. 이 도형에 빛을 비추면 그림자 모양은 모두 같다.</p> <p>8. 물체의 종류에 따라 그림자의 진하기가 달라진다.</p> <p>9. 그림자를 만들기 위해 몇 명의 사람이 투입되었을까? (코끼리)</p> <p>10. 그림자를 만들기 위해 몇 명의 사람이 투입되었을까? (자동차)</p>		
전개2 창의적 설계	<p>움직임 놀이를 통해 개념 체득하기</p> <ul style="list-style-type: none"> - 퀴즈를 통해 빛과 그림자에 대해 이해하고 놀이 활동으로 전개 - 지식을 움직임 경험을 통해 이해할 수 있도록 한다. <p><모형 움직임 놀이></p> <ul style="list-style-type: none"> - 그림자 모형의 테두리 안으로 들어가 몸으로 그림자 도형을 만든다. - 원, 세모, 네모 제시되는 도형에 따라 몸을 변화시킨다. - 모형의 그림자를 작은 것에서 큰 것으로 만들며 협력해야 완성이 가능하게 만든다. 	20	<p>준비물: 스크린2개, 빔프로젝트 2대, 역할지</p> <p>주의점: 공간을 선택하여 모일 수 있도록 한다.</p>	
	<p>모듬정하기</p> <ul style="list-style-type: none"> - 테이블로 위에 모듬 활동의 역할이 되는 이름을 선정한다. (ex. 이꿈이, 기록이, 칭찬이, 도움이) - 자신이 정한 이름의 뒷면의 색상이 팀을 이루도록 한다. 	5		
	<p>공간 정하기</p> <ul style="list-style-type: none"> - 모듬이 활동할 공간을 정하게 하고 위치로 이동한다. - 휴식 	5		
	<p>역할 찾기</p> <ul style="list-style-type: none"> - 모듬이 모여 자신의 역할을 확인한다. - 모듬 내에서 역할 변경을 원하는 경우 협의하여 변 	5		

2	빛과 그림자 실험	전개3 모둠 활동	<p>경하게 한다.</p> <p>실험을 통해 개념 체화하기</p> <ul style="list-style-type: none"> - 퀴즈와 조 편성 놀이에서 진행되었던 활동을 바탕으로 빛과 그림자에 관한 실험을 미니 무대에서 진행한다. - 실험을 바탕으로 빛의 직진과 빛과 그림자에 대해 기록한다. <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 10px 0;"> <p style="text-align: center;">그림자 보고서</p> <p>◆ 전구와 물체 사이의 거리를 조절하며 그림자의 크기 변화를 관찰해봅시다.</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;"></th> <th style="width: 35%;">전구-물체 간의 거리</th> <th style="width: 35%;">그림자의 크기</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>실험1</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>실험2</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>실험3</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Q. 전구와 물체 사이의 거리는 그림자의 크기와 어떤 관계가 있나요?</p> <div style="border: 1px solid black; height: 20px; margin: 5px 0;"></div> <p>◆ 그림자의 크기를 바꿀 수 있는 다른 방법은 무엇이 있을지 생각해봅시다.</p> <div style="border: 1px solid black; height: 60px; margin: 5px 0;"></div> <p>◆ 실험 후 알게 된 점은 무엇인가요? 자유롭게 적어봅시다.</p> <div style="border: 1px solid black; height: 40px; margin: 5px 0;"></div> </div> <p>활동지 제공</p>		전구-물체 간의 거리	그림자의 크기	실험1			실험2			실험3			15	<p>준비물: 미니 무대, 후레시, 인형, 큐브, 활동지1, 필기구, 드로잉테이프</p>
				전구-물체 간의 거리	그림자의 크기												
			실험1														
실험2																	
실험3																	
<p>우리 모듬의 그림자</p> <ul style="list-style-type: none"> - 모듬별로 해양생물 1가지 결정한다. - 해양생물의 모양을 드로잉 테이프를 이용해 벽면에 그린다. - 그림자를 몸으로 형성하며 활동해 본다. 	25																
<p>공유하기</p> <ul style="list-style-type: none"> - 모듬별로 창작해본 그림자를 전체가 공유해본다. - 그림자를 만들 때 어떤 특성을 이용하였는지 모듬별로 이야기해본다. <p>이어질 수업에 대한 안내</p> <ul style="list-style-type: none"> - 그림자 움직임으로 극을 만들어낼 수업의 진행 방향 	15																

			을 알려준다.		
3	전개3 감성적 체험	해양쓰레기 문제의 체험	<ul style="list-style-type: none"> - 해양문제의 인식을 위한 뉴스 헤드라인 동영상 시청 	3	준비물: 동영상, 사진, 투명 비닐, 활동용 패트병
			움직임 놀이2 <ul style="list-style-type: none"> - 오전에 설치한 쓰레기통의 위치를 사진으로 알려준다. - 설치된 쓰레기통을 가져온다. - 모인 쓰레기의 양을 확인하고 페트병을 투명 비닐 위에 올린다. - 사람의 시선에서 쓰레기를 바라보고 움직인다. - 비닐을 들어 올려 해양생물의 위치에서 움직여본다. - 시각의 변화를 통해 느껴지는 점을 공유한다. 	15	
	발전1 창의적 설계	스토리보드 제작	<ul style="list-style-type: none"> - 모둠별로 주어진 정보를 바탕으로 이미지를 창작 - 노트북을 제공하고 필요한 내용을 직접 검색하게 한다. 	25	준비물: 노트북, 활동지2, 필기구



‘5컷 만화로 주제를 표현해 보아요.’

<기억할 것>

- 해양환경 보전의 중요성을 불러일으키는 내용일 것
- 더 어린 유아를 대상으로 이해가 쉬울 것

4	발전2 감성적 체험	<ul style="list-style-type: none"> - 움직임으로 작업할 것을 예상하고 제작할 것 		주의점: 모듬의 의견을 발표하고 활동내용 을 선정할 때 전체가 동의할 수 있도록 진행
		스토리 발표 <ul style="list-style-type: none"> - 스토리보드를 공간에 부착 모듬별로 발표한다. - 공감하는 스토리에 스티커를 붙여 투표한다. - 두 개의 스토리를 선정한다. 	15	
		창작공동체 형성 <ul style="list-style-type: none"> - 자신이 공감하는 스토리를 표현할 수 있도록 모듬을 선택한다. - 모듬에서 자신의 역할을 결정하고 공동체 작업임을 확인한다. 	5	
		작업계약서 작성 <ul style="list-style-type: none"> - 그림자극 제작을 위한 사전회의, 작업계약서 작성한다. - 모듬별 협의 사항을 대화하고 협의 내용을 작성한다. - 모듬 내 협의가 이루어지면 서약하고 협의 내용을 행할 것을 약속한다. 	10	
		그림자 제작회의 <ul style="list-style-type: none"> - 스토리보드에서 가장 먼저 제작 되어야 할 그림자를 결정한다. - 그림자의 형성 방법에 대해 대화한다. 	10	
		주요 그림자 만들기 <ul style="list-style-type: none"> - 드로잉테이프로 그림자 형태 제작 - 그림자의 형태를 몸으로 완성한다. 	15	
5	도입	활동정리 <ul style="list-style-type: none"> - 활동을 통해 다음에 진행될 수업의 방향에 대해 설명한다. - 모듬별 작업 사항을 공유하고 마무리 한다. 	5	주의점: 움직임 활동 시 일어날 위험성을 자연스럽 게 알릴 수 있도록 활동
		인사하기 <ul style="list-style-type: none"> - 학생들이 공간 안에서 원을 이루어 서도록 한다. - 한 명씩 돌아가며 자신의 이름을 말하도록 한다. 	15	
		몸풀기 <ul style="list-style-type: none"> - 걷고, 달리고, 멈추며 몸과 마음을 연다. - 창작공간을 인식한다. 		
		진행사항 점검 <ul style="list-style-type: none"> - 모듬별로 작업의 진행사항을 확인하고 공유한다. - 작업계약서의 내용을 확인하고 공유한다. 	5	

6	발전2 창의적 설계	작업순서 알리기 <ul style="list-style-type: none"> - 움직임 제작을 위한 순서체계를 제시한다. - 작업의 순서를 지켜 공동 작업이 가능하도록 한다. - 제한시간 안에 작업을 완성해야 함을 알도록 한다. 	5	준비물: 타이머, 드로잉 테이프, 종이, 가위, 테이프
		주인공 그림자 결정 <ul style="list-style-type: none"> - 표현의 중심이 되는 그림자를 드로잉 테이프로 만들어 그림자를 만들어 본다. - 움직임을 구성하여 그림자를 만들어 낸다. 	20	
		그림자극에 대해 이해하기 <ul style="list-style-type: none"> - 움직임으로 그림자를 만들며 힘들었던 부분에 대해 인식한다. - 스토리보드를 확인하고 움직임으로 만들기 위해 수정할 부분이 있으면 수정한다. 	15	
		장면 만들기 <ul style="list-style-type: none"> - 1장면당 8분의 제한시간을 준다. - 일찍 장면이 완성되면 다음 장면을 먼저 시작한다. - 작업이 늦어지면 진행사항을 알려주고 장면 완성 후 다음 작업으로 진행되도록 한다. 	40	
7	발전3 창의적 설계	추가 협의와 제작 <ul style="list-style-type: none"> - 사전 작업이 마무리가 안 된 모듬은 마무리할 수 있는 시간으로 활용한다. - 이전작업에서 부족한 부분을 보완할 수 있도록 한다. - 추가하고 싶은 부분을 제작 가능하도록 한다. 	20	주의점: 모듬에서 협의를 이끌어내 기 힘들어 할 때 적절한 증재가 필요
		공연예술의 추가요소 설정 <ul style="list-style-type: none"> - 음악, 대사, 소품 활용의 여부 결정 - 변경의 가능성을 두고 방향만 협의하도록 한다. - 노트북으로 검색가능하도록 한다. 	10	
		움직이는 그림자 1 <ul style="list-style-type: none"> - 정지장면으로 만들어진 그림자를 나타나서 사라지는 것까지 움직이는 활동으로 변화. - 스토리보드를 바탕으로 구두로 협의를 먼저 한다. - 협의된 내용을 순서대로 (스토리보드 1~5) 실행해 보고 문제가 있으면 수정한다. (ex. 그림자 생성 과정, 형태가 어떻게 나타날 것인가? 밑에서 올라올 것인가? 한 명씩 늘어나며 형태가 형성될 것인가?) 	15	
		움직이는 그림자 2	10	

8		<ul style="list-style-type: none"> - 그림자의 움직임을 변화시키며 내용의 전달을 높이는 효과를 줄 수 있는지 찾아보고 실행한다. - 정지된 그림은 수정하지 않고, 움직임을 형태로 극을 이어갈 수 있도록 설계하도록 돕는다. - 각 모둠의 개성이 표현가능하도록 한다. 		<p>주의점: 무대 활동에서 알아야 할 기본 사항 등 퇴장로, 상수, 하수 개념 전달</p>
		<p>움직이는 그림자 3</p> <ul style="list-style-type: none"> - 자신의 위치와 동선을 결정한다. - 등퇴장의 방식을 결정한다. (ex. 굴러간다. 기어간다, 걸어간다, 뛰어간다) 	20	
		<p>1차 run-through</p> <ul style="list-style-type: none"> - 만들어진 그림자극을 실행해보고 실행 중 일어나는 문제들을 기록한다. 	5	
	<p>문제수정</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1차 런쓰루 과정에서 일어난 문제점들을 수정 - 동선에서 일어나는 문제는 상호 협의로 문제를 해결할 수 있도록 한다. 	20		
	<p>2차 run-through</p> <ul style="list-style-type: none"> - 문제점을 수정한 그림자극을 실행해보고 해결된 부분을 확인한다. 	10		
	<p>무대리허설 진행</p> <ul style="list-style-type: none"> - 공간을 정비하고 리허설을 준비한다. - 두 모둠이 차례로 리허설을 진행한다. 	15		
<p>마무리 감성적 체험</p> <p>공연체험</p> <ul style="list-style-type: none"> - 만들어진 창작물을 공연으로 실행한다. - 소감을 나누고 공유한다. 	15			

(2) 초등 일반형 프로그램 개요

[표Ⅲ-7] 초등 일반형 <쇼미더새도우> 프로그램 개요

프로그램명		쇼미 더 새도우			
교육목표		1. 그림자가 생기는 원리를 알고 그림자의 크기를 변화시킬 수 있다. 2. 신체를 활용해 그림자 형태를 다양하게 변환하고 표현할 수 있다. 3. 그림자의 원리를 예술 활동의 재료로 이용할 수 있다.			
관련 교과 / 장르		그림자, 빛, 탐구, 무용, 창작	학습대상	초등 4, 5학년	
차시	시간	구분	학습주제	학습내용	비고
1	40분	상황제시	하이라이트 Hi! Light!	빛과 그림자 OX 퀴즈 그림자로 빈 도형 채우기	OX 퀴즈 환경 구성
2	40분	창의적 설계 및 감성적 체험		물체와 광원의 거리에 따른 그림자의 변화 관찰 조별 탐구 학습	암실 공간 구성
3	40분	창의적 설계	make shadow	해양문제 관련 영상 제시 스토리보드 설계	
4	40분	상황제시 및 창의적 설계		스토리 공유 및 토의	드로잉테 이프 활용
5	40분	감성적 체험	move shadow	정지장면을 그림자로 표현 연극 연출 과정 경험	
6	40분	감성적 체험		정지장면의 연결 동작 구상	
7	40분	감성적 체험	play shadow	1차 Run-through 학생중심의 문제해결과정	빔프로젝 트, 무대, 스크린
8	40분	감성적 체험		2차 Run-through 조별 작품 감상 및 평가	

(3) 중등 캠프형 프로그램 개요

[표Ⅲ-8] 중등 캠프형 <쇼미더새도우> 프로그램 개요

프로그램명		쇼미 더 새도우			
교육목표		1. 빛의 합성 원리를 이해하고 색이 다른 그림자가 생기는 원리를 설명할 수 있다. 2. 신체를 활용해 그림자 형태를 다양하게 변환하고 표현할 수 있다. 3. 그림자의 원리를 예술 활동의 재료로 이용할 수 있다.			
관련 교과 / 장르		그림자, 빛, 탐구, 무용, 창작	학습대상	중등 1-2 학년	
차시	시간	구분	학습주제	학습내용	비고
1	120분	상황제시 및 창의적 설계	하이라이트 Hi! Light!	빛과 그림자 OX 퀴즈 그림자로 빈 도형 채우기 색깔 그림자 탐구 실험 조별 탐구 학습	OX 퀴즈 환경 및 암실 공간 구성
2	120분	창의적 설계 감성적 체험	make shadow	해양문제 관련 영상 제시 스토리보드 설계 스토리 공유 및 토의	정보검색 을 위한 환경 구성
3	120분	창의적 설계 감성적 체험	move shadow	정지장면을 그림자로 표현 연극 연출 과정 경험 정지장면의 연결 동작 구상	드로잉테 이프 활용
4	120분	감성적 체험	play shadow	1차 Run-through 학생중심의 문제해결과정 2차 Run-through 조별 작품 감상 및 평가	빔프로젝 트, 무대, 스크린

(4) 중등 일반형 프로그램 개요

[표III-9] 중등 일반형 <쇼미더새도우> 프로그램 개요

프로그램명		쇼미 더 새도우			
교육목표		1. 빛의 합성 원리를 이해하고 색이 다른 그림자가 생기는 원리를 설명할 수 있다. 2. 신체를 활용해 그림자 형태를 다양하게 변환하고 표현할 수 있다. 3. 그림자의 원리를 예술 활동의 재료로 이용할 수 있다.			
관련 교과 / 장르		그림자, 빛, 탐구, 무용, 창작	학습대상	중등 1-2 학년	
차시	시간	구분	학습주제	학습내용	비고
1	45분	상황제시	하이라이트 Hi! Light!	빛과 그림자 OX 퀴즈 그림자로 빈 도형 채우기	OX 퀴즈 환경 구성
2	45분	창의적 설계 및 감성적 체험		색깔 그림자 탐구 실험 조별 탐구 학습	암실 공간 구성
3	45분	창의적 설계	make shadow	해양문제 관련 영상 제시 스토리보드 설계	
4	45분	상황제시 및 창의적 설계		스토리 공유 및 토의	드로잉테 이프 활용
5	45분	감성적 체험	move shadow	정지장면을 그림자로 표현 연극 연출 과정 경험	
6	45분	감성적 체험		정지장면의 연결 동작 구상	
7	45분	감성적 체험	play shadow	1차 Run-through 학생중심의 문제해결과정	빔프로젝 트, 무대, 스크린
8	45분	감성적 체험		2차 Run-through 조별 작품 감상 및 평가	

5) 프로그램 실행 및 분석

(1) 실행과정

① 도입

[표Ⅲ-10] <쇼 미 더 새도우> 도입

활동	인사하기
실행	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 조도를 낮추고 상상을 일으키는 음악을 흐르게 하였다. ▶ 수업 공간에 들어온 학생들이 공간을 탐색하고 둘러볼 수 있도록 하였다. ▶ 인사 및 고리풀기 활동으로 수업 시작을 알리며 학습 분위기를 조성하였다.
학생 반응	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 공간에 대한 호기심과 흥미를 느끼고, 활동에 적극적으로 참여하였다. ▶ 인사 및 고리풀기, 움직임 활동 이후 학생 간 친밀감이 형성되었다.
수업 분석	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 호기심을 자극하는 공간 구성이 수업의 효과를 증진시켰다. ▶ 수업 도입에서 신체 활동을 통해 학생 간 친밀감을 형성하고, 학생들의 태도를 능동적으로 변화시켰다.



[그림Ⅲ-6] <쇼 미 더 새도우> 수업 공간



[그림Ⅲ-7] 고리풀기 움직임 활동 모습

② 전개1 _상황제시

[표Ⅲ-11] <쇼미더새도우> 전개 1

활동	OX퀴즈, 움직임 놀이 1 (그림자 도형 만들기)
실행	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 빛과 그림자에 대한 OX퀴즈를 진행, 움직임과 함께 퀴즈를 진행 하였다. ▶ 움직임 활동 도형의 테두리선을 사용 몸을 사용해 그림자 도형을 만드는 놀이 활동을 진행하였다.
학생 반응	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 학생들은 OX 퀴즈 활동을 통해 자신의 선 개념을 확인하였다. ▶ OX 퀴즈 활동을 통해 결과를 유추하기도 하였다. ▶ OX 퀴즈를 통해 형성된 지식을 움직임 놀이에 활용하는 모습이 보였다.
수업 분석	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 초등 4, 5학년의 경우 그림자의 크기 변화에 대한 개념은 가지고 있으나, 광원의 개수에 따라 그림자의 수가 변한다는 개념은 부족하였다. ▶ OX 퀴즈를 통해 새로운 개념을 알게 되면 실험이나 구체적인 사례를 통해 결과를 확인해보고자 하는 태도를 보였다. ▶ OX 퀴즈에서 얻은 과학 개념을 그림자놀이에 활용하는 모습을 보였다.



[그림 Ⅲ-8] OX 퀴즈 활동



[그림 Ⅲ-9] 움직임 놀이 1 (그림자 도형 만들기)

③ 전개 2_창의적 설계

[표Ⅲ-12] <쇼미더새도우> 전개 2

활동	빛과 그림자 실험, 실험 보고서 작성
실행	▶ 광원과 물체 사이의 거리에 따른 그림자의 크기를 실험을 통해 확인하였다. ▶ 실험결과를 활동지1. 실험보고서에 작성하도록 하였다. ▶ 3-4명을 한 모둠으로 구성하고 역할을 부여하고 협동학습으로 진행하였다.
학생 반응	▶ 주어진 역할에 따라 모둠 활동을 충실히 수행하였다. ▶ 실험에 집중하고 진지하게 보고서를 작성하였다. ▶ 모둠별로 실험하는 방식이 달랐으며 도구 활용법 역시 달랐다.
수업 분석	▶ 호기심을 자극하는 협력활동에서 역할이 분명할수록 작업에 몰두한다. ▶ 문제해결을 위한 과정에서 창의적인 사고를 하며 독창성을 발휘한다. ▶ 지식을 체득하고 체화하면 언어로 자유롭게 표현이 가능하다. ▶ 공간 구성이 수업의 효과를 증진시켰다. ▶ 수업 도입에서 신체 활동을 통해 학생 간 친밀감을 형성하고, 학생들의 태도를 능동적으로 변화시켰다.



[그림Ⅲ-10] 빛과 그림자 탐구 실험 (1)



[그림Ⅲ-11] 빛과 그림자 탐구 실험 (2)

④ 전개 3_감성적 체험

[표Ⅲ-13] <쇼미더새도우> 전개 3

활동	해양쓰레기 문제의 체험, 움직임 놀이2 (해양생물 되어보기)
실행	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 해양쓰레기 문제를 다루는 뉴스로 구성된 시청각 자료를 제공하였다. ▶ 외부에 쓰레기통을 설치하고 학생들에게 위치를 알려준 후 찾아오도록 하였다. ▶ 투명비닐에 재활용품을 올린 후 그 위를 걷고, 달리고, 수영하듯 움직였다. ▶ 투명비닐 아래로 들어가 걷고, 달리고, 수영하듯 움직였다.
학생 반응	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 쓰레기통을 찾아오는 과정을 아주 즐거워하였으며, 쓰레기를 확인하고 문제점과 감정에 대해 능동적으로 표현하였다. ▶ 쓰레기 위에서 걷고 아래에서 수영하며 무섭다, 싫다, 더럽다, 아프다 등의 감정을 표현했다. ▶ 쓰레기를 활용한 움직임 활동에서 독창적인 생각들을 가지게 되었으며, 생각들을 공유하고 싶어 했다. ▶ 쓰레기통을 찾아오는 과정을 경쟁적으로 하였고 친구 것을 빼앗아 오기도 하였다.
수업 분석	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 문제를 직접 경험하면 공감하고 전체의 공감은 소통을 확장시킨다. ▶ 학생들은 모든 활동에서 경쟁심을 발휘하며 조절을 위한 방법이 필요하다.



[그림Ⅲ-12] 쓰레기통을 찾아서 교실로 돌아온 모습



[그림Ⅲ-13] 움직임 놀이 2 (해양생물 되어보기)

⑤ 발전 1_창의적 설계

[표Ⅲ-14] <쇼미더새도우> 발전 1

활동	스토리 보드 제작
실행	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 학생들을 4개의 모둠으로 구성하였고 모둠 내 역할을 결정하였다. ▶ 역할별 학습도구를 제공하였고 원하는 작업 공간을 결정하였다. ▶ 모둠별로 노트북을 이용해 해양쓰레기에 관련된 정보를 추가 검색하였다. ▶ 모둠별로 주제를 정하고 스토리보드를 제작하였다.
학생 반응	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 노트북을 활용하여 정보를 추가로 검색하며 주제에 집중하는 태도를 보였다. ▶ 원하는 작업 공간을 결정하고 준비하는 과정에서 협력하는 태도로 활동하였다. ▶ 모둠 형성 시 자신의 특성을 살릴 수 있는 모둠을 선택하기보다 익숙하고 친밀한 모둠에 속해 있기를 바라는 모습을 보였다. ▶ 주어진 역할에 따라 태도를 변화시키는 모습을 보였다.
수업 분석	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 학생들에게 역할을 분담하는 과정이 치밀하게 이루어져야 한다. ▶ 협동학습 시 학생에게 세부적인 역할이 주어졌을 때 학생들은 개별책무성을 보였으며 학습 참여도가 향상되었다. ▶ 주어진 역할에 따라 태도를 변화시키는 모습을 보였다.



[그림Ⅲ-14] 스토리보드 제작 (1)



[그림Ⅲ-15] 스토리보드 제작 (2)

⑥ 발전 2_감성적 체험

[표Ⅲ-15] <쇼미더새도우> 발전 2

활동	스토리보드 발표, 창작공동체 형성, 작업계약서 작성
실행	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 모둠별로 자신들의 스토리보드 내용을 발표하였다. ▶ 스티커 붙이기 활동으로 공감하는 내용에 투표를 하였다. ▶ 창작을 위해 모둠을 재구성(4개의 모둠을 2개로) 하였다. ▶ 작업계약서를 작성하고 서명하고 숙지하였다.
학생 반응	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 스토리보드를 작성한 목적과 이유를 분명히 알고 있으며 발표를 통해 생각을 정리하고 발전시켰다. ▶ 학생들은 자신의 스토리보드에 애착을 보였으나, 다른 학생의 창작물을 공유하거나 수용하는 등 긍정적 상호작용은 일어나지 않았다. ▶ 작업계약서를 작성하며 협력에 필요한 요소들을 찾아내고 결정하고 능동적 이게 약속을 하였다.
수업 분석	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 학생들은 자신이 만든 스토리를 창작물로 발전시키고 싶어 하였다. ▶ 협력을 위한 약속과 내용을 학생들이 직접 결정하는 것은 매우 효과적이다.



[그림 Ⅲ-16] 스토리보드 발표



[그림 Ⅲ-17] 스토리보드 투표

⑦ 발전 3_창의적 설계

[표Ⅲ-16] <쇼 미 더 새도우> 발전 3

활동	그림자 제작, run-through
실행	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 작업의 틀을 제시하였고, 작업방향과 순서를 알려주고 설명하였다. ▶ 창작 작업의 틀에 따라 모듈별로 창작하는 시간을 주었다. ▶ 제시한 작업을 제한 시간 안에 창작하도록 유도하였다. ▶ run-through를 하며 두 모듈이 작업내용을 공유하고 의견을 나누었다.
학생 반응	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 작업시간을 지키기 위해 작업 속도를 조절하며 활동하였다. ▶ 그림자를 형성하기 위해 종이를 적극적으로 사용하였다. ▶ 움직임 사용하여 표현의도를 분명하게 만들기 위한 활동을 하였다. ▶ 장면의 표현하기 위해 빛과 그림자의 특성을 활발히 활용하였다. ▶ 빛의 색상을 이용하자는 의견이 나오자 페트병에 빨간색 펜으로 색을 입혀 도구를 다양하게 활용하는 모습을 보였다.
수업 분석	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 수업의 도입에서 빛과 그림자에 대한 과학 원리를 이해한 것이 예술적 창작 도구로 활용하는 데 도움이 되었다. ▶ ‘종이’라는 재료가 주어지자 움직임을 활용하는 면에서 소극적인 모습을 보이며, 재료 활용에만 집중하였다. ▶ 창작 과정에서 도구 또는 재료가 제한적일수록 움직임이 활동적일 수 있다.



[그림Ⅲ-18] 그림자 발표

⑧ 마무리

[표III-17] <쇼 미 더 새도우> 마무리

활동	리허설, 공연 체험
실행	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 공간을 재편성하였다. ▶ 리허설을 진행하고 공연체험을 하였다. ▶ 소감을 나누고 공유하였다.
학생 반응	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 창작물을 발표하고 공유하는 과정을 즐거워했다. ▶ 두 모둠이 경쟁적으로 활동하였다.
수업 분석	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 창작물을 발표하고 공유하는 과정을 즐거워했다. ▶ 창작시간이 제한적이고 촉박하여 사고의 확장 경험이 부족해 보인다. ▶ 공연 제작 과정을 통해 학생들에게 의사소통 기회를 제공하고, 성공 경험을 제공함으로써 긍정적인 자아개념 형성에 도움을 주었다.



[그림 III-19] 공연체험

6) 제안점

- 융·복합교육 활성화를 위한 학교교육 연계의 필요성
 - 융·복합교육에서 제시하는 교육의 방향을 교사연수를 통해 공유하고 확산하여야 한다. 이를 통해 더욱 진전된 논의를 하고 학교 교육 내에서도 활성화 시킨다면 과학예술 융합 프로그램의 의미 있는 정착이 가능할 것으로 보인다.
- 융·복합교육을 위해 지속적인 연구가 진행되어야 하는 필요성
 - 융·복합교육은 교육자의 변화가 선행되어야 가능하다. 동일한 가치와 비전을 가지고 있는 각 분야의 전문가들이 지속적으로 협력하고 소통하며 연구를 진행해한다. 이를 통해 개발된 프로그램은 실행하고 수정하는 단계를 여러 차례 거치며 발전해 나가야 한다.
- 융·복합교육이 가능한 공간조성의 필요성
 - 융·복합교육은 일상의 공간과 분리되어야 하며 각 프로그램에 적합한 교육재료와 교육환경이 구축 되어야 실행이 가능하다. 이러한 특성을 가지는 융·복합교육을 위한 공간의 조성이 반드시 조성되어야 한다.

3. 인지과학과 현대미술의 융합

1) 이론적 배경

- 인터넷, 스마트폰이 일상화된 세계에서 사람들은 정보 단말과의 접촉만으로 엄청난 정보를 받아들이고, 방에 틀어박혀 있어도 생활이 가능한 수준¹⁰⁾에 이르렀다. 아이들 역시 궁금한 것이 생기면 호기심을 갖고, 질문을 하기 보다는 기계장치를 들여다보면서 출처를 알 수 없는 정보들과 이미지를 재조립하는 것에 익숙해져 가고 있다. 기술의 경이로운 발전으로 인간은 편리함을 누리게 되었지만, 비대면 접촉을 통한 소통과 정보 습득 방식으로 상상력과 호기심을 잃어가고 있는 것이다. 물론 과학자들은 인터넷의 출현과 스마트 기기의 발전이 인간의 능력을 퇴화시키는 것이 아니라, 이전과 다른 부분의 뇌를 사용· 발달시킨다고 말한다. 스마트폰의 사용이 대뇌의 감각처리 영역을 확장시킨다¹¹⁾는 것이다. 그럼에도 불구하고, 수동적이고 일방향으로 흐르는 정보의 접촉방식은 지양해야 한다고 생각한다. 편리한 기술 덕분에 얻을 수 있는 정보의 양은 방대해졌지만, 당장 자신의 주변을 둘러싼 실체를 마주하는 일은 게을리하고 있기 때문이다. 이러한 맥락에서 ‘촉각’은 개체의 경계로서의 피부에 존재하면서 인간과 인간, 인간과 자연 사이의 관계를 회복할 수 있는 감각으로 기능할 수 있다. 즉, ‘접촉’의 행위를 통해 외부의 세계에 호기심을 갖고, 질문을 던질 수 있는 있는 것이다.
- 촉각은 원래 가장 원초적이고 생존에 필수적인 감각이다. 촉각은 배아 단계부터 형성되며 태어나 성장하면서 가장 먼저 발달하는 감각이기도 하다. 아기들은 태어나기 이전 이미 엄마의 뱃속에서 촉각을 통해 세상과 접촉하고 촉각을 통해 감정을 느낀다.¹²⁾ 선천적으로 시각장애인이거나 청각장애인으로 태어났을 경우 생명에는 지장이 없다. 이런 경우, 다른 감각이 상대적으로 더 발달해 모자란 감각을 보완해준다. 그러나 촉각 체계에서는 이러한 생물학적 평형 상태를 적용할 수 없다.¹³⁾ 촉각은 생명을 유지하는 데 필수적이기도 하지만, 아동의 성장 발육과 심리적 안정에 영향을 미치는 것은 물론 인간 상호간의 관계에서 친밀감의 느낌을 제공하여 삶의 만족도에 중요한 영향을 미치기도 한다.¹⁴⁾ 그럼에도 불구하고

10) 텐다 미츠히로(2017), 김은영 옮김, 『놀라운 피부』, 동아엠앤비, p.191.

11) 같은 책, p.198.

12) 이모영(2015), 「촉각인지 특성 분석」, 학습과학연구9(1), p130-151, 한양대학교 교육공학연구소, p.131.

13) 마르틴 그룬발트(2019), 『손길이 닿는 순간 당신에게 일어나는 일』, 강영옥 옮김, 자음과 모음, p.7.

하고 촉각은 다른 감각에 비해 중요하게 다뤄지지 않았고, 학문적 연구도 등한시 되었다. 그러나 최근 마케팅이나 디자인 분야에서 촉각의 중요성이 대두되고 있고, 인지과학의 분야에서도 촉각에 대한 관심이 부각되고 있다. 시각이 지배해 오던 디자인은 촉각의 영향력 아래 ‘햅틱 디자인(haptic design)’의 양상으로 드러나고 있으며, 촉각체계를 광고의 목표 영역으로 인식하는 ‘뉴로 마케팅(neuromarketing)¹⁵⁾’이 급부상하고 있다.

- 시각과 재현 중심의 미술사 속에서도 촉각은 오랫동안 중요하게 다뤄지지 않았다. ‘본다’는 행위는 ‘생각한다’는 것과 동일시되었고, 플라톤 이래 시각은 감각들 가운데 가장 이론적인 것으로 간주되어 왔다.¹⁶⁾ 시각은 곧 지식이자 이성적이고 객관적인 감각으로 여겨졌지만, 촉각은 본능적이고 원초적인 감각으로 이해되었다. 촉각은 이처럼 과거의 미술사에서 과소평가 되어왔지만, 현대미술과 대중문화 속에서 새롭게 인식되고 있다. 현대미술은 촉각성을 다양한 방식으로 사용하는데, 여성의 삶의 경험을 드러내기 위해 촉각적 공예 재료를 사용하기도 하고, 본인의 신체를 재료로 삼기도 한다. 재현 중심의 회화의 세계로부터 벗어나 물감의 물질성을 신체의 실제적인 물질성으로 대체하는 것이다.¹⁷⁾ 특히 20세기 말 뉴 미디어 아트를 중심으로 되살아난 터치 개념은 세계를 더 이상 이미지의 확장이 아니라 ‘피부로 느낄 수 있는 경험의 확장’으로 변화시키고 있다.¹⁸⁾ 이제 촉각은 단순히 시각중심의 미술을 거부하거나, 보완하기 위해서 사용되는 것이 아니라 독자적인 감각으로 존재하는 것이다. 이러한 현대미술의 변화 속에서 미술 교육 역시 재현에 목적을 둔 시각 중심의 예술이 아니라, 세계를 인지하는 틀이자 표현 도구로서의 예술을 지향점으로 한다. 따라서 ‘촉감’을 중심으로 한 융합교육은 과학과 예술, 그리고 사회변화의 흐름 속에서 자연스럽게 요청된다.

2) 목적 및 방향

- 최근의 기술 발전은 정보의 양적 성장은 가져왔지만, 질적 성장까지 가져왔는지는 의문이다. 가상세계는 시공간의 한계를 넘을 수 있는 자유로움을 가졌지만,

14) 이모영(2015), 같은 논문, p.133.

15) 인간은 다른 종보다 촉각적 광고 문구에 민감하고, 촉각은 브랜드의 메시지를 가장 효과적으로 전달 할 수 있다는 개념 위에 촉각적 호기심을 전략으로 내세운 마케팅 방법, p261, 마르틴 그룬발트(2019) 같은 책

16) 폴 던컴 외(2011), 「촉각성의 귀환」, 미술과 교육 12(2), 한국국제미술교육학회, p.153.

17) 전혜숙 (2009), 「뉴 미디어 아트에서의 신체성- 촉각성을 중심으로」 미술사학보 33, 미술사학 연구회, p.360.

18) 전혜숙 (2009), 같은 논문, p.368.

바로 곁에 있는 존재를 이해할 수 있는 힘은 없는 듯하다. ‘촉각’은 시각 중심으로 축적된 지식보다 느리고 더디지만, 적극적이고 능동적인 방식으로 외부의 정보를 수집한다. 피부를 눈으로 사용할 때, 비로소 인간은 재현된 이미지가 아닌 실체를 마주 하는 것이다. 촉각의 감각을 깨우고 다양한 외부자극을 받아들이는 활동은 잃어버린 상상력을 회복하게 한다. 능동적인 접촉은 곧 호기심으로 연결되어 세계에 대한 질문과 궁금증으로 이어진다.

- 촉각은 단순히 외부자극을 받아들이는 수용기가 아니라, 생존에 필수적인 감각이다. 많은 사람들은 촉감을 ‘손으로 부터의 표면 감지’ 정도로 이해한다. 그러나 표면을 감지하는 감각이 사라진다면, 인간은 직립보행을 할 수도 없다. 촉각은 시각이나 청각과 같은 감각에 비해 부수적인 것처럼 여겨지지만 사실은 인간의 삶에 매우 중요한 영향을 미치는 감각이다. 이 프로그램을 통해 우리가 잘 알지 못했던 촉각의 중요성을 다시 주목하고, 촉각의 기능과 역할에 대한 시야를 확장한다.
- 촉각성의 회복을 주장하는 것은 과학과 첨단 기술에 대한 거부감이 아니다. 오히려 촉각성을 회복할 때, 과학과 기술은 인류에게 이롭게 쓰여질 것이다. 과학기술을 대하는 태도에서 중요한 것은 최신의 것을 빨리 습득하는 것이 아니라, 무엇을 위해서, 어떻게 쓸 것인지를 생각하는 것이다. 감각 활동을 기술과 접목하는 과정을 경험하면서 기술이 어떻게 인류의 삶을 긍정적으로 변화시킬 수 있을지 고민해본다.

3) 프로그램 구성

- 전체 프로그램은 ‘촉감’이라는 큰 주제를 중심으로, 감각 깨우기, 감각 이해하기, 감각과 기술 접목하기의 순서로 확장되어 나간다. 감각을 깨우는 활동을 통해 촉감에 대한 호기심과 동기를 유발하고, 감각을 이해하는 과정에서 촉각의 중요성에 대해 자연스럽게 습득한다. 촉각의 상실이라는 가상의 상황 속에서 일어날 수 있는 문제를 예상하고, 극복할 수 있는 방법들을 고안하면서, 기술을 활용한 장치를 구현하도록 한다.

(1) 촉감의 숲으로 떠나자

① 촉감의 숲 산책하기

- 촉감의 스펙트럼의 분류 - 거칠기 (rough/soft), 온도(warm/cold), 건조도 (wet/dry), 굳기(hard/soft)¹⁹⁾-에 따라 다양한 오브제를 준비한다.
 - 은박 일회용 도시락, 목장갑, 고무장갑, 실리콘 수세미, 양모털이, 타조털이, 털 목도리, 투명 포장지, 에어캡, 가발, 국화(생화), 캐치볼 세트 (벨크로 글러브, 테니스공), 스테인리스 양푼, 스테인리스 채반, 물티슈, 한지, 양파망, 공예용 백업 (스티로폼) 등
- 준비한 오브제는 낚싯줄에 연결하여, 천장에 매달아 설치하고, 지상으로부터의 높낮이를 달리 준비한다. 높낮이를 달리할 경우 자연스럽게 얼굴, 목, 팔, 손, 다리, 발 등의 다양한 신체부위를 사용하여 촉감을 느낄 수 있으며, 자연스럽게 움직임의 변화를 유도할 수 있다.
- 안대를 착용하고 오브제로 구현된 촉감의 숲을 산책한다. 평소에 자주 사용하는 손 외에 다른 신체 부위를 이용하여 오브제의 촉감을 느낄 수 있도록 독려한다. 매달린 오브제의 정체를 파악하기 보다는 질감, 온도 등 촉각적 요소에 집중할 수 있도록 유도한다.
- 촉감의 숲을 충분히 산책한 후에 안대를 벗고 같은 활동을 다시 한 번 실행한다. 눈을 감았을 때와 떴을 때, 어떤 차이가 있는지 느껴보도록 한다. 압력이 동반된 촉감의 차이를 인지할 수 있도록, 친구와 짝을 지어 서로의 피부에 오브제를 강하게, 혹은 약하게 문질러 본다.

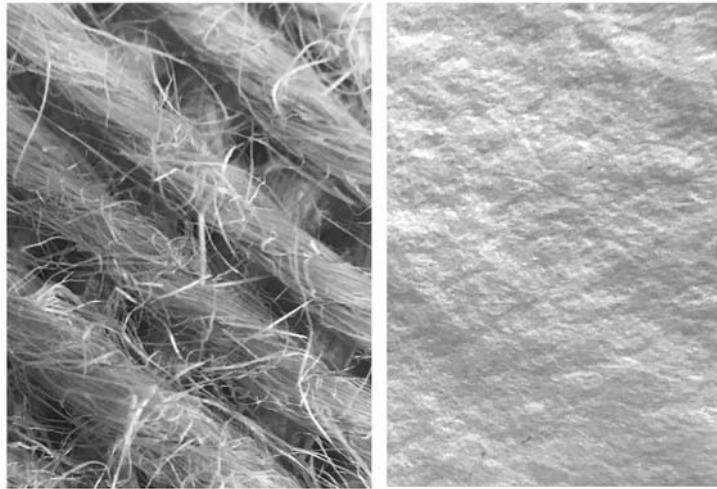


[그림 III-20] 촉감의 숲 설치 전경

19) 네덜란드 아인트호벤의 공과대학의 기계공학교수 케이퍼(Astrid M.L. Kappers)의 연구팀이 분류한 4가지 촉감의 축

② 촉감의 숲 탐구하기

- 관찰도구 ‘루페’를 소개하고, 사용법을 알려준다. 서로 다른 질감을 지닌 백색종이(복사용지, 켄트지, 수채화지, 캔버스지)를 이용해 루페를 이용하여 관찰하는 연습을 해본다. 맨눈으로 봤을 때와 루페를 통해 봤을 때의 종이 표면의 차이를 확인하고, 루페로 본 종이의 시각적 차이가 질감(촉감)과 어떤 관계를 맺고 있는지 관찰해본다.
- 루페를 사용하면 물체의 표면을 10배율로 확대해서 볼 수 있다. 손끝으로만 물체의 표면을 느꼈을 때 감지하지 못하는 미세한 촉각적 자극을 시각정보의 극대화를 통해, 감지할 수 있다.
- 루페의 사용법을 익힌 후에 촉감의 숲에서 자신의 마음에 들었던 촉감의 오브제를 채집해온다. 채집해 온 오브제를 먼저 육안으로 보고 손, 팔 등을 이용해 느껴본다. 이어서 루페로 오브제의 표면을 자세히 들여다보며 손으로 만지면서 촉감을 느껴본다. 자신이 선택한 오브제에 대한 탐구가 끝나면, 옆 친구들과 바꿔가며 관찰한다.



[그림 III-21] 루페를 통해서 본 마끈(좌)과 수채화지(우)

③ 살아있는 숲으로

- 다양한 촉감의 오브제를 활용한 실내 활동은 야외활동으로 확장된다. 아이들이 바뀐 수업 환경과 친숙해질 수 있도록 충분한 시간을 주고, 주변의 지형지물(벽, 바닥, 벤치, 각종 기물)과 생물(식물, 동물, 곤충 등)을 자유롭게 탐색하며 만져보고 경험하도록 한다. 루페를 사용하여 보다 깊이 있는 관찰을 하며 표면과 촉감의 관계를 이해한다.
- 촉각적 자극 외에 시각, 후각, 청각 등 자연 속에서 경험할 수 있는 여러 자극들도 함께 느낄 수 있도록 독려한다. 나무를 끌어안거나, 잎이나 꽃의 냄새를 맡아 보기도 하고, 바람이 만들어 내는 여러 소리들도 들으며 호기심을 자극한다.

④ 촉각의 시각화, 시각의 촉각화

- 자유롭게 주변을 탐색한 이후에 다시 모여 3~4명으로 조를 나눈다. 조별로 모조지(전지) 1장과 4B연필(각 1자루)을 나누어 주고 프로타주(frottage) 기법으로 주변의 질감을 채집해 오도록 한다. 순서, 방향 없이 종이 한 장을 모두 채워오도록 한다. 질감을 채집하면서 4B연필과 표면이 만들어 내는 진동이 질감에 따라 어떻게 달라지는지 관찰할 수 있도록 한다.
- 프로타주(frottage)는 바위나 나무, 표면이 거친 면에 종이나 천을 대고 연필을 문질러 이미지를 얻게 되는 방식으로, 쉽고 간편하게 촉감(표면의 질감)을 시각화할 수 있는 미술 기법이다. 조형 언어를 이용하여 이미지를 구성하고, 그려내는 것에 부담감을 갖는 아이들이 많이 있는데, 이 방법은 종이를 대고 연필을 문지르는 것만으로도 쉽게 이미지를 시각화할 수 있는 장점이 있다. 프로타주는 막스 에른스트(Max Ernst, 1891~1976)가 자신의 작품에서 사용하면서 초현실주의 화가들의 독특한 기법으로 자리 잡았다. 한국의 현대미술작가 이해민선 역시 나무껍질에 종이를 얹고 연필로 문질러 얻은 이미지와 노인들의 살갓이 결합하는 순간을 포착하여, 노인-나무 형상을 만들어냈다.
- 야외활동으로 채집한 질감 종이를 가지고 교실로 돌아와 펼친다. 자신들이 연필로 떠내 시각화 된 질감을 보고, 촉감의 숲에서 채집한 오브제들의 질감과 유사한 것들과 짝을 지어준다. 연필자국은 실제 해당 오브제의 것이 아니지만, 시각화 된 자국을 보고 유사한 촉감을 매칭 시키는 활동을 통해 시각과 촉각을 함께 자극하고, 관계성을 찾아볼 수 있다. 자신들이 채집해 온 질감 종이를 다른 조와

바꾸어 같은 방식의 활동을 진행한다. 또한 자신이 채집하지 않은 질감이 어떤 사물, 혹은 자연물의 것인지 유추해 보기도 한다.



[그림 III-22] 이해민선, 나와 말하지 않는 사람, 30x30cm, 종이 위 연필, 2012



[그림 III-23] 과학관 외부의 바닥 질감을 채집하고 있는 아이들의 모습



[그림 III-24] 프로타주를 통해 시각화된 질감과 오브제의 질감을 매칭시키는 모습

(2) 촉감의 세계를 여행하자

① 인체를 관찰하고 탐구하기

- 인체에서 촉각 수용기는 기계적 감각 수용기 (Mechanoreceptor), 통각 수용기 (pain receptors), 온도 수용기 (thermoreceptor)로 나뉜다. 기계적 감각 수용기는 다시 질감(texture), 진동(vibration), 압력(pressure)로 나뉘는데, 촉각은 흔히 질감과 결부하여 이해되기 쉽다. 따라서 수용기 구분을 바탕에 두고, 촉감이 질감, 온도, 진동, 압력의 다양한 양상으로 나타나는 것을 설명한다.
- 1차시 수업이 감각을 수용하는 인체와 감각을 제공하는 외부세계를 분리하여, 자극원으로부터 감각을 채집하는 방식으로 진행되었다면, 2차시 수업은 먼저 각자의 몸을 이해하고, 촉감의 단서들도 개인의 몸으로부터 찾아나가며 보다 능동적으로 촉각을 탐구한다.
- 서로 다른 부위의 피부, 머리카락, 손·발톱, 털 등 인체에 존재하고 있는 다양한 질감들을 찾아본다. 루페를 이용하며 표면의 형태와 질감이 서로 어떤 관계를 이루고 있는지도 관찰해본다. 내 몸의 차가운 곳과 따뜻한 곳을 구별해보고, 옆 친구와 손, 팔 등의 온도를 비교해보기도 한다. 몸에서 진동과 울림을 만들어 내는 곳이 어디인지 찾아보고, 간단한 실험을 하며 진동을 경험해 본다. 노래를 부르는 친구의 목에 손을 대보거나, 심장 박동이 강하게 느껴지는 자리들을 찾아보며 인체 내부의 다양한 촉감의 양상을 찾아본다.

② 온 몸으로 느껴보기

- 촉감 자극의 다양한 형태를 체험할 수 있는 코스를 만들어 경험할 수 있도록 한다. 대상과의 접촉에 그치지 않고, 특정 조건 하에서 능동적으로 움직이면서 촉감과 운동감의 상관관계에 대해 자연스럽게 습득하도록 한다.
- 준비한 촉감 코스는 총 10가지로, ㉠바람, ㉡열기, ㉢유체(fluid), ㉣볼풀, ㉤지압판, ㉥숨, ㉦모래, ㉧전분, ㉨물, ㉩타월로 구성한다. ‘바람’은 대형 선풍기로 바람의 강, 중, 약의 정도를 달리하여 준비하고, ‘열기’의 경우 헤어드라이어로 온도의 높낮이를 달리해 따뜻함과 차가움을 직접적으로 느낄 수 있도록 한다. ‘유체’ 코스의 경우 물조리개를 이용하여 흐르는 물과 접촉하는 신체가 얻을 수 있는 촉감을 느낄 수 있도록 한다. ㉤~㉨의 경우 105×58×18cm의 낮고 넓은 플라스틱 박스에 볼, 지압판, 숨, 모래, 전분물, 물을 채워 넣고, 아이들이 밟고 지나가거나 앉거나, 만질 수 있도록 세팅한다. 마지막 ‘타월’ 코스는 부드

러운 천의 질감을 느껴보는 것과 동시에 체험 종료 시 손과 발을 닦을 수 있는 실용적인 장치로 활용할 수 있다.



[그림 III-25] 촉감코스를 통과하고 있는 아이들의 모습

③ 다양한 언어로 표현하기

- 10가지의 촉감 코스를 경험 한 후 각각 10개의 빈 감각카드를 나눠 갖는다. 각 코스에서 느꼈던 느낌, 감정, 생각한 바를 단어, 문장, 색, 그림 등 자기만의 다양한 방식으로 표현하도록 한다.
- 각 코스를 돌면서 해당하는 감각카드를 놓으면, 10개의 카드는 각 코스마다 흩어져 한 장씩 놓여진다. 교사는 카드를 취합하여 코스별로 감각카드를 묶는다.
- 감각카드의 내용을 읽어주고 어떤 코스에 대한 표현들인지 알아맞히는 시간을 가진다. 감각카드를 공유하는 것은 수업 편성에 따라 체험 당일에 바로 할 수도 있고, 다음 시간의 앞 시간으로 배치할 수 있다. 최종 수업 종료일에 개인별로 묶어 다시 나눠준다.

(3) 촉각이 사라진 세상

① 촉각이 사라진 신체 상상하기

- 앞선 프로그램에서 경험한 촉각의 다양한 양상들을 정리하고, 삶 속에서의 촉각의 역할과 중요성에 대해 일깨운다. ‘촉각’에 대해 새롭게 인식하게 된 아이들에게 ‘촉각이 사라진다’는 가상의 상황을 제시한다. 촉각이 사라진 신체에 일어날 일들에 대해 상상해보고, 자유롭게 발표하고 토론하는 시간을 가진다.
- 촉각이 사라진 신체는 외부 환경으로부터의 자극을 인지하기 어려운데, 이것은 생존의 문제와 직결되기도 한다. 예를 들면 온도를 감지하는데 장애를 겪는 신

체는 뜨거운 것과 차가운 것을 구별하기 힘들어 화상과 동상의 위험에 노출된다. 날카로운 것으로부터 상처를 입었을 때도, 통증을 느끼지 못한다면 위험한 상황이 연출될 수 있다. 무엇보다도 촉각이 없다면 사람은 자신이 생존하고 있다는 사실조차 알지 못한다. 몸의 존재를 의식하는 것은 촉각 체계의 탁월한 기능 중 하나다. 눈을 감고 있을 때나, 슈퍼마켓에서 장을 볼 때나, 잠에서 깨어났을 때, 산책을 할 때, 매 순간 몸의 존재를 생각을 통해 아는 것이 아니라 느낌으로 알 수 있다.²⁰⁾



*자료: URL <https://youtu.be/bdgmGrESe14>

[그림 III-26] <Haptics: Science and Engineering for the Sense of Touch>, UCTV (University of California Television)

- 촉각이 가장 발달해 있는 손은 햅틱(haptic)²¹⁾ 연구자들의 주요 연구 대상이다. 위의 사진에서 보여주는 실험은 감각을 마비시킨 손으로 성냥 켜기를 시도하는 것인데, 촉각이 운동성에 얼마나 중요한 영향을 미치는지를 보여준다. 감각이 마비된 손으로는 가벼운 성냥을 잡고, 들어 올리는 것조차 쉽지 않다. 의학적 치료를 위해 신체 일부에 마취 시술을 해봤거나 장시간 같은 자세로 오래 앉아 있어 발이나 다리가 둔해진 경험이 있다면 쉽게 이해할 수 있다.
- 이러한 맥락에서 촉각이 사라진 손으로 물건을 잡고, 일상생활을 할 수 있는 그리퍼(gripper) 제작의 필요성을 제안한다.

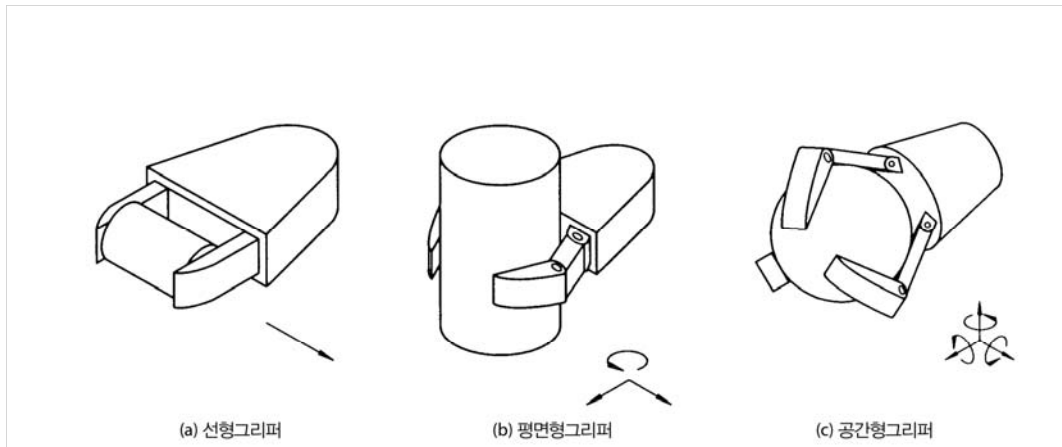
② 그리퍼(gripper) 설계하기

- 그리퍼(gripper)는 로봇손 연구의 기초가 되는 장치로 물체 파지를 위한 중요한

20) 마르틴 그룬발트(2019), 강영욱 옮김, 『손길에 닿는 순간 당신에게 일어나는 일』, p.7,

21) 햅틱(haptic)은 ‘촉각의’, ‘만지는’이라는 의미의 형용사로, 그리스어 ‘haptikos’를 어원으로 삼는다. 햅틱은 촉각과 힘, 운동감을 이용하여 기기를 제어하는 기술로, 터치스크린이 햅틱 기술을 활용한 대표적인 장치이다. 햅틱 기술은 자동차, 로봇, 의료 분야로 확장되어 활용되고 있으며, 관련 학계에서 활발하게 연구 중이다.

부품²²⁾이다. 그리퍼를 이용하여 물체를 안정적으로 파지하기 위해서는 기구적인 구조와 함께 물체와의 상호작용에 의해 발생하는 접촉력을 적절하게 제어하는 것이 중요하다.²³⁾ 다시 말해 물체를 집어 올리기 위하여 고안되는 기구는 구조적으로 적절한 힘을 받아야 하고, 재료끼리의 마찰력, 디자인의 형태까지 고려되어야 한다.



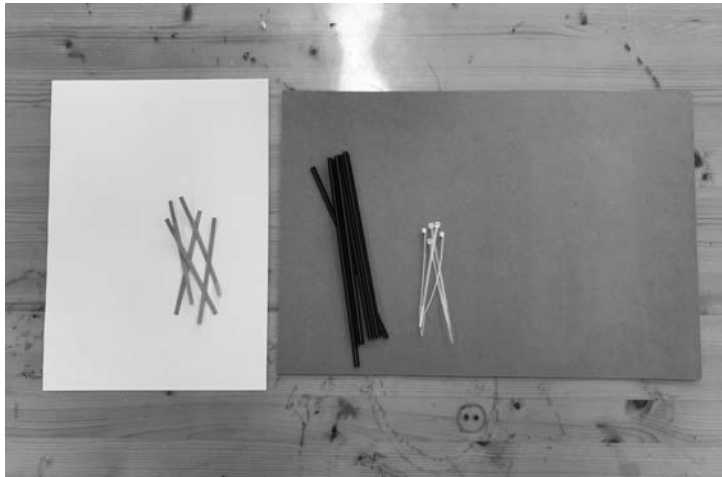
*자료: 로봇과 인간 16(1)(2019), p28,
 「다양한 물체 파지 및 조작을 위한 로봇손 및 그리퍼 개발동향」
 [그림 III-27] 그리퍼의 종류

Opposition Type: Virtual Finger 2:	Power					Intermediate			Precision					
	Palm		Pad			Side			Pad		Side			
	3-5	2-5	2	2-3	2-4	2-5	2	3	3-4	2	2-3	2-4	2-5	3
Thumb Abd.	1. Large Diameter	31. Ring	28. Sphere 3 Finger	18. Extension Type	19. Distal Type	23. Adduction Grip			21. Tripod Variation	9. Palmar Pinch	8. Prismatic 2 Finger	6. Prismatic 4 Finger	20. Writing Tripod	
	2. Small Diameter			26. Sphere 4-Finger						24. Tip Pinch	14. Tripod	27. Quadpod	12. Precision Disk	
	3. Medium Wrap									33. Inferior Pincer		13. Precision Sphere		
	10. Power Disk		11. Power Sphere											
Thumb Add.	17. Index Finger Extension						16. Lateral	25. Lateral Tripod					22. Parallel Extension	
	5. Light Tool						29. Stick							
	15. Fixed Hook						32. Ventral							
	30. Palmar													

*자료: 로봇과 인간 16(1)(2019), p28,
 「다양한 물체 파지 및 조작을 위한 로봇손 및 그리퍼 개발동향」
 [그림 III-28] 파지(Grasp)의 분류

22)이주경(2018), 「지능형 파지를 위한 유연촉각센서 개발」, 부산대학교 박사학위 논문, p.64,
 23)이병주 외 (2019) 「다양한 물체 파지 및 조작을 위한 로봇손 및 그리퍼 개발 동향」, 로봇과 인간 16(1), 한국로봇학회, p.36.

- 그리퍼 제작실험에서는 물건을 잡는 방법에 따른 손의 움직임에 이해해야 하고, 주어진 재료들이 만드는 구조가 물건을 잡기 위해 적절한 힘의 균형을 이룰 수 있도록 해야 한다. 어떠한 방식으로 물건을 집을 것인지 선택하면, 그에 따른 디자인도 함께 변할 수 있다.
- 그리퍼를 제작하기 위해 나눠주는 재료는 A4용지(80g) 1장, 크라프트지(8절, 330g)장, 케이블 타이 10cm 5개, 커피스틱 18cm 10개, 종이빳끈 5개로 제한한다. 접착제 역할을 할 수 있는 종이테이프와 글루건은 원하는 만큼 사용할 수 있다.



[그림 III-29] 그리퍼 제작재료

- 주어진 재료를 바탕으로 자신이 만들고자 하는 그리퍼를 설계하는 밑그림을 그린다. 한 두가지의 스케치를 마치면, 주어진 재료로 그리퍼를 제작해본다. 단, 재료가 부족할 경우는 옆 친구와 물물교환 하는 방식으로 필요한 재료를 획득한다.
- 그리퍼는 감자칩과 꼬마곰젤리를 들어 접시에서 접시로 옮길 수 있는가에 초점을 맞추어 제작한다. 그리퍼 제작의 최소 조건은 ① 장갑형태로 손을 감싸서 만들되, 감싸는 손가락의 개수는 제한이 없다. ② 2인 1조로 함께 작업하며 서로 협동하되 1인당 1개씩 그리퍼를 완성하는 것이다.

③ 그리퍼 제작하기

- 아이들이 재료를 탐색하면서 그리퍼의 모양, 구조 등을 결정할 수 있도록 한다. 교사는 교실을 돌아다니며, 아이들의 질문을 해결해주고 구조적 결함, 오작동의

문제에서 조언을 해준다. 첫 번째 그리퍼 제작실험에서 교사는 예시를 따로 보여주지 않고, 아이들 스스로 문제를 해결해갈 수 있도록 독려한다.

- 1차 제작실험을 마치고 교사는 손가락의 파지형태, 다양한 그리퍼 모듈 등 그리퍼 제작에 도움이 될 수 있는 자료를 보여준다. 다시 한 번 같은 재료를 나눠주고 2차 그리퍼를 제작하도록 한다. 1차 제작물을 보완하거나 기존의 설계를 수정하여 실험에 사용할 그리퍼를 최종 제작한다.



[그림 III-30] 그리퍼 제작과 피드백

④ 그리퍼 실험하기

- 교실 앞에 실험을 할 수 있는 책상을 놓고, 빈 접시와 감자칩, 꼬마 곰젤리를 준비한다. 두 번의 제작실험을 거쳐서 완성한 그리퍼를 각자 들고 나와 자신의 아이디어를 설명하고, 감자칩과 꼬마 곰젤리를 들어 올리는 실험을 진행한다. 한 쪽 접시에서 집어 올린 감자칩/ 꼬마곰젤리를 떨어뜨리지 않고 다른 쪽 접시로 옮기면 성공이다. 원하는 사람은 집어 올린 간식을 먹어도 좋다.
- 실험의 성패와 관계없이 노력에 대한 박수를 함께 치며 각자의 순서를 마친다. 성공, 혹은 실패했다면 그 이유에 대해 고민해보는 시간을 갖도록 하고, 교사는 적절한 피드백을 준다.
- 촉각의 감각 활동부터 그리퍼 제작에 이르기까지의 전체 수업을 갈무리하며, 촉각에 대한 새로운 시각을 가질 수 있도록 독려한다.

4) 프로그램 개요 및 상세 지도안

(1) 초등 캠프형 프로그램 개요

① 프로그램 개요

[표Ⅲ-18] 초등 캠프형 <촉각이 깨어날 때> 프로그램 개요

프로그램명		촉각이 깨어날 때			
교육목표		1. 촉각의 다양한 양상 (질감, 압력, 진동, 온도)을 이해하고 감각을 확장한다. 2. 지각의 주체로서 촉각을 적극적으로 지각하고, 인체에 미치는 영향에 대해 이해한다. 3. '접촉'을 통해 능동적으로 정보를 습득하는 태도를 기르고, 주어진 문제를 스스로 해결할 수 있다.			
관련 교과 / 장르		시각예술, 인지과학, 생명과학, 기계공학		학습대상	초등 5~6학년
차시	시간	구분	학습주제	학습내용	비고
1	120분	상황제시를 위한 감각활동	촉감의 숲으로 떠나자	<ul style="list-style-type: none"> - 눈을 가리고 다양한 신체부위를 이용해 오브제의 형태, 질감 느끼기 (개인 및 그룹활동) - 루페를 이용해 시각적으로 드러나는 물체의 특징을 관찰하고, 촉감과 관계 분석 - 실제 숲에서 자연물을 채집, 관찰하며 능동적인 접촉활동 - 프로타주(frottage)를 통해 촉각을 시각화 (그룹활동) 	
2	120분	상황제시 감성적 체험	촉감의 세계를 여행하자	<ul style="list-style-type: none"> - 인체를 통한 내 몸의 다양한 촉감 알기 - 촉감 자극의 다양한 형태를 체험 : 바람, 열기, 유체, 볼풀, 지압판, 솜, 모래, 전분(비뉴턴유체), 물, 타월 - 각각의 촉감 여행지에서 경험한 느낌, 감정, 감각들을 감각카드에 표현하기 	
3	120분	창의적 설계	촉각이 사라진 세상 I	<ul style="list-style-type: none"> - 토론: 촉각이 사라진다면? (촉각이 사라진 세상에 대한 상상, 촉각이 사라진 신체의 변화 -운동력의 상실- 강의) - 촉각이 사라진 손을 대신할 그리퍼 	2차시 수업 때 작성한 감각카드의

				(gripper)설계하기	내용을 공유하며 지난 시간활동 을 상기
4	120분	감성적 체험 창의적 설계	촉각이 사라진 세상 II	<ul style="list-style-type: none"> - 설계한 그리퍼(gripper) 제작하기 ①재료는 크래프트지, 커피스틱, 종이 뿔, 케이블 타이, 마스킹 테이프와 접착제로 제한 ②장갑의 형태로 손에 탈착이 가능한 장치로 고안할 것 - 감자칩 챌린지/ 꼬마곰젤리 챌린지 : 완성된 그리퍼로 감자칩, 곰젤리 집 기 실험 - 실험의 성공과 실패 요인에 대해 토론 하기 	

② 상세 지도안

[표III-19] 초등 캠프형 <촉각이 깨어날 때> 상세 지도안

일시	2019년 10월 26일 (토) 10시~12시	강사명	문지영 이행자	장소	스튜디오 C	학습 대상	초등 5, 6 학년
프로그램 명	촉감의 숲으로 떠나자						
교육목표	1. 외부 자극을 받아들이는 기관으로서의 피부를 이해한다. 2. 감각의 기능을 제한하거나 극대화한 상황에서 다양한 촉감을 느껴본다. 3. 오브제에 대한 호기심을 자연에 대한 호기심, 상상력으로 확장한다.						
관련 교과	시각예술, 인지과학	준비물	다양한 오브제, 안대, 루페, 모조지, 4B연필				

학습과정안						
차 시	학습 주제	단계	학습활동		시 간 (분)	비고
			교사	학생		
1	촉감 의 숲으 로 떠나 자	도입 촉감의 숲	<ul style="list-style-type: none"> - 학생들과 인사를 나눈다. - 이들 간 진행될 수업 주제에 대한 간략한 설명한다. - 몸의 감각(시각, 청각, 촉각, 후각, 미각)들의 존재를 일깨우면서 촉감을 느낄 수 있는 다양한 신체부위를 탐색한다. ex) “우리 몸에서 가장 큰 신체기관은 뭘까?” - 촉감의 숲을 여행하는 방법을 안내한다. <p>① 손바닥, 손등은 되도록 사용하지 말고, 발, 팔, 허벅지, 얼굴, 목 등 평소에 잘 사용하지 않던 피부를 이용해 사물의 촉감을 느낄 수 있도록 지도한다.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 자신에 대한 간략한 소개를 하면서 서로의 얼굴을 익힌다. <p>① 안대를 쓰고 촉감의 숲을 거닐면서 촉감을 느껴본다.</p>	40	촉감의 숲 구성 물품 목장갑 고무장 갑 은박도 시락 털목도 리 실리콘 수세미 캐치볼 세트 타조털 이 양모털 이 비닐봉 지

		<p>② 눈을 감았을 때와 떴을 때의 차이를 느껴볼 수 있도록 한다.</p> <p>③ 압력이 동반된 촉감의 차이를 인지할 수 있도록 한다.</p> <p>*촉감의 숲을 여행할 때, 실제 숲속에서 날 수 있는 소리 (풀벌레, 물소리 등)을 배경음악으로 틀어준다.</p>	<p>② 안대를 벗고 촉감의 숲을 느껴본다.</p> <p>③ 짝을 짓고 상대방이 촉감을 느낄 수 있도록 오브제를 문질러 준다.</p>		<p>스텐 양푼 스텐 채반 공예용 백업 국화(생 화) 한지 양파망 물티슈 에어캡</p>
	<p>전개1 촉감의 숲 탐구하 기</p>	<p>관찰도구 ‘루페’를 소개하고, 서로 다른 질감을 가진 종이(복사용지, 켄트지, 수채화지, 캔버스지)를 이용해 관찰하는 방법을 알려준다.</p> <p>- 촉감의 숲에서 자신의 마음에 들었던 사물을 채집해 온 후 루페로 세밀한 질감을 관찰하면서 촉감을 느껴본다.</p>	<p>미세하게 다른 질감을 눈으로 보며 느끼는 연습을 해본다.</p> <p>- 열매를 수확하듯이 사물과 연결된 낚시줄을 가위로 잘라 자리로 가져온다.</p> <p>- 옆 친구들과 사물을 바꿔가며 관찰하고 다양한 질감을 느껴본다.</p>	30	
	<p>전개2 살아있 는 숲으로</p>	<p>- ‘촉감’에 대한 감각놀이를 놓치지 않으면서 자유롭게 주변과 익숙해질 시간을 준다.</p> <p>- 4B연필을 나눠주고, 프로타주(frottage)에 대해 설명한다. 주변의 다양한 질감을 연필로 뜯 때, 진동이 어떻게 달라지는 지도 관찰할 수 있도록 독</p>	<p>- 루페를 들고 야외로 나가 주변의 사물(벽, 땅, 벤치, 각종 기물)과 생물(식물, 동물, 곤충 등)을 자유롭게 탐색하는 시간을 가진다.</p> <p>- 3~4명 정도 그룹을 만들어 모조지(전지 크기) 1장을 나눠 주며 함께 들고 다니도록 한다.</p>	35	

		려한다.	- 4B연필로 주변의 질감을 종이 에 가득 채집해오도록 한다.			
	마무리 여행을 마치며	- 야외활동 전에 함께 관찰했 던 촉감의 숲의 오브제를 다시 나눠준다. - 야외활동에서 채집해 온 시 각화된 질감과 비슷한 촉감의 오브제를 짝지어 보는 활동을 진행한다. - 전체 수업을 마무리하는 시 간을 갖는다.	- 친구들과 함께 채집해 온 질 감들 (프로타주 작품)과 유사 한 촉감의 오브제를 짝지어 본 다. - 활동에 대한 소감을 나누고 자리를 정리한다.	15		

일시	2019년 10월 26일 (토) 10시~12시	강사명	문지영 이행자	장소	스튜디오 C	학습 대상	초등 5, 6 학년
프로그램 명	촉감의 세계를 여행하자						
교육목표	1. 외부자극을 받아들이는 기관으로서의 피부를 이해한다. 2. 다양한 촉감 훈련을 통해 감각을 확장한다. 3. 촉감과 움직임의 상관관계에 대해 느껴보고 이해한다.						
관련 교과	인지과학, 생명과학, 시각예술	준비물	볼풀공, 전분, 지압판, 솜, 선풍기, 드라이어, 물뿌리개, 모래 등				

학습과정안							
차 시	학습 주제	단계	학습활동		시간 (분)	비고	
			교사	학생			
2	촉감 의 세계 를 여행 하자	도입 인체를 관찰하 고 탐구하 기	- 수용기 구분에 따른 촉각의 종류에 대해 설명한다. - 표면/질감 관찰 - 온도관찰	- 표면/질감, 온도, 진동, 압 력 등 다양한 양상으로 나타 나는 촉각을 이해한다. - 여러 부위의 피부, 머리카 락, 손톱, 털 등 인체의 다 양한 질감을 찾아본다. - 루페를 이용하여 표면의 형 태와 질감이 서로 어떤 관계 를 이루고 있는지 관찰해본 다. - 내 몸의 차가운 곳과 따듯	30	서로 간의 신체접 촉에 대해 유의할 점을 알려준 다.	

			<p>- 진동관찰</p> <ul style="list-style-type: none"> - 한 곳을 찾아본다. - 옆 친구와 비교하면서 손, 팔 등의 온도를 비교해본다. - 내 몸에서 진동, 울림을 만들어 내는 곳을 찾아본다. - 친구의 목, 등에 손을 대고 노래를 부르거나 소리를 낼 때 느껴지는 진동 느껴보기. - 심장박동이 느껴지는 신체 부위 (가슴, 손목, 목 뒤 등) 찾기 		
	전개	온몸으로 느껴보기	<p>- 촉감 자극의 다양한 형태를 체험할 수 있는 코스를 만들어 자연스럽게 촉각과 운동감, 촉각의 중요성에 대해 연습할 수 있도록 한다.</p> <ul style="list-style-type: none"> ①바람: 대형선풍기를 이용하여 바람의 약, 중, 강의 정도를 달리한다. ②열기(Hot/Cold): 헤어드라이어를 이용하여 온도의 높낮이를 달리한다. ③유체(Fluid): 물조리개를 이용하여 물의 흐름을 느껴본다. ④볼풀: 볼풀이 가득 들어 있는 박스를 걸어 본다. ⑤지압판: 지압판으로 만들어진 길을 걷는다. ⑥숨: 숨이 가득찬 박스 속을 걷는다. ⑦모래: 모래를 밟으며 걷는다 ⑧전분(비뉴턴유체): 물과 전분이 1대1 비율로 섞인 전분물이 담긴 박스 속에서 걸어본다. ⑨물: 물을 헤쳐나가며 걷는다. ⑩타월: 손과 발을 닦으면서 타월의 촉감을 느껴본다. 	60	수업에 참여하는 아이들을 두 팀으로 나누어 순서대로 진행한다. 한 팀이 체험하는 동안 다른 팀은 체험이 원활하게 이뤄질 수 있도록

							돋는 역할을 한다.
	마무리	<ul style="list-style-type: none"> - 감각카드 작성하기 : 아이들이 경험한 다양한 감각 자극들을 자신만의 언어, 그림, 색 등으로 표현하도록 한다. : 카드 내용의 형식을 한정 짓지 않고, 자유롭게 표현할 수 있도록 독려한다. - 수업을 정리하고 마무리한다. - 1, 2차시의 수업을 정리하면서, 촉각에 대한 관심을 다시한 번 일깨우고, 다음 시간(촉각이 사라진 세상)에 대한 내용을 소개하며 정리한다. <p>* 교사는 아이들이 적은 카드를 코스별로 취합하여, 다음 날 수업 시작 때 함께 공유하고, 최종수업 종료 시 개인별로 묶어 나눠준다.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 각자 촉감 여행지에서 느꼈던 느낌, 감정, 감각들을 '감각카드'(총 10개)에 적어 해당 상자 앞에 놓아둔다. - 오늘 수업에 대한 소감을 나누고, 교실을 함께 정리한다. 	30			

일시	2019년 10월 27일 (일) 10시~15시	강사명	문지영 이행자	장소	스튜디오 C	학습 대상	초등 5, 6 학년
프로그램 명	촉감의 세계를 여행하자						
교육목표	<ol style="list-style-type: none"> 1. 촉각이 사라진 신체에 대해 상상해본다. 2. 촉각의 상실을 극복할 수 있는 기계장치를 개발해본다. 3. 과학과 기술의 발전을 이롭게 사용할 수 있는 방법과 태도에 대해 고민해본다. 						
관련 교과	인지과학, 생명과학, 시각예술	준비물	크라프트지, 커피스틱, 종이테이프, 미니젤리, 감자칩 등				

학습과정안						
차시	학습주제	단계	학습활동		시간	비고
			교사	학생		
3	촉각이 사라진 세상 I	도입 감각카드 공유하기	- 지난시간에 작성했던 감각카드를 (무기명으로) 함께 공유한다. - 아이들이 표현한 내용을 읽어주며, 어떤 감각에 대한 것인지 맞히는 방식으로 흥미를 유도한다.	- 교사가 공유해주는 느낌들을 들으면서, 다른 친구들은 같은 감각을 어떻게 다르게 표현했는지 주의 깊게 들어본다.	15	
		전개1 촉각이 사라진 신체 상상하기	- 지난 수업내용을 상기시키며, 촉각이 사라지면 일어날 수 있는 일들에 대해 상상해보는 시간을 갖는다. - 촉각이 상실된 신체에서 일어날 수 있는 상황에 대한 영상을 보면서, 촉각이 움직임, 생존과 관련되어 있음을 이해한다.	- 촉각이 사라진 신체에 대해 자유롭게 상상하고, 발표하고, 토론해본다. - 이해가 되지 않거나 궁금한 부분에 대해 자유롭게 질문한다.	20	영상물 준비
		전개2 그리퍼 설계하기	- 촉감이 없어진 손을 상상해보고, 손의 기능을 보완할 수 있는 그리퍼를 설계하도록 한다. - 주어질 재료를 공개하고 각자 나눠주고 재료의 특성을 파악해본다.	- 조건에 맞추어 자신이 만들고 싶은 그리퍼를 설계하고 그려본다. (이름을 붙여봐도 좋다) [재료] 크라프트지 1장, A4용지 1장, 종이테이프(자유), 케이블 타이, 종이 빵끈, 십스틱 10개, 글루건	25	글루건은 교사와 함께 사용하도록 한다.
		전개3 그리퍼 제작하기 -1차-	- 그리퍼 제작 조건과 목표를 공유하고, 사전 정보나 교육 없이 그리퍼를 제작실험을 해본다.	[조건] ①장갑형태로, 손을 감싸서 만들되 감싸는 손가락의 개수는 제한이 없다. ②재료는 모자라면 친구와 물물교환하여 사용한다. ③2인 1조로 함께 작업하며	60	전개 3과 전개 4의 시간은 수업에 참여하는

			-그리퍼 제작 과정 중간에 개별지도를 통해 그리퍼 작동에 대한 피드백을 준다.	서로 협동하되, 1인당 1개씩 그리퍼를 완성한다. [목표] 미니 곱젤리와 감자칩을 집어 올릴 수 있다.		아이들의 성취도에 따라 유동적으로 조절 가능하도록 한다.
4	촉각이 사라진 세상 II	전개4 그리퍼 제작하기 -2차-	- 그리퍼 1차 제작실험을 마치고, 손가락의 파지형태, 다양한 그리퍼 모듈 등 그리퍼 제작에 도움이 될 수 있는 자료를 보여준다. - 다시 한 번 같은 재료를 나눠주고 그리퍼를 제작하도록 한다.	- 1차 제작물을 보완하거나 기존의 설계를 수정하여, 실험에 사용할 그리퍼를 최종 제작한다.	80	
		전개4 그리퍼 실험하기	- 교실 앞에 감자칩, 꼬마곱젤리를 하나씩 놓고, 그리퍼를 이용하여 들어올리는 실험을 할 수 있도록 준비한다. - 실패/성공 한다면 그 이유에 대해 고민해볼 수 있도록 하고 적절한 피드백을 준다.	- 완성된 그리퍼가 제 기능을 하는지 실험해본다. 그리퍼로 감자칩과 꼬마곱젤리를 들어 올려본다.	30	
		마무리	- 이틀 동안의 수업 전체를 정리하며, 촉각에 대한 새로운 시선을 가질 수 있도록 독려한다.	- 함께한 친구들, 교사와 인사하고 교실을 함께 정리한다.	10	

(2) 초등 일반형 프로그램 개요

[표Ⅲ-20] 초등 일반형 <촉각이 깨어날 때> 프로그램 개요

프로그램 명		촉각이 깨어날 때				
교육목표		1. 촉각의 다양한 양상 (질감, 압력, 진동, 온도)을 이해하고 감각을 확장한다. 2. 지각의 주체로서 촉각을 적극적으로 지각하고, 인체에 미치는 영향에 대해 이해한다. 3. '접촉'을 통해 능동적으로 정보를 습득하는 태도를 기르고, 주어진 문제를 스스로 해결 할 수 있다.				
관련 교과 / 장르		시각예술, 인지과학, 생명과학, 기계공학		학습대상	초등 5~6학년	
차시	시간	구분	학습주제	학습내용	비고	
1	90분	상황제시를 위한 감각활동	촉각의 숲으로 떠나자	<ul style="list-style-type: none"> - 눈을 가리고 다양한 신체부위를 이용해 오브제의 형태, 질감 느끼기 (개인 및 그룹활동) - 루페를 이용해 시각적으로 드러나는 물체의 특징을 관찰하고, 촉감과의 관계 분석 		
2	90분	감성적 체험	살아있는 숲으로	<ul style="list-style-type: none"> - 실제 숲에서 자연물을 채집, 관찰하며 능동적인 접촉활동 - 프로타주(frottage)를 통해 촉각을 시각화 	그룹활동	
3	90분	상황제시	촉감의 우주 인체	<ul style="list-style-type: none"> - 인체를 통한 내 몸의 다양한 촉감 알기 : 온도, 질감, 진동, 압력 등의 다양한 촉감의 양상을 느낄 수 있는 관찰 활동 - '촉점의 분포조사' 등 실험을 통해 자신과 친구의 몸과 촉각에 대해 탐구 	그룹활동 - 신체접촉과 관련한 사전 동의	
4	90분	상황제시 감성적 체험	촉감의 바다를 걷자	<ul style="list-style-type: none"> - 촉감 자극의 다양한 형태를 체험 : 바람, 열기, 유체, 불꽃, 지압판, 솜, 모래, 전분(비뉴턴유체), 물, 타월 - 각각의 촉감 여행지에서 경험한 느낌, 감정, 감각들을 감각카드에 표현하기 		
5	90분	상황제시 창의적	촉각이 사라진	<ul style="list-style-type: none"> - 토론: 촉각이 사라진다면? (촉각이 사라진 세상에 대한 상상, 촉 	지난 수업 때	

		설계	세상 I	<ul style="list-style-type: none"> 각이 사라진 신체의 변화 - 운동력의 상실 - 강의) - 촉각이 사라진 손을 대신할 그리퍼 설계하기 - 자신이 설계한 그리퍼 소개하기 	작성한 감각카드의 내용을 공유하며 지난 시간활동을 상기
6	90분	감성적 체험 창의적 설계	촉각이 사라진 세상 II	<ul style="list-style-type: none"> - 자유 재료로 그리퍼(gripper) 제작하기 : 지난시간 설계한 그리퍼를 구현하기 위한 각자의 재료를 준비하여 그리퍼 제작 - 실험을 통해 그리퍼의 기능을 점검하고, 그리퍼 설계에 필요한 요소를 고민해본다. 	강사는 5,6차시를 바탕으로 7,8차시에 사용할 재료를 정한다.
7	90분	창의적 설계	그리퍼 챌린지 I	<ul style="list-style-type: none"> - 제한된 재료로 그리퍼 제작하기 : 크라프트지(250g), 커피스틱, 케이블 타이, 종이뺑끈, 종이 테이프 - 종류, 개수 등에서 제한된 재료를 나눠주고, 그리퍼를 제작한다. 	5,6차시 수업 결과에 따라 재료는 추가(변동) 가능
8	90분	창의적 설계 감성적 체험	그리퍼 챌린지 II	<ul style="list-style-type: none"> - 그리퍼 완성 - 감자칩 챌린지/ 꼬마곰젤리 챌린지 : 완성된 그리퍼로 감자칩, 곰젤리 집기 실험 - 실험의 성공과 실패 요인에 대해 토론하기 	

(3) 중등 캠프형 프로그램 개요

[표Ⅲ-21] 중등 캠프형 <촉각이 깨어날 때> 프로그램 개요

프로그램 명		촉각이 깨어날 때				
교육목표		1. 촉각의 다양한 양상 (질감, 압력, 진동, 온도)을 이해하고 감각을 확장한다. 2. 지각의 주체로서 촉각을 적극적으로 지각하고, 인체에 미치는 영향에 대해 이해한다. 3. '접촉'을 통해 능동적으로 정보를 습득하는 태도를 기르고, 주어진 문제를 스스로 해결할 수 있다.				
관련 교과 / 장르		시각예술, 인지과학, 생명과학, 기계공학		학습대상	중등 1~3학년	
차시	시간	구분	학습주제	학습내용	비고	
1	120분	상황제시를 위한 감각활동	촉각의 숲으로 떠나자	<ul style="list-style-type: none"> - 눈을 가리고 다양한 신체부위를 이용해 오브제의 형태, 질감 느끼기 (개인 및 그룹활동) - 루페를 이용해 시각적으로 드러나는 물체의 특징을 관찰하고, 촉감과 의 관계 분석 - 실제 숲에서 자연물을 채집, 관찰하며 능동적인 접촉활동 - 프로타주(frottage)를 통해 촉각을 시각화 (그룹활동) 		
2	120분	상황제시 감성적 체험	촉각의 바다를 걷자	<ul style="list-style-type: none"> - 인체를 통한 내 몸의 다양한 촉감 알기 - 촉각 수용기와 원리에 대해 이해하기 - 준비된 촉감 상자 위를 걸으면서, 촉감의 다양한 형태를 경험하기 : 모래, 솜, 전분물(비뉴턴유체), 물 - 경험을 토대로 활동지 작성하기 	ppt, 영상 등을 이용하여 촉각에 대해 심화학습	
3	120분	창의적 설계	촉각이 사라진 세상 I	<ul style="list-style-type: none"> - 토론: 촉각이 사라진다면? 촉각이 사라진 신체를 상상하고, 촉각이 상실된 상태의 삶에 대해 생각해본다. - 촉각과 운동의 상관관계를 알아본다. 촉각이 사라진 손을 대신할 그리퍼 설계하기 		

4	120 분	창의적 설계 감성적 체험	촉각이 사라진 세상 II	<ul style="list-style-type: none"> - 설계한 그리퍼(gripper) 제작하기 <ul style="list-style-type: none"> ①재료는 크라프트지, 커피스틱, 종이 빵끈, 케이블타이, 마스킹테이프와 접 착제로 제한 ②장갑의 형태로 손에 탈착이 가능한 장치로 고안할 것 - 감자칩 / 꼬마곰젤리 / 타피오카펠 / 달걀챈린지 : 완성된 그리퍼로 주어진 물건 집기 실험 - 실험의 성공과 실패 요인에 대해 토론 하기 	
---	----------	------------------------	----------------------------------	--	--

(4) 중등 일반형 프로그램 개요

[표Ⅲ-22] 중등 일반형 <촉각이 깨어날 때> 프로그램 개요

프로그램 명		촉각이 깨어날 때				
교육목표		1. 촉각의 다양한 양상 (질감, 압력, 진동, 온도)을 이해하고 감각을 확장한다. 2. 지각의 주체로서 촉각을 적극적으로 지각하고, 인체에 미치는 영향에 대해 이해한다. 3. '접촉'을 통해 능동적으로 정보를 습득하는 태도를 기르고, 주어진 문제를 스스로 해결할 수 있다.				
관련 교과 / 장르		시각예술, 인지과학, 생명과학, 기계공학		학습대상	초등 5~6학년	
차시	시간	구분	학습주제	학습내용	비고	
1	90분	상황제시를 위한 감각활동	촉각의 숲으로 떠나자	<ul style="list-style-type: none"> - 눈을 가리고 다양한 신체부위를 이용해 오브제의 형태, 질감 느끼기 (개인 및 그룹활동) - 루페를 이용해 시각적으로 드러나는 물체의 특징을 관찰하고, 촉감과의 관계 분석 		
2	90분	감성적 체험	살아있는 숲으로	<ul style="list-style-type: none"> - 실제 숲에서 자연물을 채집, 관찰하며 능동적인 접촉활동 - 프로타주(frottage)를 통해 촉각을 시각화 	그룹활동	
3	90분	상황제시	촉감의 우주 인체	<ul style="list-style-type: none"> - 인체를 통한 내 몸의 다양한 촉감 알기 : 온도, 질감, 진동, 압력 등의 다양한 촉감의 양상을 느낄 수 있는 관찰·탐구 활동 - 촉각 수용기와 원리에 대해 이해하기 	그룹활동 - 신체접촉과 관련한 사전동의	
4	90분	상황제시 감성적 체험	촉감의 바다를 건자	<ul style="list-style-type: none"> - 촉감과 감각적 요구 : 사회·문화적 환경 속에서의 촉감을 이해한다. - 감각을 속이는 다양한 촉각 실험 체험 - 촉감 자극의 다양한 형태를 체험 : 솜, 모래, 전분(비뉴턴유체), 물 위를 걷기 		

5	90분	상황제시 창의적 설계	촉각이 사라진 세상 I	<ul style="list-style-type: none"> - 토론: 촉각이 사라진다면? (촉각이 사라진 세상에 대한 상상, 촉각이 사라진 신체의 변화 - 운동력의 상실 - 강의) - 촉각이 사라진 손을 대신할 그리퍼(gripper)설계하기 - 자신이 설계한 그리퍼 소개하기 	
6	90분	감성적 체험 창의적 설계	촉각이 사라진 세상 II	<ul style="list-style-type: none"> -자유 재료로 그리퍼(gripper) 제작하기 : 지난 시간 설계한 그리퍼를 구현하기 위한 각자의 재료를 준비하여 그리퍼 제작 - 실험을 통해 그리퍼의 기능을 점검하고, 그리퍼 설계에 필요한 요소를 고민해본다. 	강사는 5,6차시를 바탕으로 7,8차시에 사용할 재료를 정한다.
7	90분	창의적 설계	그리퍼 챌린지 I	<ul style="list-style-type: none"> - 제한된 재료로 그리퍼 제작하기 : 크라프트지(250g), 커피스틱, 케이 블타이, 종이빵끈, 종이 테이프 - 종류, 개수 등에서 제한된 재료를 나눠주고, 그리퍼를 제작한다. 	5,6차시 수업 결과에 따라 재료는 추가(변동) 가능
8	90분	창의적 설계 감성적 체험	그리퍼 챌린지 II	<ul style="list-style-type: none"> - 그리퍼 완성 - 감자칩 / 꼬마곰젤리 / 타피오카펠 / 달걀 챌린지 : 완성된 그리퍼로 다양한 사물들 집기 실험 - 실험의 성공과 실패 요인에 대해 토론하기 	

5) 프로그램 실행 및 분석

(1) 촉감의 숲으로 떠나자

① 촉감의 숲

- ‘촉감의 숲’은 다양한 촉감을 지닌 오브제들이 매달려 있는 숲을 거닐면서 촉감을 탐험하는 콘셉트로 준비했는데, 실제 숲속에 온 것 같은 느낌을 내기 위해 음악적 효과(새소리, 벌레소리 등)를 함께 사용했다. 촉각에 집중하려면 청각을 자극하지 않는 것도 중요했지만, 스토리텔링을 통한 수업 분위기를 조성하기 위해 효과적인 방법이었다.
- 안대로 시각을 제한한 극적인 상황에서, 미지의 오브제들을 촉각으로만 인지하는 활동이기 때문에 아이들의 흥미를 끌기에 좋은 전략이었지만, 실제 수업에서 흥분 상태가 계속 유지되면서 다소 소란스러운 가운데 진행되었다. 교사와 스태프가 동행하여 눈을 가린 상태에서도 다채로운 촉감을 경험할 수 있도록 유도했으나 몇몇은 충분히 체험에 집중하지 못했다.



[그림 III-31] 시각을 제한하고, 촉감의 숲을 산책하기

② 촉감의 숲 탐구하기

- ‘루페’는 들고 다니기 간편하고, 사용하기도 쉬워서 관찰 도구로 매우 적절했다. 루페를 처음 경험해 보는 아이들이 대부분이라 흥미로워했고, 관찰 도구로부터 흥미가 유발되니 자연스럽게 주변 사물에 대한 호기심으로 이어졌다. 별도의 지시 없이도 준비된 수업 순서대로 자연스럽게 이어졌다.

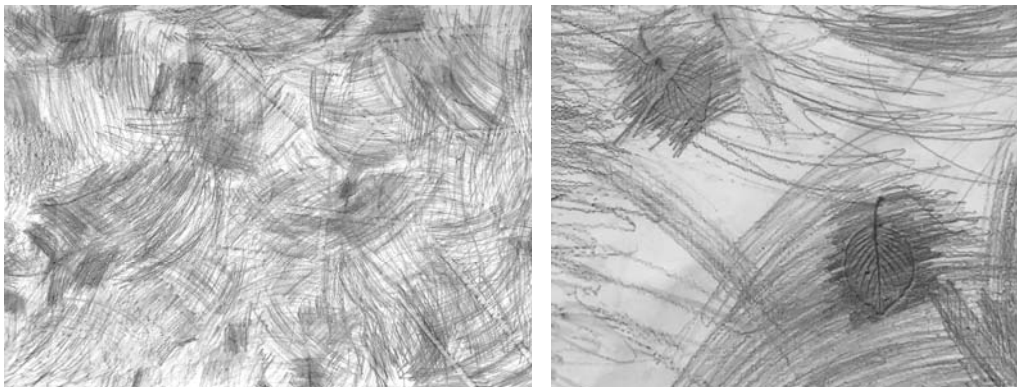
③ 살아있는 숲으로

- 아이들은 실내 활동보다 야외활동에서 훨씬 활기찬 모습을 보였다. 주차장과 차로가 인접해있고, 주변 환경이 제한적이라 프로타주 활동이 쉽지 않을 것 같아 걱정했는데, 연필로 종이에 질감을 떠내는 것을 재미있어 했다. 수동적으로 질감을 떠내는 것에 그치지 않고, 나뭇잎, 동전 등을 이용하여 자신이 표현하고 싶은 것을 적극적으로 표현하기도 했다. ‘촉감의 숲’ 활동은 야외활동을 원활하게 하기 위한 일종의 사전활동이기도 했는데, 덕분에 머뭇거리거나 망설이지 않고 야외활동에 참여하는 모습을 보였다.



[그림 III-32] 루페를 이용하여 실제 숲을 관찰하는 아이들의 모습

- 사물을 통해 맺은 관계를 자연과 주변으로 확장하는 야외 활동은 1차시에서 가장 핵심적인 활동이었다. 사전에 과학관을 둘러싼 환경을 염두에 두고 기획하였지만, 막상 수업을 진행하다보니 환경적인 부분이 아쉬웠다. 조금 더 울창하고 규모가 느껴지는 숲이나 정원이었다면, 보다 풍부한 경험을 할 수 있었을 것 같다.



[그림 III-33] 과학관 주변의 질감을 채집한 프로타주(전지)와 detail cut

(2) 촉감의 세계를 여행하자

① 온 몸으로 느껴보기

- 촉감 자극의 다양한 형태를 여행코스에 비유해 진행하였다. 14명의 학생을 절반으로 나누어 7명은 여행객, 7명은 가이드로 역할을 나누었다. 총 10개의 다른 감각 코스 중 7개는 아이들이 맡고 나머지 3개는 교사(2명)와 스태프(1명)가 맡았다.
- 준비한 촉감 코스는 10가지-바람, 열기, 유체(fluid), 불꽃, 지압판, 숨, 모래, 전분, 물, 타월-는 상체에서 하체로 점점 감각을 느끼는 신체의 중심점이 내려가도록 구성했으며, 마지막 코스는 손과 발을 닦는 실용적인 목적을 더하여 타월로 설정하였다.
- 각각의 촉감 코스는 교사가 미리 준비하지 않고 아이들과 함께 준비하였으며, 특히 전분물 제작을 흥미로워했다. 전분과 물의 비율을 1:1로 섞어 ‘비뉴턴유체’로 만드는데, 넓은 면적으로 세계 내리치면 조직이 무너지지 않지만, 손가락으로 누르면 조직을 비집고 들어갈 수 있다. 높이 작동하는 것과 같은 원리다.
- ‘촉감 코스’ 활동의 목표는 접촉하는 촉감에 따라 내 몸의 움직임이 어떻게 영향을 받는지를 관찰하는 것이다. 코스가 변할 때마다 내 몸이 뒤뚱거리는지, 더디게 움직이는지 등의 차이를 체감하는 것이다. 그러나 실제 활동에서 ‘촉감의 숲’에서와 같이 다소 흥분된 상태로 진행되어, 실제 아이들이 개별 감각의 차이를 충분히 느꼈는지 알 수 없었다. 일부 촉감 코스가 더 흥미롭다고 느끼는 것 때문에 각자의 역할(여행자, 가이드)을 제대로 지키지 않거나 촉감코스의 순서를 뛰어넘는 등 무질서한 모습을 보이기도 했다.



[그림 III-34] 촉감코스를 여행하는 여행자와 가이드

② 감각카드 작성하기

- 촉감코스를 여행하고 각 코스에서 느꼈던 감정과 느낌을 단어, 문장, 색, 그림 등 다양한 방식으로 표현할 수 있도록 감각카드를 나눠주었다. 10개의 빈 종이에, 각 코스에서 느꼈던 감정들을 표현하고 마치 댓글을 달 듯이 각 코스에 해당 카드를 놓고 오는 방식으로 진행했다.
- 감각카드는 간단하게는 문장에서부터 그림과 시에 이르기까지 다양한 방식으로 채워졌다. 감정을 언어화 하는 활동은 경험을 오래도록 기억할 수 있도록 하기 때문에, 다소 산만하게 진행되었던 활동을 정리할 수 있는 시간이기도 했다.
- 감각카드는 다음 날 수업 시작 전 함께 공유했으며, 어떤 코스에 대한 감상인지 맞히는 퀴즈 방식으로 진행했다. 촉감 코스별로 묶어놓은 감각카드는 다시 개인별로 분리하여, 최종 수업 종료시 나누어 주었다.



[그림 III-35] 촉감코스에 놓여진 감각카드

③ 인체를 관찰하고 탐구하기

- 인체 탐구 시간은 이어지는 ‘온 몸으로 느껴보기’의 사전 활동으로 먼저 나의 몸과 감각을 이해하고, 주변 친구와도 함께 할 수 있는 활동으로 준비하였다.
- 실제 공개수업 당일, 인체 탐구 시간을 잇고 ‘온 몸으로 느껴보기’를 먼저 시작하는 바람에 순서가 바뀌어 진행되었고, 시간을 충분히 할애하지 못했다. 진행상의 무리는 없었지만, 인체 탐구 시간이 선행되었을 때, 다음 활동이 더 의미가 있지 않았을까 하는 아쉬움이 남았다.

(3) 촉각이 사라진 세상

① 촉각이 사라진 신체 상상하기

- 공개수업 첫째 날의 촉각에 대한 감각활동이 ‘그리퍼(gripper)’ 제작의 필요성으로 이어질 수 있도록 하기 위해 촉각이 사라진 신체를 상상하는 시간을 가졌다. 사전 학습 없이, 촉각이 사라진 신체에게 일어날 일들에 대해서 이야기 하고 보다 깊이 이해할 수 있도록 영상자료를 준비하여 함께 보았다.
- 촉각과 움직임의 상관관계를 이해하는 것이 어렵지는 않을까 걱정한 것과 달리, 영상과 교사의 설명만으로 충분히 이해하였다. 특히 촉각이 가장 많이 분포되어 있고, 생존에서 중요한 역할을 하는 손의 감각이 사라진 상태를 상상하며 그리퍼 제작으로 자연스럽게 이어졌다.

② 그리퍼 설계하기

- 그리퍼를 제작하기에 앞서 재료를 공개하고, 그 재료를 바탕으로 설계하는 시간을 가졌다. 그리퍼 제작에는 종류와 개수가 제한된 재료만 주어졌다. 한계가 있는 재료를 이용하여 보다 창의적인 아이디어를 도출 할 수 있도록 유도한 장치였다. 만약 부족하면 주변 친구와 반드시 ‘물물교환’ 형태로 재료를 바꿔 쓰도록 했는데, 이것 역시 교육적 장치였다.

③ 그리퍼 제작하기

- 첫 번째 시도에는 ‘그리퍼’의 쓰임과 기능을 구두로만 설명하고, 어떤 예시도 주지 않았다. 최근에 참여한 여타 수업에서 예시가 도움보다는 독이 되는 경우를 많이 보았기 때문이다. 실제로 첫째 날 수업 당시 그리퍼 만들기에 대한 사전 공지를 하였는데 연습을 해온 친구가 있었다. 그런데 재료가 자신이 생각했던 것과 다르게 주어지니 매우 곤란해하고 더 이상 작업을 진행하지 못했다. 이미 머릿속에 자리 잡은 예시 때문이었다. 예시를 먼저 제시하기 보다는 상상력에 기반한 1차 그리퍼 제작 이후, 기능적으로 필요한 정보들을 제공하고, 다시 같은 양의 재료로 2차 그리퍼를 제작하도록 했다.



[그림 III-36] 그리퍼 제작 과정 1

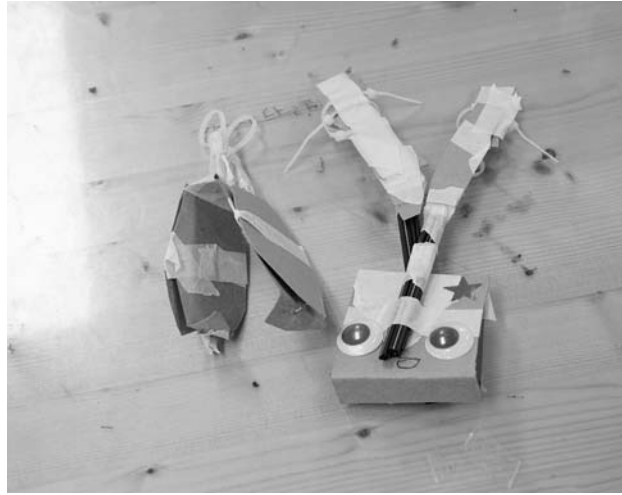
- 예상한대로 사전 정보 없이 재료만 제시하였을 때, 아이들의 첫 반응은 어렵다는 것이었다. 하지만 질문하기도 하고, 실패를 반복하면서 점점 나은 결과물을 만들어 냈다. 1차 그리퍼를 제작한 후 교사가 다양한 파지 형태와 그리퍼 모듈을 보여주고 2차 그리퍼를 제작하도록 했다. 2차 그리퍼는 1차 그리퍼를 보완하거나 새로운 설계를 시도해도 관계 없도록 했다.



[그림 III-37] 그리퍼 제작 과정 2

④ 그리퍼 실험하기

- 그리퍼 완성 후 교실 앞에 책상을 두고 감자칩/ 꼬마곰젤리 챌린지 실험을 진행했다. 자신이 만든 그리퍼를 이용해 잘 부서지는 감자칩과 집기 힘든 꼬마곰젤리를 들어 옮기는 것이다. 그리퍼는 아이들의 숫자만큼 다양한 모양으로 만들어졌으며, 시각적으로 보기 좋게 장식까지 마친 것도 있었다.



[그림 III-38] 그리퍼 1차 제작물

- 자신이 만든 그리퍼를 어떻게 구상했고, 어떻게 작동하는지에 대한 프레젠테이션 없이 실험 자체의 성공과 실패 여부에만 집중했던 것이 아쉬웠다. 1차 제작 때 형태도 제대로 갖추지 못했다가, 2차 제작 때 훌륭하게 만들어 내는 것을 보면서 실패와 실험의 가치에 다시 한 번 생각하게 되었다.



[그림 III-39] 꼬마 곰젤리 챌린지



[그림 III-40] 그리퍼로 곰젤리를 집어 올려 먹는 모습

6) 제안점

(1) 반복적인 실험으로 프로그램 정교화

- 연구원들 간의 시연, 프로그램 실행을 위한 사전 연구와 예행연습이 있었지만 실제 수업에서 변수가 많이 발생했다. 전체 수업 내의 소규모 활동들의 시간 배정 문제나 스토리텔링 부분에서 좀 더 보완되었으면 하는 점들이 있었다.
- 전체 수업 중 ‘촉감의 숲’은 사전 세팅 시간이 상당히 소요되는 작업이다. 실제 현장에서 적용할 때, 매번 이번과 같은 방식으로 세팅한다면 실현되기 힘든 활동이라 생각한다. 보다 간소한 설치방식을 고안하거나 촉각 체험 방식을 새롭게 고민하는 것이 필요할 것 같다.
- 그리퍼 제작과정에서 최소한의 정보를 제공하는 것이 실패와 실험을 경험하고 스스로 방법을 찾아가는 과정으로 연결되기를 바랐는데, 실제 수업에서는 난이도 조절의 문제로 비춰졌다. 창의적 수업에서 제한이나 한계를 두는 것은 상상력과 창의력을 극대화 하는 전략으로 많이 사용되는데 반복적인 실험과 연구를 통해, 교육적으로 유의미한 균형점을 찾아야 할 것이다.

(2) 프로그램의 변용과 확장

- 수업은 계획했던 대로 ‘촉감’을 중심으로 감각 깨우기- 감각 이해하기- 감각과 기술 접목하기의 순서대로 확장해 나갔다. 하지만 감각적 체험을 통해 느낀 문제를 해결해나가는 전형적인 수업 방식에서 벗어나 더 실험적인 시도를 하지 못한 것에 대한 아쉬움이 남는다.
- 촉각은 과학에서도, 예술에서도 충분히 연구되지 않은 미지의 영역이다. 그렇기 때문에 ‘촉각성’은 지속적으로 탐구할 만한 영역이라고 생각한다. 이를 동안 압축적으로 진행해야 하는 공개수업의 시간적 한계 때문에 충분히 풀어헤치지 못한 부분을 확장하여, 다양한 콘텐츠로 분화시킬 필요가 있다고 본다. 예를 들면 그리퍼는 결국 로봇손과 병행하여 연구되어야 하는 장치로, 인공지능이나 촉각 센서 교육으로 확장시킬 수 있다. 로봇을 꿈꾼다는 것은 결국 로봇이 가장 닮고자 하는 인간을 먼저 이해해야 하는 것으로, 다시 인간성에 대한 탐구로 순환될 수도 있을 것이다.

(3) 유연하고 자유로운 공간

- 과학관의 교실들은 대부분 과학교과 수업을 실행하는데 맞춰져 있다 보니 아쉬움이 있을 수밖에 없었다. 좀 더 움직임이 유연하고, 자유자재로 변형 가능한 교실들이 마련된다면 융합수업의 효과를 배가시킬 수 있을 것이다. 높낮이가 다르진 않지만 교사와 학생의 위치가 고정되어 있고, 교육센터 내부도 다소 경직된 분위기라 공간적인 부분에서 실험적인 시도가 이뤄진다면 좋을 것 같다.

4) 융합의 조건

- 과학에서의 실험과 예술에서의 작품활동은 개인이 혼자 해내는 것이지만, 결국 사람들과 소통할 수 없으면 의미가 없다. (과학의) 실험과 (예술) 작업은 정반대의 분야처럼 느껴지지만, 사실은 ‘소통’의 과정이 없으면, 그 가치를 발휘할 수 없다. 이번 연구는 두 분야를 중심으로 융합하는 것이 목표였지만, 과학과 예술의 만남은 역사와 철학, 문화와 사회 속에서 함께 이해되고, 소통될 때 진정한 융합의 힘을 가질 것이다.

4. 설문조사 결과

1) 설문조사 결과

(1) 설문조사 진행 절차

- 2019년 10월 19일과 20일에 개최된 예술+과학 창의 랩에 참여한 학생 40명의 학생을 대상으로 20일 4차시(전체 8시간)를 마친 직후에 일괄 진행하였다.

[표 III-23] 참여 학생 대상 설문조사 진행 절차

설문조사 실시	<ul style="list-style-type: none"> ■ 기 간 : 2019. 10. 20 ■ 대 상 : 예술+과학 창의 캠프에 참여한 학생 ■ 방 법 <ul style="list-style-type: none"> - 19일과 20일 양일간 4차시 모두 참여한 학생 - 오프라인 서면 설문조사
설문지 회수	<ul style="list-style-type: none"> ■ 설문조사 실시 후 프로그램별 STAFF가 회수하여 제출
최 종 설문지 회수	<ul style="list-style-type: none"> ■ 전체 40명 중 36명이 19일과 20일 양일간 참여 ■ 교육 2일 차 수업 종료 직후 100% 회수율

(2) 설문조사 방법

- 캠프에 참여한 학생 모두 자기기재 방법 방법으로 공개수업 마지막 수업이 마친 직후 세 개의 프로그램이 운영되었던 수업실에서 동시에 진행되었다.

[표 III-24] 참여 학생 대상 설문조사 문항 구성표

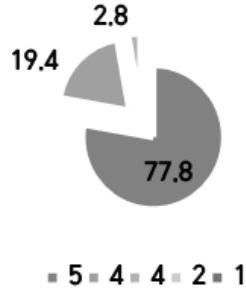
영역	주제	코드	질문	비고
교육과정 만족도	흥미유발	I-1	오늘 수업을 통해 예술과 과학의 관계에 대해 흥미가 생겼다.	
	난이도 적절성	I-2	오늘 수업 내용은 이해하기 쉽게 구성되어 있었다.	
	참여도	I-3	오늘 수업에 적극적으로 참여하였다.	
	이해도	I-4	나는 참여한 예술과학 융합 수업의 내용을 대체로 잘 이해했다.	
	성취도	I-5	나는 학습한 내용을 대체로 잘 활용하여 결과물(중간, 최종)을 만들 수 있었다.	
	미래관심	I-6	오늘 학습한 것 외에도 과학과 예술에 대해 더 많은 것을 알고 싶어졌다.	
	참여의사	I-7	다음번에도 관련된 수업이 열린다면 참가하겠다.	
	프로그램의 독창성	I-8	오늘 학습한 내용은 학교와 집에서는 경험하기 힘들다.	
강사만족도	이해, 전달력	II-1	선생님은 내용을 이해하기 쉽게 전달해 주었다.	
	소통	II-2	선생님은 질문에 적극적으로 대답해 주었다.	
	갈등중재	II-3	선생님은 학생들이 잘 협동할 수 있도록 지도해 주었다.	
	즐거움	II-4	나는 선생님과 함께 수업하는 것이 즐거웠다.	
시간 및 장소 만족도	편의시설 청결도 조용함	III-1	수업이 진행된 부산국립과학관의 시설(편의시설, 청결도, 조용함 등)은 만족스러웠다.	
	수업재료	II-2	수업 활동 중 필요한 재료와 도구는 충분했다.	
	수업시간	II-3	수업시간은 적당했다(1일 4시간*2일)	

(3) 만족도

○ 본 만족도 조사지는 5점 척도를 이용하였으며, 전혀 그렇지 않다는 1점, 그렇지 않다 2점, 보통이다 3점, 그렇다 4점, 매우 그렇다를 5점으로 하여 제시하였다.

① 교육과정

○ 오늘 수업을 통해 예술과 과학의 관계에 대해 흥미가 생겼다.(흥미유발)



[그림 III-41] 흥미유발

[표 III-25] 흥미유발

	빈도(명)	퍼센트(%)
5	30	83.3
4	6	16.7
3	0	0
2	0	0
1	0	0
합계	36	100

○ 오늘 수업 내용은 이해하기 쉽게 구성되어 있었다.(난이도가 적절함)



[그림 III-42] 난이도 적절성

[표 III-26] 난이도 적절성

	빈도(명)	퍼센트(%)
5	31	86.1
4	4	11.1
3	1	2.8
2	0	0
1	0	0
합계	36	100

○ 캠프가 개최되는 양일간 자신이 수업에 적극적으로 참여하였다.(적극적 참여의 지)



[그림 III-43] 참여도

[표 III-27] 참여도

	빈도(명)	퍼센트(%)
5	28	77.8
4	7	19.4
3	1	2.8
2	0	0
1	0	0
합계	36	100

- 프로그램에서 진행된 학습의 내용을 대체로 잘 활용하여 결과물을 만들었다.(이해도)

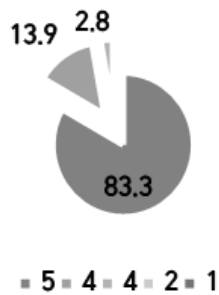


[그림 III-44] 이해도

[표 III-28] 이해도

	빈도(명)	퍼센트(%)
5	31	86.1
4	4	11.1
3	1	2.8
2	0	0
1	0	0
합계	36	100

- 학습의 성취도를 스스로 평가하였다(학습 성취도)

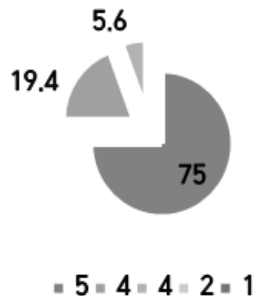


[그림 III-45] 성취도

[표 III-29] 성취도

	빈도(명)	퍼센트(%)
5	30	83.3
4	5	13.9
3	1	2.8
2	0	0
1	0	0
합계	36	100

- 프로그램에 참여한 것을 계기로 예술과 과학에 대해 더 많은 관심이 자극되었다.(미래관심)

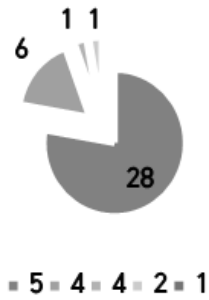


[그림 III-46] 미래관심

[표 III-30] 미래관심

	빈도(명)	퍼센트(%)
5	27	75
4	7	19.4
3	2	5.6
2	0	0
1	0	0
합계	36	100

○ 예술+과학 창의 캠프가 열린다면 역시 참여할 의향이 있다.(참여의사)

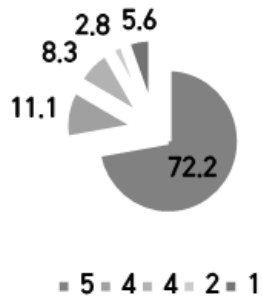


[그림 III-47] 참여의사

[표 III-31] 참여의사

	빈도(명)	퍼센트(%)
5	28	77.7
4	6	16.7
3	1	2.8
2	1	2.8
1	0	0
합계	36	100

○ 이번 캠프에서 배운 학습의 방법이나 내용을 학교나 다른 곳에서 경험하기 힘들다.(프로그램의 독창성)



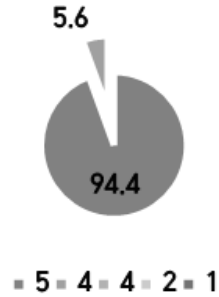
[그림 III-48] 프로그램의 독창성

[표 III-32] 프로그램의 독창성

	빈도(명)	퍼센트(%)
5	26	72.2
4	4	11.1
3	3	8.3
2	1	2.8
1	2	5.6
합계	36	100

② 강사 만족도

○ 선생님은 내용을 이해하기 쉽게 전달해 주었다.(이해, 전달력)

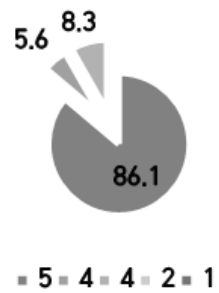


[그림 III-49] 이해, 전달력

[표 III-33] 이해, 전달력

	빈도(명)	퍼센트(%)
5	34	94.4
4	2	5.6
3	0	0
2	0	0
1	0	0
합계	36	100

○ 선생님은 질문에 적극적으로 대답해 주었다.(소통)

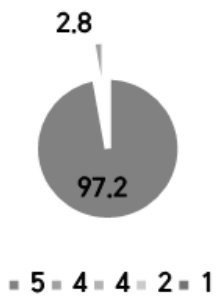


[그림 III-50] 소통

[표 III-34] 소통

	빈도(명)	퍼센트(%)
5	31	86.1
4	2	5.6
3	3	8.3
2	0	0
1	0	0
합계	36	100

○ 선생님은 학생들이 잘 협동할 수 있도록 지도해 주었다.(갈등중재)

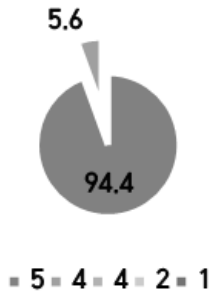


[그림 III-51] 갈등중재

[표 III-35] 갈등중재

	빈도(명)	퍼센트(%)
5	35	97.2
4	1	2.8
3	0	0
2	0	0
1	0	0
합계	36	100

○ 나는 선생님과 함께 수업하는 것이 즐거웠다.(즐거움)



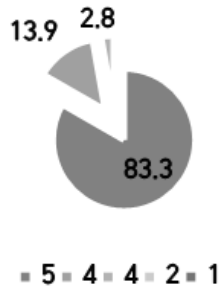
[그림 III-52] 즐거움

[표 III-36] 즐거움

	빈도(명)	퍼센트(%)
5	34	94.4
4	2	5.6
3	0	0
2	0	0
1	0	0
합계	36	100

③ 시간과 장소 만족도

○ 수업이 진행되는 부산국립과학관의 시설(편의시설, 청결도, 조용함 등)은 만족스러웠다.



[그림 III-53] 편의시설, 청결도, 쾌적도

[표 III-37] 편의시설, 청결도, 쾌적도

	빈도(명)	퍼센트(%)
5	30	83.3
4	5	13.9
3	1	2.8
2	0	0
1	0	0
합계	36	100

○ 수업 활동 중 필요한 재료와 도구는 충분했다.

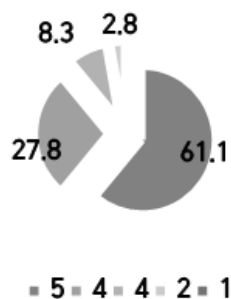


[그림 III-54] 수업재료

[표 III-38] 수업재료

	빈도(명)	퍼센트(%)
5	30	83.3
4	6	16.7
3	0	0
2	0	0
1	0	0
합계	36	100

○ 수업시간은 적당했다.



[그림 III-55] 수업시간

[표 III-39] 수업시간

	빈도(명)	퍼센트(%)
5	22	61.1
4	10	27.8
3	3	8.3
2	1	2.8
1	0	0
합계	36	100

[표 III-40] 교육과정 만족도

항목	1	2	3	4	5	합계
1. 오늘 수업을 통해 예술과 과학의 관계에 대해 흥미가 생겼다.	0	0	1	7	28	36
	0	0	2.8	19.4	77.8	100.0
2. 오늘 수업내용은 이해하기 쉽게 구성되어 있었다.	0	0	0	6	30	36
	0	0	0	16.7	83.3	100.0
3. 오늘 수업에 적극적으로 참여하였다.	0	0	1	4	31	36
	0	0	2.8	11.1	86.1	100.0
4. 나는 참여한 예술과학 융합 수업의 내용을 대체로 잘 이해했다.	0	0	1	4	31	36
	0	0	2.8	11.1	86.1	100.0
5. 나는 학습한 내용을 대체로 잘 활용하여 결과물(중간, 최종)을 만들 수 있었다.	0	0	1	5	30	36
	0	0	2.8	13.9	83.3	100.0
6. 오늘 학습한 것 외에도 과학과 예술에 대해 더 많은 것을 알고 싶어졌다.	0	0	2	7	27	36
	0	0	5.6	19.4	75.0	100.0
7. 다음번에도 관련된 수업이 열린다면 참가하겠다.	0	1	1	6	28	36
	0	2.8	2.8	16.7	77.8	100.0
8. 오늘 학습한 내용은 학교와 집에서 경험하기 힘들다.	2	1	3	4	26	36
	5.6	2.8	8.3	11.1	72.2	100.0

1. 전혀 그렇지 않다. 2. 그렇지 않다 3. 보통이다 4. 그렇다 5. 매우 그렇다

- 공개수업에 참여하고 나니 예술과 과학에 대해 이전보다 흥미가 생겼으며(매우 그렇다 77.8%), 예술과 과학에 대해 더 많은 것을 알고 싶은 호기심이 증대(매우 그렇다 75.5%)하였다고 하였다.
- 참여한 수업의 내용이 이해하기 쉽도록 구성(매우 그렇다 83.3%)되어 자신은 예술과학 융합 수업을 잘 이해했다(매우 그렇다 83.3%)고 평가하고 있었다. 또한, 학습 과정에서 대체로 학습 내용을 활용하여 과정별 결과물을 만들 수 있었으며(매우 그렇다 83.3%), 수업에 적극적으로 참여하였다가 가장 많은 86.1%가 매우 그렇다에 응답하였다.
- 오늘과 같은 수업은 학교와 집에서 경험하기 힘든 수업(매우 그렇다 72.2%)이

며, 다음에도 관련 수업이 열린다면 꼭 참여하겠다는 긍정적인 대답이 72.2%로 나타났다.

[표 III-41] 강사 만족도

항목	1	2	3	4	5	합계
1. 선생님은 내용을 이해하기 쉽게 전달해 주었다.	0	0	0	2	34	36
	0	0	0	5.6	94.4	100.0
2. 선생님은 질문에 적극적으로 대답해 주었다.	0	0	3	2	31	36
	0	0	8.3	5.6	86.1	100.0
3. 선생님은 학생들이 잘 협동할 수 있도록 지도해 주었다.	0	0	0	1	35	36
	0	0	0	2.8	97.2	100.0
4. 나는 선생님과 함께 수업하는 것이 즐거웠다.	0	0	0	2	34	36
	0	0	0	5.6	94.4	100.0

- 프로그램별로 선생님은 학생들의 수준에 적합한 단어와 행동을 통해 수업의 내용을 쉽게 전달하였다는 긍정적인 답변이 94.4%로 매우 높게 나타났다.
- 선생님은 학생들의 질문에 적극적으로 응답(매우 그렇다 86.1%)해 주었으며 참여 학생 간에 잘 협동할 수 있도록 잘 지도해 주었다는 답변이 97.2로 아주 높게 나타났다.
- 참여 학생의 94.4%는 선생님과 함께 수업하는 것이 즐거웠다고 답하였다.

[표 III-42] 시간과 장소 만족도

항목	1	2	3	4	5	합계
1. 수업이 진행된 부산국립과학관의 시설(편의시설, 청결도, 조용함 등)은 만족스러웠다.	0	0	1	5	30	36
	0	0	2.8	13.9	83.3	100.0
2. 수업 활동 중 필요한 재료와 도구는 충분했다.	0	0	0	6	30	36
	0	0	0	16.7	83.3	100.0
3. 수업시간은 적당했다.(1일 4시간*2일)	0	1	3	10	22	36
	0	2.8	8.3	27.8	61.1	100.0

- 공개수업이 진행된 국립부산과학관의 편의시설, 청결도와 쾌적함에 매우 만족스럽다(매우 그렇다 83.3%)로 나타났으며 수업 활동에 필요한 재료와 도구 역시 충분하게 지급되었다(매우 그렇다 83.3%), 1일 4시간씩 2일간 진행된 수업시간을 적당했다는 응답에는 61.1%만이 매우 그렇다고 답하였으며, 27.8%에 해당하는 10명의 학생은 그렇다에 답하였다. 그러나 종합적으로 88.9%가 만족한다에 해당하는 응답률을 보였다.

2) 심층 면담조사 결과

(1) 설문조사 진행 절차

- 2019년 10월 19일과 20일 각각 4시간씩 총 8시간의 공개수업과정에 모두 참여하였던 학생 가운데 프로그램별로 3~4명씩 추천받아 1대 3 또는 4의 심층 면담조사를 하였다. 심층 면담 조사지는 설문조사에서 더욱 심층적으로 다루어야 할 부분에 대해서 설문 문항을 구성하여 진행하였다.

[표 III-43] 심층 면담조사 진행 절차

심층 면담 과정	<ul style="list-style-type: none"> ■ 기 간 : 2019. 11. 8.~10 ■ 대 상 : 프로그램별 4명씩 총 12명 ■ 방 법 <ul style="list-style-type: none"> - 공개수업을 객관적으로 기록한 아카이빙 연구원의 전사기록 리딩 - 프로그램별 수업을 진행한 연구원으로부터 참여도가 다른 4명의 학생을 추천 - 프로그램별로 심층 면담일을 계획하여 1:4 형식으로 진행
-------------	---

(2) 심층 면담조사 방법

- 집단 심층 면담은 프로그램을 진행한 연구원의 추천을 통해 이루어졌다. 심층 면담 대상자들과 일정을 사전에 조율한 뒤 면담하였다. 먼저 앞서 진행된 참여 학생 대상 설문조사 결과를 바탕으로 더욱 다양한 층위에서 살펴봐야 할 부분들에 대해 집중적으로 면담하고자 하였다.

[표 III-44] 예술+과학 창의 랩 심층 면담 대상

참여프로그램	면담자 학년(성별)			
	내 눈에서 빛나는 별소리	중1(남)	초5(남)	초5(남)
쇼미더 새도우	초4(여)	초4(남)	초4(남)	초4(남)
촉각의 숲	초5(남)	초5(여)	초4(여)	초4(여)

- 문항 표는 크게 교육 활동, 미래 관심도와 참여 소감을 묻는 3개 영역으로 분류하였다. 각 영역별 세부주제를 도출하여 질문 문항을 정리하였다.
- 세부주제는 교육 활동 영역에서 학습 목표 성취, 교육과정, 교육 내용의 응용 및 활용에 관해 묻고자 하였다. 미래 관심도 영역에서는 공개수업 참여 이후의 예술과 과학에 대한 관심도를 질문하였다. 그 외 참여 소감과 수업을 이끌어주신 강사 선생님들께 하고 싶은 말을 묻는 것으로 심층 면담 질문을 구성하였다.

[표 III-45] 심층 면담 문항 구성표

영역	주제	질문	비고
교육 활동	학습 목표 성취	참여한 수업의 학습 목표가 무엇인가요? 어떠한 결과물이 완성되었나요?	
	교육과정	차시별 학습과정안은?	
	응용, 활용	과정별 학습 내용이 결과물을 완성하는 데 적절히 활용되었는가? 학습 과정에서 발생한 문제는?	
미래 관심도	관심	공개수업 이후 예술과 과학에 대한 관심도는?	
참여 소감	소감	참여 소감	

(3) 집단 심층 면담 내용

① 천체우주와 설치미술의 융합

[표 III-46] <내 눈에서 빛나는 별소리> 심층 면담 대상자

참여프로그램	면담자 학년(성별)			
	내 눈에서 빛나는 별소리	중1(남)	초5(남)	초5(남)

○ 학습 목표가 무엇이었나요?

* 빛과 소리에 대한 과학적 원리 탐구

- 우주와 별자리에 대해서 배웠고, 소리를 만들어 내는 것을 통해서 나만을 별자리를 만드는 것이 최종 목표라고 생각한다.
- 과학과 예술이 결합한 수업 같다. 과학은 빛과 소리의 원리를 배운 것이고 예술은 정확하게는 잘 모르겠고 나의 별자리에 불이 들어오고 빛을 비추면 소리가 나도록 작품을 만들었다.

○ 어떤 결과물이 완성되었나요?

* 나의 관심으로 만들어진 별자리

- 내가 가장 관심 있는 것을 활용해서 별자리를 만들라고 해서, 야구공이랑 배트를 그렸다.
- 나의 별자리는 알겠는데, 다른 친구들의 별자리는 그냥 봐서는 무엇인지를 알 수가 없었다. 왜냐하면, 다들 긴 막대를 이용했기 때문에 차별성이 없었던 것 같다.

○ 차시별 학습 과정은 무엇이었나요?

* 별자리에 대한 도안과 소개, 스티로폼 판에 별자리 찍기, 소리 녹음, 빵판과 아두이노, LED 발광 다이오드, SD카드, 빛센서의 순으로 완성

- 다양한 도구로 소리를 만들 수 있다는 것을 알았고 스피커에 소리를 담는 방법도 배웠다.
- 소리를 만들어서 코딩하는 방법을 배웠다.
- 빛과 관련하여 스스로 빛나는 항성에 대하여 배운 다음 어떻게 소리가 발생하는지 소리와 관련한 내용을 배웠다. 그리고 여러 가지 도구를 이용하여 소리를 만

드는 과정을 알아보았다. 나만의 소리를 만들 때는 다양한 마이크를 사용해보기도 하였다. 마지막은 결과물을 만들기 위한 아두이노와 코딩하는 방법에 대하여 배우게 되었다.

- 자신의 관심사를 그림으로 그려보고 그것을 토대로 별자리를 만들어보았다.

○ 과정별 학습 내용이 결과물을 완성하는 데 적절히 활용되었나요?

*** 광센서 개념, 우주 관련 지식**

- 과정별 학습 내용이 나만의 별자리를 만드는데 다 적용되었다. 나만의 별자리에서 빛을 통해 소리가 나는 것을 광센서를 배우면서 알게 되었다.
- 우주와 관련하여 행성, 항성을 배운 것과 아두이노 사용법이 결과물을 만드는데 적용이 되었다. 하지만 아두이노에 대하여 확실히 이해하지 못한 부분도 있었다. 별자리를 완성하는데 해결하지 못한 부분은 선생님께서 알려주셔서 완성하였다.

○ 학습 과정에서 발생한 어려운 문제들이 있었나요?

*** 빵판과 아두이노 설명에서 조금 어려움, 선이 너무 많아 복잡함**

- led 발광 다이오드에서 빛이 들어오지 않으면 무언가 선을 잘 못 연결했다는 뜻이다. 그러면 선을 빼서 다시 빵판에 꽂는다. 이렇게 발생하는 문제는 혼자서 해결할 수 있다. 그러나 시간에 쫓겨 선생님이 도와주어서 문제해결을 스스로 할 때도 있었지만, 선생님이 해 주셨다.
- 빵판과 아두이노 설명에서 이해가 조금 어려웠다. 그래서 스티로폼 위에 붙이고 선을 연결할 때 헛갈려서 조금 힘들었다. 시간을 주고 혼자서 해결할 수 있도록 해줬으면 나는 스스로 문제를 해결할 수는 있었다. 그 부분이 아쉽다.
- 천체관측소에 가서 태양을 관찰하였는데 태양 주변의 실 같은 것이(용어확인) 잘 보여야 하는데 안보여서 아쉬웠다.

○ 공개 수업 참여 이후 예술과 과학에 관심도가 증가했나요?

*** 소리를 듣는 방식, 빛의 원리 등에 관심 고조**

- 예술을 전공하진 않지만 관심이 많은데, 특히 소리를 듣는 방법이 귀를 이용하지 않고도 많다는 것을 알고 과학에 대해 더 흥미가 생겼다.
- 학원 가는 길에 빛을 바라보며, 수업 때 관측한 것과는 다르게 보이는구나 라고 생각하면서 수업을 떠올리게 된 것이 관심이 생겼기 때문이다.
- 학교에서도 융합 수업을 진행하지만 우주 행성 그리기 같은 단순한 것이다. 별자리 수업과 같은 프로그램을 학교에서도 진행했으면 좋겠다. 친구들이 좋아할

것 같다.

- 수업하기 전에는 과학에 흥미가 없었는데 수업을 진행하고 나서 흥미가 생겼다.
- 예술이라고 하면 만들기 같은 것만 생각했는데 빛으로 작품으로 만들고 해보니 예술에도 관심을 두게 되었다.

○ 선생님께 하고 싶은 말 & 참여 소감

- 선생님이 너무 친절하게 답변해주셔서 감사했습니다.
- 재밌었습니다.
- 고막 말고 소리를 많이 듣는 방법이 있다는 그것이 신기했고, 장애가 있는 친구는 없지만, 그런 친구들도 소리를 들을 수 있을 것 같아서 좋았어요.
- 우주에서 지구까지 빛의 속도가 엄청빠르다는 내용을 알게되서 재밌었고, 흥미가 생겼어요.
- 본인이 생각했던 별자리가 현실에서 잘 반영돼서 좋은 것 같아요.
- 결과물을 위에서 보면 바로 보는 것과 달랐어요. 그런데 자기 결과물은 내용을 아니깐 보이는데 다른 사람들 결과물은 어떤 것들인지 설명하지 않아서 잘 모르겠고, 그래서 애들이 뭐 했는지 잘 몰랐어요.
- 예술과 과학이 융합되는 게 재밌을까 하고 의구심이 들었는데, 막상 참여해보니 너무 재밌었어요.
- 학교에서 수업하는 것은 손으로 그리고 색칠하면 끝인데 이번 수업은 손으로 다양한 작업을 할 수 있어서 좋았다. 다음번에도 이러한 수업이 개설된다면 참여하고 싶다.
- 이해가 잘되도록 선생님께서 설명을 잘해주셨다.
- 예술의 종류가 다양하다는 것을 알았다. 예술작업을 하는 예술가들은 위대한 것 같다.

② 물리와 공연예술의 융합

[표 III-47] <쇼 미 더 새도우> 심층 면담 대상자

참여프로그램	면담자 학년(성별)			
쇼 미 더 새도우	초4(여)	초4(남)	초4(남)	초4(남)

○ 학습 목표가 무엇이었나요?

*** 쓰레기를 버리지 말자는 캠페인을 그림자로 표현하기**

- 바다에 쓰레기를 버리면 물고기들이 죽는다는 이야기를 그림자로 표현했다.
- 빛의 원리(과학), 드로잉 테이프(미술), 시나리오 짤 때 그림(미술), 체육(뛰어 다녔으니깐), 캠페인(영상), 연극, 무용이 다 포함된 수업 같다.

○ 어떤 결과물이 완성되었나요?

*** 바다 쓰레기, 캠페인용 그림자극**

- 그림자극으로 쓰레기를 버리지 말자는 캠페인을 연극을 만들었다.
- 춤추는 타이거-꼭두각시, 망나니-초반에 어색/ 4개의 조로 정해졌다가 마지막에 두 조로 나누어서 공연했다.
- (춤추는 타이거) 유치원어린이를 대상을 선정하니깐, 아기상어라는 캐릭터를 결정하게 되었어요. 상어들이 배가 고파서 먹이를 찾으러 가는데, 물고기들은 피하고 앞에 쓰레기들만 잔뜩 있는 거예요. 그래서 상어들이 쓰레기를 먹게 되고, 토하게 되면서 죽었어요. 핑크퐁이 등장해서 이제부터 바다에 쓰레기를 버리면 바다 동물들이 아프니깐, 쓰레기를 버리지 말자고 약속하면서 극이 끝이 났습니다.
- (그룹명:망나니) 지나가던 무심코 쓰레기를 던졌는데, 물고기가 그걸 먹인 줄 알고 먹었어요. 물고기 배 안에서 세균들이 물고기를 아프게 했어요. 친구들이 ‘바다에 쓰레기를 버리지 말자’ 라는 팻말을 흔들고 다 같이 ‘쓰레기를 버리지 맙시다’ 라고 하면서 극이 끝이 났습니다.

○ 차시별 학습 과정은 무엇이었나요?

*** 그림자 개념, 그림자의 원리, 광원의 특징을 이해, 해양쓰레기, 스토리 보드 만들기, 장면 설명하기, 서약서 작성하기, 장면 만들기, 그림자극 완성하기**

- ox퀴즈를 통해서 그림자의 개념과 원리를 놀이처럼 퀴즈로 풀어나간 것이 지루하지 않아서 재밌었다. (그림자의 개념, 원리, 광원의 특징 이해)

- 이쭈이, 기록이, 도움이, 칭찬이를 서로 선택해서 그룹이 만들어졌고, 빛의 거리에 따라서 구체 인형을 통과하는 그림자의 크기를 측정해서 보고서를 작성했다. (학습내용을 인지하고 스토리 보드 제작 후 설명, 협력작업의 중요성)
- 쓰레기통을 찾는 미션이 있었고, 깨끗한 플라스틱을 대신 사용해서 내가 해양동물이고 내가 해양쓰레기를 먹었다고 가정하고 체험했다. 이 때가 제일 재밌었다. 그래도 동물을 생각하면 불쌍했다. 그래서 다음부터는 쓰레기를 버리면 안 되겠다고 생각했다.
- 스토리 보드 만들기, 장면 설명하기, 팀을 정해서 몇 가지 다짐 등을 적고 사인해서 서약서를 작성했다.
- 그룹별로 해양동물의 캐릭터로 종이와 플라스틱 생수병 또는 신체를 이용해서 그림자극을 만들어서 보여주었다.

○ 과정별 학습 내용이 결과물을 완성하는 데 적절히 활용되었나요?

*** 80~85%가량 활용, 빛의 위치에 따른 그림자의 거리 측정, 모양의 다름을 가장 많이 응용**

- 학습 과정에서 배운 내용은 결과물을 완성하는데 80-85% 정도 활용한 것 같다.
- 빛의 위치에 따라 물체의 그림자 모양이 흐려지거나 선명해진다는 원리가 작품을 완성하는 데 유용하게 적용되었다.
- 빛의 위치에 따라 그림자가 모양이 달랐다. 그리고 그림자의 거리를 측정한 과정에서 배운 것들이 그림자극을 만드는 데 도움이 많이 되었어요
- 그림자의 색깔을 변화하기 위해서 페트병에 색칠했다. 여자친구들의 아이디어다. 좋았다.

○ 학습 과정에서 발생한 어려운 문제들이 있었나요?

*** 모두 낮설고 서먹해서 협력에 어려움, 남학생과 여학생의 비율 문제**

- 쓰레기통 찾기 전에 힌트를 너무 많이 줘서 흥미가 떨어졌어요, 쓰레기통을 찾아서 들고 오는데 어떤 분이 이거 들고 가면 안돼하고 막아서 살짝 혼란스러웠어요. 왜 그랬을까 하고.
- 여자친구가 먼저 찾은 쓰레기통을 남자에들이 힘으로 뺏어갔어요. 나빠요.
- 마음이 잘 안 맞아서 힘들었어요. 여자친구가 상대적으로 작아서 더 그랬어요.

- 협동이 잘 안 됐어요. 1명의 형이 계속 파업한다고 해서 같이 협동이 안 됐어요. 우리랑 하고 싶은 마음이 없었나 봐요. 그래서 우리는 고통스러웠다. 해결하진 못했고 점심 이후에 형이 기분이 좋아져서 작품을 완성하기는 했지만, 아쉬웠다. 빠르게 협력작업이 잘 되었으면 결과가 잘 나올 수 있었는데, 결과가 많이 늦어져서 아쉬웠다.
- 모르는 남학생 친구들이랑 서먹해서 시킬 수 없고, 제대로 협력이 안 돼서 답답했어요. 하다 보니깐 조금 친해져서 대화할 수가 있었다.

○ 공개 수업 참여 이후 예술과 과학에 관심도가 증가했나요?

*** 과학에 더 많은 관심**

- 모두 다 과학에 관심이 가장 많고, 그 답은 체육을 좋아한다.
- 미술을 좋아하는데, 수업 활동에서 미술 활동이 많아서 재밌었다.
- 다음에도 비슷한 융합 수업이 있으면 참여하고 싶어요.

○ 선생님께 하고 싶은 말 & 참여 소감

- 특히 여학생에게 관심을 많이 가져주셔서 감사했어요. 여학생이 2명 밖에 없어서 힘들었는데, 선생님이 많이 도와주셔서 잘 진행할 수 있었어요.
- 다음번에 꼭 선생님을 뵙고 싶습니다.
- 더럽지 않은 쓰레기들을 활용해서 물고기들을 표현할 때 재밌었어요.
- 쓰레기 찾으러 갈 때, 보물찾기하는 느낌이라서 재밌었어요
- 막상 체험할 때는 과학수업이라고 생각했는데, 막상 하나씩 다시 기억을 해보니 여러 가지 활동이 융합되어서 신기했어요.

③ 인지과학과 현대미술의 융합

[표 III-48] <촉각이 깨어날 때> 심층 면담 대상자

참여 프로그램	면담자 학년(성별)			
	촉각이 깨어날 때	초5(남)	초5(여)	초4(여)

○ 학습 목표가 무엇이었나요?

*** 촉각의 종류, 역할과 중요성**

- 촉각의 종류와 역할에 대하여 배웠다.
- 전체적인 수업을 통해 선생님께서 촉각의 중요성을 알려주려고 하셨던 것 같다.

○ 어떤 결과물이 완성되었나요?

*** 촉각을 잃었을 때 물건을 잡을 수 있는 기계**

- 만약에 촉각이 없어진다면 물건 잡는 것이 어려워진다. 그래서 촉각을 잃었을 때 물건을 잡을 수 있는 일종의 기계를 만들었다.

○ 차시별 학습 과정은 무엇이었나요?

*** 촉각의 숲, 신체 부위로 질감 느끼기, 자연물 관찰, 다양한 촉감 알기, 촉각을 잃는다면**

- 촉각의 숲에서 물체를 만져보고 루페로 촉각의 숲에 있던 물체를 관찰하였다. 그리고 밖에 나가서 루페로 자연들의 질감을 살펴본 뒤 프로타주 기법으로 촉감을 그림으로 표현했다.
- 눈을 가리고 촉각에만 의지하여 더 자세히 물체의 촉감을 느끼는 과정을 체험했다. 수업을 통해 여러 신체 부분으로 촉감을 느낄 수 있는 수업을 하였다.
- 눈으로 보면서 물체를 만질 때는 건성으로 촉감을 느끼는데 눈을 가리고 촉감을 느껴보니까 더 자세히 물체의 질감이나 온도 등을 알 수 있었다. 그리고 촉각이 없어진다면 어떤 것이 불편한지 알게 되었다.
- 촉각을 집중해서 느껴보고 촉각을 잃었을 때 어떻게 대처하는지 알 수 있었다. 촉각이 없어졌을 때 심각성을 알게 해주며 촉감에 더욱 집중할 수 있도록 수업을 진행한 것 같다.
- 촉각을 잃었을 때 사용할 수 있는 그리퍼를 제작하였다.

○ 과정별 학습 내용이 결과물을 완성하는 데 적절히 활용되었나요?

*** 촉감이 없어진다면 어떤 방법으로 물건을 잡을 수 있을지, 물건을 잡을 수 있는 원리 이해.**

- 모든 수업내용이 그리퍼를 제작하는 데 도움을 주었다.
- 수업을 통해 배운 것을 이용하여 촉감이 없다면 물건 어떻게 잡을 수 있을지 고민하고 해결해 갔다. 선생님께서도 적극적으로 문제점이나 해결방법을 알려주셔서 물건을 잡을 수 있는 그리퍼 제작이 가능했다.
- 처음에는 그리퍼로 물건이 잘 안 잡혀서 수업 과정을 생각해보았다. 물체를 잡을 수 있는 원리를 생각하여 변화해서 만들었더니 성공했다.

○ 학습 과정에서 어려움이 점이 있었나요?

*** 한정적인 재료, 그리퍼 예시, 창작 과정, 설계 과정, 창의적인 발상**

- 그리퍼 제작을 할 때 한정된 재료로 만들어야 해서 어려웠다. 마음속으로는 집에서 다른 재료를 가져오고 싶었다. 하지만 창작으로 그리퍼를 제작하고 성공하니 기분이 좋고 뿌듯하였다.
- 손가락에 그리퍼를 설치하는데 관절의 움직임으로 만들기가 어려웠다. 한정된 재료로 해결하려고 고민을 하였다. 선생님께서 우리들의 창의적인 발상을 위해서 한정적인 재료를 가져오신 것 같다.
- 프로타주를 할 때 원하는 자연물의 질감이 잘 그려지지 않아서 어려웠다.
- 그리퍼 설계가 어려웠다. 제작은 설계를 통해 만들어가면 되는데 한정된 재료를 이용해서 어떻게 그리퍼를 설계해야 할지 고민이 되었다.
- 촉감 여행을 할 때 재료 중 공이 사방으로 튀어서 정리하기 힘들었다.
- 처음으로 그리퍼를 만들어보는데 혼자 설계하고 제작한다고 해서 당황했다.
- 선생님이 제작한 그리퍼라도 예시로 보여줬으면 좋겠다.
- 기초지식이 없는 아이들한테는 예시 없이 그리퍼를 만드는 것이 어려울 수 있을 것 같다.
- 같이 수업 듣는 다른 친구들이 소란스러워서 집중하기 어려웠다. 선생님께서 지도를 어느 정도 해주셨지만, 더욱 적극적으로 해주셨으면 좋았을 것 같다.

○ 공개 수업 참여 이후 예술과 과학의 관심도가 증가했나요?

*** 융합 수업, 멋진 과학+예술 프로그램, 예술에 과학을 추가.**

- 과학은 어렵다고 생각하였는데 촉감도 과학의 영역이라는 것을 알고 즐겁게 수업할 수 있어서 좋았다.
- 미술이 과학적으로 그림을 그릴 만큼 폭넓은 영역이라는 것을 알고 있었는데 수업을 통해 과학도 재밌고 폭넓다는 것을 알게 되었다.
- 좋아하는 관심 분야가 미술이라서 참여하게 되었다. 창의 예술에 과학을 추가한 수업이라고 들었다. 수업을 듣고 예술, 과학 따로 생각하지 않고 여러 가지로 방향을 함께 생각하게 되었다,
- 과학에 관심이 많아서 이번 수업을 신청했는데 과학, 예술을 합친 프로그램으로 체험해서 색다른 경험을 했다. 과학, 예술을 합치니까 멋진 것 같다. 그래서 예술에 관한 관심이 생겼다.
- 다음번에도 이러한 융합 수업이 있으면 참여할 것이다.
- 보통체험과 다른 처음 해본 색다른 체험을 한 것 같다. 과학에는 흥미가 없었는데 친구와 같이 이 프로그램을 체험하면서 재미를 가지게 되었다.

○ 선생님께 하고 싶은 말 & 참여 소감

- 선생님이 쉽게 이해가 잘되게 자료도 많이 써주셔서 감사했습니다.
- 우리에게 다양한 체험을 하도록 여러 가지 활동을 진행해주셔서 감사했다고 말하고 싶어요.
- 스스로 생각을 많이 할 수 있도록 해주셔서 좋았어요
- 그리퍼 제작을 할 때 제작의 방향성을 간단하게 힌트만 주고 자기가 생각한 대로 만들게 하면 좋을 것 같아요.
- 보통 미술 수업은 정해진 그림에 맞게 따라서 그려보라고 하는데 이번 수업은 창의적인 생각을 할 수 있게 해줘서 좋았고, 각자의 생각대로 자신이 잘하는 것을 보여줄 수 있었던 것 같아요.

IV. 요약 및 결론

1. 주요 결과 및 시사점
 2. 제언
-

IV 요약 및 결론

1. 주요 결과 및 시사점

1) 설문조사 결과 분석

- 예술+과학 융합 프로그램 개발 연구에서 도출된 3개의 프로그램을 무박 2일, 1일 4시간씩, 캠프형으로 제공하였다. 본 캠프에 참여한 학생들을 대상으로 프로그램, 강사, 시간 및 장소에 관련한 설문조사에서 나타난 결과는 다음과 같다.
- (교육과정 만족도) 세 개의 프로그램에 참여한 학생들은 8개 문항에서 평균 80.2%의 만족도를 보였다. 가장 낮은 만족도를 보인 문항은 ‘캠프에 참여한 프로그램의 학습 내용이 학교와 집에서 일반적으로 경험하기 힘들다’는 문항으로 72.2%가 매우 그렇다고 응답하였으며, 캠프에서 제공하는 ‘프로그램에 적극적으로 참여하였다’와 참여프로그램을 ‘대체로 잘 이해했다’라는 문항에서 동일하게 86.1%로 가장 높은 만족도를 보였다.
- (교육과정 만족도) 흥미 유발, 난이도의 적절성, 참여도, 이해도, 성취도, 미래관심과 재등록 의사 그리고 프로그램의 독창성의 관점에서 구성된 교육과정 만족도 조사는 평균 80% 이상으로 대체로 높은 만족도를 보였다. 그러나 예술과 과학의 관계에 대한 흥미 유발, 미래관심, 재등록 의사, 그리고 본 프로그램이 기존의 학습 방식과 차별성이 있는지를 묻는 문항에서 유독 낮은 만족도를 보였다.
- (강사 만족도) 4개의 문항에서 90%의 긍정적인 답변이 있었다. ‘선생님은 질문에 적극적으로 대답해 주었다’는 질문에 86.1%로 매우 그렇다고 응답하였고, ‘선생님은 학생들이 잘 협동할 수 있도록 지도해 주었다’가 97.2%로 가장 높게 나타났다.
- (시간 및 장소 만족도) 95.3%가 ‘그렇다’와 ‘매우 그렇다’로 응답하였다. 앞선 교육과정 만족도나 강사 만족도와 비교하면 ‘그렇다’라고 응답한 학생이 상대적으로 많았다. 프로그램별로 살펴보면, <내 눈에서 빛나는 별소리> 70%, <쇼 미 더 새도우> 50%, <촉각이 깨어날 때> 64.3%가 ‘매우 그렇다’라고

응답한 것으로 보아 중학생이 학습에 참여한 경우에 겨우 70%의 만족도를 나타내고 있었다.

- (시간 및 장소 만족도) 참여 학생의 연령대에 따라 차시별 2시간 블록으로 구성된 1일 2차시 프로그램이 다소 길고 집중하기 어려웠을 것으로 추측할 수 있다. 무엇보다 프로그램별 참여 학생의 개인적 성향에 따라 차이가 있을 것으로 예상하나 본 조사에서는 확인하지 않았으므로 예측하기 어렵다.
- 국립부산과학관에서 10월에 열린 <예술+과학 창의 캠프>는 본 연구의 첫 번째 공개 수업인 만큼 여러 가지 측면에서 부족함이 존재했으리라 본다. 그러나 이후 프로그램의 세부구성, 교수 방법론, 과정별 시간 안배 등을 집중적으로 살펴, 보다 질적 완성도를 높일 수 있다. 그리고 개발된 프로그램과 국립부산과학관이 보유한 공간과의 적합성을 자세히 짚어본 뒤 프로그램 실행에 있어 가장 이상적인 공간을 제공하기 위한 부산문화재단과 국립부산과학관의 협의가 필요하다고 하겠다.

2) 심층 면담 결과 분석

- 3개의 프로그램에 참여한 학생 중 프로그램별 4명씩을 강사의 추천을 받아 심층 면담을 진행하였으며 분석 결과를 요약하고, 도출한 시사점을 정리하면 다음과 같다.
- 첫째, 어떤 결과물이 완성되었느냐는 질문을 통해 참여 학생들의 학습 인지 정도를 살펴보았다. 그리고 학생들은 자신이 수업에 적극적으로 참여하며 학습 과정을 이해하였고, 그 과정에서 발생하는 문제들을 잘 풀어나갔다는 긍정적인 평가를 하였다.
 - (전반적인 이해정도) 심층 면담은 공개 수업이 끝난 7일 후에 실시하였음에도 불구하고 학생들은 결과물에 대해 정확히 기억하고 있었다. 그러나 어떠한 과정을 거쳐 해당 결과물이 완성되었느냐는 질문에는 두서없이 대답하거나 모른다고 대답하였다. 그러나 천천히 과정을 기억하도록 유도하자 금세 학습 과정을 정리하여 말하기 시작했다. 면담에 참여한 학생은 자신들이 학습한 과정을 차례대로 정리하기 위해 서로 협력하거나 의견을 조율하는 모습을 보였다.
 - (학습 내용의 설명 방법, 난이도의 적절성, 시간 안배의 필요성) 빵판과 아두이노를 이해하는 것은 어려웠다. 그러나 학습 과정에서 혼자서 해결할 수 있도록 배려가 되었다면 자신이 스스로 문제를 해결할 수 있었는데, 시간에 쫓겨 선생

님의 도움을 받은 것이 가장 아쉽다고 하였다.

- (남녀 비율, 친분의 정도에 따라) 쇼 미 더 새도우 프로그램은 두 개의 그룹에서 그림자극을 완성하는 것이므로 다른 프로그램에 비교해 협력과 배려가 가장 중요시되었다. 남학생 비율이 전적으로 많음으로써 여학생들의 참여가 어려워져 위기가 있었다. 그러나 서로 서먹했던 참여 학생 간에 시간이 지나면서 조금씩 친숙해져서, 해결이 어렵던 부분들도 대화를 통해 해결해나갔다고 한다. 그러나 앞으로의 교육에서도 참여 학생의 성별 비율이나 그룹 참여에 대해서 고려할 필요성은 충분히 있다고 하겠다.
 - (단계별 학습과정안의 적절성과 필요성) 한정된 재료로 그리퍼를 제작하는 것이 어려웠고, 처음 만드는 그리퍼를 혼자 설계하라고 해서 당황했다. 기초지식이 없는 학생들에게 더욱 다양한 예시나 체험의 단계를 거쳐 제작할 수 있도록 학습 과정안이 설계되어야겠다.
- 둘째, 학습 내용이 결과물을 완성하는데 충분히 제공되었으며, 자신은 이런 학습 내용을 적절히 활용하였는지도 긍정적으로 평가하였다. 프로그램별로 심층 면담 참여 학생들의 이야기를 정리하면 다음과 같다.
- 아두이노에 대하여 확실히 이해하지 못한 부분은 있으나, 우주와 행성, 항성, 광센서 등 학습 과정에서 배운 내용은 나만의 별자리를 만드는데 모두 적용되었다.
 - 빛의 위치에 따라 물체의 그림자가 선명도나 모양의 변화가 생긴다는 원리, 거리를 측정해가며 학습했던 내용이 그림자극을 완성하는 데 도움이 많이 되었다.
 - 그리퍼로 물건이 잘 안 잡혀서 수업 과정을 생각해보았고, 물체를 잡을 수 있는 원리를 활용해서 고민해보니 성공적으로 그리퍼가 완성되어 만족했다.
- 프로그램 계획의 학습 과정에 포함하고 있는 내용이라 하더라도 다양한 변수(학생 수, 성별, 학년의 차이)에 따라 유연하게 대처할 필요가 있다. 그러기 위해서는 수업에 참여하는 강사 간의 호흡은 물론 학습 내용의 양을 적절하게 안배하여 가르칠 수 있는 교수학습 방법론이 필요하다.
- 셋째, 이번 프로그램 참여 경험을 통해 예술과 과학에 관한 관심이 증가했다고 평가했다. 그리고 참여 학생들의 대부분이 예술이나 과학에 관심이 많았기 때문에 참여했다고 한다. 프로그램별로 심층 면담 참여 학생들의 이야기를 정리하면 다음과 같다.
- 예술이라고 하면 만들기 같은 것만 생각했는데 빛으로 작품을 만들게 되니 예술

에도 관심이 생겼다. 평소에 미술에 관심이 많아 참여했다는 학생은 예술과 과학을 따로 생각하지 않고 여러 가지 방향을 함께 생각하게 되어서 좋았다는 의견이 있었다.

- 수업에 참여하고 있을 때는 과학수업이라고 생각했는데, 막상 하나씩 기억을 해 보니 여러 가지 활동이 융합되어 있어서 신기했다. OX 퀴즈나, 쓰레기통을 찾는 중요 임무를 할 때 재미있었고, 특히 쓰레기를 활용해서 물고기들을 표현할 때 재미도 있었지만, 해양생물들을 한 번 더 생각해보게 되어 좋았다.
 - 과학은 어렵다고 생각했는데 촉감도 과학의 영역이라는 것을 알고 즐겁게 수업했다
- 예술+과학 창의 캠프 참여 이후 학생들은 전반적으로 예술과 과학의 융합을 통해 예술적 결과물을 완성한 것에 자신을 자랑스러워 했다. 그리고 예술 활동에 잠재된 과학적 원리를 발견하는 것과 기존의 지식에 오늘의 경험을 융합하여 문제를 해결해나가는 것에 매우 만족하였다. 본 연구가 지향하는 창의 인재 양성은 이러한 프로그램의 성장과 실행을 통해 확산이 가능해지리라 본다.

2. 제 언

- 본 연구와 관련해서 설문조사와 심층 면담을 통한 결과 분석과 시사점을 도출하였고 이를 바탕으로 부산형 창의예술교육 랩 구축을 위한 몇 가지 제언을 하고자 한다.
- 첫째, 과학기술과 예술의 끝없는 만남을 통한 융합 연구, 창작활동, 교육 프로그램 개발이 2011년부터 2015년까지 증가해왔으며 그런 만큼 다양한 문제들이 이슈화되었다. 2016년 이후 감소하는 경향을 보이거나 지금까지 다양한 층위의 예술과 과학 융합 교육 연구는 계속되고 있다. 본 연구도 이와 결을 같이하였고, 더욱 다차원적인 사고력과 문제해결력을 갖춘 미래 창의 인재 양성이라는 목적과 더불어 부산 문화예술교육의 질적 향상과 다양성을 확보하는데 일정 부분 이바지하고자 하였다.
- 둘째, 예술과 과학 융합 교육 프로그램 개발 연구가 부산의 문화예술 융합 교육에 씨앗이 되었기를 바란다. 그간 부산문화재단의 지원을 통해 연구된 예술, 예술과 인문학 또는 예술과 다른 학문 간의 융합 프로그램이 개발된 후 지속적인

로 재생산 관리되지 못한다면 지금까지의 노력이 결실을 보기 어렵다. 따라서 2019년 창의 예술교육 랩 사업에서 진행된 기관협력형 프로그램 개발뿐만 아니라 해커톤과 공모형을 포함한 개발 프로그램의 콘텐츠를 축적하는 것을 시작으로 교육 프로그램 아카이빙을 구축하고, 매년 다양한 연수들과 연계하여 검증하고 문화예술 랩 공간을 통해 실행해 나간다면 개발 연구와 실행 그리고 확산에 이르기까지 선순환체계를 갖추게 될 것이다. 더불어 차기 년의 후속연구로 부산형의 다양한 예술과 과학을 융합한 교육 프로그램 개발을 지속적으로 이어간다면 괄목할만한 확산과 공유 성과와 함께 효율적인 연구 시스템을 구축할 수 있을 것이다 기대한다.

- 셋째, 2019년 개발된 프로그램은 더욱 구체적인 수업 목표와 취지에 맞도록 수정·보완하는 클린업 단계를 거쳐 실용화 준비를 하여야 하며, 더불어 캠프형과 일반형의 대상별 세부 프로그램의 영역을 보다 확대할 수 있는 연구가 필요하다. 이번 연구는 초등학교 고학년에서 중학교 1학년까지를 대상으로 한 캠프형과 일반형 8시간 구성 프로그램을 각각 제안하였다. 프로그램의 질적 향상을 위한 연구와 효과 분석의 틀 개발 연구, 그리고 융합문화예술교육정책의 뒷받침을 통해 전 세대를 아우를 수 있는 부산 문화예술교육의 사회적 가치를 실현할 수 있기를 기대한다.
- 마지막으로 과학과 예술을 융합한 교육 프로그램은 각각의 지식이 유기적으로 분리할 수 있기도 하지만, 굳이 분리의 필요성이 없을 때 가장 이상적인 융합 교육이 이루어질 수 있다는 결론에 도달하였다. 그리고 프로그램의 학습 목표를 성취하는 데 필요한 지식이나 내용 등은 프로그램 진행 과정에서 차례대로 학습되며 체화된다. 부연하면, 체화된 지식과 내용 등을 적재적소에 활용할 수 있도록 생각의 층위를 확장해주는 것이 융합 교육의 핵심이라고 할 수 있다. 예술은 과학의, 과학은 예술의 도구로서 기능할 때, 그리고 호기심을 자극하며 무한한 상상력을 발휘하도록 동기 부여할 때, 직면한 문제들을 스스로 해결해나가며 열정적으로 도전하고 성취할 수 있도록 할 때, 이 과정의 선순환적인 학습을 통해 예술과 과학의 융합 교육이 추구하는 창의적 인재를 양성할 수 있을 것이다.

참고문헌

- 강운정·노용(2014). 과학·예술 융합형 프로그램(STEAM)의 개발과 적용 사례: 중학교 3학년을 중심으로. *조형교육*, Vol.51, 1-24
- 강정하(2008). 과학적 창의성과 예술적 창의성 : 지식의 성장으로서의 창의성에 대한 사례연구 및 과학적 창의성의 타당화. 성균관대학교 박사학위 논문.
- 권난주·안재홍(2012). 과학적 창의성과 예술적 감성을 위한 과학 예술 융합 방안 분석. *교육논총*, Vol. 32(1), 77-93.
- 권혁재·권난주(2015). 과학예술 융합 프로그램이 초등학생의 창의적 인성에 미치는 영향: 키네틱 아트를 중심으로. *교사교육연구*, Vol. 54(1), 17-00.
- 김경집(2015). *생각의 융합: 인문학은 어떻게 콜럼버스와 이순신을 만나게 했을까*. 서울: 더숲
- 김성근 외(2016). *빛 light 렉처 사이언스 KAOS 03*. 서울: 휴머니스트
- 김소연(2016). 융합인재교육으로 본 무용교육 활성화 방안. *한양대학교 석사학위 논문*.
- 김영산(2017). *학교예술강사 지원사업 현황 및 제도개선 추진계획*. 예술강사 운영사업 미래비전을 위한 정책 제언 토론회 자료집.
- 김이연, 김동호(2015). 융합인재교육 평가영역에서 요구되어지는 개념설명 및 지표의 재구성, *한국과학예술융합학회*, 20, 185-194.
- 김왕동(2012). 창의적 융합인재에 관한 개념 틀 정립. *영재와 영재교육*, Vol. 11(1), 97-119.
- 김정효·안도 교우이치로(2013). 과학과 예술의 융합에 기초한 STEAM 교육의 가능성과 과제. *미술교육논총*, Vol. 27(1), 123-152.
- 김현주(2012). 존 파울즈의 자연 — 과학과 예술의 융화. *영어영문학* 21, Vol. 25(4), 47-71.
- 권난주 외(2012). 과학적 창의성과 예술적 감성을 위한 과학 예술 융합 방안 분석. 32(1). 77-94.
- 닐 디그래스 타이슨 지음, 홍승수 옮김(2019). *날마다 천체물리*. 서울: (주)사이언스북스
- 단백질 음악: <http://whozoo.org/mac/Music/samples.htm>
- 대한과학진흥회(2004). *재미있는 소리의 세계*. 서울: 효성사
- 텐다 미츠히로(2017). *놀라운 피부*. 김은영 옮김. 동아엠앤비
- 마르틴 그룬발트(2019). *손길이 닿는 순간 당신에게 일어나는 일*. 강영욱 옮김. 자

음과 모습

머레이 웨이퍼 지음, 한명호, 오양기 옮김(2008). 사운드 스케이프 -세계의 조율.
충남:그물코

민주식(2014). 창조적 행위의 미적 기반 - 과학과 예술의 경계횡단. 한국과학예술
포럼, Vol. 16, 141-000.

박신의(2017). 4차 산업혁명과 예술의 미래 -예술은 기술변화에 어떻게 대응해 왔
고, 대응해갈 것인가?-. 문화예술경영학연구, 10(1), 25-53.

방진하(2018). 교육 논의에서 과학과 예술의 관련 방식 고찰. 교육사상연구, Vol.
32(2), 85-105.

별자리 프로그램- 스텔라리움.<https://stellarium.org/ko/2019/10/8> 발췌.

브라이언 콕스, 앤드루 코헨 지음, 박병철 옮김(2019). 경이로운 우주. 서울: (주)
북하우스 퍼블리셔스

아가타 히데히코 지음, 박재영 옮김(2018). 재밌어서 밤새 읽는 천문학 이야기. 서
울: 더숲

안익수(2010). 폴리아트리스트, 소리를 부탁해. 경기도 파주:효형출판

앤서니 애슈턴 지음, 광영직 옮김(2010) 하모노 그래프. 서울:시스템마

양승지(2014). 국내 과학예술 융합교육 프로그램 개발 현황 및 국외 과학예술 융
합교육 프로그램 사례를 바탕으로 한 학교 교육에의 적용 방안 탐색. 경인
교육대학교 석사학위 논문.

양승지 · 권난주(2014). 국내외 과학과 예술 융합교육 프로그램 개발 동향 분석. 과
학교육연구지, Vol. 38(2), 376-402.

양승지 · 권난주(2013). 국내 과학예술 융합교육 프로그램 개발현황 분석을 통한
현장 적용 방안 탐색. 교육논총, Vol. 33(2), 149-160.

영화 달세계 여행(2013.07.17). <https://youtu.be/zzJwSIPtAdA/2019/10/3> 발췌.

영화 마션(2015.08.19). <https://youtu.be/O87okl1Cycc> . 2019/10/3 발췌.

오세곤(2008). 예술 융합교육, 그 현황과 가능성. 모드니 예술, Issue 1, 157-16
4.

요일의 기원과 유래.<http://bakho4u.com/sourse/130226Week.htm> . 2019/10/25
발췌.

이기성 외(2010). 예술강사 지원사업 핵심역량 모델 개발 연구. 한국문화예술교육
진흥원.

이모영(2015). 촉각인지 특성 분석. 학습과학연구9(1), 130-151.

이병주 외(2019). 다양한 물체 파지 및 조작을 위한 로봇손 및 그리퍼 개발 동향.
로봇과 인간 16(1), 24-38.

- 이주경(2018). 지능형 과지를 위한 유연촉각센서 개발. 부산대학교 박사학위 논문
- 이효녕(2016). 교양 교육을 위한 과학기술과 인문예술의 융합 교육(STEAM)의 이해. 한국교양교육학회 학술대회 자료집, 47-54.
- 장동선·줄리아F·크리스텐슨(2018). 뇌는 춤추고 싶다. 경기도: 아르테
- 전성태 외(2016). 예술분야 융합 트렌드 및 지원방안 연구. 한국문화관광연구원.
- 전혜숙(2009). 뉴 미디어 아트에서의 신체성- 촉각성을 중심으로. 미술사학보 33, 359-388.
- 정문용·김방희·김진수(2017). 고흐의 별이 빛나는 밤을 이용한 과학·예술 융합형 STEAM 수업자료 개발. 예술인문사회융합멀티미디어논문지, Vol. 7(2), 865-874.
- 조현국(2014). 근대 과학자와 예술가의 사례를 통해 살펴 본 융복합교육으로서의 과학교육: 과학과 예술을 중심으로. 한국과학교육학회지, Vol. 34(8), p.755-782.
- 조현국(2014). 근대 과학자와 예술가의 사례를 통해 살펴 본 융복합교육으로서의 과학교육: 과학과 예술을 중심으로. 한국과학교육학회. 34(8). 755-765.
- 최현석(2009). 인간의 모든 감각. 경기도 파주: 서해문집
- 태진미(2011). 창의적 융합인재양성. 왜 예술교육에 주목하는가?. 영재교육연구. Vol. 21(4), 1011-1032.
- 폴 던컴 외(2011). 촉각성의 귀환. 미술과 교육12(2), 149-162
- 폴리아티스트 정성권 인터뷰(2018.04.12). <https://youtu.be/kKlASiWHLHc/2019/09/28> 발췌.
- 홍성욱 외(2000). 예술, 과학과 만나다. 서울: 이학사.
- 홍성욱(2009). 인간의 얼굴을 한 과학: 융합 시대의 과학 문화. 서울: 서울대학교 출판문화원.
- 후타마세 도시후미 지음, 조민정 옮김(2019). 우주와 천체의 원리를 그림으로 쉽게 풀이한 천문학 사전. 서울: 그린북
- Newton편집부(2010). 파동의 사이언스 (Newton Highlight). 서울: (주)아이뉴턴

부 록

- 참여학생 만족도 조사
-

『예술+과학 창의랩』 만족도 조사

반갑습니다.

본 설문조사는 창의예술교육랩이 연구하고 있는 예술+과학 융합 프로그램의 창의랩 캠프에 참여하는 학생들을 대상으로 실시하는 만족도 조사입니다. 참여 학생들의 소중한 의견은 프로그램을 더욱 발전시켜 나가는데 귀중하게 사용될 것입니다. 아울러 수집된 정보는 통계분석 이외의 다른 목적으로 활용되거나 공개되지 않음을 (「통계법」 제33조) 확인 드립니다. 감사합니다.

2019. 10.

(재)부산문화재단, 국립부산과학관

I. [교육 과정] 에 대한 질문입니다. 적합한 곳에 [√] 체크해 주세요.

항목	전혀 그렇지 않다	그렇지 않다	보통이다	그렇다	매우 그렇다
1. 오늘 수업을 통해 예술과 과학의 관계에 대해 흥미가 생겼다.	①	②	③	④	⑤
2. 오늘 수업 내용은 이해하기 쉽게 구성되어 있었다.	①	②	③	④	⑤
3. 오늘 수업에 적극적으로 참여하였다.	①	②	③	④	⑤
4. 나는 참여한 예술과학 융합 수업의 내용을 대체로 잘 이해했다.	①	②	③	④	⑤
5. 나는 학습한 내용을 대체로 잘 활용하여 결과물(중간, 최종)을 만들 수 있었다.	①	②	③	④	⑤
6. 오늘 학습한 것 외에도 과학과 예술에 대해 더 많은 것을 알고 싶어졌다.	①	②	③	④	⑤
7. 다음번에도 관련된 수업이 열린다면 참가하겠다.	①	②	③	④	⑤
8. 오늘 학습한 내용은 학교와 집에서는 경험하기 힘들다.	①	②	③	④	⑤

II. [강사만족도]에 대한 질문입니다. 적합한 곳에 [√] 체크해 주세요.

항목	전혀 그렇지 않다	그렇지 않다	보통이다	그렇다	매우 그렇다
1. 선생님은 내용을 이해하기 쉽게 전달해 주었다.	①	②	③	④	⑤
2. 선생님은 질문에 적극적으로 대답해 주었다.	①	②	③	④	⑤
3. 선생님은 학생들이 잘 협동할 수 있도록 지도해 주었다.	①	②	③	④	⑤
4. 나는 선생님과 함께 수업하는 것이 즐거웠다.	①	②	③	④	⑤

III. [시간 및 장소]에 대한 질문입니다. 적합한 곳에 [√] 체크해 주세요.

항목	전혀 그렇지 않다	그렇지 않다	보통이다	그렇다	매우 그렇다
1. 수업이 진행된 부산국립과학관의 시설(편의시설, 청결도, 조용함 등)은 만족스러웠다.	①	②	③	④	⑤
2. 수업 활동 중 필요한 재료와 도구는 충분했다.	①	②	③	④	⑤
3. 수업 시간은 적당했다(1일 4시간*2일)	①	②	③	④	⑤

* 감사합니다 *

2019 창의예술교육 랩

연 구

책임연구자

조영미 문화예술연구소 플랫폼 대표

공동연구자

정만영 사운드설치미술가

이정임 무용가

김덕희 설치미술가

문지영 미술가

보조연구원

김주영 국립부산과학관 교육강사

보조원

이행자 국립부산과학관 교육강사

김예빈 연극분야 학교예술강사

협 력

국립부산과학관 최준영(교육연구실 선임연구원)

박주은(교육연구실 연구원)

기 획

부산문화예술교육지원센터