



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

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

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



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

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

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

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

[Disclaimer](#)

2023년 2월

교육학석사(음악교육)석사학위논문

# 큐빅 모형을 적용한 고등학교 음악과 STEAM 수업지도안 연구

A study on high school music and STEAM  
instructional plan applying cubic model

조선대학교 교육대학원

음악교육전공

조 남 이

# 큐빅 모형을 적용한 고등학교 음악과 STEAM 수업지도안 연구

A study on high school music and STEAM  
instructional plan applying cubic model

2023년 2월

조선대학교 교육대학원

음악교육전공

조 남 이

# 큐빅 모형을 적용한 고등학교 음악과 STEAM 수업지도안 연구

지도교수 김 지 현

이 논문을 교육학석사학위 청구논문으로 제출함

2022년 10월


조선대학교 교육대학원


음악교육전공

조 남 이

## 조남이의 교육학 석사학위 논문을 인준함.

심사위원장 조선대학교 교수 조 정 은 

심사위원 조선대학교 교수 구 미 정 

심사위원 조선대학교 교수 김 지 현 

2022년 12 월

조선대학교 교육대학원

## 목차

### Abstract

I. 서론 .....	1
1. 연구의 필요성 및 목적 .....	1
2. 연구내용 .....	3
3. 선행연구 고찰 및 연구문제 .....	4
4. 연구의 한계점 .....	6
II. 이론적 배경 .....	7
1. STEAM 교육의 역사 .....	7
가. 해외 STEAM 교육의 등장 배경 .....	7
나. 국내 STEAM 교육의 역사적 변천 .....	11
2. 2015 개정 음악과 교육과정 .....	15
가. 2015개정 교육과정의 이해 .....	15
나. 2015개정 교육과정과 창의융합형인재 양성 .....	18
다. 2015개정 교육과정에서의 음악교과 .....	20
3. STEAM 교육의 개념 및 특징 .....	23
가. STEAM 교육의 개념과 효과 .....	23
나. 음악교육에서 STEAM교육의 필요성 .....	24
다. 음악교육에서 STEAM교육의 모형 및 사례 .....	25
III. 연구방법 .....	29
1. 큐빅모형을 적용한 STEAM 수업 모형 .....	29
가. 김진수(2011)의 큐빅을 적용한 STEAM교육 모형 .....	29
나. 지도안 개발을 위한 적용 모형 .....	32

2. 지도안 개발을 위한 교육내용 요소 추출 및 적용 .....	33
3. 큐빅 모형을 적용한 음악과 STEAM 수업 설계방향 .....	40
<b>IV. 큐빅 모형을 적용한 음악과 STEAM</b>	
<b>교수-학습 지도안 .....</b>	<b>43</b>
1. STEAM교육 교수-학습지도안 .....	43
가. 1차시: 소리의 발생 원리 .....	43
나. 2차시: 피타고라스 음계(순정율)와 평균율 .....	49
다. 3차시: 붐웨커로 피타고라스 음계 확인 및 나만의 악기제작 .....	55
2. 교수-학습지도안 내용검토 .....	60
가. 교수-학습지도안의 장점 .....	60
나. 보완점 및 제한점 .....	61
<b>V. 결론 및 제언 .....</b>	<b>62</b>
1. 결론 .....	62
2. 제언 .....	63
<b>참고문헌 .....</b>	<b>65</b>

## 〈표 목 차〉

[표 1] 교과별 STEAM유형 모형 .....	31
[표 2] 고등학교 과목별 교과 단원 추출 및 STEAM교육내용 .....	33
[표 3] 파동과 소리 .....	35
[표 4] 완전5도 관계의 현 길이에 따른 음계 .....	37
[표 5] 한 옥타브 음계의 현의 길이의 비 .....	38
[표 6] 음정에 따른 현의 길이의 비 .....	39
[표 7] 현의 길이와 진동수 .....	39
[표 8] 평균율과 진동수 .....	40
[표 9] 순정율과 평균율에서의 진동수 .....	40
[표 10] 전문가 집단 구성 .....	60



## 〈그림 목 차〉

[그림 1] STEAM 피라미드 모형 .....	10
[그림 2] 융합인재교육의 개념 모형 .....	12
[그림 3] STEAM 수업 구성의 원리 .....	14
[그림 4] 추구하는 인간상과 핵심역량, 인재상의 관계 .....	19
[그림 5] 음악 중심 융합교육을 위한 교수학습 모델 .....	26
[그림 6] 연계형 .....	30
[그림 7] 통합형 .....	30
[그림 8] 융합형 .....	30
[그림 9] 김진수의 큐빅 모형 .....	30
[그림 10] STEAM 음악 교육 교수-학습지도안 차시별 통합모형 .....	32
[그림 11] 파동의 형태와 구조 .....	34
[그림 12] 첼로와 바이올린의 파형 .....	36
[그림 13] 완전5도 음정의 현의 길이 .....	37
[그림 14] 현의 길이로 구한 한 옥타브 음계의 순서 .....	38

## ABSTRACT

### A study on high school music and STEAM instructional plan applying cubic model

Nam-Iee Cho

Advisor : Prof. Ji Hyun Kim Ph.D.

Major in Music Education

Graduate School of Education, Chosun University

The purpose of this study is to inquire the classroom instruction plan for music applying STEAM education in line with the goals of the 2015 revised curriculum and the society that requires creative convergence talents. Science (S), Technology (T), and Engineering (E), Mathematics (M) are linked with music (A) as the center, so STEAM education can be used in actual music classes as the convergence of several subjects. Understanding the principle of sound generation and the calculation of the Pythagorean scale and then making musical instruments consists of a total of 3 classes, because the goal is to improve the convergence thinking power and creativity by enhancing the interest and participation in the class. This instruction plan was based on the 'cubic model' for STEAM education of Jinsoo Kim, who introduced STEAM education to Korea, and the developed instruction plan was reviewed by three teaching experts, and the strengths and weaknesses were summarized to enhance the applicability to the education field.

# I. 서론

## 1. 연구의 필요성 및 목적

4차 산업혁명의 시대를 맞이하여 우리 시대의 인재상은 변화하고 있다. 이 시대에는 하나의 분야에서만 전문성을 갖추기보다는 여러 가지 분야의 역량을 갖추고 창의적으로 문제를 해결할 수 있는 인재를 요구한다. 더불어 다양한 생활양식과 가치를 존중하고, 다양한 분야의 지식을 추구하여 미래 사회에서 발생될 것이라고 예측되는 문제를 창의융합적으로 해소할 수 있는 인재를 요구한다. 이러한 관점에서 다양한 분야의 교육을 융합하는 STEAM이 주목받고 있다. STEAM은 여러 분야를 포함하는데, 과학(Science), 공학(Technology), 기술(Engineering), 예술(Arts), 수학(Mathematics)의 각 첫자를 따서 만든 용어이다. 이 용어는 1990년에 최초로 미국과학재단(National Science Foundation, NSF)이 제시한 바 있는데, 당시에는 STEM(Science, Technology, Engineering, Mathematics)으로 제안되었다가 이후에 예술(Arts)이 포함되어 지금의 STEAM으로 이어지고 있다(이관호, 2012).

현재 시행되고 있는 2015 개정 교육과정의 목표를 살펴보면, 융합적인 사고와 핵심역량을 갖춘 창의융합형 인재 양성을 제시하고 있다. 이를 통해 STEAM 교육은 2015 개정 교육과정과 깊은 연관성이 있다. 이 중에서도 특히 예술 교과인 음악 교육에서도 다양한 역량 중에서 ‘음악적 창의·융합 사고 역량’을 갖추도록 하는데 교육을 집중하고 있다. 또한, 음악 분야의 전문 지식과 소양을 그리고, 더 나아가 새롭고 독창적인 아이디어를 산출하여, 융합적으로 활용할 수 있는 역량을 갖추는 것을 강조하고 있다.

STEAM 중에서도 예술(Arts)은 마지막에 포함된 영역으로서 그 학문 자체로도 충분히 과학 및 수학적 요소와 창의성을 계발시킬 수 있는 요소가 포함되어 있다. 그리고, 다양한 지식과의 관련성을 지닌 매개체적 역할을 하는 통로로 활용된다. 음악 활동을 하는 것은 인간의 창의성 계발에 최고의 활동임과 동시에 최선의 방법이다. 이에 음악 교과는 우수한 인재 양성에 중요한

역할을 하는 교과로 주목받고 있다. 최근 한국문화예술교육진흥원과 한국과학창의재단의 사업을 비롯하여 학교에서의 음악중심 융합프로그램이 많이 개발되고 있다.

신창식(2012)은 ‘음악의 구성’ 과 ‘악기와 공명’ 이라는 두 가지 주제로 수학과 과학적 원리를 바탕으로 한 예술 중심 융합프로그램을 개발하였으며, 남지영(2013)은 음악 중심 융합프로그램의 내용과 학교 현장에 적용이라는 과제를 탐색하였다. 오지향 외(2014)의 연구에서는 음악교과 중심 STEAM 교육 프로그램을 실제 중·고등학교에 적용하였고, 석문주 외(2014)는 수학 과학의 지식과 개념을 음악 활동에 활용하여 음악적 체험의 질적 향상을 유도하는 프로그램을 개발하였다.

그러나 융합적 사고와 창의적 역량을 지닌 인재상을 요구하고 있는 흐름에도 과학, 수학, 기술교육 중심의 연구가 많은 것이 사실이다. 음악 교과가 STEAM 교육 내 중심교과인 과학, 수학, 기술의 한계를 보완하고 충족시키는 도구적인 역할에 그치는 경우가 많고, 교육 프로그램에 사용되는 음악의 종류와 교수·학습 활동도 기존 교과서의 내용에서 벗어나지 못하는 등 제한적인 모습을 보이고 있다. 기존의 연구들에서도 알 수 있듯이 음악은 STEAM교육의 목표인 창의적 사고를 갖게 하고, 여러 영역의 지식과 관련성을 가진 매개가 될 수 있음은 분명하다.

이에 본 연구에서는 창의·융합인재를 양성하고자 하는 STEAM 교육으로 음악교육을 중심으로 한 STEAM 프로그램을 개발의 필요성을 인지하고 STEAM 교육에서 음악(A)의 중요성을 짚어 볼 것이다. 또한 음악 교육을 중심으로 창의적이고 융합적인 사고를 키워줄 수 있는 교육 방법을 찾아보고 2015 개정 교육과정을 중심으로 고등학교 현장에서 교사가 음악 수업에서 실제로 사용할 수 있는 STEAM 교육을 적용한 수업지도안을 개발하고자 한다.

## 2. 연구 내용

본 연구의 수업지도안의 내용은 소리의 발생 원리를 물리학에서의 소리와 파동으로 학습한다. 소리의 원리를 피타고라스 음계가 만들어진 데 적용하여 교과서에서 소개한 악기인 북웨커로 확인해본다. 북웨커의 각 음정의 길이를 측정하고 튜닝 어플리케이션을 이용하여 측정한 결과와 같은지 확인한다. 이를 이해하여 현을 이용한 자신만의 악기를 실제 만들어보고 연주해 볼 수 있도록 한다.

자신이 만든 악기를 통해 소리의 발생 원인과 음계와 관련된 다양한 수학적 원리를 이해하고, 음계를 결정하는 진동수의 비율을 이해하여 피타고라스 음계에 적용하여 본다. 과학, 수학적 지식으로 악기를 제작하는 과정을 체험하며 융합적 사고와 문제해결력을 키울 수 있다.

또한, 조별로 자신들이 준비한 음원에 맞추어 자신이 만든 악기로 밴드 연주를 하는 작은 공연을 준비하여 학업의 성취감뿐만 아니라 학교생활에 즐거움도 느끼도록 한다.

### 3. 선행연구 고찰 및 연구문제

신용은(2014)은 음악교수학습에 STEAM의 과학, 기술, 공학, 예술, 수학적 요소를 적용하고, 학생들의 융합적 사고와 창의적 역량을 기르게 하기 위한 교수학습방법을 탐색하였다. 학습자의 흥미와 관심을 유발하고 수업의 효과를 극대화할 수 있는 방안을 모색하여 중·고등학교 교육에 적용이 가능한 교수학습방법을 개발하여 제시하고 있다.

석문주, 최미영외(2014)는 기존에 개발된 STEAM 교육의 프로그램이 영재들을 위한 경우나 주로 과학교과에 치중되어 개발된 경우가 많다. 공학적 지식이나 기술이 필요하기 때문에 교원의 관심이 부족하고, 독립된 교과들로 운영되는 학교 현장에서 음악을 중심으로 STEAM 교육이 쉬운 일은 아니다. 이러한 현상을 극복하고 예술적 감성을 가진 창의적 인재를 양성하기 위해 초등학교에서 음악 중심의 STEAM프로그램을 개발하여 실천적인 연구가 적극적으로 이루어져야 함을 주장하고 있다.

김정민(2014)은 고등학교에서 2009 개정 교육과정을 기준으로 음악 중심 융합 수업지도안 2차시를 개발하고 실제 수업을 진행하였다. 문과와 이과를 구분하여 융합수업을 진행하며 수업의 이해도와 만족도를 조사하고 실제 학교 현장에서 활용가능한지의 여부를 증명하였다.

양은주, 강민선(2015)은 음악에서 과학적 원리를 찾고 음악, 수학, 과학, 기술교과의 융합을 통해 학습자가 경험하는 실질적 체험 교육이 될 수 있게 하는 데 초점을 두고 연구하였다. 수업에서는 상황을 제시하고 창의적으로 설계할 수 있는 도움을 주며 감성적으로 체험하게 하는 것이 중요하다. 이러한 STEAM 학습 준거 틀에 따라 학생들의 관심도가 높고 실질적으로 이루어질 수 있는 프로그램으로 베이스 기타 만들기과 자신만의 밴드를 앱을 통해 만들기를 선정하였다. 음악 속에서 수학적 원리와 과학적 원리를 학생들이 스스로 찾아보며 융합적 사고의 깊이가 깊어지고 창의력 향상에 도움이 될 것이라 주장한다.

김연주(2016)는 학생들의 창의성과 미적 감수성의 계발이 가능한 음악의 특징에 집중하여 학교 현장에서 융합인재교육이 이루어질 수 있도록 하는 것

이 중요하다고 말한다. 또한 다른 교과와 교육방법 중 필요한 수단으로서의 과목이 아니라 두 개 이상의 교과에서 요구하는 지식, 태도, 기능을 융합하여 표현영역을 중심으로 창의적, 융합적 인재 교육을 위한 수업 지도방안을 연구하여 제시하였다.

박제연(2017)은 배움을 즐기고 행복하게 교육받는 창의·융합형 인재상을 갖고 있는 2015개정 교육과정에 맞는 수업지도안을 제시한다. 수업지도안은 한국과학창의재단에서 제안한 상황제시에서 창의적 설계, 그리고 성공경험의 총 3단계를 적용해 설계하였다. 학교 현장에서 음악 교과를 중심으로 STEAM수업이 이루어질 수 있도록 제재곡에 맞는 프로젝트 수업을 구상하였다.

박주만(2017)은 STEAM교육을 적용하여 초등학교에서 타 교과와 연계를 통해 음악에 대한 이해를 돕고 창의적인 사고력을 키우기 위한 국악 수업 방안을 탐색하였다. 국악 교과 안에서의 융합수업과 국악 교과 연계 융합수업, 그리고 국악 중심으로 교육과정을 재구성하는 융합수업을 계획하여 학교 현장에 적용하고 실천할 수 있는 수업 방안을 제시하였다. 황지선(2020)은 음악 중심 STEAM교육이 인지능력의 발달에 어느 정도나 영향을 미치는지 알아보기 위해 총 10주간의 교육프로그램을 통해 유아의 음악적 인지능력의 음높이, 셈여림, 음색, 리듬영역에서 유의미한 차이가 나타남을 확인하였다.

이상의 선행연구들은 STEAM교육의 중요성을 밝히고 있으며, 학습자들이 직접 경험하고 실천할 수 있는 진정한 학습자 중심의 교육이 되어야 함을 강조하고 있다. 또한 타 교과와의 연계성을 위해 융통성 있는 학교 교육과정이 필요하며, 전문적 지식이 없이도 교육할 수 있는 정도의 프로그램 개발과 실천이 중요하다고 하였다.

선행연구를 고찰한 내용을 종합해볼 때, 음악교육의 다양한 요소들은 다른 분야의 교육과 결합되어 더욱 효과적인 교육이 가능하게 함을 알 수 있다. 따라서 본 연구는 STEAM을 적용한 음악교육을 통해 고등학생들의 융합적 사고 및 창의력을 개발하는 수업지도안을 연구하여 개발하는 것을 목적으로 한다. 이러한 연구 목적을 달성하기 위한 연구문제는 다음과 같다.

첫째, STEAM 교육의 이론적 배경은 무엇인가?

둘째, 2015 개정 음악과 교육과정에서 STEAM의 요소는 무엇인가?

셋째, 큐빅 모형을 적용한 고등학교 음악 STEAM 수업지도안은 어떠한가?

## 4. 연구의 한계점

본 연구의 한계점은 다음과 같다.

첫째, 수업지도안을 개발하여 제시하였으나 학교 현장에서 직접 적용하여 검증을 진행하지는 않았다. 따라서 실제로 학교 현장에서 학생들을 대상으로 수업을 진행하고 사전, 사후 설문을 통해 결과를 분석해봄으로써 이 수업지도안의 효과 검증이 필요할 것이다.

둘째, 학생들의 개인적 인지 수준을 개별적으로 고려하지 않은 지도안을 구성하였기 때문에 타 교과에서 요소를 이해시키는 데 시간이 더 필요하여 차시가 늘어날 수 있을 것이다.

마지막으로 각 교과별 융합 교육에 대한 다양한 연구가 진행되고 있지만, 본 연구와 같이 음악을 중심으로 한 융합 교육에 대한 연구가 많지 않은 실정이다. 여러 융합의 소재를 찾아 음악으로 완성하여 음악 중심의 교육으로 음악의 역할의 중요성을 인식하고, 창의·융합형 인재 양성을 위한 다양한 연구가 활발하게 이루어져야 할 것이다.



## II. 이론적 배경

### 1. STEAM 교육의 역사

#### 가. 미국 STEAM 교육의 등장 배경

1950년대 2차 세계대전 후 자본주의 진영의 미국과 공산주의 진영의 소련 냉전 세계의 중심축이었다. 미국을 비롯해 서방 자본주의국가들은 소련을 미국에 대항할 만한 위협적인 나라로 여기지는 않았다. 소련은 세계대전 중 나치를 상대하였으나 미국이나 영국이 지원해주지 않았다면 전쟁에서 버티기 어려웠다고 여겼다(홍석률, 2015). 당시 미국에서는 장거리 미사일같은 무기 체계뿐만 아니라 과학기술 전반에서 자신들이 소련보다 훨씬 앞서 있다고 생각하고 있었다. 그러던 중 1957년 10월 4일 소련은 인공위성인 스푸트니크 1호 발사에 성공하였다. 이것은 단순히 인공위성 발사가 아닌 대형 핵무기를 우주공간에서 어디에든 떨어뜨릴 수 있다는 위기감을 갖기에 충분한 것으로 굉장한 충격이었다. 과학기술 분야의 열등감이 아닌 국가 안보에 대한 커다란 위협이었던 것이다. 이것을 스푸트니크 쇼크라고 한다(남도현, 2017).

이후 미국을 포함한 여러 나라에서 교육개혁을 하기 시작하였다(Choe, 1988). 미국에서는 존 듀이를 중심으로 한 경험 중심 교육과정에서 브루너를 중심으로 한 학문 중심 교육과정으로 변화하였다. 경험 중심 교육과정은 학생들의 흥미에 중점을 두면서 흥미 없어 하는 내용은 거의 다루지 않았다. 기본적인 교과교육의 약화가 지적되었는데, 미국 정부는 책임을 과학계나 국방부가 아닌 교육부에 돌려버렸다. 학생들이 원하는 교육만 하다 보니 국가 발전에 도움이 되는 교육이 이루어질 수 없다고 판단하였다. 따라서 교과목을 강화하여 과학 중심의 교육을 받을 수 있게 하는 학문 중심 교육과정으로 바꾼 것이다. 과학 뿐 아니라 각 과목별로 세분하여 교과목의 지식을 심도 있게 다루는 지식 중심의 교육을 하는 것이다. 이는 과목 간 단절을 야기할 수 있고 오로지 지식만을 얻기 위한 교육으로 내용의 분절이 일어나며 교육의

효과로 얻어지는 결과가 미미하였다. 즉 교육의 실용성이 부족하다는 문제점이 제기되면서 1980년 중반부터 과학교육 흐름은 통합적 교육의 양상으로 나타나기 시작하였다. 통합적 교육은 획일화된 결과 중심의 교육이 아닌 다양한 관점으로 상황을 통찰할 수 있는 능력을 키우는 것으로 이때 대두된 대표적인 통합 교육 유형으로 ‘MST’ 교육과 ‘STS’ 교육이 있다(문경숙 외, 2016).

‘MST’ 교육은 수학(Mathematics), 과학(Science), 그리고 기술(Technology)의 첫 글자를 따서 합한 이름이며 1947년 미국에서 Industrial Arts라는 교육과정이 도입되면서 시작되었다(김민철, 2013). 현실에서 수학, 과학, 기술이 개별로 분리된 개념이 중요한 것이 아니라, 문제가 발생하였을 때 해결하기 위해 문제를 분석하고 세 교과와 내용을 통합하여 가르치는 것이 필요하다. 그것이 21세기를 살아갈 학생들이 적응하고 자신의 역량을 키워 발현시키는 데 도움이 될 것으로 보았다(이상갑, 2001). 하지만 학생들에게 과학교육을 지나치게 강조하면서 교육과 사회의 상호작용을 간과하게 됨으로써 야기되는 여러 부정적인 측면, 즉 발달로 인한 환경 문제, 인간성 상실이나 기계화같은 여러 사회 문제들이 발생하였다(김민철, 2013). 더욱이 지식 위주의 교과 간 단절이 있는 학문 중심 교육과정에 부딪혀 서서히 통합 교육의 의도를 잃어갔다. 이러한 문제들에 대처하고 모든 과목을 아우를 수 있는 교육의 필요성이 대두되었다.

이후 1980년대에는 일상생활 속에서 과학과 기술이 유기적으로 함께 성장하며, 생활과 학문을 통합하여 이해시켜 사회 문제나 현상을 통합적으로 분석할 수 있는 능력을 키우는 교육으로 발전시키기 위해 ‘STS’ 통합 교육을 구성하였다. S는 과학(Science), T는 기술(Technology), S는 사회(Society)의 첫 글자이다. ‘STS’ 교육의 목적은 과학, 기술 지식뿐 아니라 과학, 기술에 관련된 여러 사회 문제들을 현명하게 대처하고 융합적 사고를 통해 문제를 해결할 수 있는 능력을 기르는 것이다(김진수, 2012). 즉, 기존의 ‘MST’ 교육에 비해 학생들이 사회의 구성원으로서 소양을 갖추도록 하는 것이 목표가 있다(김인경, 2016). ‘STS’ 교육과정도 ‘MST’ 교육과정에서 처럼 각 교과 중심의 교육만으로는 전인적 성장을 기대하기 어려웠고, 여전

히 교과간 단절된 지식 위주의 교육 흐름에 가로막혀 소멸되었다(김민철, 2013).

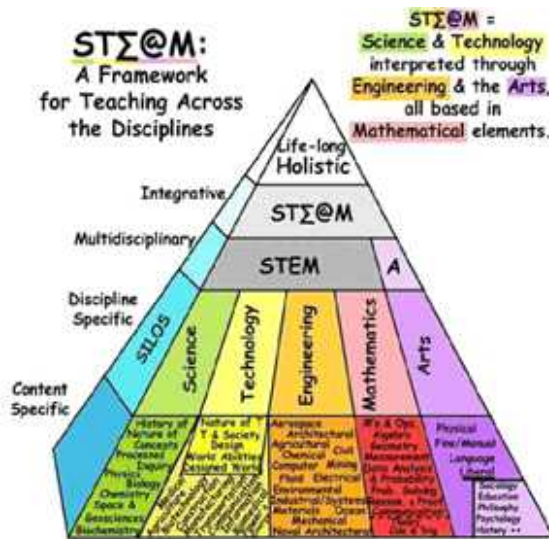
1990년대 청소년들이 수학, 과학에 대한 흥미가 떨어져 있는 것이 국가 경쟁력 문제로 대두되면서 미국과학재단(NSF)의 교육인재이사회에서 부관리자로 근무하는 Judith Ramaley가 2001년에 이름을 붙여 STEM교육이 명명되어 새로운 교육적 대안으로 제시되었다(Zollman, 2012). 기존의 ‘MST’ 교육에 공학(Engineering)을 추가한 것이며, 메타 학문으로 불려왔고 여러 학문적 지식을 통합하여 하나의 새로운 학문이 창조되는 것이다(Morrison, 2006). 또한 학생들이 과학, 기술, 공학, 수학을 학교, 사회, 전세계적 상황에 연계시키고 적용하는 것과 같은 서로 연계된 학문 개념을 실제 현실에 결부시켜 국가경쟁력을 갖추게 하는 간학문적인 접근 방식이다(Tsupros, 2009).

미국이 STEM교육을 중요하게 여기며 강조하는 이유는 학교에서 수학과 과학에 대한 요구를 증가시키며 기술과 공학개념을 융합시키면, 학생들이 더 잘 수행할 수 있고 STEM분야의 고등교육이나 직업을 위해 더 잘 준비할 수 있다고 믿었기 때문이다. 그 결과로 국가 경쟁력이 높아지길 기대하는 것이다(Brown, 2011). 또, 일반 국민의 기본 소양으로 과학과 기술의 발전에 의해 따르는 합리적 결정을 할 수 있는 능력과 일상 업무 관련 문제 해결을 위해 STEM 소양이 요구되어지고 있기 때문이다(Asunda, 2012).

이처럼 STEM교육은 수학과 과학 성취도가 낮고 STEM분야로 진출을 기피하는 국가적 위기 상황에 대처하려는 노력에서 출발하였다(심재호외, 2015). 교육을 통해 수학과 과학기술에 흥미를 높이고 소양을 갖추게 함으로써 융합적 사고능력을 키우고 더 많은 학생이 이공계 분야로 진출하여 국가의 과학 기술경쟁력을 신장하기 위해 강조되고 있다(김현경 외, 2015). 이에 따라 국가적 차원에서 STEM교육에 대한 지원을 아끼지 않고 교육의 질을 높이며 안정된 교육이 될 수 있도록 ‘미국 경쟁력 강화 재승인법(American COMPETES Reauthorization)’을 채택하며 교육을 안정화시키기 위해 노력하고 있다.

주로 산업의 경쟁력 차원의 창의적인 인력 양성에서 예술이 과학 못지않게 중요하기 때문에 STEM에 Arts가 포함되어야 한다는 주장이 나오기 시작했다

(Bevins, 2012). 학생들이 예술에서 배우는 지식, 태도, 기능 및 행동은 세계 경쟁에서 성공하는 데 필요한 기능이며, 이 기능은 창의성과 혁신, 의사소통과 협력, 유연성과 적응력, 그리고 사회적 및 범문화적 기능임이 밝혀졌다고 주장한다(Platz, 2007). 미국의 많은 회사들도 과학, 수학보다도 예술 및 창의성에 관한 능력을 가진 인력을 원한다고 하였다. Tarnoff(2010)는 Art가 없는 S, T, E, M의 발현이 어려울 것이라고 주장하며, 예술과 과학이 결합하여 총체적인 교육 혁신이 일어나야 한다고 주장한 바 있다(Eger, 2011).



[그림1] STEAM 피라미드 모형

출처: Georgette Yakman(2008)

Georgette Yakman(2008)은 A의 Arts가 어원적으로 Fine arts, Physical arts, Liberal arts, Language arts, Practical arts로 분류 가능하며, 이 다섯 가지의 하위 영역은 넓은 의미로 모두 Arts에 해당한다고 주장하였다(김진수, 2013). 이 중 미술과 음악은 Fine arts로 예술에서 가장 폭넓고 중요한 영역이고, Physical arts는 체육으로 신체로 표현하는 예술영역이다. 또한 Liberal arts는 교양 및 인문으로 역사, 사회, 지리 등의 영역이고,

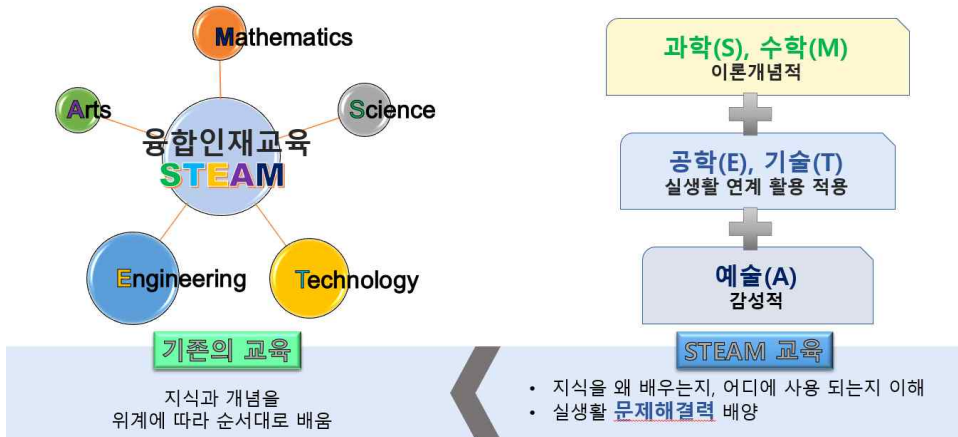
Language arts는 언어로서 의사소통의 영역이다(김진수, 2013). 마지막으로 Practical arts는 실과영역으로 Arts로 분류하지 않고 T, 즉 기술영역에 포함하여 제시하였다(한국과학창의재단, 2011). 이것을 그림으로 표현하여 각 분야의 과목을 공식적으로 연계시키는 교육체제로서 STEAM 피라미드 모형을 제시하였다(Yakman, 2008). 이 모형에서 각기 분리된 내용적 영역을 갖고 있는 여러 학문 간의 통합을 넘어 과목 간 화학적 결합으로 만들어진 새로운 학문으로 설명하고 있다.

예술교육은 창의성, 비판적 사고, 의사소통 등의 능력을 키움으로써 점차 다양하고 복잡해지는 생활 속에 전인적 성장을 위해 꼭 필요하다. 창의성과 미적 감수성을 계발하기 위해 체험적 예술교육이 필요하며 예술 활동을 통해 소통능력과 사회성, 협업 능력을 크게 높임으로써 가치로운 삶에서 전인적 인간이 될 수 있다는 것이다.

## 나. 국내 STEAM 교육의 역사적 변천

우리나라 교육과학기술부는 2010년 12월 ‘창의인재와 선진과학기술로 여는 미래 대한민국’이라는 정책목표를 설정하고 6대 중점추진과제를 선정하였다. 6대 중점추진과제는 1) ‘공교육 경쟁력 강화를 위한 창의·인성교육의 확산’, 2) ‘교육-일 연계 선진직업교육체제 구축’, 3) ‘잘 가르치는 대학 육성’, 4) ‘세계적인 과학기술 인재 육성’, 5) ‘국가과학기술위원회, 국제과학비즈니스벨트 조성’, 6) ‘교육과학기술 글로벌화’가 선정되었다(승윤희, 2016). 세계적인 융합인재교육의 흐름에 따라 2011년 교육과학기술부에서 STEAM 교육을 융합인재교육으로 명명하였다. 즉, STEAM 교육은 과학기술에 대한 학생들의 관심과 이해도를 높일뿐만 아니라 과학기술 기반의 융합적 사고와 문제해결력을 배양하는 교육이라 정의하였다(박범익 외, 2013).

흥미와 이해를 높이고, 과학기술 기반의 융합적 사고(STEAM Literacy)와 문제해결력을 배양하는 교육



[그림2] 융합인재교육의 개념 모형

출처: 한국과학창의재단(2011)

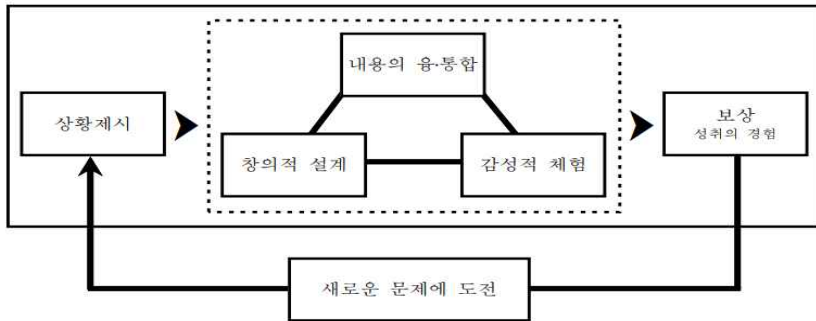
또한, 교육과학기술부는 2012년 업무보고에서 ‘인재대국 진입으로 선진 일류국가 실현’이라는 비전 아래 3대 정책목표를 제시한 바 있다. 그 중 하나가 ‘융합과 창조의 선진 연구개발 체제 구축’이며, 이를 위한 중점 추진 과제로 융합인재교육의 본격 도입을 발표하였다(교육과학기술부, 2011). 그리고 2009 개정교육과정에 따른 과학과 교육과정에도 융합 인재교육의 정신을 반영하고 있다(교육과학기술부, 2011).

또한, 우리나라의 교육 환경에 적합한 융합인재교육에 대하여 “창의적 설계(Creative Design)와 감성적 체험(Emotional Touch)을 통해 과학기술과 관련된 다양한 분야의 융합적 지식, 과정, 본성에 대한 흥미와 이해를 높여 창의적이고 종합적으로 문제를 해결할 수 있는 융합적 소양(STEAM Literacy)을 갖춘 인재를 양성하는 교육”으로서 4C STEAM 교육을 정의하고 있다(백윤수 등, 2011).

4C STEAM 교육의 목표는 융합적 지식 및 개념 형성(Convergence)과 창의성(Creativity)을 갖고 타인과 소통(Communication)하며 배려(Caring)하는 역

량을 갖추도록 하는 것이다(이주희, 2014). 배려(Caring)는 자아효능감과, 타인을 존중하며 배려하고 다문화를 이해하는 사회적 감성학습요소이다. 창의(Creativity)는 정보수집능력, 분석능력, 평가능력, 문제해결력등의 요소를 말한다. 소통(Communication)은 시청각적, 학문적, 언어적으로 소통하는 태도, 협력의 요소를 말한다. 융합(Convergence)은 융합지식의 이해, 융합설계능력, 활용 및 응용 능력, 그 외에도 상황적 맥락적 지식의 이해 요소를 말한다(이효녕, 2012). 또한, 목표 달성을 위한 기반은 창의적 설계(Creative Design)와 감성적 체험(Emotional Touch)으로 나뉜다. 창의적 설계란, 어떤 상황에서 창의성, 효용성, 경제성, 심미성을 발현하여 최선의 방법을 찾아 문제를 해결하는 종합적인 과정이다. 이 과정에는 기술적 설계라는 ‘공학’의 개념이 포함된다(백운수 외, 2011). 그리고, 설계 기반의 문제해결 과정을 통해 창의적인 시도를 다양하게 하고, 이 과정에서의 반성적 사고를 통한 학습이 중요하며 학생들의 실질적 관계 설정을 통한 자기주도적 학습을 의미한다(김연주, 2016).

감성적 체험은 학생이 느낀 문제 상황을 인식하고 그것을 창의적인 아이디어로 실현하면서 성공의 경험을 통해 새로운 과제에 도전할 수 있게 하는 단계이다. 학습에 대한 관심, 자신감, 성취감, 지적 만족감등을 느낌으로써 학습에 대한 동기 유발, 욕구, 열정, 몰입의 의지가 생겨 자연과 문화 등의 의미를 발견하는 선순환적 자기주도적 학습이 가능한 모든 활동과 경험을 뜻한다(김연주, 2016). 설령 과제 해결에 성공하지 못하더라도 반성과 개선을 통해 새로운 도전과 희망을 갖게 되는 감성적 체험을 하게 되며, 이 과정이 반복되며 지속적이고 반복적인 동기부여가 되어 흥미를 갖고 학습함으로써, 결국 역량을 키울 수 있다(과학창의재단, 2017). 이와 관련하여 김진수(2012)는 STEAM 수업을 위한 단계로서 ‘상황제시’와 ‘창의적 설계’를 강조한 바 있다. 이러한 내용을 종합해보면, 우리나라의 융합인재교육 수업의 핵심 구성요소로는 상황제시, 창의적 설계, 감성적 체험으로 구성되어 있음을 알 수 있다. STEAM 수업 구성의 원리를 살펴보면, 다음의 [그림 3]과 같다(백운수 외, 2012).



[그림 3] STEAM 수업 구성의 원리

출처: 백윤수 외(2012)

STEAM 교육에서 A는 경우에 따라서 국어, 영어, 지리, 역사등 인문 교양과목으로 확장하여 해석되기도 한다. 융합인재교육의 적용 범위는 당초 과학, 수학이 중심이었으나 최근에는 S 중심, TE 중심, A 중심, ST 중심 등 다양한 시각으로 확장되고 있다(백윤수 외, 2012). 지금까지의 교육이 과목별 이론 학습과 문제풀이에 중심을 두었다면, 융합 교육에서는 다양한 교과외의 근저에 존재하는 사고의 연관성을 끌어내어 학습자 스스로 문제해결의 체험과 탐구를 통하여 과정을 중시하고 나아가 실생활과 관련성을 가지도록 유도한다. 즉, 학습자의 머릿속에서 일어나는 사고력(이미경 외, 2011)이라고 지적하고 융합적 사고와 실생활의 문제해결력 배양이라고 제시하며 융합교육이 추구하는 본질적인 목표를 강조하고 있다(박기범, 2012). 이로써 단지 지식과 이론에 집중하는 사고가 아닌 자발적이며 창의적인 사고능력을 계발하는 것을 목적으로 한다.

이렇게 연구된 융합인재교육 이론들을 보면 학문이나 내용의 통합 또는 융합에 있어서는 개별 교과를 중심으로 타 교과를 연계하는 다학문적 통합, 각 교과 요소들이 동등하게 통합되는 간학문적 통합, 각 교과가 완전히 융합된 탈 학문적 통합의 세 범주로 유기적 연계성을 강조하고 있다(태진미, 2014). 수업 구성 요소로는 상황 제시, 창의적 설계, 감성적 체험의 단계로 어느 정도 합의되어 그 틀이 마련되었다고 볼 수 있다(과학창의재단, 2017).



## 2. 2015개정 교육과정과 고등학교 음악교육

### 가. 2015 개정 교육과정의 이해

교육과정의 개념적 입장은 과거에도 2007 개정 교육과정에서도 강력하게 표명된 바 있으나, 2009 개정 교육과정에서는 국가 교육과정의 의미를 “전국의 초·중등학교에서 어떤 내용과 방법으로 교육을 해야 할 것인지를 제시한 설계도이며 기본적인 틀”이라고 제시하였다(교육과학기술부, 2009). 2015 개정 교육과정에서는 이러한 교육과정에 대한 개념을 토대로 인간상을 구체화하고 학생이 학습을 통해 무엇을 할 수 있는가를 ‘핵심역량’으로 제시함으로써 교육과정의 의미를 더욱 구체화하였다.

교육과정은 시대에 따른 관점과 맥락에 의해 다양하게 이해될 수 있다(손민호, 2011). 교육이 지식을 전달하는 수단이라는 관점에서 보면, 교육과정은 전달하고자 하는 지식이나 그 구성 단위의 한 형태인 교과들의 체계로 이해할 수 있다. 반면, 교육을 인격 함양 또는 바람직한 능력이나 개인의 특성을 형성시키는 것으로 보면, 교육과정은 인격 또는 능력, 특성 형성에 알맞은 경험을 학생들에게 제공한다는 것을 뜻한다. 또 한편으로, 교육과정은 교과 또는 경험들을 계획하는 과정에 초점을 두지만 다른 한편에서는 그 계획의 과정으로 시행되며 나타나는 학습 결과에 주목하기도 한다(백승수, 2020).

학교에서 이루어지는 교육과정은 학생의 전인적 성장을 위한 경험의 총체라는 광의의 의미로 해석할 수 있다(주미경 외, 2012). 따라서, 학교는 학생 교육을 위해 교육 목적 및 목표를 수립하고 이를 달성하기 위한 교육과정을 설계한다. 이러한 관점에서 학교에서 실천하기 위해 계획하는 교육과정은 계획적이고 의도적인 행위이다. 즉, 학교 교육과정은 교육 목적 및 목표를 달성하기 위한 교육내용 선정 및 조직, 실천, 평가의 전 과정을 포함한다. 당초 목표한 학교 교육을 달성하기 위해 교육과정은 ‘교육 목표와 경험 혹은 내용, 방법, 평가를 체계적으로 조직한 교육 계획’으로 정의할 수 있다. 이러한 학교 교육과정은 관련 법령에 근거하여 마련되고 실천된다는 점에서 법

제적 의미를 지니는데, 우리나라 초·중등학교 교육은 ‘교육기본법’과 ‘초·중등교육법’에 따라 운영하도록 규정되며, 교육과정 역시 관련 법에 의해 계획되고 운영된다(이종만, 2004).

교육과정의 개념 정의가 교육과정 문서에 처음 제시된 것은 문교부령 제35호(1954. 4. 20)로 공포된 초등학교·중학교·고등학교·사범학교 교육과정 시간배당기준령이다. 여기에는 교육과정을 ‘각 학교의 교과목 및 기타 교육활동의 편제’라고 규정하였다(제1장 총칙의 제2조). 이후, 문교부령 제119호(1963. 2. 15.)로 공포된 제2차 교육과정은 교육과정을 ‘학생들이 학교의 지도하에 경험하는 모든 학습 활동의 총화’를 의미한다고 명시하고 있다.

제6차 교육과정(교육부 고시 제1992-19호, 1992. 10. 30.)에서는 최초로 교육과정의 성격을 명시하였다. 이는 국가 수준에서 문서로 고시하는 교육과정의 법적 의미를 뚜렷하게 밝히고 있다. 즉 교육부 장관이 법령에 의거하여 결정하고 고시한 국가 수준의 교육과정은 초·중등학교의 교육 내용에 관한 것이다. 전국적으로 공통적이며 일반적인 기준으로, 여기에는 초·중등학교에서 편성하고 운영해야 할 교육과정의 목표, 내용, 방법, 평가, 운영 등에 관한 국가 수준의 기준과 기본 지침이 제시되어 있다. 또한, 이와 같은 국가 수준의 교육과정에 근거하여 편성하고 운영하는 각급 학교의 교육과정은 단순히 교육 목표와 내용을 포함할 뿐 아니라 학습자의 ‘교육 경험의 질’을 관리하는 실천 가능한 교육 프로그램을 계획하는 것을 포함한다. 교육 프로그램은 목표와 내용, 방법, 평가, 운영 방식 등을 중심으로 구성하고 이러한 구성 요소에 영향을 주는 여러 요인이 관련된다.

제7차 교육과정(교육부 고시 제1997-15호, 1997. 12. 30.)은 제6차 교육과정과 동일하게 교육 법령에 따라 고시한 국가 수준의 기준임을 명시하고, ① 교육의 다양성을 추구하는 과정, ② 학습자 중심의 과정, ③ 교원·학생·학부모가 함께 실천하여 발전하는 과정, ④ 학교 교육을 교육과정 중심으로 개선하기 위한 과정, ⑤ 교육의 질적 수준을 발전시키기 위한 과정이라는 구체적 성격을 강조하였다. 또한 제7차 교육과정은 계획적이고 의도적인 학교 교육에서 우리나라의 현재 교육과 미래 교육에 적합한 현실적 접근을 시도하고자 하였다. 이를 위해 교육과정 탐구의 현실적, 상황적 패러다임을 택하여 여러

가지 이론을 절충하고 종합하는 차원에서 교육과정의 개념을 규정하였다.

이는 교육부 장관이 고시하는 국가 수준의 교육과정 기준과 시·도 교육감이 지역의 특수성을 반영하여 각급 학교에 제시하는 교육과정 편성·운영 지침을 포함하여 기준과 지침을 근거로 하여 실제로 교육에 투입될 수 있도록 각 학교에서 실정에 알맞게 조정하고 편성한 학교 수준의 교육과정이 모두 포함되는 것이다. 또한, 각급 학교 교육과정에 따라 실제 교실 수업에서 이루어 질 수 있는 교사가 계획해 놓은 구체적인 교수·학습 계획(연간, 월간, 주간)도 교육과정의 범주에 포함된다.

## 나. 2015개정 교육과정에서의 창의융합형인재 양성

2013년 12월부터 2014년 1월까지 진행된 네 차례의 국가 교육과정 포럼과 국가 교육과정 총론 개발을 위한 기초 연구(박순경 외, 2014)에서는 현행 교육과정 실태를 점검하고 발전 방향을 다양한 측면에서 제시하였다. 2014년 9월 교육부 발표자료에 의하면, 2015 개정 교육과정은 인문·사회·과학기술 기초 소양을 균형 있게 함양한 ‘창의융합형 인재 양성’을 목표로 이루어졌다(조대현, 2015). 문·이과 통합형 교육과정이라고도 불리는 2015개정 교육과정은 학교 교육을 통해 배움을 즐기고, 현실적으로 수능과목 중심의 지식 편식 현상을 개선하는 융합적 개혁을 시도하였다(교육과정정책과, 2014). 또한 기존의 교육과정들에 나타난 문제점들을 검토하여 개선방안을 모색하는 것을 과제로 하였다(김경자 외, 2015).

2015개정 교육과정의 주요 개정 내용을 살펴보면, 2009개정 교육과정이 추구하는 문화인, 자주인, 창의인, 세계인을 기초로 하여 지식정보 사회가 요구하는 핵심역량을 갖춘 창의융합형 인재상을 제시하고 있다. 창의 융합형 인재란 인문학적 소양과 과학기술적 창조력을 갖추고 바른 인성을 겸비한 인재로서 다양한 지식을 융합시켜 새로운 지식을 창조하고 새로운 가치를 창출하는 사람으로 정의된다. 이 정의에는 그동안 학교 교육에서 간과되고 있었던 인성의 가치, 상상력의 가치, 융합의 가치들을 포함한다. 그동안 입시 위주 학교교육에서는 학생에게 다양한 관점으로 사물을 보는 능력을 강조하지 못했다. 또한, 인간에 대한 공감적 이해력, 인간, 사물, 자연에 대한 심미적이고 감성적인 능력과 같은 인문학적 가치는 상대적으로 중요하게 여겨지지 않았다는 한계를 보였다. 최근에는 인문학적 상상력과 과학기술이 융합되어 우리의 삶을 예측하기 어려운 방식으로 변화시키고 있다. 때문에, 교육은 미래사회의 변화를 예측하고, 학생들이 능동적으로 변화에 대처하며 미래가 요구하는 능력을 갖추는 것이 필요하다. 이러한 필요성에 따라 2015개정 교육과정은 창의융합형 인재 양성을 목표로 핵심역량을 도출하여 제시하고, 역량 기반 교육과정을 통해 창의융합형 인재의 양성 비전을 제시하고 있다.

2015개정 교육과정에서 제시하는 청소년 역량을 자세히 살펴보면 다음과

같다. 첫째, 자아정체성과 자신감을 갖고 자신의 삶과 진로에 필요한 기초 능력과 자질을 갖추어 자기주도적으로 살아갈 수 있는 자기관리 역량, 둘째, 문제를 합리적으로 해결하기 위하여 다양한 영역의 지시고가 정보를 처리하고 활용할 수 있는 지식 정보처리 역량, 셋째, 폭넓은 기초 지식을 바탕으로 다양한 전문 분야의 지식, 기술, 경험을 융합적으로 활용하여 새로운 것을 창출하는 창의적 사고 역량, 넷째, 인간에 대한 공감적 이해와 문화적 감수성을 바탕으로 삶의 의미와 가치를 발견하고 향유하는 심미적 감성 역량, 다섯째, 다양한 상황에서 자신의 생각과 감정을 효과적으로 표현하고 다른 사람의 의견을 경청하며 존중하는 의사소통 역량, 여섯째, 지역·국가·세계 공동체의 구성원에게 요구되는 가치와 태도를 가지고 공동체 발전에 적극적으로 참여하는 공동체 역량이다. 2015개정 교육과정이 제시하는 청소년 역량과 인재상을 도식화하여 살펴보면 다음의 [그림 4]와 같다.



[그림4] 추구하는 인간상과 핵심역량, 인재상의 관계

출처: 2015 개정 교육과정 총론 해설

2015개정 교육과정에서는 창의융합형 인재육성을 위해 위의 핵심역량을 함양시키는 교육에 중점을 두고 교육과정을 구성하였다. 고등학교에서는 기존의 선택 교육과정에서 인문·사회적 안목과 과학적 안목을 가질 수 있도록 공통 과목을 도입하면서 선택 중심교육과정으로 명명하였다(허봉규, 2004). 학생들의 적성과 진로를 고려한 심화되고 풍부한 학습경험을 제공할 수 있도록

록 하였다. 꾸준히 강조되어 온 교과 내용의 적정화를 위해 교과 내용의 핵심 개념을 중심으로 구조화하고 학습량을 적정화하여 학습경험의 질을 높이는 것을 목표로 구성하였다(임유나, 2016). 또한 교과 특성에 맞는 다양한 학생 참여형 수업을 활성화하여 자기주도적 학습 능력을 기르고 학습의 즐거움을 경험하도록 하였다. 거기에 과정 중심의 평가를 강화하여 자신의 학습을 스스로 성찰하고, 평가결과를 통해 교수·학습의 질을 개선한다. 이때 이루어지는 교육내용, 학습, 평가까지 일관성을 중시하여 교육과정을 운영하고 반드시 지켜야 할 원칙으로 강조하고 있다.

#### 다. 2015개정 교육과정에서의 음악교과

2015개정 음악과 교육과정은 배움의 즐거움을 경험할 수 있는 학생 중심 교육과정으로 학생들의 선택권을 보장하는 선택 중심 교육과정이다. 음악과 교육과정은 일반선택과 진로선택으로 구분되며, 일반선택과목으로는 ‘음악’ 교과목이고, 진로선택과목으로는 ‘음악연주’와 ‘음악 감상과 비평’ 교과목이 있다(안병화, 2018). 2015개정 음악과 교육과정에서는 음악의 고유한 특성과 국가 핵심 역량을 반영하여 음악과 핵심 역량을 음악적 감성역량, 음악적 창의·융합 사고역량, 음악적 소통역량, 문화적 공동체 역량, 음악 정보처리 역량, 자기관리 역량으로 세분화하여 제시하고 있다. 여섯 가지 핵심역량을 보다 자세히 살펴보면 다음과 같다.

첫 번째는 ‘음악적 감성역량’으로 이는 음악이 가지는 아름다움이라는 특징을 반영하고 있다. 우선 자신을 성찰하고 상상력을 발휘해 삶의 질을 높이고, 동시에 행복을 추구할 수 있는 역량이다. 두 번째는 ‘음악적 창의·융합 사고역량’으로 이 역량은 음악 분야에서 전문적 지식과 교양으로 자신만의 특별한 생각을 구상할 수 있는 역량이다. 그리고, 자신의 경험을 토대로 여러 분야에서 융합적 인재가 될 수 있도록 한다. 세 번째는 ‘음악적 소통역량’으로 음악적 상징이나 신체 표현을 활용하는 역량이다. 이는 다른 사람의 음악적 표현을 이해하고, 공감하는 동시에 자신의 생각을 음악적으로 표현할 수 있다. 네 번째는 ‘문화적 공동체 역량’으로 전통문화와 세계의

여러 문화를 음악적으로 이해하고, 세계의 한 구성원으로서 다양한 가치와 문화를 받아들이는 역량이다. 이는 공동체 문제해결 및 발전을 위해 이바지한다. 다섯 번째는 ‘음악 정보처리 역량’으로 음악과 관련된 여러 정보를 수집하여 평가하고 분석하는 역량이다. 이 역량은 내재된 정보를 바르게 해석할 수 있도록 할 뿐만 아니라 다양한 매체를 활용하여 생활의 여러 문제를 효율적으로 해결할 수 있도록 한다. 마지막으로 여섯 번째는 ‘자기관리 역량’으로 음악을 생활화하여 표현력과 감성, 이성적 면을 길러 자아 정체성을 형성하는 것이다. 이는 감상을 통해 스스로 음악을 학습할 수 있는 풍요로운 삶을 변함없이 영위할 수 있도록 한다(이경언, 2011). 이상의 여섯 가지의 핵심역량은 청소년들의 음악성과 창의성을 강조하고, 동시에 인문, 사회, 자연과학 등의 통합적 영역까지 제시함으로써 창의·융합 인재 양성에 적합한 특성을 부각하고 있다. 또한 음악 교과 역량이 교육현장에서 실제적으로 구현될 수 있도록 세부 항목으로는 목표, 내용 체계, 그리고 성취기준으로 구체화한다.

음악의 목표는 음악적 정서를 기르고 표현력을 계발하여 자기표현 능력을 향상시키는 데 있다. 또한 문화의 다원적 가치를 인정하고, 타인과 소통하고 배려하는 자아정체성이 정립된 미래 인재를 육성하는 데 있다. 따라서 2015 개정 음악과 교육과정의 목표는 다음 3가지로 정리된다. 첫 번째 목표는 음악의 구성 및 표현 방법을 이해하고, 다양한 음악 활동과 경험을 하는 것이다. 두 번째 목표는 음악의 사회적·문화적 역할과 기능을 이해하고, 다양한 음악을 비평하는 것이다. 세 번째 목표는 음악적 활용과 소통의 즐거움을 느끼고, 음악 애호가로서의 자질을 함양하는 것이다. 이에 따라 고등학교 음악 교과은 교육목표의 달성을 위해 다양한 활동을 경험하게 하고, 음악의 여러 표현을 이해시킬 수 있는 교육으로 이루어져야 할 필요가 있다. 또한 다양한 음악을 충분한 이해할 수 있는 기회를 얻고, 이를 통해 비평할 수 있는 능력도 길러야 한다. 그리고, 실생활에서 음악을 통해 즐거움을 느껴 음악을 즐길 수 있는 자질을 기를 수 있도록 교육해야 할 필요가 있다(정미영, 2017).

교육과정의 내용체계는 표현, 감상, 생활화의 3가지 영역으로 구분된다. 표현 영역에서는 소리의 상호작용과 음악을 표현하는 방법을 핵심개념으로

음악의 구성을 내용 요소로 하여 노래를 부르거나 악기를 연주하는 능력을 강조한다. 감상 영역에서는 음악 요소와, 종류, 음악의 배경을 핵심으로 다양한 종류의 음악을 감상하며 음악의 문화적 배경과 역사를 내용 요소로 음악을 설명하고 구별하는 능력을 중요하게 다루고 있다. 마지막으로 생활화의 영역에서는 음악을 활용하고 즐기는 태도를 핵심 개념으로 음악을 생활속에서 음악을 활용하여 음악이 삶에 주는 의미에 대해 이해하고 음악을 계승하고 발전시키는 능력을 기를 수 있도록 하고 있다(김지혜, 2018). 따라서, 2015 교육과정은 전술한 세 가지 내용체계의 습득을 위해 핵심개념을 기준으로 내용 요소를 반영하고, 필수적이고 구조적 학습이 이뤄질 수 있도록 하고 있다(임유나, 2016).



### 3. STEAM 교육의 개념 및 특징

#### 가. STEAM 교육의 개념과 효과

융합인재교육이 출현하기 전에 통합이라는 용어가 보편적으로 사용되었다(김경화, 2015). 통합의 사전적 의미는 학생의 생활경험을 중심으로 학습이 종합되고 통일되는 것이다. 따라서 통합교육은 상호 의존적인 부분이 서로 관계 맺게 하여 조화롭게 학생에게 전달되도록 하는 것이다. 교과를 통합적으로 조직하여 교육한다는 것은 학교에서 교육받은 내용과 생활 속에서의 경험을 통합한다는 의미이다. 또한 교과간이나 한 교과내의 서로 다른 내용을 통합하는 것은 의미한다(김경배 등, 2009). 이로써 궁극적으로 인격적 통합을 시도하는 것이 통합교육이다. 여기서 얻은 지식을 사회적으로나 개인적으로나 유의미하게 조직함으로써, 학생의 필요에 따라 상황에 맞게 적절하게 재구성하는 것으로 융합교육의 근간을 이룬다(장기범, 2015).

STEAM 교육은 Science(과학), Technology(기술), Engineering(공학), Mathematics(수학), Arts(예술)의 각 첫 글자를 모아 만들어진 이름으로, 용어의 정의는 학자에 따라 다양하게 제시되고 있다. 우리나라에서는 2011년 당시 교육과학기술부가 융합인재교육으로 명명하여 시작된 바 있으며, 교육과학기술부는 2011년 12월 ‘STEAM 2011년도 성과발표회’에서 융합인재교육이란 과학기술에 대한 학생들의 흥미와 이해도를 높여 과학기술을 기반으로 융합적 사고 능력을 기르는 교육을 의미한다고 정의하였다(문경숙 외, 2016). 여기서 융합적 사고 능력은 학습자의 경험이 주어진 문제를 복합적 사고방법으로 접근하는 능력이다(정진원 외, 2016). 융합인재교육은 여러 영역의 융합적 내용이 창의적으로 설계되고 감성적으로 체험시키는 것이다. 교육을 통해 여러 분야의 융합적인 지식과 과정에 대한 흥미를 높이고 더불어 이해하고 응용하게 함으로써 종합적인 문제를 해결할 수 있는 융합적 인재를 양성하는 것이다(백윤수 2012). 과학, 수학 중심뿐 아니라 ST중심, TE중심, MA중심 등 다양하게 확장되어 적용되고 있다(백윤수 외, 2012).

또한 융합인재교육은 두 개 이상의 교과나 학문을 연결지어 새로운 학문을

만들어 내는 총체적 학문으로 이해되며, 창의적 인재 양성을 목적으로 다양한 교과목의 내용적 지식과 교수법을 적용시키는 것이다(김경화, 2015). 과거의 교과교육이 각 교과 내 지식과 개념의 이해를 중심으로 학습을 구성했던 것에 비해 융합교육은 다양한 교과목의 상호 연관성을 통해 학습자 스스로 탐구하고 경험해보는 교육과정이다. 나아가 수업에서의 경험이 실생활과 관련성을 가질 수 있도록 유도하여 지식에서만 그치는 것이 아니라 창의적 사고 능력을 계발하도록 한다. 학생들은 STEAM교육을 통해 이해수준과 흥미를 높임으로 사고의 확장을 일으킨다(승윤희 외, 2016).

### 나. 음악교육에서 STEAM 교육의 특징 및 필요성

음악은 심미적 경험과 아름다움을 제공할 뿐 아니라, 시대가 투영하는 사회·문화·종교·역사적 특징을 담고 있다. 따라서, 그 시대에 반영된 관념과 사상을 이해할 수 있는 의사소통의 도구로도 사용된다(박제연, 2017). 음악이 가지는 본질과 가치에 대해 정확히 이해하기 위해서는 시대적이고 역사적이며, 정치적·경제적·사회적·종교적인 모든 요소를 종합하여 파악할 수 있어야 한다.

음악교과가 진정으로 의미 있는 학습으로 제공되기 위해서는 STEAM을 통한 융합교육으로 적용되는 것이 요구되며, 이를 통해 청소년에게 반드시 필요한 교육으로 제공되는 것이 중요하다(이해미, 2017). 또한 예술 교육은 창의성, 비판적 사고, 자기주도, 협업능력, 의사소통, 문제해결력 등과 같은 역량을 길러주는데 매우 도움이 된다. 따라서, 청소년기에 STEAM을 적용한 음악교육을 제공하여 복잡다단한 사회문제를 이해하고 적절한 해결방안을 모색하는데 도움을 줄 수 있는 교육으로 이루어질 필요가 있다(이정규 외, 2014).

한편, Elliott(1995)은 음악교육이 다루는 음악적 경험은 지역적·회화적·종교적·도덕적·정치적·개인적 의미를 모두 포함한 것이라고 하였으며, 음악교육은 음악을 만들어 내고 음악을 표현하는 데 관여하는 음악적 인지 과정, 음악적 행위 등이 어우러져야만 이상적 음악 경험으로 가치화될 수 있다고 주장하였다. 따라서, 문서화 된 교육과정이나 한정된 교과서에만 의

존하는 음악교육을 벗어나 더 넓은 시각에서 비언어적 지식들까지 볼 수 있어야 하는 교육으로 이루어져야 한다(권덕원, 2015). 이렇듯 시대가 반영하는 다양한 요소들에 대한 맥락적인 부분을 이해하고, 의미 있는 음악적 경험을 위해서는 음악교육이 타 학문과 연계되어 융합적인 사고를 가능하게 하는 STEAM교육으로 진행되는 것이 필요하다.

미래 시대가 요구하는 창의융합적 인재를 양성하기 위해서는 초·중등 교육과정에서부터 창의적 역량을 형성하고, 유연한 사고를 촉진하며, 풍부한 감성을 겸비하도록 하는 STEAM 교육이 필요하며, 이 중 예술을 의미하는 A(Art)의 역할을 매우 중요하다. 그러나, 예술 요소는 전문적인 표현 능력과 기술이 절대적으로 필요하다는 점에서, 전문 예술교사가 지도하여 적극적인 예술 활동을 이끌어 진정한 STEAM 교육의 효과를 기대하는 것이 필요하다(태진미, 2011).

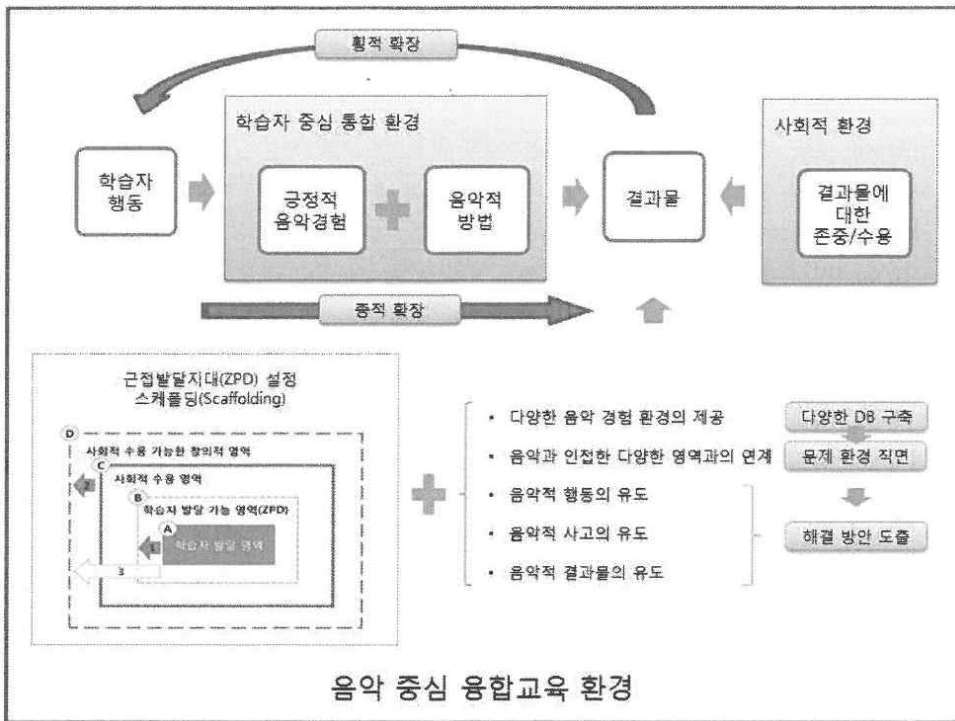
또한, STEAM 교육의 효과 제고를 위해 랠프 타일러(Ralph W. Tyler)가 제안한 학습경험 선정의 원리의 적용을 고려하는 것이 필요하다. 이를 통해 학생들이 교육활동을 통해 음악(예술)을 쉽게 접하며, 체험을 통해 의미를 체득할 수 있는 충분한 기회를 마련할 필요가 있다. 따라서 학생들의 창의·인성 함양을 위해 현재 이루어지고 있는 분과 중심의 음악(예술) 교육이라는 한계를 넘어서 일반 교과와 음악(예술) 교과를 융합하여 학생들의 예술적 경험의 기회를 확대하는 방향으로 이루어져야 한다(신재한, 2013).

## **다. 음악교육에서 STEAM 교육의 교수학습 모델과 음악 중심 융합 교육 프로그램 사례**

음악 중심 교육의 교수학습 모델의 원리는 크게 두 가지 관점으로 구분할 수 있다. 먼저 첫 번째는 학생에게 통합적 환경을 제공함으로써 융합적 사고를 유도하는 것이고, 두 번째는 음악을 긍정적으로 경험하게 함으로써 음악적 사고의 토대를 만들어 융합적 인간으로 교육하는 것이다(조대현, 2017). 이러한 교육방식은 지식이 또 다른 새로운 지식을 만들어 내기 위해서는 학습자들의 충분한 경험과 이해가 바탕이 될 필요가 있음을 강조한다. 학습자

가 스스로 다음 학습을 계획하고 다른 학문으로 연계할 수 있도록 돕기 위해서는 융합적 학습환경이 조성되는 것이 중요하다. 따라서, 교사는 학습자에게 융합학습이 가능한 환경이 구축되었는지 숙고할 필요가 있으며, 음악적 방법을 통해 학습의 기회를 제공할 필요가 있다. 또한 학습자의 학습 결과가 교사의 의도와 다르게 나타나더라도 학습자의 학습경험과 성과를 있는 그대로 존중하고 수용하는 자세가 필요하다(박아름, 2019).

융합교육의 과정적 측면에서 교사는 학습자가 단계적으로 계획된 목표에 도달할 수 있도록 학습자의 수준을 잘 파악하고, 적절한 도움을 줄 수 있도록 할 필요가 있다(김아영, 2014). 이에 따라 본 연구는 전술한 측면을 고려하여 음악 중심 교수학습 모델을 다음의 [그림5]와 같이 도출하였다(조대현, 2017)



[그림5] 음악 중심 융합교육을 위한 교수학습 모델

출처: 조대현(2017)

음악중심 융합교육에서 횡적 확장은 지속적으로 반복되어 일어나는 학습자의 인지의 단계적이고 병렬적인 발달을 의미한다. 즉, 학습자의 긍정적 경험이 새로운 자극에 대해 심화되고 확장되어지는 것을 뜻한다. 반면 종적 확장은 일반적 경험이 음악적 경험을 통해 음악적 경험으로 성질이 변화되고 음악 중심의 사고를 갖게 하는 것을 의미한다. 따라서 교사는 학습자가 갖고 있는 경험과 선행 지식들을 어떤 식으로 접근하고 해석하여 새로운 자극을 줄지 숙고하고 교수 계획을 세워 확장가능한 지식으로 구성하여 지도해야 할 필요가 있다.

여기서 횡적 확장은 어떤 활동의 일부에서부터 부분끼리 결합하거나 활용하는 지적기능을 통해 새로운 개념을 발견하여 전체개념을 정리할 수 있는 융합적 사고를 목표로 한다. 세부 과정으로는 먼저 학습자를 충분히 관찰하고 활동을 계획한다. 다음으로 수업의 흐름은 기억을 활용하여 발견하는 방향으로 계획하며, 또한 학습자 중심의 활동이 이루어져 긍정적 음악 경험을 할 수 있도록 계획한다. 새로운 문제 상황에서 자발적으로 문제를 해결할 수 있도록 하고, 결과물 발표를 통해 여러 사례를 공유하며 기본경험의 횡적 확장을 유도한다. 즉, 학습자의 긍정적 경험이 새로운 자극에 대해 심화되고 확장되어지는 것을 뜻한다.

횡적 확장의 교육 프로그램 예로 현재 음악 순위 프로그램에서 1위를 차지한 곡을 감상하게 한 후 느낌을 발표하게 한다. 음악의 특징에 관한 정보를 제공하고 학생들의 느낌과 연계하여 긍정적 음악 경험이 될 수 있도록 한다. 학습자 스스로 감상한 곡과 같은 음악적 특징을 가진 곡을 교과서에서 찾아볼 수 있도록 하거나 시대별로 같은 특징을 가진 곡을 탐색해볼 수 있도록 하고 서로 탐색한 결과를 공유하여 새로운 결과를 발견할 수 있는 횡적 확장을 유도한다.

종적 확장의 교육 프로그램 예로는 학습자를 충분히 관찰하고 학습자 중심의 수업이 될 수 있도록 학습목표를 기준으로 융합적 사고와 결과를 유도하는 수업의 내용을 계획한다. 악기 활동일 경우 학습자의 동기유발을 위해 악기연주와 관련한 다양한 소리와 영상을 제공한다. 그 후에 악기 주법을 비롯한 연주 방법을 시각적 자료를 제공하여 충분한 연습시간을 부여하여 음악적

경험을 갖게 한다. 더불어 결과물 발표를 통해 학습자의 긍정적 경험을 갖게 한다. 추후 활동으로는 학습자 개인이 좋아하는 음악을 찾아 수준에 맞게 연주하고 감상하는 생활화로 발전시킨 종적 확장이 이뤄질 것이다.

### Ⅲ. 연구방법

본 연구는 융합(STEAM)교육을 적용한 고등학교 음악 수업지도안 연구를 위해 먼저 큐빅모형을 적용한 STEAM 음악수업 모형을 개발하였다. 이를 위해 김진수(2011)의 큐빅을 적용한 STEAM교육 모형을 적용하여 모형을 탐색하고 설계하였다. 다음으로 지도안 개발을 위한 교육내용의 요소를 추출하고 적용한 뒤, 마지막으로 큐빅 모형을 적용한 음악과 STEAM 수업지도안 설계 방향을 제시하였다.

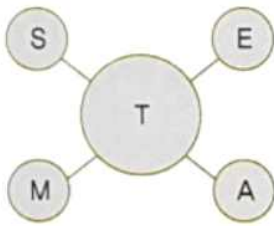
#### 1. 큐빅모형을 적용한 STEAM 음악수업 모형

고등학교에서 음악을 중심으로 이루어진 STEAM교육 수업지도안을 총 3차시로 구성하여 실제 학교 현장에서 적용될 수 있는 지도안을 제시하고자 한다. 수업은 타 교과와 융합하는 창의적인 설계를 통해 학생들이 직접 경험할 수 있도록 구성한다.

##### 가. 김진수(2011)의 큐빅을 적용한 STEAM교육 모형

STEAM교육의 가장 중요한 목표는 현대 사회를 살아가는 학생들에게 필요한 과학, 기술, 공학, 예술, 수학적 지식을 융합하여 창조적 소양을 갖출 수 있도록 조력하는 교육이 되는 것이라고 하였다(김진수, 2013). 김진수는 2009년 설립된 한국연구재단의 STEAM 교육 프로젝트에서 연구로 4개의 STEAM교육 모형을 만들어 발표하였다.

첫 번째는 STEAM 통합모형으로 STEM모형에 A(예술)를 추가하여 구안한 모형이다. 교과의 연계 정도나 통합 방식에 따라 분류된 것으로 다학문적인 모형인 연계형 [그림6], 간학문적인 모형인 통합형 [그림7], 탈학문적인 모형인 융합형 [그림8]으로 제시하고 있다(김진수, 2013).



[그림6] 연계형



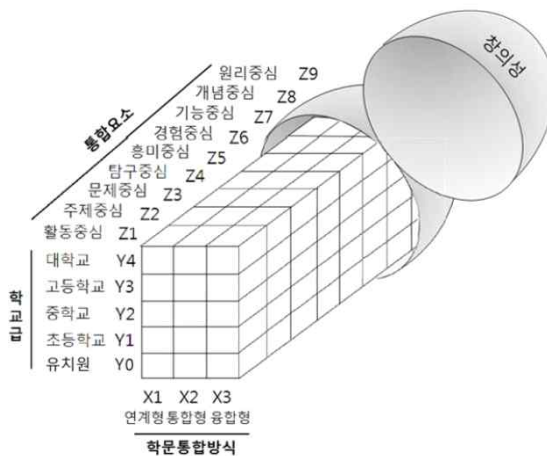
[그림7] 통합형



[그림8] 융합형

두 번째는 STEAM 큐빅 모형으로 초·중·고·대학교 STEAM수업에 모두 적용할 수 있는 모형이다. STEAM교육에서 창의성을 키우도록 조력하는 것이 목표였기 때문에 창의성이라는 캡슐을 씌운 모형으로 발전된다.

큐빅 모형의 X축은 학문 통합 방식에 따른 분류인 첫 번째 모형 3가지, 즉 다학문적, 간학문적, 탈학문적통합으로 분류된다. 다음으로 큐빅 모형의 Y축은 초등학교에서부터 대학교로 분류하여 모든 학교급을 적용한다. 마지막으로 큐빅 모형의 Z축은 어떤 요소를 중심으로 통합했느냐에 따라 9가지로 분류한다. 즉, 활동, 주제, 문제, 탐구, 흥미, 경험, 기능, 개념, 원리 중심으로 분류된다. 이렇게 완성된 큐빅 모형은 다음의 [그림9]과 같다.




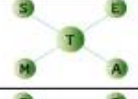
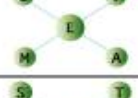


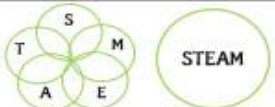
[그림9] 김진수의 큐빅 모형

출처: 김진수(2011)



세 번째는 교과별 STEAM모형으로 STEAM의 통합 모형 중 다학문적 통합모형에서 교과별로 세분화한 것이다. STEAM교육 프로그램들이 개발 되면서 명칭을 범주화 한 것으로 과학 교과 중심일 경우 S-STEAM, 기술 교과 중심일 경우 T-STEAM, 공학 교과 중심일 경우 E-STEAM, 예술 교과 중심일 경우 A-STEAM, 수학 교과 중심일 경우 M-STEAM, 창의적 체험활동(Creative Hands-on Activity) 중심일 경우 CHA-STEAM이며 [표1]와 같다.

[표1] 교과별 STEAM유형 모형

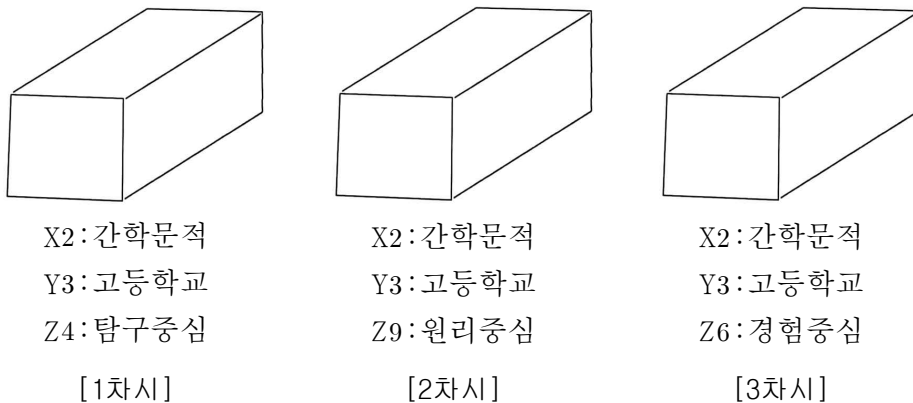
프로그램 명칭	연계 유형
S-STEAM (과학 교과 중심)	
T-STEAM (기술 교과 중심)	
E-STEAM (공학 교과 중심)	
A-STEAM (예술 교과 중심)	
M-STEAM (수학 교과 중심)	
CHA-STEAM (창의적 체험활동 수업중심)	

출처: 김진수(2012)

마지막으로 네 번째는 PDIE모형으로 STEAM교육 프로그램이나 수업자료를 구축할 수 있게 하는 절차 모형이다. 이 모형은 기존의 PDI모형과 ADDIE모형의 장단점을 수정 보완하여 제시한 모형(김진수, 2012)으로, 구체적 단계는 준비(Preparation), 개발(Development), 실행(Implementaion), 평가(Evaluation)의 4단계이다.

## 나. 지도안 개발을 위한 적용 모형

STEAM교육을 적용한 음악 수업 지도안의 구성을 위하여 앞 절에서 살펴본  
 왔던 수업 모형 중 김진수의 큐빅 모형을 구체화하여 제시하려고 한다. 여러  
 교과와 각 주제나 개념을 추출하여, 음악을 중심으로 수업을 구성하는 간학  
 문적통합을 X축의 X2로, 학교는 고등학교인 Y축의 Y3, 통합요소는 Z축으  
 로 차시에 따라 탐구중심인 Z4, 원리중심인 Z9, 경험중심인 Z6으로 지도안  
 의 통합모형은 [그림10]과 같다. 각 차시별 모형의 차이점은 X축 및 Y축에는  
 변함이 없으나, Z축에서 차이가 있다. 본 수업지도안은 1차시에서 학생들이  
 수업을 통해 탐구하도록 한 뒤, 2차시에서는 탐구결과에 기반한 원리를 파악  
 하도록 한다. 다음으로 3차시에서는 학생의 경험으로 발전시켜 경험기반의  
 STEAM 교육이 될 수 있도록 한다.



[그림10] STEAM 음악 교육 교수-학습지도안 차시별 통합모형 형태

## 2. 지도안 개발을 위한 교육내용 요소 추출 및 적용

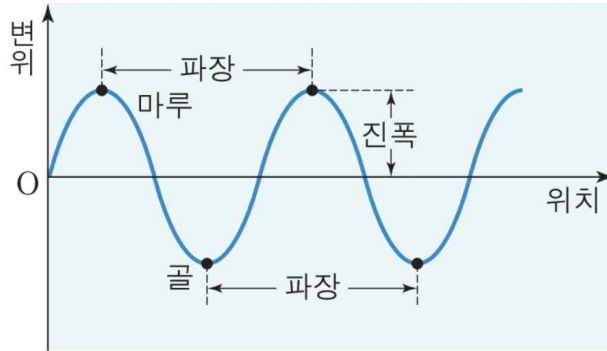
2015교육과정에서 STEAM교육에 적용할 교과서의 내용을 추출하여 수업지도안을 개발하고자 한다. 지도안은 STEAM의 요소가 3차시 동안 다양한 음악적 경험과 타 학문과의 연계 활동을 통해 학습될 수 있도록 고안하였다. 다음의 [표2]는 지도안에 적용된 고등학교 2015 개정 교육과정에서 발췌한 과목별 영역과 내용, STEAM 교육내용을 정리한 것이다. 소리와 파동에 대해 탐구하고 피타고라스 음계의 원리를 학습한다. 그리고 이를 종합하여 과학적, 기술·공학적, 수학적 요소의 이해를 종합하여 나만의 악기를 만드는 데 목적이 있다.

[표2] 고등학교 과목별 교과 단위 추출 및 STEAM 교육내용

과목	내용	STEAM 교육내용
과학(S)	물리학1 - 파동: 파동의 요소, 파동의 간섭	물질에 따른 소리 주파수, 진동수
기술·공학(T/E)	기술·가정 - 기술 활용: 창의공학 설계, 발명과 창업	현악기의 설계 및 제작 스마트폰 어플의 활용 (사운드코르셋 튜너)
음악(A)	음악 - 기악: 악기로 표현하는 음악 - 생활화: 음악과 행사	현악기의 원리 피타고라스 음계
수학(M)	수학 - 문자와 식: 다항식의 연산 수학1 - 수열: 등차수열과 등비수열	피타고라스의 순정률 유리수, 무리수 등차수열

소리는 물체와 마찰에 의해 생기는 진동으로 만들어지며 진동이 에너지로 전달되어 파동이 생긴다. 소리는 에너지가 파동으로 주변의 공간을 움직여

이동하며 생기는 것이다. 진동체에 의한 공기의 진동으로 음이 발생되고 진동은 속도, 길이, 폭에 따라 다양한 성질을 갖는다. 파동의 형태와 구조는 [그림11]과 같다.

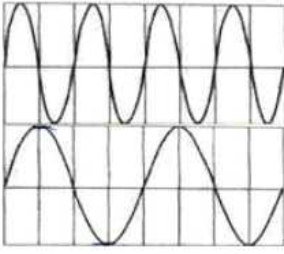
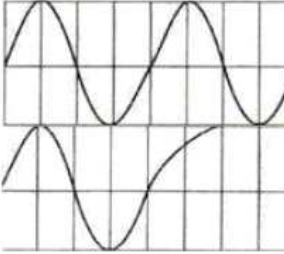
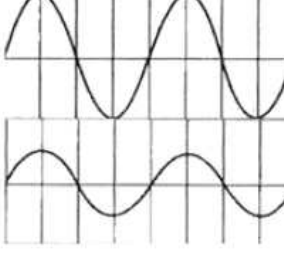


[그림11] 파동의 형태와 구조

출처: 교학사 고등학교 물리 I (2014)

또한 파동의 형태를 음의 성질인 음의 고저, 음의 장단, 음의 강약으로 정리하면 [표3]과 같다. 소리의 고저는 진동수가 많고 빠를수록 높은음, 진동수가 적고 느릴수록 낮은음이 발생된다. 음의 길이는 진동 시간에 비례하고, 음의 썸여림은 진동폭의 크기가 결정한다. 진동폭이 넓을수록 강한 소리가, 진동폭이 좁을수록 여린 소리가 나타나는 것을 알 수 있다(박제연, 2017).

[표3] 파동과 소리

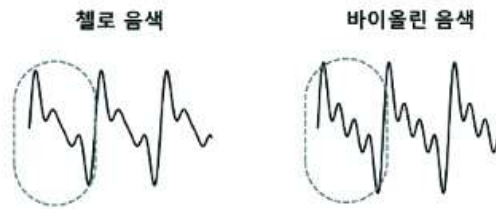
<p>-진동수가 빠르고 많을수록 높은음, 느리고 적을수록 낮은음</p>	<p>-진동이 지속되면 음도 지속되어 음의 길이 결정</p>	<p>-음의 썸여림은 진동폭의 크기에 비례하며 진동폭이 넓을수록 센소리, 좁을수록 낮은소리를 냄</p>
 <p>-음의 고저</p>	 <p>-음의 장단</p>	 <p>-음의 강약</p>

소리가 만들어지고 그 파동을 전달하는 물질에 의해 전달되어 만들어진 소리를 들을 수 있다. 파동을 전달하는 물질을 바로 매질이라 부르며 대표적으로 대기중의 공기도 매질에 속한다. 우주에서는 매질인 공기가 없어 소리를 들을 수 없다는 것으로도 쉽게 이해할 수 있다. 기체인 공기뿐만이 아니라 나무, 플라스틱, 유리등 고체에 이르기까지 우리 주변의 거의 모든 물질은 매질에 속한다.

소리는 세기와 높낮이, 그리고 맵시를 가지고 있다. 먼저 소리의 세기는 음의 높이는 같아도 소리의 크고 작음을 구분하는 것으로 [표3]의 3번째에서 정리한 파동의 진폭과 관계된다. 진폭에 따라 다른 소리의 세기를 데시벨 (dB)이라는 단위를 이용해 나타낸다. 즉, 소리가 공기 중 파동의 진폭이 클 때 더 세게 들리는 것이다.

소리의 높낮이는 [표3]의 첫 번째 자료에서 정리한 것처럼 소리가 매질을 통해 진동하는 횟수와 관계된다. 진동수는 1초에 매질을 통해 떨리는 진동의 횟수로 측정하며 이를 주파수라 한다. 측정단위는 헤르츠(Hz)를 사용한다. 라(A4)음의 주파수는 440Hz이며 한 옥타브 높은 라(A5)는 880Hz이다. 이처럼 같은 ‘라’ 음에서도 높낮이에 따라 진동 횟수가 다르며 한 옥타브 주파수의 비는 2배임을 알 수 있다.

소리의 맵시는 음색이며 목소리나 악기 종류에 따라 고유한 특징적 소리로 다르게 나타난다. 음색은 파동의 모양으로 구별될 수 있으며, 첼로의 파동, 바이올린의 파동의 모양은 [그림12]과 같다. 같은 음이라도 소리를 키워주는 악기통의 크기나 구조에 따라 섞이는 배음의 종류나 세기가 달라진다. 따라서 고유한 특징적 모양을 갖는 것이다.



[그림12] 첼로와 바이올린의 파형

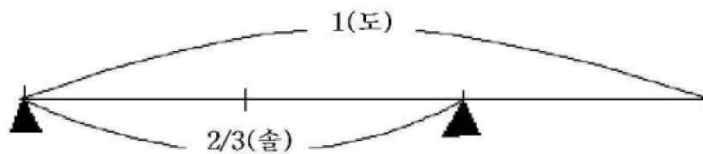
출처: 이남영(2017)

만물의 원리를 수에 두고 수적 관계나 수적 비례를 중시한 피타고라스는 음악과 수가 서로 연관성이 있다는 것을 체계화시키기 위해 연구하였다. 유연히 대장간 옆을 지나가다 쇠망치에서 각기 다른 소리를 듣고 망치의 무게에 따라 음의 높낮이가 다르다는 것을 알게 되어 이 원리를 이용한 실험을 하였다. 탁자 끝에 길이가 같은 줄 6개를 달고 각 줄의 양 끝에 대장간의 망치 무게의 비율과 같은 4, 6, 8, 9, 12, 16파운드의 추를 달았다. 팽팽해진 탁자 위의 줄을 각각 튕기면서 음정의 변화를 연구한 결과 2 : 1의 비인 12 파운드의 줄이 6파운드의 줄보다 8음 높은 소리가 난다는 것을 알게 되었다. 또한 2 : 3의 비인 6파운드와 9파운드의 줄을 튕겼을 때 나는 소리는 완전 5도 음정을 이룬다는 것도 알게 되었다(이광연, 2014).

무거울수록 줄이 팽팽해져 높은 소리가 나는 이 실험의 결과는 줄의 길이의 비만으로도 음정을 쉽게 표현할 수 있는 결과였다. 즉, 가온도(C4) 음정의 기준을 현의 길이가 1일 때 길이가  $\frac{1}{2}$ 로 짧아진 현을 튕기면 원래 소리보다 완전 8도 위의 음 도(C5)의 소리가 난다는 것이다. 또한 길이가  $\frac{2}{3}$ 로 짧

아지면 가온도(C4)에 대해서 완전 5도 위 솔(G4)음의 소리가 난다. 이처럼 현의 길이가 짧을수록 높은 음이 생성되는 것을 통해 현의 길이와 음의 높이는 반비례 관계라는 사실을 알 수 있다. 이때 현의 길이를 진동수와 연결시켜 보면 현의 길이가 짧을수록 진동수가 많아져 음의 주파수가 높아지므로 높은음을 생성하게 된다. 이러한 유리수 비를 이용해서 음정을 결정하고 음계를 만드는 원리가 피타고라스 음계, 즉 순정율에 따른 음계를 산출한 원리이다.

즉, 피타고라스는 한 줄로 된 현의 길이를 다음 [그림13]처럼 길이를 바꿔가며 즉 진폭을 일정 비율로 바꿔가며 음계를 만든 것이다.



[그림13] 완전5도 음정의 현의 길이

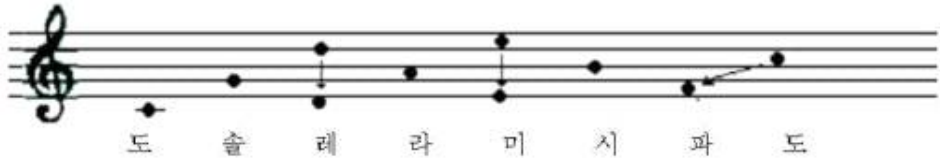
현의 길이를  $\frac{1}{2}$ 로 하면 한 옥타브 높은 음,  $\frac{2}{3}$ 로 하면 완전5도 높은 음이 되어 이것을 차례로 되돌려 가면서 음계를 만든다. 도에서 완전5도 높은 음인 솔, 솔에서 완전5도 높은 음인 레, 레에서 완전5도 높은 음인 라, 라에서 완전5도 높은 음인 미, 미에서 완전5도 높은 음인 시, 시에서 5도 높은 음인 파순으로 현의 길이를 다음 [표4]과 같이 쉽게 계산할 수 있다.

[표4] 완전5도 관계의 현 길이에 따른 음계

음정	도	솔	레	라	미	시	파
현의 길이	1	$\frac{2}{3}$	$\left(\frac{2}{3}\right)^2$	$\left(\frac{2}{3}\right)^3$	$\left(\frac{2}{3}\right)^4$	$\left(\frac{2}{3}\right)^5$	$\left(\frac{2}{3}\right)^6$

[표4]는 3옥타브 이상의 음계를 현의 길이로 표현한 것이다. 따라서 음계를 한 옥타브 내의 현의 길이로 표현하기 위해 한 옥타브 높은 도를 넘어서는

경우 한 옥타브 낮은 음은 한 옥타브 넘는 음의 현의 길이를 2배로 늘려 현의 길이를 계산할 수 있다. 이러한 규칙을 오선지에 적용 시켜 표현한 것이 [그림14]이며 파만 도에서 완전5도 내려간 음으로 계산하여 한 옥타브 내의 현의 길이를 다시 계산해보면 [표5], [표6]과 같다.



[그림14] 현의 길이로 구한 한 옥타브 음계의 순서

[표5] 한 옥타브 음계의 현의 길이의 비

음정	현의 길이
도	1
솔	$\frac{2}{3}$
레	$\left(\frac{2}{3}\right)^2 \times 2 = \frac{8}{9}$
라	$\left(\frac{2}{3}\right)^2 \times 2 \times \frac{2}{3} = \frac{16}{27}$
미	$\left(\frac{2}{3}\right)^2 \times 2 \times \frac{2}{3} \times \frac{2}{3} \times 2 = \frac{64}{81}$
시	$\left(\frac{2}{3}\right)^2 \times 2 \times \frac{2}{3} \times \frac{2}{3} \times 2 \times \frac{2}{3} = \frac{128}{243}$
파	$\frac{1}{2} \times \frac{3}{2} = \frac{3}{4}$



[표6] 음정에 따른 현의 길이의 비

음정	도	레	미	파	솔	라	시	도
현의 길이	1	$\frac{8}{9}$	$\frac{64}{81}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{16}{27}$	$\frac{128}{243}$	$\frac{1}{2}$

피타고라스가 음정과 진동수의 비를 알아내지는 못하였으나 후대의 피타고라스 학파였던 학자들과 천문학자들이 진동수와 음정과의 관계를 정리하였다. 피타고라스 음계의 현의 길이를 진동수의 비와 비교하여 정리하면 [표7]과 같다.

[표7] 음정에 따른 현의 길이의 비

음정	도	레	미	파	솔	라	시	도
현의 길이	1	$\frac{8}{9}$	$\frac{64}{81}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{16}{27}$	$\frac{128}{243}$	$\frac{1}{2}$
진동수(Hz)	264	297	330	352	396	440	495	528
진동수의 비	1	$\frac{9}{8}$	$\frac{81}{64}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{27}{16}$	$\frac{243}{128}$	2

피타고라스 순정율 음계는 온음과 반음 사이의 미묘한 음정 차이가 생긴다. 그래서 조옮김을 할 경우나 곡의 중간에 전조가 될 경우 조율에 문제가 발생한다. 또한 여러 악기가 동시에 연주될 때 음이 조화로움을 갖기 힘든 단점이 있다. 이런 단점을 보완하기 위해 각 반음의 간격을 일정하게 하기 위한 시도를 거친 결과 오늘날의 평균율 음계가 되었다(최강희, 2015). 진동수 비에 정수비를 사용했던 순정율은 반음 간의 간격이 일정하지 않았지만, 무리수 비율을 사용한 평균율은 반음 간에 등비수열을 적용하여 간격을 일정하게 하였다. 즉, 일정비율로 12반음을 올라가면 한 옥타브를 나타내는 것으로 진동수가 2배가 되도록 등비수열의 일반항을 찾아볼 수 있다. 기준음의

진동수를  $a$ 라 하고 올라간 반음의 수를  $n$ 이라고 하자.  $n$ 번째 음의 진동수를  $a_n$ 이라하고 일정한 비율을  $r$ 이라 하면  $a_n = ar^{n-1}$ 이다. 즉, 한 옥타브 위의 진동수는  $a_{13} = 2a = ar^{12}$ 이므로  $r^{12} = 2$ 이고 이때의 일정 비율  $r$ 은  $\sqrt[12]{2}$ 가 되는 것이다. 등비수열의 규칙을 정리하면 [표8]과 같다.

[표8] 평균율과 진동수

음정	도	레	미	파	솔	라	시	도
진동 수의 비	1	$\sqrt[12]{2^2}$	$\sqrt[12]{2^4}$	$\sqrt[12]{2^5}$	$\sqrt[12]{2^7}$	$\sqrt[12]{2^9}$	$\sqrt[12]{2^{11}}$	2
진동 수의 비(Hz)	262	294	330	350	392	440	494	523

앞서 정리한 순정율에서 진동수, 평균율에서 진동수를 비교하면 [표9]과 같이 미세한 차이를 보임을 알 수 있다.

[표9] 순정율과 평균율에서 진동수

음정	도	레	미	파	솔	라	시	도
순정율에서 진동 수(Hz)	264	297	330	352	396	440	495	528
평균율에서 진동 수(Hz)	262	294	330	350	392	440	494	523

### 3. 큐빅 모형을 적용한 음악과 STEAM 수업 설계방향

본 연구에서 개발하는 STEAM 수업지도안은 하나의 주제를 중심으로 다양한 교과를 연계한다. 즉, 음악 교과의 교육과정 내용 중 과학이나, 수학, 기술 등 타 교과의 지식이나 개념 혹은 원리와 밀접한 관련이 있는 내용을 수업한

다. 고등학교에서의 음악은 학생들이 흥미를 갖고 수업에 참여하지만 수업에 몰입이나 성과가 취약하여 여가 과목으로 생각하는 경우가 많다. 거기에 상대적으로 부담이 되는 수학이나 과학을 결합하여 모든 과목의 이해에 도움을 주고 목표의식을 강화시킬 수 있을 것이다. 이를 통해 2015 개정 교육과정 뿐 아니라, 이 시대가 요구하고 있는 문제해결력을 갖춘 창의융합형 인재 양성에 목표를 둔 수업이 될 수 있을 것으로 기대한다.

본 연구의 프로그램에서 사용되는 수업지도안은 기존의 암기식·지식 전달식의 내용 전개 및 수업 방법과 차별화하여 학습자 중심의 창의적인 학습이 되도록 하며, 학생이 스스로 고민하고 아이디어를 제시하며, 산출물을 만들어 가는 일련의 과정을 진행하도록 한다.

본 연구에서 개발하고자 하는 융합인재 교육 프로그램 개발의 방향은 다음과 같다.

첫째, 학생의 흥미에 맞춘 쉽고 재미있는 프로그램으로 개발하며 과학적 소양과 예술적 감성을 동시에 기를 수 있는 프로그램으로 구성하여 창의적인 인성 함양에 도움이 되도록 한다. 또한, 프로그램을 통해 학생 스스로 생각하고 참여하는 자기주도적인 학습 능력을 기르고 동료와의 협력 학습을 통해 사회성과 협동심을 기르도록 한다.

둘째, 학교 현장 교사들이 수업에 직접 활용할 수 있도록 2015 개정 교육과정 및 교과서와 연계하며 자유학기제 수업이나 창의적 체험활동, 방과후 활동에 적합한 교수학습 자료를 갖추으로써 학교 현장에서 융합인재 교육이 활성화 되도록 한다.

셋째, 학교 현장에서 STEAM 교육을 접해 보았거나 연수 등의 경험을 갖고 있는 교사가 매우 부족한 실정에서 융합교육 경험이 전혀 없는 교사들도 본 연구의 수업지도안을 이용해 쉽게 예술 중심의 융합인재교육을 진행할 수 있도록 한다.

넷째, 과학과 수학, 기술, 음악 교과외의 정규 수업시간 뿐만 아니라, 창의적 체험활동, 동아리 활동 시간 등에서도 차시별로 제공되는 본 프로그램을 통해 과학의 원리와 내용을 음악적 소재와 기법으로 활용하고, 음악적 감성과 표현 활동 등을 과학이나 수학 학습에 활용하도록 구성한다.

본 연구의 교수학습 지도안은 학생들의 창의성과 융합적 사고력을 개발시키고 문제 해결 능력을 키우고자 하며 융합인재교육의 교육목적과 같은 방향성을 갖는다. STEAM교육의 한 요소인 음악(A)은 학생들의 창의력과 상상력을 자극할 수 있는 중요 요소임이 분명하다. 창의력 개발을 중시하는 음악 교육을 중심으로 공학(E), 과학(S), 수학(M)등의 다른 교과와 융합한 교육을 실시하는 것을 통해 창의적 인재를 양성할 수 있을 것이다. 또한 많은 학생들이 여가 과목이라고 생각하는 음악에 주요 과목이라 여기는 수학이나 과학을 연계하여 수업을 진행한다면 학생들은 학습에 대한 흥미와 관심이 높아지며 적극적인 학생 중심의 수업이 이루어질 것이라 생각된다.

교수학습 지도안은 음악(A), 공학(E), 과학(S), 수학(M)교과의 융합으로 개발하였고 창의적 사고에 반드시 필요한 교과이며 특히 음악과 수학은 뗄 수 없는 관계이기에 선정하였다. 먼저 1차시 지도안에서는 음악(A)을 중심으로 과학(S)의 내용을 융합한다. 음악의 소리가 발생하는 과학적 요인인 진동과 파동을 이해하고, 현악기, 관악기, 피아노의 소리가 발생하는 원리를 아는 것을 학습목표로 한다. 적절한 영상 자료를 통해 학생들의 흥미만이 아니라 집중도도 높일 수 있도록 지도한다.

2차시 지도안에서는 음악(A)을 중심으로 수학(M)을 융합하여 구성한다. 피타고라스 음계를 이해하고 1차시에 배웠던 진동수와 음의 높낮이 관계를 통해 실제 한 옥타브 내의 음정에 대한 진동수를 계산하는 학습목표를 제시한다. 더불어 진동수와 현의 길이의 관계도 이해할 수 있도록 한다.

3차시 지도안은 음악(A)을 중심으로 2차시에서 수학적 개념으로 피타고라스 음계를 이해한 것을 바탕으로 한다. 음계를 길이의 비로 정리한 것을 토대로 악기를 만들어 경험으로 학습을 가능하게 하여 학생들의 흥미와 융합적 사고를 향상시키는 것을 목표로 한다. 또한 제작한 악기로 조별 합주를 진행하고, 새로운 자신만의 악기를 만들어보는 것을 여지로 줌으로써 성취도가 높아질 수 있도록 지도한다.

## IV. 큐빅모형을 적용한 음악과 STESAM 교수-학습지도안

### 1. STEAM교육 교수-학습지도안

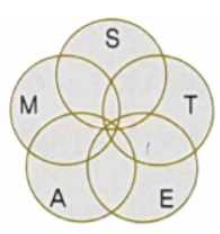
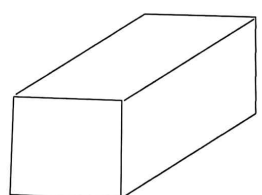
#### 가. 1차시: 소리의 발생 원리

1차시 지도안은 음악(A)을 중심으로 과학(S)의 내용을 융합하는 교육과정으로 설계된다. 1차시에서는 음악의 소리가 발생하는 과학적 현상을 이해하기 위해 진동과 파동의 원리를 이해한다. 이를 위해 현악기, 관악기, 피아노의 소리가 발생하는 원리를 이해하는 것을 주요 학습목표로 한다. 학습자는 적절한 영상 자료를 활용하여 수업에 대한 흥미를 높이고, 동시에 융합교육 과정을 통해 이론 수업으로는 쉽게 이해하기 어려운 소리의 발생 원리에 대한 집중을 높일 수 있다.

1차시의 대단원으로는 소리의 원리와 피타고라스 음계와 악기 제작이고, 중단원은 소리의 원리이다. 융합교육을 통한 학습내용은 첫째, 물리학 I의 소리의 발생 원리와 파동을 이해한다. 둘째, 소리의 원리를 악기로 이해하고 악기의 구조를 파악한다. 셋째, 구조에 따른 악기 소리의 원리를 이해한다. 본 차시는 음악에서의 소리 원리가 음악교과의 기본이 되는 음계는 소리의 발생과 높낮이로 이루어진다는 점에서, 이에 대한 이해를 위해 악기 연구와 소리를 응용하여 이해하는 것이 필요하다. 그러나 소리의 원리를 이론으로만 이해하는 데는 한계가 있으므로, 악기의 크기와 현의 길이를 통해 소리의 원리를 이해하는 것이 학습효과가 더 높을 것이라는 점에서 본 융합교과를 구성하여 학습을 진행하였다.

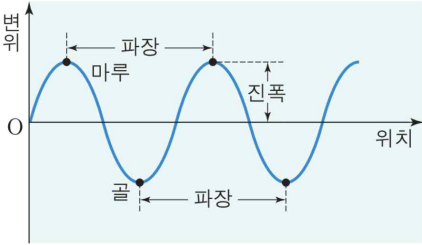
학습을 위해 교과서, 컴퓨터, TV, 동영상 자료, 학습지, 필기도구 등의 준비물이 요구되며, 교과요소는 음악적 창의·융합 사고 역량과 음악적 소통 역량을 강화할 수 있다. 특히 이 중에서도 일반 강의식 수업에서는 이해 수준

을 높이기 어려운 주파수와 데시벨의 개념과 소리 발생 원리를 보다 명확하게 이해하고, 일상에 적용할 수 있도록 하는 것이 본 융합교육의 목표이다.



단원	대단원	소리의 원리와 피타고라스 음계와 악기 제작			차시	1/3
	중단원	소리의 원리			대상	고등학교 2학년
학습 목표	1. 소리 발생의 원리를 이해한다. 2. 파동, 주파수, 데시벨의 개념을 이해한다. 3. 악기 소리발생의 원리를 이해한다.					
융합 내용	- 물리학 I의 소리의 발생 원리와 파동을 이해한다. - 소리의 원리를 악기로 이해하고 악기의 구조를 파악한다. - 구조에 따른 악기의 소리 원리를 이해한다.					
STEAM 통합 유형	 간학문적통합		STEAM 큐빅모형		 X2:간학문적, Y3:고등학교, Z4:탐구중심	
학습 자료	교과서, 컴퓨터, TV, 동영상 자료, 학습지, 필기도구					
교과 요소 역량	음악적 감성 역량	음악적 창의·융합 사고 역량	음악적 소통 역량	문화적 공동체 역량	음악 정보 처리 역량	자기관리 역량
	○	●	●	○	○	○

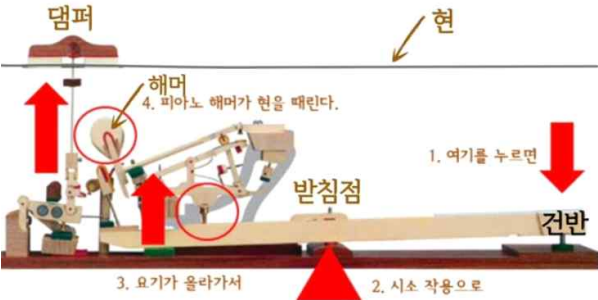
교수학습 단계	교수 - 학습 활동	STEAM 요소 및 지도상
---------	------------	----------------

			유의점
도입 5분	인사 학습 분위기 구성	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 인사 후 학습 분위기 조성</li> <li>- 출석 점검 및 학습 환경 조성</li> <li>- 학습 내용 제시</li> <li>- 물리학 I 과의 연계성을 간략히 설명</li> <li>- 학습목표 제시               <ul style="list-style-type: none"> <li>· 파동으로 소리 발생 원리를 이해할 수 있다.</li> <li>· 악기 소리 발생 원리를 이해할 수 있다.</li> </ul> </li> </ul>	
전개 40분	동기 유발	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 책상을 두드려 본다.</li> <li>- 키보드를 두드려 본다.</li> <li>- 빈 종이상자와 노란 고무줄을 준비한다.               <ul style="list-style-type: none"> <li>· 상자에 여러 방법으로 걸어보게 한 후 각각을 튕겨보며 소리의 높낮이를 발표하게 한다.</li> </ul> </li> <li>- 필통 속에 있는 길이가 다른 펜뚜껑에 호흡을 불어넣어 소리의 변화를 확인한다.</li> </ul>	
	소리의 개념 정리	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 소리 발생의 원리               <ul style="list-style-type: none"> <li>· 소리는 고체, 물, 공기 등과 같은 물질을 통해 전달된다.</li> <li>· 물체에 어떤 힘이 가해졌을 경우 일어나는 마찰로 떨림이 있는 진동이 발생된다.</li> <li>· 진동의 발생으로 생긴 음파가 귀청을 울려 귀에 들리는 것이 소리이다.</li> <li>· 세상의 모든 소리는 공기를 진동시키며 발생하는 에너지가 퍼져나가는 파동을 통해 발생한다.</li> </ul> </li> </ul>	‘1분50초’ 짜리 ‘악기연주 와 과학’ 을 시청하 게 하고 음 악과 과학 의 연관성 을 이해하 게 한다.
	파동의 개념 정리	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 파동의 구조               <ul style="list-style-type: none"> <li>· 파장의 길이나 진폭에 따라 파동의 형태가 결정되고 소리가 변화된다.</li> </ul> </li> </ul>	S(과학)

	 <ul style="list-style-type: none"> <li>· 파장의 길이가 길면 낮은 소리, 짧으면 높은 소리가 발생 된다.</li> <li>· 진폭이 클수록 큰 소리, 작을수록 작은 소리가 발생 된다.</li> <li>- 여러 종류의 파동의 모양 즉 파형에 따라 소리가 달라진다.</li> <li>- 합주는 여러 파형이 합성되며 새로운 파형이 만들어져 조화로운 소리를 내는 것이다.</li> </ul> <p>‘악기연주와 과학’</p> <p><a href="https://naver.me/51ZzfNVY">https://naver.me/51ZzfNVY</a></p>	
<p><b>주파수</b> <b>와</b> <b>데시벨</b> <b>의</b> <b>개념</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 주파수 (단위는 Hz)             <ul style="list-style-type: none"> <li>· 진동의 떨림으로 인해 음파가 발생하고 음파가 1초 동안 진동하는 횟수를 뜻한다.</li> </ul> </li> <li>- 주파수에 따른 음높이             <ul style="list-style-type: none"> <li>· 파장이 짧을수록 진동 횟수가 많고 주파수가 높으므로 높은 소리가 발생 된다.</li> </ul> </li> <li>- 데시벨 (단위는 dB)             <ul style="list-style-type: none"> <li>· 진동의 떨림으로 인해 만들어진 파동의 진폭은 소리가 전달되는 힘에 따라 달라지고 힘의 크기를 뜻한다.</li> <li>· 진폭이 클수록 즉 dB이 높을수록 큰소리, 낮을수록 작은 소리가 발생 된다.</li> </ul> </li> </ul>	<p>S(과학) 원리로 A(음악)가 만들어진다 .</p> <p>‘2분40초’ 짜리 ‘악기에서 소리가 나는 과학적 원리’</p>



		<p>‘악기에서 소리가 나는 과학적 원리는?’  <a href="https://naver.me/GcWUYIND">https://naver.me/GcWUYIND</a></p>	<p>영상시청        으로        과장과        진동수        개념 확인</p>
<p>악기의        소리        발생        원리</p>		<p>- 현악기, 관악기, 건반악기의 구조에 따른 소리의 발생 원리를 이해한다.</p> <p>- 현악기(바이올린)구조에 따른 소리 발생</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 활이 현을 그 으면서 일어나는 진동이 브릿지로 이동하여 사운드 포스트에 전달하면 바이올린 몸 전체에 울림을 주면서 공명이 일어남</li> </ul>  <p>- 관악기(호른)구조에 따른 소리 발생</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 마우스피스에 공기를 주입하고 주입한 공기가 관을 통과하면 벨브의 조절로 마찰이 발생하여 음정을 만들어 내고 벨을 통하여 소리가 증폭됨</li> </ul> 	<p>음악(A)        공학(E)</p> <p>악기의        구조와        명칭이        쉽게        이해되도록        그림 이용</p>

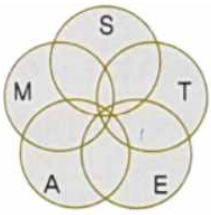
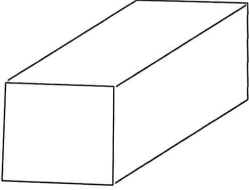
		<p>- 건반악기(피아노)구조에 따른 소리 발생</p> <p>· 건반을 누르면 피아노 내부의 해머가 <math>\frac{1}{300}</math> 초 속도로 현을 때리면서 공명이 이루어지고, 건반을 누르는 세기와 페달에 의해 소리가 증폭됨</p> 	
<p>소리와 물리학</p>		<p>- 동영상 시청을 통해 자신이 이해한 내용을 정리</p>	<p>ebs다큐 중 일부분</p>
<p>정리 5분</p> <p>학습 내용 정리 및 차시 예고</p>		<p>- 소리가 발생하는 원리를 알았으므로 다음 차시에 정확한 음정으로 음계가 구성되는 원리인 피타고라스의 음계에 대한 내용을 배울 것이라고 예고</p> <p>- 수업을 마치는 인사</p>	

본 1차시를 활용한 지도상의 유의점은 다음과 같다. 본 수업계획안은 소리의 원리와 피타고라스 음계와 악기 제작 중에서 소리의 원리를 교육하는 내용으로, 지도교사의 관련 분야에 대한 이해를 바탕으로 한 전문성이 수업의 질을 결정할 수 있다. 따라서 지도교사는 수업이 원활하게 진행되기 위해, 스스로 먼저 수업내용을 이해하고 이를 준비하여 교육의 효과가 발생할 수 있도록 하는 것이 중요하다.


## 나. 2차시: 피타고라스 음계(순정율)와 평균율

2차시 지도안은 음악(A)을 중심으로 수학(M)의 내용을 융합하는 교육과정으로 설계하였다. 1차시에서 진동과 파동의 원리를 이해한 것을 바탕으로 진동수와 피타고라스 음계의 원리를 이해하는 것을 주요 학습목표로 한다. 영상 자료를 통해 수업에 대한 관심과 흥미를 높이고 음악에 과학뿐 아니라 수학의 원리까지 녹아 있음을 학생 스스로 느끼게 할 수 있다.

2차시의 지도안은 다음과 같다.

단원	대단원	소리의 원리와 피타고라스 음계와 악기 제작		차시	2 / 3	
	중단원	피타고라스 음계의 원리		대상	고등학교 2학년	
학습 목표	1. 진동수와 피타고라스의 음계를 이해한다. 2. 피타고라스의 음계를 수학적으로 계산할 수 있다.					
융합 내용	- 전차시의 물리(S)적 개념을 이해하고 음악의 피타고라스의 음계를 수학(M)적으로 계산할 수 있다. - 음계산출(A)을 수학(M)적 계산을 통해 찾아낼 수 있다.					
STEAM 통합 유형	 간학문적통합		STEAM 큐빅 모형	 X2:간학문적, Y3:고등학교 Z9:원리중심		
학습 자료	교과서, 컴퓨터, TV, 동영상 자료, 학습지, 필기도구					
교과 요소 역량	음악 적 감성	음악적 창의·융합 사고	음악적 소통 역량	문화적 공동체 역량	음악 정보 처리	자기관리 역량

		역량	역량			역량	
		○	●	●	○	●	○
교수학습 단계		교수 - 학습 활동					STEAM 요소 및 지도상 유의점
도입 4분	인사 학습 분위기 조성	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 인사 후 학습 분위기 조성</li> <li>- 출석 점검 및 학습 환경 조성</li> <li>- 학습 내용 제시</li> <li>- 음악과 수학의 연관성 간단히 제시</li> <li>- 학습목표 제시               <ul style="list-style-type: none"> <li>· 진동수와 피타고라스의 음계를 이해할 수 있다.</li> <li>· 피타고라스의 음계를 수학적으로 계산할 수 있다.</li> <li>· 소리와 현의 길이의 원리를 이해할 수 있다.</li> </ul> </li> </ul>					
	동기 유발 (8분)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 수학에서 피타고라스 정리로 이미 친근한 피타고라스가 수학자였을 뿐 아니라 음악가였음을 소개               <ul style="list-style-type: none"> <li>· 피타고라스는 음악과 수학의 연관성을 밝힌 최초의 수학자이다. 수학적 원리로 음계가 생성되어 이를 기초로 서양음악의 이론들이 생겨나기 시작했다.</li> </ul> </li> <li>- 동영상 시청 (4분17초)               <ul style="list-style-type: none"> <li><a href="https://www.ebsmath.co.kr/resource/rscView?cate=10094&amp;cate2=10102&amp;cate3=10117&amp;rscTpDscd=RTP10&amp;grdCd=MGRD01&amp;sno=21241&amp;type=S&amp;historyYn=study">https://www.ebsmath.co.kr/resource/rscView?cate=10094&amp;cate2=10102&amp;cate3=10117&amp;rscTpDscd=RTP10&amp;grdCd=MGRD01&amp;sno=21241&amp;type=S&amp;historyYn=study</a></li> </ul> </li> </ul>					음악(A) 수학(M)
전개 42분	음계	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 영상에서 봤던 피타고라스의 음계 산출 과정을</li> </ul>					학생들이 소리의 높낮이가 발생하는 원인을 스스로 생각해보

<p>산출 실험 그림 설명 (6분)</p>	<p>다시 한번 2행2열의 그림으로 보여주며 설명</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 1행 1열 그림: 대장간에 서로 다른 무게의 망치가 소리의 차이를 만들어 내는 것을 관찰한다.</li> </ul>  <ul style="list-style-type: none"> <li>· 1행 2열 그림: 무게가 다른 종, 서로 다른 양이 들어있는 유리잔을 두드리며 음의 차이를 관찰한다.</li> <li>· 2행 1열 그림: 나무 울림통에 줄을 매달고 다른 무게의 추를 달아 줄을 튕겨보며 음의 차이를 관찰한다.</li> <li>· 2행 2열 그림: 붙어서 소리나는 통나무의 길이에 따라 다르게 나타나는 소리의 변화를 관찰한다.</li> </ul>	<p>게 한다.</p>
<p>피타고라스 음계의 현의</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 피타고라스의 음계에 따라 정해지는 비율을 현의 길이로 설명</li> <li>· 주어진 길이가 1이라 가정하고 그 줄이 울리면 가온도(C4) 소리를 낸다.</li> </ul>	

<b>길이 계산 (12분)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 가온도(C4)를 기준으로 한옥타브 높아진 도(C5)는 현의 길이가 가온도의 <math>\frac{1}{2}</math>이다.</li> <li>· 가온도(C4)를 기준으로 현의 길이가 <math>\frac{3}{4}</math>이면 완전4도 위의 음정 파(F4)이다.</li> <li>· 가온도를 기준으로 완전5도 관계의 솔(G4)의 현의 길이는 가온도와 2:3의 비율을 이루며 <math>\frac{2}{3}</math>이다.</li> <li>· 피타고라스는 완전5도의 비율인 <math>\frac{2}{3}</math>를 기준으로 완전 5도 음정 간격을 계속 위로 쌓아 올려 한음계 안으로 들어오도록 계산하여 음계를 산출하였다.</li> <li>· 솔(G4)의 길이 산출 후 완전5도 위의 음 레(D5)를 구하고 한옥타브 아래로 내려 레(D4)를 산출하였다.</li> <li>· 이와 같은 원리로 ‘라,미,시’ 음을 학생들이 계산하도록 한다.</li> <li>· 구하는 순서는 도(C4) → 솔(G4) → 레(D5→D4)(한옥타브 내림)→ 라(A4) → 미(E5→E4)(한옥타브 내림) → 시(B4) → 도(C5)</li> </ul>										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin: 10px auto;"> <thead> <tr style="background-color: #e6f2ff;"> <th style="padding: 5px;">음정</th> <th style="padding: 5px;">줄의 길이</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 5px;">가온도(C4)</td> <td style="padding: 5px;">1</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">레(D4)</td> <td style="padding: 5px;"><math>1 \times \frac{2}{3} \times \frac{2}{3} \times 2 = \frac{8}{9}</math></td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">미(E4)</td> <td style="padding: 5px;"><math>\frac{16}{27} \times \frac{2}{3} \times 2 = \frac{64}{81}</math></td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">파(F4)</td> <td style="padding: 5px;"><math>1 \times \frac{3}{4} = \frac{3}{4}</math></td> </tr> </tbody> </table>		음정	줄의 길이	가온도(C4)	1	레(D4)	$1 \times \frac{2}{3} \times \frac{2}{3} \times 2 = \frac{8}{9}$	미(E4)	$\frac{16}{27} \times \frac{2}{3} \times 2 = \frac{64}{81}$	파(F4)	$1 \times \frac{3}{4} = \frac{3}{4}$
음정	줄의 길이										
가온도(C4)	1										
레(D4)	$1 \times \frac{2}{3} \times \frac{2}{3} \times 2 = \frac{8}{9}$										
미(E4)	$\frac{16}{27} \times \frac{2}{3} \times 2 = \frac{64}{81}$										
파(F4)	$1 \times \frac{3}{4} = \frac{3}{4}$										

	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;">솔(G4)</td> <td style="text-align: center;"><math>1 \times \frac{2}{3} = \frac{2}{3}</math></td> </tr> <tr> <td>라(A4)</td> <td style="text-align: center;"><math>\frac{8}{9} \times \frac{2}{3} = \frac{16}{27}</math></td> </tr> <tr> <td>시(B4)</td> <td style="text-align: center;"><math>\frac{64}{81} \times \frac{2}{3} = \frac{128}{243}</math></td> </tr> <tr> <td>도(C5)</td> <td style="text-align: center;">2</td> </tr> </table>	솔(G4)	$1 \times \frac{2}{3} = \frac{2}{3}$	라(A4)	$\frac{8}{9} \times \frac{2}{3} = \frac{16}{27}$	시(B4)	$\frac{64}{81} \times \frac{2}{3} = \frac{128}{243}$	도(C5)	2																									
솔(G4)	$1 \times \frac{2}{3} = \frac{2}{3}$																																	
라(A4)	$\frac{8}{9} \times \frac{2}{3} = \frac{16}{27}$																																	
시(B4)	$\frac{64}{81} \times \frac{2}{3} = \frac{128}{243}$																																	
도(C5)	2																																	
<p><b>피타고라스 음계의 진동수 계산 (12분)</b></p>	<p>- 현의 길이가 짧을수록 1초에 진동하는 수가 많아짐을 설명</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 진동수는 현의 길이가 짧을수록 많고, 현의 길이가 길수록 적다.</li> <li>· 진동수는 현의 길이에 반비례한다.</li> <li>· 위의 현의 길이를 기준으로 진동수의 비를 구해보도록 한다.</li> </ul> <p>- 음계에 따른 진동수의 비</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <th>음계</th> <th>도</th> <th>레</th> <th>미</th> <th>파</th> <th>솔</th> <th>라</th> <th>시</th> <th>도</th> </tr> <tr> <td>진동수비</td> <td>1</td> <td><math>\frac{9}{8}</math></td> <td><math>\frac{81}{64}</math></td> <td><math>\frac{4}{3}</math></td> <td><math>\frac{3}{2}</math></td> <td><math>\frac{27}{16}</math></td> <td><math>\frac{243}{128}</math></td> <td>2</td> </tr> </table> <p>- 음계에 따른 진동수</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 라(A4)를 440Hz로 주고 진동수의 비에 따라 진동수를 계산하도록 한다.</li> </ul> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="background-color: #d9e1f2;">음정</th> <th style="background-color: #d9e1f2;">진동수(Hz)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>가온도(C4)</td> <td>264</td> </tr> <tr> <td>레(D4)</td> <td>297</td> </tr> <tr> <td>미(E4)</td> <td>330</td> </tr> <tr> <td>파(F4)</td> <td>352</td> </tr> <tr> <td>솔(G4)</td> <td>396</td> </tr> <tr> <td>라(A4)</td> <td>440</td> </tr> </tbody> </table>	음계	도	레	미	파	솔	라	시	도	진동수비	1	$\frac{9}{8}$	$\frac{81}{64}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{27}{16}$	$\frac{243}{128}$	2	음정	진동수(Hz)	가온도(C4)	264	레(D4)	297	미(E4)	330	파(F4)	352	솔(G4)	396	라(A4)	440	<p>음악(A) 수학(M)</p> <p>모듬별로 계산</p>
음계	도	레	미	파	솔	라	시	도																										
진동수비	1	$\frac{9}{8}$	$\frac{81}{64}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{27}{16}$	$\frac{243}{128}$	2																										
음정	진동수(Hz)																																	
가온도(C4)	264																																	
레(D4)	297																																	
미(E4)	330																																	
파(F4)	352																																	
솔(G4)	396																																	
라(A4)	440																																	

		<table border="1"> <tr> <td>시(B4)</td> <td>495</td> </tr> <tr> <td>도(C5)</td> <td>528</td> </tr> </table>	시(B4)	495	도(C5)	528	
시(B4)	495						
도(C5)	528						
	<b>순정률 평균률 (4분)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 피타고라스 순정률과 평균률을 간단히 비교</li> <li>· 순정률은 온음과 반음 사이의 미묘한 주파수 차이로 음정 차이가 발생한다. 이는 여러 악기가 동시에 연주될 때 조화를 이루기 힘들다.</li> <li>· 평균률은 순정률의 단점을 보완하기 위해 각 반음간의 간격을 일정하게 나누어 비율을 유지한다. 12개의 반음의 진동수는 한 옥타브 간에 2배의 진동수 차이가 나도록 연속한 반음간에 <math>\sqrt[12]{2}</math>로 증가시킨다.</li> <li>즉, <math>(\sqrt[12]{2})^{12} = 2</math>를 의미한다.</li> <li>따라서 반음에 대한 진동수는 공비가 <math>\sqrt[12]{2}</math>인 등비수열을 이룬다.</li> </ul>					
정리 4분	<b>학습 정리 및 차시 예고</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 피타고라스음계로 만들어진 음계를 실제 악기에 적용하여 확인할 수 있을까로 질문</li> <li>- 교과서에서 나오는 악기인 북웨커를 관찰하고 자신만의 현악기 제작을 예고</li> <li>- 수업을 마치는 인사</li> </ul>					

본 2차시를 활용한 지도상의 유의점은 다음과 같다. 본 수업계획안은 소리의 원리와 피타고라스 음계와 악기 제작 중에서 피타고라스 음계의 원리를 교육하는 내용으로, 지도교사는 물리와 수학에 대한 이해를 기본적으로 갖추고 있어야 할 필요가 있다. 따라서 지도교사는 수업을 위해 수학교사와 긴밀하게 협력하고, 고등학교 수학교과에 대한 이해를 높여 본 수업의 효과를 제고할 수 있도록 하는 것이 중요하다.



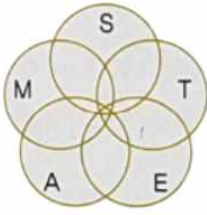
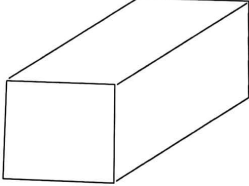
### 다. 3차시: 붐웨커로 피타고라스 음계 확인 및 나만의 악기 제작

3차시 지도안은 음악(A)을 중심으로 1,2차시의 소리와 음계에 대한 이해를 바탕으로 자신만의 악기를 만들어보는(E) 과정이다. 탐구한 원리의 이해를 바탕으로 지식으로만 갖고 있는 것이 아니라 지식의 결과물을 만들어 지식이 구체화 될 수 있는 경험적 학습이 될 것이다.

3차시에서 학습목표는 붐웨커의 각 길이를 실측해보고 피타고라스의 음계를 확인하고 튜닝 어플리케이션으로 진동수까지 확인하며 이해한 내용을 확인할 수 있다. 이후 이론을 토대로 서로 다른 굵기의 낚싯줄을 이용해 악기를 만들어 연주하는 것으로 수업을 진행한다.

3차시 교수-학습지도안은 다음과 같다.

단원	대단원	소리의 원리와 피타고라스 음계와 악기 제작	차시	3 / 3
	중단원	음계의 원리 확인 및 나만의 악기만들기	대상	고등학교 2학년
학습 목표	1. 붐웨커의 길이를 실측하고 피타고라스의 음계를 확인한다. 2. 붐웨커를 연주하여 튜닝 어플리케이션으로 진동수를 확인한다. 3. 서로 다른 굵기의 2줄의 낚싯줄로 나만의 악기를 만들어 연주할 수 있다.			
융합 내용	- 전차시의 피타고라스의 음계 원리(M)를 이해하고 붐웨커 악기(A)를 통해 길이 및 진동수를 확인할 수 있다. - 서로 다른 굵기의 두 줄(S)을 이용해 피타고라스의 음계(M)를 적용하여 나만의 악기(A)를 만들어(E) 볼 수 있다.			

<b>STEAM 통합 유형</b>	 간학문적통합	<b>STEAM 큐빅모형</b>	 X2:간학문적, Y3:고등학교, Z6:경험중심			
<b>학습 자료</b>	교과서, 컴퓨터, TV, 동영상 자료, 필기도구, 서로 다른 굵기의 2줄의 낚시줄, 나무젓가락, 직사각형 나무판, 줄 고정 압정 혹은 나사못, 색테이프, 자, 가위					
<b>교과 요소 역량</b>	음악적 감성 역량 ○	음악적 창의·융합 사고 역량 ●	음악적 소통 역량 ●	문화적 공동체 역량 ●	음악 정보 처리 역량 ○	자기관리 역량 ● <b>STEAM</b>
<b>교수학습 단계</b>	<b>교수 - 학습 활동</b>					<b>요소 및 지도상 유의점</b>
도입 4분	<b>인사 학습 분위기 조성</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 인사 후 학습 분위기 조성</li> <li>- 출석 점검 및 학습 환경 조성</li> <li>- 지난 시간 음계 산출 원리 복습</li> <li>- 학습목표 제시</li> <li>· 붐웨커의 길이를 실측하여 음계의 산출 원리를 확인할 수 있다.</li> <li>· 현의 길이를 이용하여 나만의 악기를 만들어 연주할 수 있다.</li> </ul>				
전개	<b>동기 유발</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 붐웨커 소개</li> <li>· 붐웨커 연주 영상 감상( 'Bad Guy' )</li> </ul>				음악(A)

42분	<p>(4분)</p> <p><b>봄웨커 관찰로 원리 적용 및 이해</b></p> <p>(12분)</p>	<p><a href="https://youtu.be/NqBa2_Vg-0E">https://youtu.be/NqBa2_Vg-0E</a> (2분 20초)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 모듬별로 봄웨커를 관찰</li> <li>· 봄웨커의 각 길이를 실측해 보고 계산기를 이용하여 피타고라스 음계의 원리를 확인한다.</li> </ul> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>음계</th> <th>도</th> <th>레</th> <th>미</th> <th>파</th> <th>솔</th> <th>라</th> <th>시</th> <th>도</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>길이</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 핸드폰으로 튜닝 어플리케이션 설치</li> <li>· 각각의 봄웨커를 두드려보며 튜너기를 통해 진동수를 확인하고 계산기를 이용하여 진동수의 비를 확인하여 피타고라스 음계 원리를 확인한다.</li> </ul> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>음계</th> <th>도</th> <th>레</th> <th>미</th> <th>파</th> <th>솔</th> <th>라</th> <th>시</th> <th>도</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>진동수</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	음계	도	레	미	파	솔	라	시	도	길이									음계	도	레	미	파	솔	라	시	도	진동수									<p>과학(S)</p> <p>수학(M)</p>
	음계	도	레	미	파	솔	라	시	도																														
길이																																							
음계	도	레	미	파	솔	라	시	도																															
진동수																																							
<p><b>줄의 길이 계산하기</b></p> <p>(5분)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 악기제작을 위해 낚싯줄의 길이를 30cm기준으로 8음계 현의 길이의 비 계산</li> <li>· 굵기가 다른 낚싯줄을 나무판에 팽팽하게 고정시키고 진동수를 먼저 비교하여 본다.</li> <li>· 줄의 길이 30cm를 기준으로 8음계 줄의 길이를 각각 구한다.</li> <li>· 모듬별로 계산할 수 있도록 한다. (단, 소수점 둘째자리에서 반올림)</li> </ul> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>음정</th> <th>줄의 길이(cm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>도</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>레</td> <td>26.7</td> </tr> <tr> <td>미</td> <td>23.7</td> </tr> <tr> <td>파</td> <td>22.5</td> </tr> </tbody> </table>	음정	줄의 길이(cm)	도	30	레	26.7	미	23.7	파	22.5	<p>음악(A)</p> <p>과학(S)</p> <p>수학(M)</p>																											
음정	줄의 길이(cm)																																						
도	30																																						
레	26.7																																						
미	23.7																																						
파	22.5																																						

		<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="text-align: center;">솔</td> <td style="text-align: center;">20</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">라</td> <td style="text-align: center;">17.8</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">시</td> <td style="text-align: center;">15.8</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">도</td> <td style="text-align: center;">15</td> </tr> </table>	솔	20	라	17.8	시	15.8	도	15	
솔	20										
라	17.8										
시	15.8										
도	15										
	<b>악기 만들기 (17분)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 나만의 현악기 만들기</li> <li>· 서로 다른 굵기의 2개의 낚싯줄, 나무판자, 볼트, 너트, 색테잎, 나무젓가락을 준비한다.</li> <li>· 나무판 양쪽 끝에 각각 두쌍의 볼트를 꽂아 너트로 고정시킬 준비를 한다.</li> <li>· 서로 다른 굵기의 낚싯줄을 양쪽 끝에 있는 볼트에 고정시키고 너트로 조여 팽팽한 줄이 30cm가 되도록 한다.</li> <li>· 팽팽하게 당겨진 줄이 바닥에 붙지 않도록 나무젓가락을 잘라 색테잎으로 감은 후 브릿지를 만들어 줄을 띄운다.</li> <li>· 위에 산출한 길이의 각 위치에 나무 바닥에 볼펜으로 표시해둔다.</li> <li>· 표시해 둔 위치를 손가락으로 눌러가며 튕겨본다.</li> <li>· 음의 높이가 달라지는 것을 확인한다.</li> <li>· 얇은 낚싯줄과 굵은 낚싯줄의 소리의 높낮이를 비교한다.</li> <li>· 핸드폰 어플리케이션을 이용하여 음정을 찾아본다.</li> <li>· 한 음계를 완성하여 가장 쉬운 곡을 자유롭게 연주하도록 한다.</li> </ul>	음악(A) 공학(E)								

정리 4분	<b>학습 내용 정리 및 차시 예고</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 모두 함께 만든 악기로 한음계 연주</li> <li>- 다음 차시에 모듬별로 교과서의 한 곡을 정해 연주</li> <li>- 수업을 마치는 인사</li> </ul>	
----------	---	--	--

본 3차시를 활용한 지도상의 유의점은 다음과 같다. 본 수업계획안은 소리의 원리와 피타고라스 음계와 악기 제작 중에서 음계의 원리 확인 및 나만의 악기 만들기를 교육하는 내용이나, 앞의 차시에 학생들이 과업을 이행하지 못하면 3차기를 진행하는데 어려움이 있다. 따라서, 지도교사는 3차시 수업을 진행할 때, 2차시까지 진행된 학생들이 과업 수준을 고려하여 모듬을 구성하고 이를 세심하게 지도할 필요가 있다.

## 2. 교수-학습지도안 내용 검토

본 연구에서는 총 3차시의 교수-학습지도안을 개발한 후, 분야의 전문가를 통해 내용을 검토받았다. 검토 과정에 참여한 전문가 집단은 다음의 [표 10]과 같고, 검토 내용을 제시하면 다음과 같다.

[표10] 전문가 집단 구성

이름	소속	직위	경력
정○○	○○고등학교	교사	15년(음악교육석사)
주○○	○○고등학교	교사	10년(교육학박사)
김○○	○○대학교 교육학과	교수	11년(교육학박사)

### 가. 교수-학습지도안의 장점

첫째, 본 교수-학습지도안은 고등학생들이 어렵다고 인식하는 물리나 수학 교과를 음악과 접목하여 구성함으로써 과목에 대한 집중(몰입)도를 높일 수 있는 효과가 있다고 평가받았다.

둘째, 본 교수-학습지도안은 쉽게 성취감이나 도전이 어려운 물리나 수학 교과에 음악적 요소를 접목하여 성과물을 도출해낼 수 있다는 점에서 학습의 욕을 고취하고 동기를 부여하는 효과가 있다고 평가받았다.

셋째, 본 교수-학습지도안은 일상에서 쉽게 접하기 어려운 붐웨커라는 비교적 간단히 연주가 가능한 악기를 수업의 도구로 활용함으로써 학생들이 고등학교 물리나 수학 시간에 경험하기 어려운 흥미를 이끌어냈다는 평가를 받았다.

넷째, 본 교수-학습지도안은 고등학교 물리나 수학교과가 주로 이론 중심의 개별수업으로 진행되었던 한계를 넘어 학생들이 서로의 작품을 공유하고 상호 소통할 수 있는 기회를 제공하여 배움과 성장에 매우 큰 역할을 하였다는 평가를 받았다.

## 나. 보완점 및 제한점

첫째, 본 교수-학습지도안에 의한 수업에서는 물리와 수학에 대한 학생들 간의 수준 및 격차를 고려하지 못하였다는데 한계가 있다고 지적을 받았다. 본 수업은 기본적으로 유리수와 등비수열의 정의 등에 대한 이해가 필요하지만, 일부 학생은 이를 이해하고 있지 못하는 학생이 있다는 문제가 있다는 점을 지적받았다.

둘째, 본 교수-학습지도안은 3차시로 한정되어 있다는 점에서 활동 시간이 다소 부족하다는 지적을 받았다. 따라서 후속 연구는 차시를 늘려 학습활동 참여 기회를 높여 학습효과를 제고할 필요가 있음을 지적받았다.

## V. 결론 및 제언

### 1. 결론

본 연구는 2015 개정 교육과정의 목표인 융합적인 사고와 핵심역량을 갖춘 창의·융합형 인재 양성을 위해 과학, 기술, 공학, 예술, 수학 각 영역의 간학문적 통합을 통한 융합 교육인 STEAM교육의 활성화를 위해 고등학교 수학, 물리, 그리고 음악을 결합한 융합 교육 지도안을 수립하였다. 이 중 음악 교육은 ‘음악적 창의·융합 사고 역량’을 기르는 것에 중점을 두고 있어, 음악 분야의 지식과 소양을 토대로 신선하고 창의적인 아이디어를 산출해 내고, 융합적으로 활용할 수 있는 역량을 키우는 것을 강조하였다.

이에 본 연구는 음악이 과학 및 수학, 공학과 연계되어 있으며 이 요소들을 통해 융합적인 사고로 창의성을 계발시킬 수 있는 요소가 충분히 포함되어 있는 STEAM 교육이 이루어질 수 있도록 3차시 교수-학습지도안을 개발하였다. 융합 교육에 대한 연수를 받지 못해 융합 수업에 부담을 갖고 있는 교사들도 지도안을 통해 충분히 수업을 진행할 수 있도록 하는 것을 수업의 목표로 하였다.

본 STEAM 교수-학습지도안은 음악의 기본이 되는 소리와 소리의 높낮이로 이루어지는 음계가 어떤 원리로 발생되며 이런 원리에 따라 자신만의 악기를 제작하는 경험까지 해보는 것을 목표로 하는 수업이다. 수업을 통해 학생들은 원리를 탐구하고, 적용하여 창의적 결과물을 만들어 내는 융합 활동을 수행한다.

첫 번째 차시에서는 과학(S)의 물리 교과에서 소리의 원리와 파동에서 음악의 기본이 되는 소리의 개념에 대해 정리하고, 파형으로 소리의 높낮이, 셈여림, 길고 짧음이 정해지는 것을 학습한다. 각 악기의 파형을 확인해봄으로써 악기의 구조까지 생각해볼 수 있도록 하였다.

두 번째 차시에서는 피타고라스의 음계 원리를 함께 살펴보고 학생이 실제로 한 음계를 계산해 볼 수 있는 수업으로 구성하였다. 음계에 숨어 있는 수



학(M)적 계산을 통해 학생들은 자연스레 융합적 사고를 할 수 있을 것이다. 즉, 피타고라스의 음계 산출은 줄의 길이의 비나 진동수의 비 즉 유리수의 기본 연산으로 계산해 낼 수 있음을 제시하였다.

세 번째 차시에서는 쉽게 연주할 수 있는 플라스틱 막대 악기인 붐웨커를 실측해보고 두 번째 차시에서 산출했던 피타고라스 음계를 확인해보는 활동을 통해 학습을 실제로 경험하는 기회를 갖는다. 그리고 서로 다른 굵기의 낚싯줄을 이용하여 길이에 따라 다른 소리가 나는 악기를 만들어 본다. 모두 별도로 교과서에서 가장 간단한 곡을 실제로 연주해보며 성취감을 맛볼 수 있도록 수업을 구성하였다.

이렇게 각 교과를 융합하여 음악으로 풀어냄으로써 학생들의 융합적 사고의 기반을 만들 수 있는 지도안의 개발 및 적용 가능성을 제시하였다. 상대적으로 부담이 적은 과목인 음악에서 다른 교과들을 융합하여 융합된 모든 교과에서 흥미와 집중도가 상승되어 이 시대가 원하는 인재상에 적합한 교육을 할 수 있을 것이다.

## 2. 제언

본 연구는 고등학생을 대상으로 교수-학습지도안이 설계되었지만, 실제 이 지도안을 가지고 학교에서 실행되지는 않았다. 따라서, 이 지도안을 실제 고등학교 수업에 적용하여 진행했을 때, 검증된 교육적 가치의 교육효과는 무엇인지 혹은 부족한 점은 무엇인지를 제시할 수 없었다. 그러나 본 연구는 교수-학습지도안 설계과정에서 전문적인 STEAM 교육의 환경 형성이 필요하다는 점을 인식하였다. 따라서 교육현장에서 고등학교 교사들은 학생들과 STEAM 수업을 효과적으로 이끌어가기 위해 수업설계를 보다 철저히 할 필요가 있다. STEAM 수업은 학생들이 수업의 주체가 되어 참여하여 탐색과 원리, 그리고 경험이 가능한 활동이다. 따라서, 교사는 수업에 임하기 전 STEAM 교육의 각 차시별 내용과 목적을 명확히 있어야 하며, 학생들의 시각에 맞추어 미리 활동도 해봄으로써 일어날 수 있는 문제 혹은 부족한 점이 무엇인지 인식하고 있어야 한다. 따라서 다양한 STEAM 수업의 자료정보와 적용의 고충들

을 공유할 수 있는 전문적인 교육 네트워크를 형성하여 많은 교사들이 STEAM 교육을 교실 수업에 활발하게 도입되어 교육적 성과와 효과를 얻길 기대한다.

## 참고문헌

- 교육부(2015). 교육과정 [별책 12] 음악과 교육과정.
- 고원경(2012). STEAM 교육을 기반으로 한 수학과 중등 교수-학습자료 개발(석사학위논문). 성신여자대학교 교육대학원.
- 권덕원(2015). 음악교육의 기초. 제 3판 교육과학사.
- 김경자, 곽상훈, 백남진, 송호현, 온정덕, 이승미, 황규호(2015). 개정 교육과정 총론 시안 (최종안) 개발 연구. 교육부·국가교육과정개정연구위원회.
- 김경화, 장기범 (2015). 음악교육의 융합교육 접근을 위한 융합 개념 논의.
- 김민철(2013). 미국의 STEM 교육 정책과 한국의 STEAM 교육 정책의 비교 (석사학위논문). 전남대학교.
- 김아영(2014). 미래 교육의 핵심역량: 자기주도성. 교육심리연구. 28.4: 593-617.
- 김인경(2016). 수학교육 관점에서 본 MST 교육에서 STEAM 교육까지 통합 교육의 흐름 분석. 한국수학사학회지, 29(1), 45-69.
- 김정민(2014). 고등학교 음악 중심의 융합인재교육 (STEAM) 을 적용한 교수-학습 지도안 개발 연구(석사학위논문). 숙명여자대학교 교육대학원.
- 김지혜(2018). 2015 개정 초등 음악과 교육과정의 교과 역량 구현을 위한 성취기준 개선 방향 (Doctoral dissertation, 서울대학교 대학원).
- 김진수(2012). 융합인재교육 STEAM 교육론. 양서원.
- 김진수(2016). 인문사회와 과학기술 및 예술의 융합을 위한 STEAM 융합교육 이론. 예술인문사회융합멀티미디어논문지, 6, 163-172.
- 남도현(2017). 그 날의 충격. 국방과 기술, (464), 86-95.
- 남지영(2013). 초등학교 음악중심 융합프로그램 개발 및 적용 가능성 탐색. 음악교육공학, 17, 63-79.
- 문경숙, 승윤희, & 정진원(2016). 음악교육 관점에서 본 융합인재교육

- (STEAM) 정책과 최근의 교육 및 프로그램 개발 현황 고찰. 미래음악교육연구, 1(1), 41-61.
- 박기문, 최유현, 홍준희, 이규녀, 문성환, 태진미, & 노경숙(2014). 융합인재교육의 핵심역량 구성요인에 대한 타당성 연구. 한국기술교육학회지, 14, 214-234.
- 박범익, & 박양숙(2013). STEAM 교육과 스마트 러닝: 융합인재교육의 이론과 실제. 서울:(주) PMD 아카데미.
- 박아름(2019). 초등학교 교사의 교수·학습 신념과 구성주의적 학습 환경이 교사수업활동에 미치는 영향 (Doctoral dissertation, 부경대학교).
- 박주만(2017). 융합인재교육 (STEAM) 을 위한 초등학교 국악 수업방안 탐색. 국악교육, 43, 117-142.
- 박제연(2017). STEAM교육을 적용한 음악교과 수업방안 연구(석사학위논문). 제주대학교 교육대학원.
- 배진호, 윤봉희, & 김진수(2013). 융합인재교육 (STEAM) 을 적용한 초등과학수업이 과학 학습 동기와 학업 성취도에 미치는 영향. 초등과학교육, 32(4), 557-566.
- 백승수(2020). 핵심역량기반 교양교육의 당면 과제와 개선 방향. 교양교육연구, 14(3), 11-23.
- 백윤수, 박현주, 김영민, 노석구, 박종윤, 이주연, & 한혜숙(2011). 우리나라 STEAM 교육의 방향. 학습자중심교과교육연구, 11, 149-171.
- 백윤수(2012). 융합인재교육(STEAM) 실행방향 정립을 위한 기초연구. 한국과학창의재단.
- 백윤수(2012). 융합인재교육(STEAM) 실행방향 정립을 위한 기초연구 최종보고서. 한국과학창의재단.
- 석문주, 최미영, 정다은, & 정지혜(2014). 음악 교과 중심의 초등 STEAM 프로그램 개발. 교과교육학연구, 18(2), 365-385.
- 손민호(2011). 역량중심교육과정의 가능성과 한계: 역량 개념을 중심으로. 교육실천연구, 10(1), 101-121.

- 신용은(2014). 융합인재교육(STEAM)을 적용한 음악 교육 방법 연구(석사학위논문). 공주대학교 교육대학원.
- 신재한(2013). STEAM 융합교육의 이론과 실제. 교육과학사.
- 신창식(2012). 예술을 중심으로 한 융합교육 방법론(석사학위논문). 상명대학교 예술디자인대학원.
- 심재호, 이양락, & 김현경(2015). STEM, STEAM 교육과 우리나라 융합인재교육의 이해와 해결 과제. 한국과학교육학회지, 35(4), 709-723.
- 양은주, 강민선, 김지현, & 길혜영(2015). 자유학기제 밴드 합주 교육과정 및 교육프로그램 개발(석사학위논문). 음악이론연구, 25, 132-166.
- 오지향, 정재은, 강선영, & 하명진(2014). 융합인재교육 (STEAM) 의 중등 음악수업 적용 및 사례연구. 학습자중심교과교육연구, 14, 69-97.
- 이관호(2012). 융합인재교육 정책 방향. 융합인재교육연수원.
- 이규봉(2012). 정수비를 이용한 음 생성 관련 교수계획. 수학교육 논문집 제26집 제4호. 339-349
- 이상갑(2001). 통합교육: 지식기반 사회에 대비한 기술교육의 활로인가 트로이의 목마인가?. 한국기술교육학회지, 1, 75-86.
- 이선(2015). 음악-과학 융합인재교육 (STEAM) 프로그램 개발: 대중음악 악기 제작과 앱 작곡을 중심으로. The Korean Journal of Arts Education, 13(3), 205-219.
- 이승미, & 박순경(2014). 교과 교육과정의 성취기준 개발 실태와 개선 방안 탐색. 교육학연구, 52(2), 53-79.
- 이종만(2004). 우리나라 교육관련 법규의 평생교육 지향성 분석. 농업교육과 인적자원개발, 36(4), 159-183.
- 이효녕, 손동일, 권혁수, 박경숙, 한인기, 정현일, & 서보현(2012). 통합 STEM 교육에 대한 중등 교사의 인식과 요구. 한국과학교육학회지, 32(1), 30-45.
- 임유나, & 홍후조(2016). 2015 개정 교육과정의 교과별 교육내용 제시 방식 검토: 내용 체계를 중심으로. 아시아교육연구 (Asian Journal

- of Education), 17.
- 정미영(2017). 2015 개정 음악과 교육과정의 성취기준에 따른 고등학교 국악감상 지도 내용 구성 방안. 국악교육, 43, 143-168.
- 주미경, 문중은, & 송륜진(2012). 수학교과와 융복합교육: 담론과 과제. 학교수학, 14(1), 165-190.
- 태진미(2011). 창의적 융합인재양성. 왜 예술교육에 주목하는가?. 영재교육연구, 21(4), 1011-1032.
- 허봉규(2004). 학교 현장에서 본 선택중심 교육과정. 교육과정연구, 22(3), 93-122.
- 홍석률(2015). 냉전의 예외와 규칙: 냉전사를 통해 본 한국 현대사. 역사비평, 112-135.
- 황지선(2020). 음악 중심 유아 융합인재교육 (STEAM) 프로그램이 유아의 음악적 인지능력에 미치는 영향. 학습자중심교과교육연구, 20(23), 739-756.
- 졸먼, A.(2012). STEM 문해력 학습 : 학습을위한 STEM 문해력. 학교 과학 및 수학, 112 (1), 12-19.
- Asunda, P. A. (2012). Standards for Technological Literacy and STEM Education Delivery through Career and Technical Education Programs. Journal of Technology Education, 23(2), 44-60.
- Bevins, S(2011). STEM: Moving the liberal arts education into the 21st century. Technology and Engineering Teacher, 71(4), 10.
- Eger, J. M(2011). National science foundation slowly turning STEM to STEAM. Huffington Post.
- Tsupros, N., Kohler, R., & Hallinen, J.(2009). STEM education: A project to identify the missing components. Intermediate Unit, 1, 11-17.
- Yakman, G(2008). STEAM education: An overview of creating a model of integrative education.