creative commons

COMMONS DEED

저작자표시-비영리-동일조건변경허락 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

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

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:

저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.

동일조건변경허락. 귀하가 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공했을 경우에는, 이 저작물과 동일한 이용허락조건하에서만 배포할 수 있습니다.

- 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

dCollection

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

[UCI]I804:24011-200000265619

2016년 8월

교육학석사(생물교육)학위논문

STEAM 프로그램이 예비 과학교사의 의사소통능력 및 문제해결능력에 미치는 영향

조선대학교 교육대학원

생물교육전공

전 재 형

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

STEAM 프로그램이 예비 과학교사의 의사소통능력 및 문제해결능력에 미치는 영향

The effects of STEAM education on preservice teachers' communication ability and problem solving ability

2016년 8월

조선대학교 교육대학원

생물교육전공

전 재 형

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

STEAM 프로그램이 예비 과학교사의 의사소통능력 및 문제해결능력에 미치는 영향

지도교수 김 선 영

이 논문을 교육학석사(생물교육)학위 청구논문으로 제출함.

2016년 4월

조선대학교 교육대학원

생물교육전공

전 재 형

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

전재형의 교육학 석사학위 논문을 인준함.

심사위원장 조선대학교 교수 조 은 희 인

심사위원 조선대학교 교수 조 정 훈 인

심사위원 조선대학교 교수 김 선 영 인

2016년 6월

조선대학교 교육대학원

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

목 차

표 목 차 ····· Ⅲ
그 림 목 차 ····· Ⅳ
ABSTRACT ····· Ⅴ

Ⅰ. 서 론 ····· 1
1. 연구의 필요성 ····· 1
2. 연구문제 ····· 3
3. 연구의 제한점 ····· 3

Ⅱ. 이론적 배경 ····· 4
1. STEAM 교육의 배경 ····· 4
2. STEAM 교육의 개념 ····· 5
3. 우리나라의 STEAM 교육 현황 ····· 7
4. STEAM 교육 모형 ····· 9
5. STEAM 교육 핵심 역량 ····· 11
6. 선행연구 고찰 ····· 15
가. 교과 중심 STEAM 교육 ····· 15
나. 주제 중심 STEAM 교육 ····· 17
다. 활동 중심 STEAM 교육 ····· 18
라. STEAM 수업 적용의 효과 ····· 20

Ⅲ. 연구방법 ····· 27
1. 연구절차 ····· 27
2. 연구대상 ····· 28

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

3. 수업처치 ····· 28
4. 검사도구 및 분석방법 ····· 30
가. 의사소통능력 검사도구 ····· 30
나. 문제해결능력 검사도구 ····· 33
다. 사후 질문지 ····· 35

Ⅳ. 연구 결과 및 논의 ····· 36
1. STEAM 프로그램이 의사소통능력에 미치는 영향 ····· 36
2. STEAM 프로그램이 문제해결능력에 미치는 영향 ····· 44
3. STEAM 프로그램 후 예비 과학교사의 인식 변화 및 느낀 점 ····· 55

Ⅴ. 결론 및 제언 ····· 67
1. 결론 ····· 67
2. 제언 ····· 68

참고문헌 ····· 69
논문요약 ····· 73
부　　록 ····· 75
부록 1. 의사소통능력 검사지 ····· 76
부록 2. 문제해결능력 검사지 ····· 78
부록 3. STEAM 프로그램 적용 후 사후 질문지 ····· 80
부록 4. 차시별 수업 과정안 및 탐구활동지 ····· 81

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

표 목차

<표 Ⅱ-1> 2009 개정 교육과정의 STEAM 교육 반영 요소 ····· 9
<표 Ⅱ-2> 미래 인재의 핵심 역량 ····· 12
<표 Ⅱ-3> STEAM 교육 교수-학습 단계 ····· 14
<표 Ⅲ-1> 수업 처치 ····· 29
<표 Ⅲ-2> STEAM 교육 프로그램 단계 ····· 30
<표 Ⅲ-3> 의사소통능력 검사도구 ····· 32
<표 Ⅲ-4> 문제해결능력 검사도구 ····· 34
<표 Ⅲ-5> 사후 질문지 ····· 35
<표 Ⅳ-1> 의사소통능력 검사결과 ····· 36
<표 Ⅳ-2> 문제해결능력 검사결과 ····· 45

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

그림 목차

[그림 Ⅱ-1] Yakman의 피라미드 모형 ····· 6
[그림 Ⅱ-2] 김진수의 STEAM 통합모형 ····· 10
[그림 Ⅱ-3] 김진수의 STEAM 큐빅모형 ····· 10
[그림 Ⅱ-4] Ewha-STEAM 융합모형의 세 차원 ····· 11
[그림 Ⅲ-1] 연구 절차 ····· 27
[그림 Ⅳ-1] STEAM 프로그램의 상황제시 단계에서 호기심 유발 원인 ····· 56
[그림 Ⅳ-2] STEAM 활동 중 발생된 고민의 원인 ····· 57
[그림 Ⅳ-3] STEAM 활동 중 해결방안 제시 방법 ····· 58
[그림 Ⅳ-4] STEAM 활동 중 아이디어 선택방법 ····· 59
[그림 Ⅳ-5] STEAM 활동 전 기분 ····· 60
[그림 Ⅳ-6] STEAM 활동 중 몰입의 원인 ····· 61
[그림 Ⅳ-7] STEAM 활동 후 느낌 ····· 62
[그림 Ⅳ-8] STEAM 프로그램 중 가장 좋았던 활동 ····· 63
[그림 Ⅳ-9] STEAM 활동 후 아쉬운 점 ····· 64
[그림 Ⅳ-10] STEAM 활동 후 새로운 문제에 대한 도전방법 ····· 65

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

ABSTRACT

The effects of STEAM education on preservice teachers' communication ability and problem solving ability

Jeon Jae Hyeong
Advisor : Prof. Sun Young Kim Ph.D.
Major in Biology Education
Graduate School of Education, Chosun University

The purpose of the study is to investigate the effects of STEAM education on communication ability and problem solving ability of preservice science teachers who are in college of education. The STEAM program was consisted of four activities. Sixteen preservice science teachers participated in this study. The Preservice science teachers carried out STEAM education activities which involves license plate designing, reducing noises through floor, earthquake resistant design, and producing a simplified water purifier. STEAM education activities consist of 4 stages, presentation of situation, creative design, emotional experience and challenge a new problem & evaluation. Each stage progressed as a group activity and it was recorded and transcribed at the same time. As a result, there was a statistically significant difference in communication ability that is to observe others' perspectives about understanding and listening courteously(p<.01). Furthermore, problem solving ability had a statistically significant difference through planning and execution that can help to seek various ways to deal with daily life problem(p<.01). Therefore, preservice teachers improved communication ability and problem solving ability.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

Ⅰ. 서론

1. 연구의 필요성

21세기에 들어와서 과학·기술의 발달은 가속화 되어가고 있다. 급속한 정보화와 세계화로 대변되는 미래 사회는 끊임없이 새로운 지식과 정보가 생성되며 빠른 속도로 변화하는가 동시에, 모든 분야가 복합적으로 전문화 되어가면서 다양한 문화와 환경, 가치의 차이 등에 따른 실생활 문제들이 새롭게 발생하고 있다(배덕현, 김방희, 김진수, 2014; 조보람, 이정민, 2014). 과거의 수출 지향적인 산업시대에는 대량 생산 기술이 국가의 경쟁력으로써 지식의 전달에 교육의 목적을 두고 있었지만, 미래사회는 개인이 이미 존재하고 있는 지식만을 가지고 문제를 해결하는데 한계가 있다. 따라서 다양하고 복합적인 실생활 문제를 해결하기 위해서는 기존의 지식과 개념을 응용하여 좀 더 복잡하게 발생하는 새로운 문제 상황을 해결할 수 있도록 관심을 가지며, 문제 해결에 필요한 능력을 신장할 필요가 있다.

이전의 과학 수업은 이론적 설명 방식의 수업으로써 지식을 전달하고 학습하게 하는 분리된 교육과정 형태로써 학생들에게 과학을 어렵게 느끼도록 하였고, 더불어 과학에 대한 흥미도 낮아지게 하면서 이공계 기피현상과 학교에서 습득한 지식을 실생활에 적용하는 능력이 부족하였다(강창익, 강경희, 이상칠, 2013; 이경진, 김경자, 2013). PISA와 TIMSS의 학업성취도평가에서 우리나라 학생들은 과학과 수학 분야의 성취도에서 학년별로 1~3위를 차지하며 높은 수준을 나타낸 것에 반하여, 자신감 및 흥미도 부분에서는 하위권에 머무르고 있다(강인애, 김희주, 김다미, 2012; 이동원 등, 2013). 이러한 원인은 교과목 간 분리가 엄밀하고 연계가 부족하여 단일 교과의 관점에서만 교육이 이루어져 왔고, 학생 수준 차이를 고려하지 못하여 단순히 교과서 위주의 실험과 관찰을 통한 획일적인 교육이 이루어졌기 때문이다(노상우, 안동순, 2012).

따라서, 정해진 개념 및 이론을 교육과정 순서대로 배웠던 과거의 교육과는 다르게 지식을 배우는 이유를 찾게 하고 실생활에 적용할 수 있는 자기 주도적인 학습이 이루어지도록 해야 한다(박성진, 유병길, 2013). 또한, 분리된 학문 영역의 특성을 연계시킴으로써 다양한 학문에 적용할 수 있는 교육이 필요하게 되었다(조보람, 이정민, 2014). 그 결과, 우리나라 정부에서는 교육정책으로 사회의 변화에 더불어 살아가기 위해 사회, 인문 · 자연과학 학문이 융합되는 사회, 창의력과 지식이 어우

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

러진 사회로 변화를 도모하며 학생들의 창의력 신장과 과학과 이공계에 관한 관심과 흥미 및 진로선택에 도움이 되는 과학과 수학, 기술, 공학, 예술을 융합한 미래형 STEAM 교육을 시행하게 되었다(교육과학기술부, 2011).

STEAM 교육은 학생들이 다양한 지식을 융합하고 통합하는 능력과 창의적 사고를 기반으로 타인과 협력하며 소통하는 능력, 배려심을 추구하는 교육이다(박현주 등, 2012). 현재까지 진행된 STEAM 관련 연구는 주로 초등학생, 중학생, 고등학생을 대상으로 STEAM 교육의 과학적 태도, 창의성, 흥미도, 자기효능감, 과학탐구능력, 문제해결능력, 학업성취도, 기술적 태도, 진로선택 등과 같은 영역에서 긍정적인 영향을 미친다고 보고되고 있다(김권숙, 최선영, 2012; 박혜원, 신영준, 2012).

반면에, STEAM 교육은 융합과 창의성에 중점을 두는 동시에 학습 과정을 통해서 다른 사람과 협력하고 배려하는 경험을 강조하여 인성 교육도 함께 이루어질 수 있다(박현주 등, 2012). 즉, 지금까지 교육현장에서 당연하게 여겨져서 외면받아 왔던 인간관계에 관련된 덕목과 지혜로운 판단에 필요한 인성을 STEAM 교육을 통해서 원활한 소통을 바탕으로 타인을 이해하도록 하고 배려할 수 있는 인성을 함양하도록 해야 한다(백윤수 등, 2011). 소통은 자기 생각과 감정, 정보, 아이디어를 타인과 교환하고 공유함으로써 상호교류와 인간관계에 중요시되고 있으며, 다양한 사람들과의 의사소통은 협력적으로 문제를 해결하는 데 중요한 기능이다(유지원, 류다현, 이미나, 2015). 원활한 문제 해결을 위한 의사소통은 집단속에서 개인이 다양한 차이를 받아들이며 타인을 이해하며 존중하는 태도를 함양하고 문제를 해결하는 방안을 공동으로 모색해 갈 수 있음을 의미한다(신희선, 2011).

미래의 사회적, 개인적, 실생활에서 발생하는 문제를 효과적으로 해결하기 위해서는 무엇보다도 협력과 배려심으로 소통하고 대화하는 능력을 신장시킬 필요가 있다(신희선, 2009). 융합인재교육을 통해 미래 사회를 이끌어갈 인재들은 자기 스스로 정보를 수집하고 활용함으로써 타인과의 의사소통을 원만하게 이끌어가는 동시에 배려심과 소통능력을 함양시키는 것이 중요하다. 그럼에도 불구하고, STEAM 교육이 소통과 배려와 같은 융합인재 소양을 아우를 수 있는 의사소통능력에 미치는 영향을 살펴본 연구는 미흡한 실정이다.

따라서, 예비교사를 대상으로 융합인재교육에 대해 실질적인 STEAM 경험을 경험하게 하여 의사소통이 바탕이 되는 문제해결력에 미치는 영향을 파악하는 동시에, STEAM 교육의 효과와 구체적인 활용방안 및 개선 방향 등을 살펴보며 현장에 투입되었을 때도 STEAM 교육의 전문성을 함양하여 자신감을 갖도록 할 필요가 있다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

2. 연구문제

STEAM 프로그램이 모둠으로 구성된 예비 과학교사들에게 창의적 설계와 감성적 체험 단계에서 이루어지는 토의·토론 과정 및 제작 과정 활동 등이 의사소통과 문제 해결 방법에 어떠한 영향을 미쳤는지 알아보기 위한 연구 문제는 다음과 같다.

첫째, STEAM 프로그램을 활용한 수업이 예비 과학교사의 의사소통능력에 미치는 효과는 어떠한가?

둘째, STEAM 프로그램을 활용한 수업이 예비 과학교사의 문제해결능력에 미치는 효과는 어떠한가?

셋째, STEAM 프로그램을 활용한 수업에 대한 예비 과학교사의 인식과 느낀 점은 어떠한가?

3. 연구의 제한점

본 연구의 제한점은 다음과 같다.

첫째, 연구 대상은 광역시에 소재하는 사범대학 예비 과학교사 16명을 대상으로 하였다.

둘째, 본 연구에서 사용한 STEAM 프로그램은 실생활 문제를 인식시켜 해결하고자 사회적 이슈나 사회적 문제를 중심으로 기존의 프로그램을 수정·보완하여 사용하였다. 그러므로 기존의 STEAM 프로그램과 향후 개발될 STEAM 프로그램이 본 연구결과와 동일하게 의사소통능력과 문제해결능력에 미치는 영향을 판단하기에는 어려울 것으로 생각되고, 일반화시키기에는 제한이 따를 것으로 판단된다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

Ⅱ. 이론적 배경

1. STEAM 교육의 배경

미래 사회는 정보화 사회로서 지식이 빠르게 증가하고 변화하는 사회이다(류제정, 이길재, 2013). 미래 사회는 통섭과 융합의 시대로써 과학과 수학을 바탕으로 기술과 공학이 융합되어 발전하고 있다. 미래의 국가 경쟁력을 높이기 위해서는 세계적으로 과학 기술 시대에 대처할 수 있는 창의적 융합 인재 발굴 및 양성이 교육개혁으로 주목받고 있다(박성진, 유병길, 2013). 우리나라 교육에서도 이러한 시대의 흐름에 맞춰 학문의 통합이 추진되고 있고, 이공계 학문 이외에도 인문학과 예술학의 융합적 교육 방향으로 전개해가야 할 필요가 있다(배덕현, 김방희, 김진수, 2014). 하지만, 미래 사회는 개별적인 지식만 가지고는 복잡하고 다양한 문제를 해결하는 데 한계에 다다를 것이다. 미래 사회를 위해서는 학생들에게 교과 영역 사이에서 지식을 융합시켜 창의성과 같은 고등 사고를 함양시키며 학습한 지식을 다양하게 융·복합하여 적용할 수 있도록 해야 한다(이승우, 백종일, 이정곤, 2013). 또한, 21세기는 타인과 소통함으로써 정서적 공감대를 이끌어낼 수 있는 사람이 중심이 되는 창조 지식인의 사회로 진화할 수 있으며(백윤수 등, 2011), 자신의 감정과 타인의 감정을 잘 이해함으로써 원만한 인간관계를 형성할 수 있고 협력과 소통 능력을 함양해야 한다(문용린 등, 2010).

지금까지의 교육은 지식을 전달하고 주입하는 교육에만 주력하여 왔다(배진호 등 2014). 암기식 주입식 교육은 과학과 수학 과목에 관한 관심과 흥미도를 낮추게 되었다(강인애, 김희주, 김다미, 2012). 2009년에 시행된 OECD 국가의 학업 성취도 국제 비교 연구 PISA의 결과에서 우리나라의 학업성취도 부분이 학년별로 4~7위 내에 분포하며 성취수준에서 최상위를 나타냈다. 2011년도 실행된 국제간 과학·수학 성취도 비교 TIMSS에서도 우리나라 학생들은 과학 성취도에서 초등학생은 50개국 중 1위, 중학생은 42개국 중 3위를 나타내며 높은 수준을 나타냈다. 반면에 과학에 대한 흥미도 부분에서는 PISA 결과 57개국 중 55위에 머물렀으며, TIMSS 결과 초등학생의 과학에 관한 자신감은 50위, 수학에 대한 자신감은 48위, 중학생의 경우에는 과학 24위, 수학 26위로써 성취도와 비교하면 흥미 및 자신감 부분에서는 하위권에 머무르고 있다(강창익, 강경희, 이상칠, 2013; 박성진, 유병길, 2013; 이동원 등, 2013).

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

미국에서는 PISA에서 낮게 나타난 과학과 수학 분야의 성적 향상을 통해 과학기술 경쟁력을 강화하고자 STEM 교육이 제안되었다. STEM은 1990년대 NSF의 Ramaley에 의해 21세기 국제화 시대의 경쟁력을 확보하기 위해서 STEM 학문 실천이 제안되었다(백윤수 등, 2011). 미국의 버지니아대 기술교육전공의 Sanders는 통합적 STEM 교육(Integrative STEM Education)을 과학, 기술, 공학, 수학으로 구성된 STEM 교과목 중에서 두 가지 이상의 과목의 내용과 과정을 체계적이고 의도적으로 통합하는 교육 접근 방식이라고 하였으며, 기술 또는 공학의 한 영역을 포함시키는 것을 중요시 하였다(이효녕 등, 2014). STEM 교육의 핵심은 technological/engineering design과 같은 방법론에 초점을 두고 있으며 기술적인 문제해결력, 과학적인 실험, 수학적인 수치해석 및 최적화와 같은 다양한 방법을 통한 설계에만 관심을 두고 있다(권혁수, 박경숙, 2009). 미국의 STEM은 문제해결능력을 위한 관련 교과의 성적을 향상하는 데 목적이 있고, 우리나라는 과학 및 기술 관련 교과의 흥미를 높이는데 있어서 미국과 교육적 관점에 차이가 있다(이동원 등, 2013).

우리나라에서는 1949년 최초의 교육법에서도 '창의적 생활'을 강조하며 교육과정의 성격, 방향, 목표 등에서 창의성 교육을 중요시해왔다(김지원, 원효헌, 2014). 2009 개정교육과정에서는 학생들의 잠재력과 바람직한 가치관을 신장시키기 위해 교육의 핵심을 창의성과 인성으로 제시하였으며, 과학과 교육과정 목표를 과학을 기술, 공학, 예술, 수학 등 다른 교과와 관련지어 통합적이고 창의적으로 사고할 수 있는 능력을 신장시키도록 설정하였다(박혜원, 신영준, 2012). 창의적 능력을 성장시키기 위해서는 과학기술과 예술의 상보적 관계가 필요하며(김왕동, 2011), 타인과의 조화로운 창조적인 인성의 형성에는 예술교육이 필요하다(백윤수 등, 2011). 예술교육을 통해 이루어지는 관찰과 묘사는 직접 보고 느낀 것을 섬세하게 언어, 그림, 소리, 몸으로 전달하고 기록할 수 있다. 서로의 의견을 교환하고 타인과의 다양성을 이해하며 배려함으로써 조화를 이루려는 것이 인성교육이라고 할 수 있다(백윤수 등, 2011). 미국의 STEM 통합교육에 우리나라가 중요시하는 창의성과 인성을 동반하고자 교육과학기술부에서는 STEM 교육에 예술(Arts)을 추가시킨 STEAM 교육을 제시하였다(교육과학기술부, 2011).

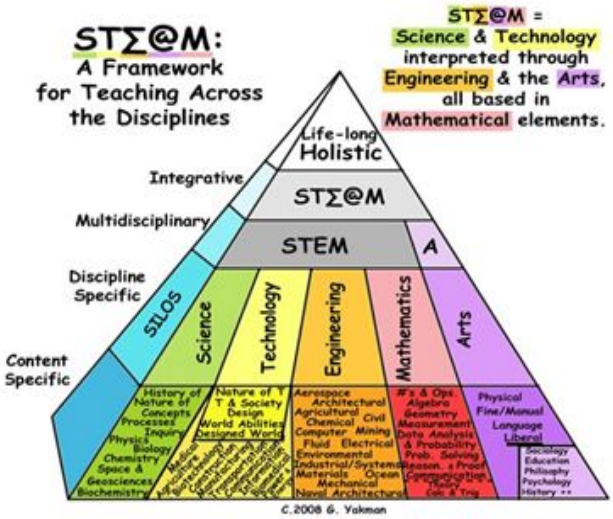
2. STEAM 교육의 개념

STEAM은 과학(Science), 기술(Technology), 공학(Engineering), 예술(Arts),

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

수학(Mathematics)의 약칭으로써 교과목 간의 통합적인 교육 접근 방식이며, 예술(Arts)은 미술 이외에도, 인문 교양 분야와 언어 소통 분야까지를 포함하는 넓은 의미를 가진다(김진수, 2011). Yakman은 2006년 STEM 교육에 예술(Arts)을 포함함으로써 한 가지 주제에 대하여 과학, 기술, 공학, 예술, 수학적 측면으로 접근하면 통합적인 학습이 이루어지면서 학습의 효율이 높아질뿐더러 흥미와 동기 유발이 수월하고 학습자에게도 긍정적인 영향을 미친다고 보고하며 피라미드 모형을 제시했다(Yakman, 2008). Yakman의 피라미드 모형은 5단계로 구분되어 있으며 최종적으로 평생교육이 이루어지도록 구성되어 있다[그림 Ⅱ-1]. 가장 아래 단계인 첫 번째 단계에서는 Content Specific(내용특화 교육) 단계로써 교과목 내용을 자세히 학습함으로써 학습자는 자신의 분야를 상세하게 학습한다. 두 번째 단계는 Discipline Specific(학문특화 교육)으로 상세히 학습한 자신의 전문분야가 중심이 되며, 이외의 분야는 보조적으로 학습하며 이해를 돕는다. 세 번째는 Multidisciplinary(학제간 교육) 단계로써 학습자가 학문 특화 교육에서 선택한 학문에 따라 그 학문이 실제와 어떻게 연관이 있는지 학습하게 된다. 네 번째 Intergrative(통합 교육) 단계에서는 학문에 대한 다양한 시각과 학문 간의 연계를 경험하며 통합적인 학습이 이루어지는 과정이다. 마지막으로 다섯 번째 단계인 Life-Long(평생교육)에서는 주변의 변화에도 수월하게 적응하며 꾸준히 배우도록 하는 Holistic(전인교육)을 이루고자 한다.



[그림 Ⅱ-1] Yakman의 피라미드 모형 (Yakman, 2008, p.347)

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

Yakman의 피라미드 모형에서 과학은 실세계에 존재하는 것과 그것이 어떻게 영향을 주면서 받고 있는지 탐구하는 것으로 생물학, 생화학, 화학, 지구과학, 물리학, 및 우주과학, 생명공학, 생체의학 등의 영역을 의미한다. 기술은 인간이 필요하다고 느낀 것을 충족시키기 위하여 자연환경을 임의로 변용하고 기술을 혁신하거나 또는 인간이 만드는 것이며 농업, 건축, 통신수단, 정보, 제조업, 의학, 힘과 에너지, 생산과 수송 등을 포함한다. 공학은 연구, 발전, 디자인, 발명 또는 일정한 제한 내에 이루어지는 디자인이며 우주공학, 농업, 건축공학, 화학공학, 토목공학, 컴퓨터공학, 전자공학, 환경공학, 유체공학 등이 있다. 예술은 미술 이외에도 언어예술, 체육, 교양과 사회과목을 포함하며 교육, 역사, 철학, 정치학, 심리학, 사회학, 신학 등의 영역이 있다. 수학은 수, 상징적 관계, 정형화된 양식, 모양, 불확실한 것과 추론에 관한 연구를 의미하며 대수, 해석학, 자료 분석과 확률, 기하학, 수와 연산, 문제 해결, 추론과 증명 등의 영역을 포함한다(Yakman, 2008; 김진수, 2011; 한국과학창의재단, 2011).

3. 우리나라의 STEAM 교육 현황

교육과학기술부(2010)에서는 STEAM 교육이 미래 과학기술을 발전시켜 이끌어 나갈 창조적이며 융합적인 인재 양성을 위해 초·중등 수준에서부터 과학기술의 흥미와 이해를 높여 융합적인 사고와 문제해결능력을 배양할 수 있는 교육으로써 STEM에 예술(Arts)을 포함한 교육정책을 2011년 추진 업무보고를 통해 발표하였다. 기존의 암기식 주입식 교육에서 벗어나 학습자가 중심이 되는 수평적인 교육으로의 전환은 과학과 기술, 공학 등의 자신감과 효능감, 흥미 등을 증진시켜 동기유발을 높이는 것은 이공계 기피 현상을 최소화하도록 하고 과학기술 분야로 진출하는 학생의 수도 늘릴 수 있다(이용섭, 김윤경, 2012; 조보람, 이정민, 2014).

교육과학기술부(2010)는 STEAM 교육의 목표를 과학, 기술, 공학, 예술, 수학 등 다양한 분야에서 융·복합적인 지식을 기반으로 하여 새로운 가치를 창출하도록 하고, 종합적 문제해결력을 함양하는 동시에 타인과의 원만한 관계를 형성할 수 있는 인재 양성이라고 제시하였다. 백윤수 등(2011)은 우리나라의 STEAM 교육의 방향이 관련된 교과가 자연스럽게 연결되어야 하고 학생과 교사가 활발히 상호작용할 수 있는 적시 교육이 이루어질 것을 강조했다. 체험을 통해 지식을 활용함으로써 실질적인 문제를 해결하는 과정의 교육은 지식이 어디에 사용되며 왜 배우는

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

지를 경험시키며 주어진 조건에서 학생들이 서로 협력하고 배려하는 과정은 문제를 정의하고 해결하는데 창의적 아이디어가 발현될 수 있으며 다양한 학습 결과물이 산출될 수 있다(박혜원, 신영준, 2012; 백윤수 등, 2011).

2010년 교육과학기술부의 STEAM 교육 정책을 추진하기 위해 한국과학창의재단(2011)에서는 STEAM 관련 연구 및 시행을 위해 STEAM을 한국형 명칭으로 융합인재교육이라 설정하였다. STEAM 교육, 과학기술, 공학, 예술 등의 관련된 분야의 대학교수, 연구원, 교사 등으로 구성된 연구팀은 융합인재교육(STEAM)과 관련된 기획연구의 주제를 선정하고 연구를 추진하였다. 이는 국가 수준의 융합 과학·기술 인재의 역량을 강화하기 위해 다각적 정책을 조사, 분석하여 제도 개선을 추진하며, 과학교육계, 과학기술계 등 관련된 전문가의 의견을 종합하고 수렴함으로써 융합인재교육 정책 방향을 제시하고 있다. 교육 정책 추진의 일환으로 2011년 16개의 연구 및 시범학교에서 2012년 80개로 STEAM 리더스쿨을 운영하고, 2011년 47개의 교사연구회를 2012년에는 150개로 확대함으로써 수학, 과학교사의 역량을 강화했다(태진미, 박양숙, 2013).

2009 개정 교육과정에 따른 교과 교육과정에는 과학, 기술·가정 내용이 STEAM의 개념이 반영되어 흥미 있고 실용적인 내용으로 개편되었다<표 Ⅱ-1>. 개정된 과학과 교육과정에서는 물리, 화학, 생명과학, 지구과학의 기본 개념들이 적절하게 균형을 이루면서 자연스럽게 융합되도록 구성되었다. 학생들이 과학에 대한 흥미를 느끼고 자연을 통합적으로 이해하는데 의욕을 가지도록 함으로써 창의적 문제해결 능력과 합리적인 의사결정을 위한 과학적 사고력을 신장시키도록 한다. 탐구 학습에 필요한 모둠 활동은 비판성, 개방성, 정직성, 객관성, 협동성 등 과학적 태도와 의사소통 능력을 기르도록 한다. 또한, 동아리 활동과 창의적 체험활동과 같은 교과 외 활동과 학교 밖에서 이루어지는 지역 교육 기관, 사회, 단체, 과학관 같은 기관과의 협력적 관계를 형성하며 융합인재교육을 추진하였다. 이외에도 융합인재교육이 우리나라 교육에 적합하도록 이론적 준거와 실행 방향, STEAM 수업 설계 및 준거 틀의 설정, STEAM 교육 프로그램 개발, STEAM 교육에 대한 인식, STEAM 적용의 효과 등에 관련된 연구를 진행하고 있다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

<표 Ⅱ-1> 2009 개정 교육과정의 STEAM 교육 반영 요소 (김정효, 2012, p.17)

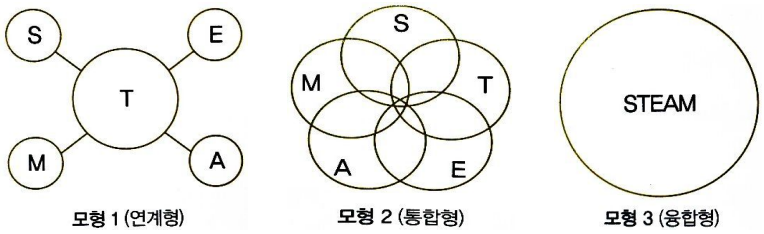
구분	내용
3. 목표	…'과학'의 내용은 '물질과 에너지'와 '생명과 지구'의 2개 분야로 구성하되, 기본 개념과 탐구과정이 학년군과 분야 간에 연계되도록 한다. 그리고 과학을 기술, 공학, 예술, 수학 등 다른 교과와 관련지어 통합적이고 창의적으로 사고할 수 있는 능력을 신장시키도록 한다…
4. 내용의 영역과 기준	다. 학습내용성취기준 <중학교1~13학년군> (9) 빛과 파동 [탐구활동] (마) 빛이나 파동 현상이 기술과 예술 등 다른 분야에서 활용되는 예를 찾아보기 (22) 과학과 인류 문명 … 또 과학의 개념과 원리가 기술, 공학, 예술이나 수학 등 과학 외의 교과와 관련 있음을 사례를 통해 알게 한다. 인류가 당면한 에너지나 환경 문제와 같은 과학 관련 사회적 쟁점이 있음을 알고… [학습내용성취기준] (나) 과학 개념과 원리가 기술, 공학, 예술, 수학 등과 통합된 사례를 조사한다. [탐구활동] (라) 과학이 기술, 공학, 예술, 수학 등과 통합한 사례 조사하기
5. 교수·학습 방법	가. 학습 지도 계획 (5) 과학 교과 내용과 관련된 기술, 공학, 예술, 수학 등 다른 교과와 관련지어 지도하도록 계획한다. 나. 자료 준비 및 활용 (2) 과학에 대한 흥미와 호기심을 높일 수 있도록 생활 주변 및 첨단 과학 소재를 학습 자료로 이용하고 기술, 공학, 예술, 수학 등 다른 교과와 관련된 자료를 활용한다. 다. 학습 지도 방법 (13) 학생의 창의성을 계발하고 인성과 감성을 함양하기 위하여 기술, 공학, 예술, 수학 등 다른 교과와 관련지어 통합된 내용을 적절한 수준으로 도입하여 지도한다.

4. STEAM 교육 모형

국내에서는 김진수(2007)가 기존의 STEM 통합 모형에 예술(Arts)을 추가하여 STEAM 통합 모형을 고안하였다. STEAM 통합 모형은 학문의 통합 방식과 연계 정도에 따라 다학문, 간학문, 탈학문으로 통합시킨 것이다[그림 Ⅱ-2]. 김진수(2007)와 한국과학창의재단(2012)에 따르면 다학문적 통합은 연계형(Connection)이라고도 하며, 5개 교과 중 하나의 교과가 중심이 되어 다른 교과를 연계시키는 모형으로 한 가지 교과목을 중심으로 적용하기에 수월하다. 과학이 중심이 되는 S-STEAM은 과학 기반 STEAM 활동이라고 할 수 있다. 간학문적 통합은 통합형(Integration)이라고도 부르며, 2개 이상의 교과목을 통합하는 방법으로써 다양한 교과가 공통된 부분과 독립적인 부분으로 구분되며, 교과목 간 공통되는 부분은 쉽게 적용할 수 있는 특징이 있다. 탈학문적 통합은 융합형(Convergence 또는 Fusion)이라고도 하며, 특정한 교과목으로 한정되지 않고 학문과 교과가 완전하게 통합되는 구조로써 다양한 분야가 복합적으로 연결되어 있어서 학문 간의 구분이 어렵고 적용에 어려운 점이 있다.

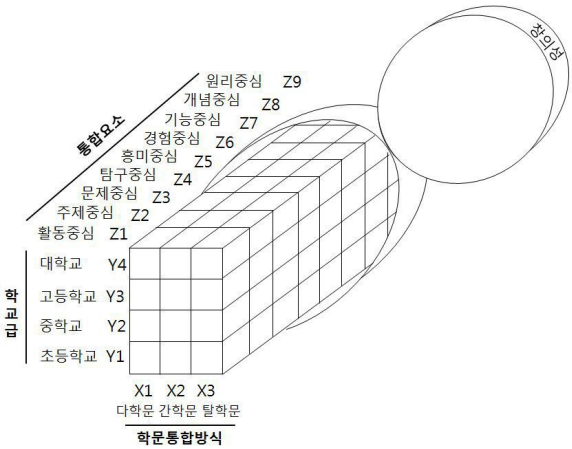
Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY



[그림 Ⅱ-2] 김진수의 STEAM 통합모형 (김진수, 2011, p.130)

STEAM 통합모형을 기반으로 김진수(2011)는 큐빅 모형을 제안하며 우리나라에 적합한 창의적 STEAM 모형을 제시하였다[그림 Ⅱ-3]. 김진수의 큐빅 모형은 X축으로 학문의 통합 방식에 따라서 통합의 방법을 다학문적, 간학문적, 탈학문적 으로 분류하고, Y축은 초등학교, 중학교, 고등학교, 대학교의 학교급에 따라 분류하며, Z축은 활동 중심, 주제 중심, 문제 중심, 탐구 중심, 흥미 중심, 경험 중시, 기능 중심, 개념 중심, 원리 중심과 같이 통합의 요소로 분류한 것이다.



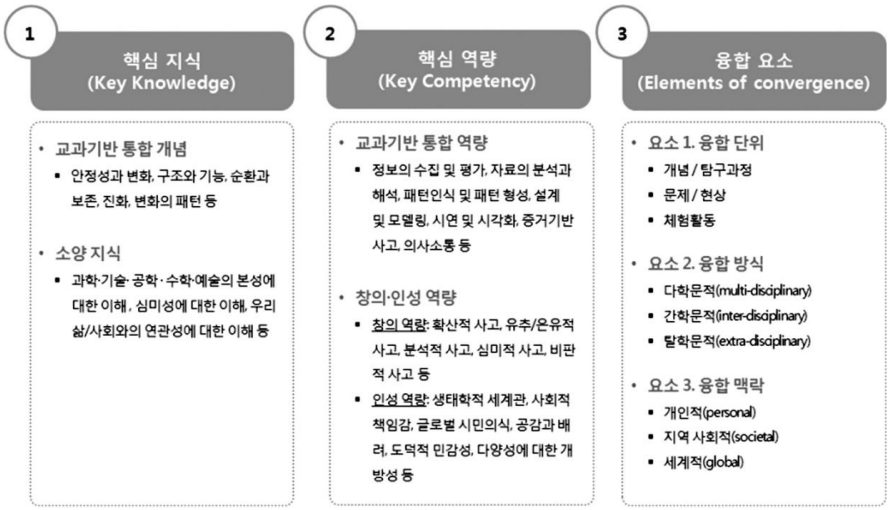
[그림 Ⅱ-3] 김진수의 STEAM 큐빅모형 (김진수, 2011, p.133)

김성원 등(2012)은 융합인재교육의 방향성을 구체화하여 현장 교사들이 STEAM 교육을 실행하는데 가이드라인을 제공하기 위해 Ewha-STEAM 융합모형을 개발하였다. 이 모형은 핵심 지식과 핵심 역량 및 융합 요소의 세 가지 측면을 포함하는 융합 모형이다[그림 Ⅱ-4]. 핵심 지식은 창의성을 겸비한 융합형 인재가 갖추어야

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

할 기본 지식과 기본 학문에 다른 특성의 학문을 융합하는 데 필요로 하는 각 학문의 본성을 이해하는 소양 지식을 나타낸다. 핵심 역량은 각각의 교과목을 기반으로 한 통합 역량과 미래 사회의 창조적이며 지속적인 발전을 이끌어 나가기 위해 요구되는 창의·인성 역량을 포함한다. 융합 요소는 학교 현장에서 이루어지는 수업 방식을 고려한 융합 단위와 서로 다른 교과목의 다학문적, 간학문적, 탈학문적으로 분류한 융합 방식, 그리고 개인적, 지역 사회적, 세계적 맥락으로 구분된 융합 맥락을 의미한다.



[그림 Ⅱ-4] Ewha-STEAM 융합모형의 세 차원 (김성원 등, 2012, p.391)

5. STEAM 교육 핵심 역량

빠르게 변화하는 미래 사회에 개개인의 적응력을 높일 수 있도록 하며, 개인의 창의성, 인성, 지성, 감성의 균형적인 발달을 통해 타인에 대한 배려·협력을 위해 소통하는 능력을 함양해야 한다(백윤수 등, 2011). 자신의 생각, 감정, 느낌을 다른 사람에게 전달하고 표현하는 의사소통능력과 사회적 문제를 정확하게 파악하고 다른 사람들과의 협력적으로 문제를 해결하는 데 필요한 방법을 익히는 것은 중요하다(신희선, 2011; 유지원, 류다현, 이미나, 2015). 창의적이고 융·복합적인 인재 양성에 대한 교육에 관심이 높아지며 지식통합능력과 능동적 태도를 함양하고 의사소통능력과 문제해결력을 겸비한 인재가 필요하다(김혜경, 2014; 이미정, 2014).

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

백윤수 등(2011)은 우리나라의 교육환경에 적합한 STEAM 교육으로 4C-STEAM 교육을 제안하였다. 4C-STEAM은 창의적 설계와 감성적 체험을 통하여 과학기술과 관련된 여러 분야의 융·복합적인 지식, 본성에 대하여 흥미와 이해를 높여 창의성이 바탕이 되는 종합적 문제해결력을 갖춘 인재를 양성하는 교육이다. 4C-STEAM은 창의성과 인성, 문제해결력을 신장할 수 있는 창의성(Creativity)과 소통(Communication), 내용의 융합(Convergence), 배려(Caring)을 포함하며 융합적 소양을 함양하도록 한다.

한국과학창의재단(2012)은 미래 사회 한국인의 핵심 역량과 미래 평생학습사회에서 요구하는 핵심 역량에 따라 미래 교육의 방향 설정을 위한 인재의 역량 중 가장 중요시해야 할 핵심 역량을 창의력, 의사소통능력, 문제해결능력이라고 나타냈다. 이는 융합인재교육의 핵심 역량과도 연계되어 있으며, 백윤수 등(2011)의 4C-STEAM에서 내용융합을 기반으로 하는 창의, 소통, 배려 역량과 대응된다<표 Ⅱ-2>.

<표 Ⅱ-2> 미래 인재의 핵심 역량 (한국과학창의재단, 2012, p.21)

4C-STEAM 역량 (백윤수, 2011)		미래 사회 한국인의 핵심 역량	미래 평생학습사회에서 요구하는 핵심 역량
내용 융합	창의	창의력	창의력
		문제해결능력	문제해결력
		진로개발능력	직업능력개발력
			자기주도학습력
			예술감수성
	소통	정보처리능력	정보처리능력
		의사소통능력	의사소통능력
		기초학습능력	기초생활문해력
			미디어 정보 문해력
	배려	대인관계능력	대인관계능력
		자기관리능력	자기관리능력
		시민의식	시민의식
		국제사회 문화 이해	국제감각

백윤수 등(2011)에 의하면 창의성은 창의력과 문제 해결 및 확인능력, 정보수집 및 분석 능력, 의사결정능력, 평가능력 등을 포함하며 창의는 교과와 학문 영역에서 기초적이며 중점적 역량으로서 문제해결능력을 포함한다고 나타냈다. 의사소통은 언어적, 시청각적, 학문적, 글로벌 소통 능력과 소통하는 태도, 협력하는 요소를

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

포함하며 타인을 이해하고 국제 사회에서 사회문화적인 이해를 위해 의사소통능력 또는 대인관계능력과 관계된다. 내용융합은 다양한 지식의 이해와 다양한 지식 간의 연관성, 연결성에 대한 이해, 새로운 가치적 관점의 융합 지식의 활용 및 창출과 관련된 능력이다. 배려는 자신감, 자아효능감, 자아 정체감, 타인의 배려와 존중, 다문화 이해 등을 포함한다.

한국과학창의재단(2012)에서는 STEAM 교육의 구성요소로 감성적 체험과 창의적 설계, 내용융합을 제시하였다. 감성적 체험은 학습자들이 학습에 대해 긍정적인 자세를 나타내며 산출물을 만들어 내는 과정에서 성취의 기쁨과 실패의 가치를 경험하는 다양한 활동이 포함되는 과정이다. 학습에 대한 흥미와 자신감, 자기효능감, 성취감 등을 느낌으로써 문제 상황에 몰입할 수 있으며, 타인 및 공동체와 이루어지는 의미 있는 관계를 발견하며 자기 주도적인 학습이 가능하게 하는 모든 활동과 경험을 말한다. 창의적 설계는 학습자가 상황제시에서 주어진 문제 상황에서 지식 및 제작품과 같은 산출물을 도출하기 위해 창의성, 효율성, 경제성을 발현하기 위한 최적의 방안을 찾아 문제를 해결하는 과정이다. 학습자가 스스로 문제를 받아드림으로써 다양한 학문의 융합으로 접근하며 종합적으로 문제를 해결하면서 자기 주도적인 학습이 이루어지게 한다. 내용통합은 학문(교과 기본 개념), 기술(공학), 맥락(사회, 문화, 환경, 윤리, 언어, 역사)과 같은 주제를 고려하여 다학문적, 간학문적, 탈학문적인 방법을 통해 창의적 설계와 감성적 체험을 구현하도록 한다(박현주 등, 2012; 백윤수 등, 2011; 한국과학창의재단, 2012).

조향숙(2012)은 STEAM 요소 중 반드시 2개 이상의 교과 또는 요소를 포함하며, 과학기술에 대한 흥미와 이해를 높일 수 있도록 과학 내용을 포함할 수 있는 상황제시, 창의적 설계, 감성적 체험의 학습 준거를 제시하였다. 상황제시 단계에서는 학생이 흥미를 느낄 수 있으며 학생 눈높이에 맞도록 실생활과 연관된 문제 상황을 스토리텔링으로 구성되도록 한다. 창의적 설계 단계는 학생의 아이디어와 발상을 프로그램에 반영되도록 설계하는 과정을 경험함으로써 문제의 해결 방안을 제시하도록 설계되어야 한다. 교사가 지식을 전달하며 가르치는 수업이 아닌 활동을 통해 자기 주도적 학습이 이루어지며 학생과 구성원 간에 협력학습을 통해 다양한 산출물을 이끌어 내도록 한다. 감성적 체험 단계는 학생이 스스로 문제를 해결하였다는 성공의 경험 이외에도 실패의 요인을 분석하고 극복하려는 경험도 포함한다. 관련된 다른 활동 및 새로운 문제에 대해 도전의식을 가지며 교사, 학생, 동료 학생 간의 평가, 칭찬, 보상 등의 피드백도 이루어지도록 한다.

윤마병과 홍재영(2012)은 백윤수의 4C-STEAM을 토대로 STEAM 교육의 요소

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

와 내용을 융합하여 학습의 효과를 극대화 시키고 창의적 문제해결능력과 통합적 사고력과 인성을 교육할 수 있도록 STEAM 교육 프로그램의 교수-학습 단계를 구성하였다<표 Ⅱ-3>. 수업의 도입 단계에서는 관심과 흥미를 이끌어내면서 동기를 유발할 수 있도록 하며 수업을 통해 자연스러운 융합이 이루어질 수 있는 상황을 제시하도록 한다. 창의적 설계 단계에서는 학생이 중심이 되어 제시된 문제 상황을 자신의 문제로 인식하여 창의적인 아이디어를 제안하고 이를 모둠원과의 협력학습을 통해 다양한 산출물을 만들어 내는 과정이다. 감성적 체험 단계에서는 학생들이 재미와 몰입, 성공의 경험을 통해 자신감과 자기효능감을 높이게 한다. 새로운 문제 도전 단계에서는 자신감으로 발생하는 도전 의식을 통해 새로운 문제에 접근할 수 있도록 한다.

<표 Ⅱ-3> STEAM 교육 교수-학습 단계 (박현주 등, 2011; 백윤수 등, 2011; 윤마병, 홍재영, 2012; 조향숙, 2012)

수업단계	교사	학생
상황제시	◦ 학생에게 문제해결의 필요성을 구체적으로 인지시킴	◦ 동기유발 ◦ 문제해결 의욕 ◦ 융합적 접근 ◦ 자연스러운 융합
창의적 설계	◦ 학생 스스로 문제를 해결하도록 함 ◦ 협력학습을 통해 다양한 사고와 아이디어를 도출하게 함 ◦ 학습결과 이외에도 과정과 활동의 중요성을 강조함	◦ 학생이 스스로 문제 해결을 위한 방안을 찾고, 자기 문제로 인식 함 ◦ 디자인과 설계를 중요시 함
감성적 체험	◦ 과학 소양 뿐만 아니라 예술적 감성까지 체험할 수 있도록 안내 함 ◦ 활동이 중심이 되며 감동까지 유발시킬 수 있는 적시교육이 이루어 지도록 함 ◦ 작은 성공을 토대로 큰 성공의 계기가 되도록 유도	◦ 과학 원리가 예술적 감성과 기법으로 활용될 수 있음을 인식 ◦ 과학-예술의 인지사고를 습득 ◦ 성공을 경험하고 자기효능감과 자신감을 갖도록 함
새로운 문제 도전	◦ 융합적 사고와 문제해결력의 전이 효과를 유발 ◦ 함께 하는 배려 사회 강조 ◦ 새로운 문제 도전 정신	◦ 공유와 협력, 나눔과 배려 ◦ 과학적 소양을 비롯해 예술적 감성을 내면화 함 ◦ 새로운 문제에 도전하려는 자신감과 성공의 경험을 갖도록 함

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

6. 선행연구 고찰

국내의 선행연구는 STEAM 교육의 방향설정과 이론 및 개념 정리(김왕동, 2011; 백윤수 등, 2011; 박현주 등, 2012; 조향숙, 2012; 이효녕 등, 2014), STEAM 모형(김진수, 2011; 김성원 등, 2012; 최유현 등, 2012), STEAM 교육에 대한 인식 조사(손연아, 2012; 한혜숙, 2012; 이정민, 2014) 등과 같은 연구가 이루어졌다. 또한, 과학과 수학 교과가 중심이 되어 다른 학문과 연계시킨 교과 중심 STEAM 프로그램(권순범, 2012; 김진영, 2013; 박성진, 2013; 배진호, 2013; 윤정교, 2013; 이시예, 2013), 일상생활에서 흔히 접할 수 있는 주제를 선정하여 적용한 주제 기반 STEAM 프로그램(박혜원, 2012; 이성희, 2012; 이용섭, 2012; 류제정, 2013; 임강숙, 2014), 그리고 스토리텔링, 포트폴리오, 코티칭, 오픈소스 소프트웨어 등과 같은 다양한 활동을 연관시킨 활동 중심 STEAM 프로그램(강인애, 2012; 강주희, 2013; 강창익, 2013; 박선주, 2013; 배진호, 2013; 김인섭, 2014; 손준호, 2014)을 개발한 연구가 선행되었다. 개발된 프로그램은 초등학생, 중학생, 고등학생을 대상으로 창의성(이용섭, 2012; 이명숙, 2013; 이승우, 2013; 김지원, 2014; 조보람, 2014), 흥미도(강인애, 2012; 강창익, 2013; 박성진, 2013; 배덕현, 2014), 과학적 태도(김권숙, 2012; 이상균, 2013; 태진미, 2013; 양지혜, 2014; 김덕호, 2015; 홍광표, 2015), 과학탐구 능력(박성진, 2013), 의사소통 능력(박애리나, 2014), 문제해결 능력(김권숙, 2012; 이명숙, 2013; 강호감, 2014; 양지혜, 2014; 조보람, 2014; 김덕호, 2015; 홍광표, 2015) 융합인재소양(이동원, 2013; 이상균, 2013; 강호감, 2014; 배덕현, 2014) 등에 대한 변화를 살펴보며 STEAM 교육의 효과를 나타냈다.

가. 교과 중심 STEAM 교육

교과 중심 STEAM 연구는 주로 과학과 기술 교과목의 흥미를 유발하고자 교육과정 및 교과서에 수록된 특정 단원을 기반으로 일상생활 또는 타교과목과 연계하여 이루어졌다(권순범, 2012; 김진영, 2013; 박성진, 2013; 배진호, 2013; 윤정교, 2013; 이시예, 2013). 교과목이 중심이 되는 STEAM 프로그램의 적용은 창의성(권순범, 2012; 김진영, 2013; 이시예, 2013), 흥미(박성진, 2013; 배진호, 2013; 윤정교, 2013) 등을 이끌어 냈다고 보고되었다.

권순범(2012)은 초등학교 6학년을 대상으로 STEAM을 기반으로 한 통합교과

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

PBL 학습이 창의적 인성(호기심, 자기확신, 상상, 인내/집착, 유머감, 독립성, 모험심 및 개방성) 향상에 도움이 되었음을 나타냈으며, 일반적인 주제 중심의 학습보다 교과목 간 긴밀한 관계를 더 구축하여 창의적 인성에 긍정적인 영향을 끼치는 것으로 나타냈다.

김진영(2013)은 고등학교 1학년 학생에게 16차시 동안 생명과학 영역의 식물, 순환, 유전, 자극과 반응에 관련된 단원을 4개의 STEAM 프로그램을 통해 진행하였다. STEAM 프로그램은 과학 교과 뿐만 아니라 타교과 간 연관성을 경험하게 하고, 활동이 중심이 되어 이루어지는 수업 구성이 여러 생각의 표현과 공유를 바탕으로 사고의 확장을 유도하도록 이루어졌다. 그 결과 교과목의 통합이 한가지의 주제를 다양한 상황에 연결하고, 사고를 확장시키는 STEAM 프로그램 활동이 창의성 향상과 정의적 영역(자신감, 즐거움, 가치)에 긍정적인 효과를 나타냈다.

박성진(2013)은 초등학교 6학년에게 '빛' 단원에 관련한 STEAM 활동을 적용하며 과학학습 동기와 흥미 상승에 효과적이며 유의미함을 나타냈다. STEAM 활동은 다양한 완구를 도입하고, 수업 장소도 과학실, 컴퓨터실, 교실, 운동장 등에서 실시하였으며 또한 10차시 동안 5개의 주제를 블록 타임으로 편성하면서 집중 수업을 하였으며 여러 교과의 융합으로 과학 학습의 부담감을 덜어내었다. 또한 다양한 자료와 그리기, 만들기, 신체 활동, 스마트 기기 활용과 같이 일반적인 과학 교과 수업과는 다른 활동이 이루어졌다. 이와 같이 적용된 STEAM 활동은 학생들이 수업에 집중하고 자신감과 만족감을 느끼며 과학 교과에 관련하여 전반적인 흥미가 향상됨을 보였다. 그러나 과학 탐구 능력에는 유의미한 효과를 나타내지 못하며, 교사가 절차를 안내하며 실험 방법을 규정하여 발생한 결과라고 판단했다.

배진호(2013)는 초등학교 5학년을 대상으로 '우리 몸' 단원의 과학 교과 중심의 STEAM 활동이 학생의 일상생활과 연관된 여러 영역이 통합되어 있고 학생들이 주체가 되어 할 수 있는 활동이 다양하게 포함되어 있어서 흥미를 가지고 학습에 참여할 수 있다고 보았다. 창의적 설계 단계에서 과학 학습에 흥미를 느끼고, 결과물을 제작해 가는 과정에서 성취감과 자신감이 함양되었다고 보았다. 또한 구체적인 조작을 통한 활동들이 통합되어 학습한 내용을 구체적으로 확인할 수 있었으며 깊이 이해하며 내면화함으로써 학업 성취도와 과학학습 동기에 긍정적인 효과가 있으며 유의미하다고 나타냈다.

윤정교(2013)는 중학교 1학년을 대상으로 기술 교과의 '기술의 발달과 미래사회', '기술과 발명' 단원에서 T-STEAM 프로그램이 기술 교과목의 흥미와 학업 성취도에 미치는 효과가 유의미하다고 보고했다. 이론과 원리 중심의 과학과 수학 교과 내용을 공학과 기술의 창의적 설계와 제작품을 만드는 활동이 예술적 감성과 연계하는 STEAM 교육 방법이 학생들의 학습에 대한 인식을 긍정적으로 변화시켰

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

다고 판단했다. STEAM 교육에서는 창의적 설계를 바탕으로 다양한 결과물을 필요로 하며, 특히 T-STEAM 프로그램에서는 창의적인 아이디어를 바탕으로 만들기 활동을 포함해 흥미를 유발하는 측면에서 더욱 효과적이라고 나타냈다. 반면에, 학업 성취도에서 유의미한 차이를 나타내지 않았으며, 그 원인으로 8차시의 짧은 기간으로 인하여 T-STEAM 프로그램 활용에 기술 교과의 지식 형성이 원활하지 못하였다고 판단하였다.

이시예(2013)는 '모습을 바꾸는 물' 단원을 초등학교 4학년을 대상으로 STEAM 프로그램을 적용하며 과학과 관련된 태도와 창의성 향상에 유의미함을 나타냈다. 과학을 적용한 STEAM 활동은 과학과목 이외에 다양한 영역이 통합되어서 학생 스스로가 주도적으로 할 수 있는 활동들이 포함되어 있으며, 창의적인 설계 과정을 통해 흥미를 느끼고 제작물을 통해서 자신감과 성취감을 가지는 것으로 보았다. 그리고 감성적 체험과정과 친구들과의 피드백을 통해 학생들의 과학 태도가 긍정적으로 향상되었음을 확인했다. 또한 과학 원리를 기반으로 상황에 적절한 아이디어를 생각하고 구체화하며 결과물을 만들어 내는 과정에서 창의성이 향상되었다고 판단했다.

나. 주제 중심 STEAM 교육

주제 중심 STEAM 교육은 '뇌'(류제정, 2013), '우리 몸'(박혜원, 2012), '기후변화'(이성희, 2012), '날씨'(이용섭, 2012), '달'(임강숙, 2014)과 같이 신체의 일부 또는 일상생활과 관련이 있는 주제를 통해 관심과 호기심을 유발하도록 STEAM 프로그램을 구성하였다. 실생활과 밀접하게 적용된 주제 중심 STEAM 프로그램은 과학적 태도(박혜원, 2012), 과학탐구능력(임강숙, 2014), 창의적 인성(류제정, 2013; 이용섭, 2012), 환경소양(이성희, 2012) 등에 영향을 미친 것으로 보고되었다.

류제정(2013)은 일반학생과 과학영재 4학년을 대상으로 '뇌' 기반 STEAM 프로그램이 창의성과 정서 지능에 미치는 영향을 살펴보았으며, 일반학생보다 과학영재가 창의성과 정서 지능이 더 많이 발달했다고 판단하며 유의미한 차이를 보고했다. 유의미한 원인을 새로운 생각해볼 수 있도록 기회가 부여되었으며 자신의 생각을 추상화할 수 있는 계기를 제공하였기 때문이라고 보았다.

박혜원(2012)은 초등학생 5학년들에게 '우리 몸'과 관련하여 11차시 동안 융합인재교육을 적용하였으며 자기효능감, 흥미 및 과학 태도 향상에 유의미함을 나타냈다. 신체기관과 관련된 다양한 첨단 과학기술을 소개하면서 학생들의 호기심을 이끌어낼 수 있는 기회를 제공하였고 기술적 설계들과 수학적 방법을 통해 자료를

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

분석하고 해석하는 과정을 제시하였는데 이것이 학생들의 과학적 태도에 긍정적인 영향을 끼친 것으로 보았다. 또한, 학생들에게 새로운 기구를 생각하도록 한 후, 그림을 그리거나, 만화로 표현하는 과정들은 학생들의 생각을 표출하도록 하는 기회가 되었고 그 과정에서 성공의 경험과 같은 성취감을 느끼게 하였으며 자기효능감에도 영향을 주었다고 보았다. 마지막으로 융합인재교육은 학생의 일상생활과 연관되는 체험활동이 제시됨으로써 학생들의 과학에 대한 흥미에도 영향을 주었을 것이라고 판단했다.

이성희(2012)는 초등학교 6학년에게 환경 소양 신장을 위해 기후변화를 주제로 STEAM 프로그램을 적용하며 유의미한 효과를 보고했다. 환경교육은 일상생활과 밀접하게 관련이 되어있는 환경 문제를 해결하는 데 초점을 두어 하나의 교과목이나 영역에서 접근하기보다는 탈학문적 접근과 같은 융합적 교육 접근이 필요하며 STEAM 교육을 기반으로 환경교육 프로그램이 환경적 지식을 습득하고, 환경 문제 해결을 위한 방법을 깊이 있게 이해하는데 긍정적으로 작용한다고 나타냈다.

이용섭(2012)은 '날씨와 우리 생활' 수업을 STEAM에 적용시켰으며 초등학교 3학년 지구과학 교과 단원에서는 창의적 인성 습득이 어렵게 여겨짐에도 실생활 중심의 활동 수업에서 발생하는 협동적 요인들이 창의적 사고와 인성에 긍정적인 효과를 나타내며 유의미하다고 보았다.

임강숙(2014)은 고등학생 1, 2학년으로 구성된 과학동아리 학생들에게 '달'을 주제로 융합인재 교육을 적용 시키며 과학탐구능력에 유의미함을 나타냈다. 학생들은 달의 환경을 분석하고 달 기지 모형을 제작하는 활동 과정에서 다양한 가설설정 활동을 하였다. 설정된 여러 가설을 확인하기 위하여 구상을 바탕으로 설계를 하고 여러 자료를 정리하는 과정에서 변인을 찾고 실험을 설계하는 능력 및 데이터를 해석하는 능력이 향상되었으며, 모둠 내에서 자신이 맡은 역할을 수행하는 과정에서 조작적 정의 능력에 긍정적인 영향을 끼친 것으로 판단했다.

다. 활동 중심 STEAM 교육

활동 중심 STEAM 교육은 STEAM 프로그램에 오픈소스 소프트웨어(강인애, 2012), 포트폴리오(강주희, 2013), 박물관 체험(강창익, 2013), 스토리라인(박선주, 2013), 스토리텔링(배진호, 2013), 교육기부(김인섭, 2014), 코티칭(손준호, 2014) 활동 등을 활용한 것이다. 자발적으로 수업에 참여하게 하고 자기 주도적 학습이 이루어지게 구성된 활동 중심 STEAM 교육은 과학적 태도(강인애, 2012; 박선주, 2013), 개념 형성(강주희, 2013), 과학 학습 흥미(강창익, 2013; 김인섭, 2014),

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

창의적 사고능력(배진호, 2013), 문제해결력(손준호, 2014)에 영향을 미친것으로 보고되었다.

강인애(2012)는 고등학교 3학년을 대상으로 8주 동안 '뜨거워지는 지구'의 주제를 사용하여 오픈소스 소프트웨어를 활용한 STEAM 프로그램을 통해 과학적 태도와 과학에 대한 흥미도 향상에 유의미함을 나타냈다. 학생들은 STEAM 활동을 통해 경험하고 습득한 지식을 활용하고 자발적으로 수업에 적극적으로 참여하였으며, 과학 이외의 교과목 지식까지도 적용하였다. 수업시간에 게임, 노트북 등의 활용은 학생들의 동기를 유발하였을 뿐 아니라, 모둠별 협력학습으로 문제를 해결하면서 모둠별 상호작용을 통해 과학 교과의 흥미도 상승하였다. 학생들은 과학 교과의 중요성을 인식하고 과학과 관련된 직업에 관한 관심을 보였으며, 오픈소스 소프트웨어를 활용한 STEAM 프로그램은 과학에 대한 태도에 긍정적인 효과가 있었음을 나타냈다.

강주희(2013)는 초등학교 5학년에게 포트폴리오를 활용하여 STEAM 프로그램을 적용시켰고 학생 중심의 학습이 일어나도록 도와줌으로써 STEAM 활동이 개념 형성에 긍정적인 영향을 미친 것으로 보았다. STEAM 프로그램은 통합적 활동으로 문제를 해결하였으며, 활동이 학습으로 연결되며 개념 형성에 효과적이었고, 사고 촉진에 도움을 주며 유의미하다고 판단했다.

강창익(2013)은 활동 중심의 STEAM 교육 프로그램 17가지를 중학교 1학년 학생들에게 적용시키며 과학 학습 흥미에 미치는 영향을 살펴보았다. 박물관 체험 활동이 중심이 되는 STEAM 프로그램은 과학 학습에 대해 학생들의 낮은 흥미도와 자신감을 향상시키데 효과적이고 통계적으로 유의미하였다.

박선주(2013)는 스토리라인을 STEAM 교육에 활용하여 초등학교 6학년 학생들이 앱 콘텐츠를 설계하고 제작하도록 하였다. 이러한 과정이 학생들의 예술적인 상상력과 도전과 모험심, 개방성 등의 요소에 영향을 주었다고 보았으며, 교과목의 긴밀한 관계 형성이 창의적 인성 및 과학 태도에 긍정적인 효과를 나타내며 유의미하다고 나타냈다.

배진호(2013)는 '동물의 세계' 단원을 '토끼와 거북이'라는 스토리텔링이 기반이 되는 STEAM 활동을 초등학교 3학년에게 적용하였다. 학생들에게 친숙한 '토끼와 거북이' 스토리를 다양한 관점에서 바라보게 하여 유연한 사고로 문제를 해결하게 하였다. 또한 여러 가지 탐색 활동과 결과물을 만들어 내는 과정에서 타인의 생각을 이해하고 배려하게 하였고 그 결과, STEAM 활동은 창의적인 사고 능력과 정서 지능에 긍정적인 영향을 미치며 유의미하였다고 판단했다.

김인섭(2014)은 고등학교 2학년 학생들을 대상으로 STEAM 프로그램을 적용한 교육 기부 활동이 흥미와 자기효능감 및 진로선택에 미치는 영향을 살펴보며 유의

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

미함을 나타냈다. STEAM 프로그램을 통한 교육 기부 후 학생들은 수학과 기술 교과에서 흥미가 상승하였으며. 그중에서도 과학 교과에서 학생들의 흥미도가 가장 크게 상승하였다고 보고했다. 이러한 연구 결과는 연구 대상자들의 학교가 과학 중점학교인 관계로 교육과정이 과학 관련 비교과 체험 또는 교내 과제연구를 포함하고 STEAM 교육 시 실제로 만들어보는 체험 활동 등이 과학과 기술 교과에 흥미를 유발할 수 있는 내용을 접하는 계기가 많았기 때문이라고 판단했다. 수학은 체험 위주의 수업보다는 학습 위주의 교육을 받기 때문에 흥미가 낮은 것으로 나타났지만, STEAM 프로그램 교육 기부 활동은 저학년 학생들을 대상으로 수학 관련 체험을 위해 모형을 제작하는 과정에서 수학에 대한 흥미도도 상승하였다고 보았다. 또한, STEAM 프로그램은 학생들이 개념을 습득하고 설계, 제작 단계를 거치면서 성공의 경험을 가지게 되었으며 자기효능감 상승에 긍정적인 영향을 미친 것으로 판단했다. 끝으로, 학생들은 과학과 수학, 기술과 공학 관련 분야에 대해서도 긍정적으로 바라보게 되었으며 장래 희망과 진로 선택 시 세밀하게 진로를 선택하게 되면서 진로선택에도 유의미함을 나타냈다.

손준호(2014)는 초등학교 5, 6학년을 대상으로 STEAM 프로그램이 자기 주도적 학습 태도에 미치는 효과를 살펴보며 유의미함을 나타냈다. 천문 STEAM 프로그램에서 코티칭을 활용함으로써 학생들이 교사와 함께 수업을 계획하고 진행하는 과정에서 서로 부족한 점을 도와주며 수업의 질을 향상시켰다. 또한 코티칭의 활용은 학생의 열린 사고의 자세를 이끌어내며 정보의 선택 능력과 조별 내에서 비판적인 수용 능력을 향상시킴으로써 문제해결력을 향상시키는데 도움을 주었다고 나타냈다.

라. STEAM 수업 적용의 효과

STEAM 프로그램은 주로 초등학생(강호감, 2014; 김권숙, 2012; 김덕호, 2015 박애리나, 2014; 양지혜, 2014; 이동원, 2013; 이명숙, 2013; 이상균, 2013; 조보람, 2014; 홍광표, 2015), 중학생(배덕현, 2014)을 대상으로 이루어졌다. STEAM 프로그램의 적용으로 의사소통능력(박애리나, 2014), 융합인재소양(이동원, 2013), 흥미도(배덕현, 2014), 융합적 사고(이상균, 2013), 창의적 문제해결력(강호감, 2014; 김권숙, 2012; 이명숙, 2013), 과학적 태도(양지혜, 2014; 홍광표, 2015)), 학업성취도(김덕호, 2015), 창의적 인성(조보람, 2014) 등을 살펴보았고 효과를 보고하였다.

강호감(2014)은 과학영재교육원에 재학 중인 초등학생 5, 6학년 총 30명을 대상으로 융합인재교육(STEAM) 프로그램을 개발하여 창의적 문제해결력에 미치는 효과를 살펴보았다. STEAM 프로그램은 프로젝트 학습의 단계와 한국과학창의재단

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

이 제시한 STEAM 프로그램 구성의 원리와 학습 준거 및 방법이 활용되어 개발되었다. 총 18차시로 개발된 프로그램은 교사와 학생이 공통으로 주제를 선정하여 스스로 문제화 과정을 거치고 과학·기술·공학·예술의 내용적 융합이 이루어지도록 1차 프로젝트(태양열 자동차 만들기)와 2차 프로젝트(탄성 자동차 만들기)로 구성되어 있다. 1차 프로젝트는 12차시로 구성되었으며 학생들이 주제를 선정하고 관련 자료를 조사한 후 탐구, 협의, 표현활동을 통해 산출물로 마무리 및 평가되는 과정으로 이루어졌다. 2차 프로젝트는 6차시로써 1차 프로젝트에서 발생한 문제에 대해 스스로 해결방안을 구상하여 산출물을 도출해 내도록 구성되어 있다. 개발된 프로그램을 통해 문제해결력을 효과를 측정하기 위해 사용된 검사도구는 초등과학영재 학생 선발을 위해 개발된 과학 창의적 문제해결력 검사도구이다. 이 검사도구는 다양한 문제 제안하기, 적절한 탐구문제 선택하기를 포함하는 문제정의하기 영역과 해결책 생각하기, 실험계획세우기, 해결방법확인하기의 하위 요소로 구성된 문제해결하기 영역으로 이루어졌다. 융합인재교육(STEAM)을 적용한 초등과학영재 프로그램은 과학영재 학생의 문제해결력의 다양한 문제 제안하기와 해결책 생각하기, 실험계획 세우기 영역에서 높은 효과를 나타내며 유의미한 효과를 나타냈다. 또한, 자기주도적인 학습 태도와 집중력이 향상되었으며 영재 학생들의 과제 몰입에 도움이 될 것으로 판단했다.

김권숙(2012)은 초등학교 4학년 영재 학생들을 대상으로 '소리'에 관련된 과학기반 STEAM 프로그램을 통해 영재 학생들의 창의적으로 문제를 해결하는 능력을 향상시키며 유의미함을 나타냈다. 교과목의 통합을 바탕으로 유연한 사고를 통해 문제를 바라보며 여러 가지 탐색과 제작 활동으로 자신의 아이디어를 창출하도록 하는 과정이 영향을 미친 것으로 나타냈다. 반면에, 과학적 태도는 평균이 많이 향상되었지만 통계적으로는 유의미한 수준을 나타내지 못했다. 12차시에 걸쳐 단기간 진행된 프로그램 적용이 태도의 변화를 이끌어내지 못하였다고 판단했으며, 실험반 학급의 평균이 향상된 점을 고려하면 장기적인 STEAM 프로그램의 활용은 과학적 태도를 높이는데 영향을 미칠 수 있을 것이라고 보았다.

김덕호(2015)는 초등과학 영재학생 6학년 2개 학급 총 40명을 대상으로 지층과 화석 관련 STEAM 프로그램이 학업성취도와 창의적 문제해결력 및 과학적 태도에 미치는 효과를 살펴보았다. 평소 접하기 힘든 지구과학 교과 영역의 지질학적 가치를 실내에서도 이루어지게 하여 관심을 유도하고, 동시에 융합적 소양도 함양할 수 있도록 프로그램을 개발하여 적용하였다. 프로그램은 총 9차시로 구성되었으며 1~2차시에는 지층과 화석의 정의 및 특징을 소개한 후 지층과 화석의 특징을 파

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

악할 수 있는 실험을 제공한다. 3차시에는 지층과 화석의 특징을 구분할 수 있는 최적의 실험 설계를 하고, 4차시에는 모둠별로 구체적인 수행 계획을 세우며 5~6차시에는 실험을 수행, 7차시 결과 정리 및 공유, 8~9차시 새로운 STEAM 아이디어 파악과 소감 발표를 실시하였다. 창의적 문제해결 검사는 기존의 검사도구를 이용하였으며 문제 정의하기와 문제 해결하기 영역 모두 유의미한 차이를 나타내며 실내학습 STEAM 프로그램이 창의적 문제해결력 향상에 효과적이라고 나타냈다. 또한, 학업성취도 향상에 유의미한 영향을 나타내며 높은 수업만족도를 보였다. 실생활과 연계되어 있고 익숙하지 않은 문제 상황에 대해서도 다양한 과목의 내용을 융합하여 실험하고 직접 지층과 화석을 제작하는 활동이 흥미와 관심을 유도하였으며 과학적 소양을 함양할 수 있는 활동이 포함 되어 긍정적인 영향을 나타낸 것으로 보았다. 반면, 과학적 태도에서는 하위요소 중 호기심, 자진성, 끈기성, 창의성 영역에서는 유의미한 차이를 보였지만 개방성, 비판성, 협동성 영역에서는 유의미한 향상이 없다고 나타냈다. 과학적 태도가 단기간에 변화되기 어려우므로 장기간 적용이 필요함을 나타냈다. 영재학생들이 친구들의 의견에 대해 주의 깊게 듣고 타인의 주장에 대한 타당성을 파악하는 자세와 친구와 협동하는 능력을 향상시키기 위한 장기적인 연구가 요구된다고 판단했다.

박애리나(2014)는 21세기 융합 인재가 갖추어야 할 의사소통능력, 학습몰입 등과 같이 새로운 분야에서 효과를 검증하기 위해서 초등학교 영재 학생들을 대상으로 STEAM 프로그램을 적용하여 의사소통능력과 학습몰입에 미치는 영향을 살펴보았다. 일반적인 영재 학생은 통제집단으로 일반적인 영재수업방식을 적용하고, 통제집단에는 STEAM 프로그램을 적용하여 사전·사후 검사를 실시하였다. 초등학교 3학년의 과학영역 중 고체, 액체, 기체의 성질, 물질의 성질, 상태변화 등의 개념을 포함하는 1학기 1단원의 우리 생활과 물질과 2학기 2단원의 혼합물의 분리를 기반으로 STEAM 프로그램을 개발하였다. 물질과 혼합물의 주제는 일상생활과 밀접하게 관련되어 있어서 창의적 설계와 감성적 체험 단계에 효과적으로 이루어 질 수 있었다. 수업 방식은 기존의 교사 주도의 실험 수업에서 벗어나 스스로 문제를 해결을 위한 계획을 수립하고 토론, 토의를 통해 의견을 공유하는 시간을 가지도록 구성하였다. 과학적 의사소통능력 검사도구는 초등학생들이 과학적 지식과 소양을 기초로 한 사실, 현상, 원인 등을 글과 표, 수, 그림과 같은 형태로 설명 및 주장하는 의사소통능력을 측정할 수 있도록 제작된 기존의 과학적 의사소통능력 검사(SCST)를 사용하였다. 이 검사도구는 과학적 설명형-서술, 과학적 설명형-설명, 과학적 주장형-정당화, 과학적 주장형-근거의 네 가지 하위유형으로 이루어져 있

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

으며 검사 결과 의사소통능력의 향상을 나타냈다. 학생들이 실생활의 문제 상황을 접했을 때, 창의적 설계 단계에서 조별로 토의, 토론하는 방법으로 문제를 해결 방법을 직접 계획하고 스스로 실행해 보는 과정에서 의사소통능력이 향상됐다고 판단했다. 또한, 과학적 지식을 기술, 공학, 예술, 수학과 융합하여 그려보고 글을 써보는 등 여러 가지 방법으로 표현함으로써 감성적 체험을 충분히 경험하였으며, 학생의 의사소통능력에 긍정적인 영향을 미쳤다고 보았다. 반면에, 학습 몰입도는 평균이 향상되었지만, 단기간의 효과를 기대하기에는 과제의 난이도 차이와 학생들 사이 능력 부조화로 몰입경험이 제대로 이루어지지 않아 통계적으로 유의미하지 않았다고 나타냈다.

배덕현(2014)은 중학교 3학년 111명에게 기술·가정 교과의 건설기술과 환경 단원을PDIE(준비-개발-실행-평가) 모형에 따라 개발된 스마트 교육 기반의 STEAM 프로그램에 적용시켜 흥미도와 융합인재소양에 미치는 효과를 살펴보았다. 3주간 6차시 동안 실시된 교량모형 만들기 T-STEAM은 각 차시별로 교량의 종류, 튼튼한 교량의 구조, 도시의 시각 문화, 교량 모형 발표, 교량 모형 발표 및 평가, 재하실험, 소감작성으로 구성되었다. 다양한 애플리케이션들과 스마트 기기를 활용한 수업이 학생들의 이해를 돕고 정보의 탐색과 공유 과정을 통해 문제 해결을 위한 자기 주도적인 학습이 가능하게 했다. 스마트 교육이 적용된 STEAM 활동이 기존의 수업방식보다 다양한 자료들을 활용함으로써 수업에 높은 참여를 끌어내고 교과에 대한 흥미를 높일 수 있을 것이라고 예상하였으나, 흥미도에 미치는 효과는 유의미한 차이가 없다고 나타냈다. STEAM 교육과 스마트 교육은 학생들에게 흥미 향상에 효과적이지만, STEAM 교육과 스마트 교육의 접목이 반드시 흥미 향상에 긍정적으로 작용하는 것은 아닐 수 있고, 학생들의 흥미를 구성하고 있는 요소의 차이에 의해 영향을 미치는 정도가 다르다고 보았다. 또한, 학생들의 창의, 융합, 배려, 소통의 융합인재소양은 스마트 기기의 활용이 교사와 학생 사이, 학생과 학생 사이 상호작용을 높일 수 있지만, 학생들의 몰입도와 학습 효과를 향상시키지는 못한다고 보고하며 유의미하지 않은 것으로 나타냈다.

양지혜(2014)는 '식물의 구조와 기능' 단원과 '우리 몸' 단원과 관련시켜 STEAM 프로그램을 개발 하여 초등학교 5학년 67명에게 적용했다. 식물과 동물 사이의 에너지 흐름을 주제로 한 STEAM 프로그램을 통해 초등학생의 창의적 문제해결력과 학업성취도, 과학적 태도에 대해 살펴보았다. 실험 집단과 비교 집단을 나눠 STEAM 수업과 일반 수업을 비교한 결과, 창의적 문제해결력과 과학적 태도는 실험 집단이 비교 집단보다 유의미하게 높은 점수를 나타냈다. 이는 분리된 지

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

식을 통합하는 사고과정에 따라 문제 상황에 적절한 아이디어를 구상하고, 설계 및 제작하는 창의적 설계 과정이 창의적 문제해결력에 긍정적인 영향을 준 것으로 판단했다. 과학적 태도는 창의성, 협동심, 호기심, 비판성, 끈기성, 자진성 영역에서 높은 향상을 보였으며, 모둠 간 발표와 평가 과정이 과학적 태도의 향상에 영향을 미친 것으로 판단했다. 반면에, 학업 성취도에는 긍정적인 영향을 주었으나 일반 수업에서도 학업성취도가 높게 나타나서 통계적으로 유의미한 수준의 효과를 나타내지 못하였다.

이동원(2013)은 초등학교 3학년부터 6학년의 한 반씩, 총 74명을 대상으로 주제기반 STEAM 교육 프로그램을 적용하여 4C-STEAM(융합, 창의성, 배려, 소통)에 기반을 둔 융합인재소양을 측정하고 학생 인터뷰와 활동사진, 교사의 수업일지를 수집하여 양적·질적 검증을 하였다. 주제기반 STEAM 교육 프로그램은 총 21개로써 학년별로 신소재, 로봇, 우주탐사와 같은 대주제로 구분되어있으며 주제별로 6차시, 총 18차시 동안 스토리텔링 형식으로 학생들에게 제시되었다. 검증 결과, 융합인재소양의 하위 영역인 융합과 창의성, 배려, 소통 중에서 배려를 제외한 세 영역에서 모두 향상됨을 보고했다. 배려의 경우는 2주간의 짧은 기간에 이루어졌고, 기존에 STEAM 교육과 관련된 연구를 해왔던 학교의 학생들에게 주제기반 STEAM 교육을 적용함으로써 배려 영역의 사전 점수가 높았고 배려의 효과가 두드러지지 않은 것으로 판단했다. 소통 영역은 사전 검사에서 3.00의 평균을 나타내었지만, 사후 검사 결과 3.23으로 향상되었음을 나타냈다. 학생들과의 면담 자료 중에서도 동료와의 협력에 관한 질문에 대해 협동심, 좋아진 관계, 대화, 협동, 협력, 모둠과의 협력 등의 긍정적인 반응을 보였으며, 융합인재 소양 중 소통 측면에 긍정적인 영향을 확인했다고 보고했다.

이명숙(2013)은 STEAM 수업이 초등학교 수학영재 18명을 매주 토요일 4시간씩 6주(10회) 동안 적용하여 수학 창의적 문제해결력과 창의적 태도에 미치는 효과에 대해 살펴보았다. STEAM 수학영재 수업은 수학과를 중심으로 여러 교과를 연계시킨 교과 연계 수업형으로 구성되었으며 Art의 여러 의미 중 국어와 융합시켰다. '우리 집 바닥재 깔기', '미술과 벽면 꾸미기', '살아 숨 쉬는 황금비' 등과 같은 실생활에 적용 가능한 문제 상황을 제시해 줌으로써 창의적으로 산출물을 만들어 내도록 구성하였고 학생들이 흥미를 갖고 창의성이 신장되는 기회를 부여하였다. 창의적 문제해결력(수학적 사고 능력, 수학적 창의성)과 창의적 태도에 대한 사전 사후 검사를 실시한 결과, 수학영재 학생의 수학적 사고 능력 총점과 일반화 및 적용 능력, 정보의 조직화 능력의 하위요소 평균 점수가 향상되었다. 수학적 창의

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

성과 민감성, 유창성, 융통성, 정교성의 하위요소에서도 향상을 나타내며 STEAM 수업이 문제해결력에 긍정적인 효과를 미친다고 보고했다. 창의적 태도에서도 총점과 자발성, 집중성, 개방성과 같은 영역에 유의미한 영향을 미치는 것으로 나타냈다.

이상균(2013)은 초등학교 4학년부터 6학년, 총 88명에게 지역체험자원을 활용한 STEAM 수업을 적용하여 융합인재소양을 측정하였는데 배려와 소통을 제외한 융합과 창의성 영역에서만 통계적으로 유의미한 결과를 나타냈다. 소통의 경우 사전 3.65, 사후 3.84로 평균값은 향상되었지만 유의미한 차이가 나타나지 않은 이유를 프로그램의 적용 기간이 짧았고 배려와 소통과 같은 정의적 영역은 단기간의 수업 적용을 통해 변화시키기 어렵다고 판단하며 오랜 시간에 걸쳐 인식의 변화가 이루어지도록 지도할 것을 제언했다. 융합과 창의성 영역의 향상은 교실에서 벗어나 자연박물관 또는 과학관 같은 장소에서 실제로 보고, 듣고, 만지는 체험 활동을 통해 지식과 필요한 정보를 획득한 결과로 보았다. 또한, 일상적인 학교 수업에서 경험하지 못한 다양한 체험 과정이 호기심을 유발하며 흥미를 갖고 즐겁게 참여함으로써 과학적 태도에 긍정적인 영향을 미쳤다고 보았다.

조보람(2014)은 초등학교 6학년에게 실과 교과의 '동물과 함께하는 생활' 단원을 PDIE 모형에 따라 재구성한 STEAM 프로그램을 적용시켰다. 활동이 중심이 되도록 개발된 T-STEAM 프로그램을 8주 동안 초등학생에게 실시하여 창의적 문제해결력, 창의적 인성, 학습몰입에 미치는 효과를 검증하였다. 창의적 문제해결력은 지식·사고기능·기술의 이해, 확산적사고, 비판적·논리적 사고의 하위영역에 유의미함을 나타냈다. 창의적 인성에도 유의미함을 나타내며 효과가 있음을 나타냈는데, 다른 변인들에 비해서 실제적 효과 크기가 가장 작았음을 보였다. 인성이 정의적인 영역에 해당하므로 단기간에 큰 변화가 나타나지 않았으며 창의적 인성의 증진을 위해서는 중·장기적인 적용을 실행하도록 제언했다. STEAM 프로그램은 초등학생의 학습몰입에도 효과적임을 나타냈다. 다양하게 구성된 수업방식과 미술적 요소의 활용이 흥미와 동기부여에 작용된 것으로 사료했다.

홍광표(2015)는 초등학교 고학년으로 분류되는 5학년 91명, 6학년 110명, 총 201명에게 초등학교 교과목을 고려한 8가지 STEAM을 적용하며 창의적 문제해결력과 과학적 태도 향상에 유의미함을 나타냈다. 융합인재교육 프로그램과 과학과 창의적 문제해결 검사지는 연구자 그룹에서 문제를 개발하여 초등학생에게 적용시켰다. 소금물의 진하기 문제는 유창성과 적절성, 별자리 꾸미기 문제는 융통성과 독창성, 자동차의 버튼과 기능은 유창성과 적절성, 문제 만들기는 융통성과 독창성

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

을 살펴보는 데 사용되었으며 문제에 따른 해결방법을 다섯 가지 이상 제시할 때 5점, 한 가지 제시할 때 1점으로 구분하여 평가되었다. 과학적 태도 검사는 기존의 검사도구를 준용하여 사용하였으며 호기심, 개방성, 비판성, 협동성, 자진성, 끈기성, 창의성 등의 7개로 요소로 이루어진 총 21문항으로 구성되었다. STEAM 활동은 단계별로 구성된 주제중심 활동이 학생의 흥미를 이끌어냈고, 수업의 주체가 학생 위주로 구성되어 자기 주도적 수업이 진행되었으며, 모둠별 활동이 상호 협력하에 이루어지고 평가 부분에도 학생들이 직접 참여할 수 있었던 점 등이 복합적으로 작용하여 이루어짐으로써 과학적 태도 함양과 문제해결능력에 긍정적인 효과가 있었다고 판단했다.

이러한 선행연구를 살펴보며 STEAM 프로그램의 적용 대상은 주로 초등학생을 중심으로 이루어졌으며, 대학생 및 예비 교사에게 미치는 영향을 나타낸 연구가 부족하다. 또한, STEAM 교육의 적용 효과를 창의성, 창의적 문제해결력, 흥미도, 학업성취도, 과학적 태도, 과학 개념 형성, 자신감 형성, 융합인재소양에 관련된 영향만을 보고하고 있다. 따라서, 융합인재교육이 추구하는 타인을 배려하고 소통이 원활한 인재를 형성하기 위해서는 STEAM 교육 및 프로그램이 의사소통능력과 실생활 문제해결력에 미치는 영향을 연구할 필요가 있다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

Ⅲ. 연구 방법

1. 연구 절차

본 연구는 사회적 이슈를 주제로 한 과학 중심 STEAM 프로그램이 예비 과학교사의 의사소통능력과 문제해결능력에 미치는 효과를 알아보기 위하여 선행연구를 탐색하였고, 검사 도구를 선정하였다. 선행 연구를 통해 STEAM 프로그램을 수정·보완하여 재구성하였으며, 교수·학습 과정안과 탐구 활동지를 작성하였다. 수업 처치 전, 예비 과학교사들을 대상으로 의사소통능력과 문제해결능력에 대한 사전검사를 실시하였고, 수업 처치 후 동일한 검사지로 사후 검사를 실시하였다. 검사자료와 STEAM 프로그램을 경험한 후 느낀 점을 수집하여 분석하고 정리하였으며 본 연구의 연구절차는 [그림 Ⅲ-1]과 같다.

연구의 필요성 및 선행 연구 고찰
↓
연구 대상 선정 및 검사 도구 선정
↓
교수·학습 과정안 및 활동지 개발
↓
사전 검사 실시
↓
수업 처치
↓
사후 검사 실시
↓
연구 결과 정리 및 분석

[그림 Ⅲ-1] 연구 절차

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

2. 연구 대상

본 연구는 광역시 소재 사범대학 생물교육과에 재학하는 총 16명(남 6명, 여 10명)을 대상으로 하였다. 연구 대상은 사범대학 과학교육과에 개설된 교과선택 과목 중 과학탐구 수업에서 STEAM 교육에 관심을 보이는 예비 과학교사들로 구성되었다.

3. 수업 처치

본 연구는 예비 과학교사들의 과학 탐구 수업 중, 총 18차시 동안 이루어졌다. 예비 과학교사들은 2차시에 걸쳐 STEAM 교육의 정의와 목표를 학습한 후, STEAM 교육 프로그램 활동을 하였다. STEAM 교육 프로그램 활동은 16차시 동안 자동차 번호판 만들기, 층간소음 줄이기, 지진에 강한 내진설계, 간이 정수기 만들기 4가지의 주제로 각 4차시에 걸쳐 <표 Ⅲ-1>과 같이 진행하였다.

STEAM 프로그램은 상황제시 단계, 창의적 설계 단계, 감성적 체험 단계, 평가 및 새로운 문제 도전 단계로 구성되어 있다. 상황제시 단계는 실생활에서 쉽게 경험해 보았을 실생활 적용 가능한 문제들을 제시하였다. 뿐만 아니라 사회적으로 쟁점이 되는 문제 상황들을 제시함으로써 문제해결의 필요성과 문제 인식이 용이하도록 상황을 제시하였다. 창의적 설계 단계에서는 인지된 문제 상황을 원활하게 해결하기 위해 모둠 활동에서 이루어지는 토의를 통해 해결방안을 고안하고 의견을 수렴함으로써 최상의 방법을 선택하도록 하였다. 감성적 체험 단계에서는 선정된 해결 방법을 선택한 재료를 가지고 실제로 제작하는 경험을 가짐으로써 감성적 체험까지도 아우를 수 있게 하였다. 새로운 문제 도전 및 평가는 결과물의 평가와 피드백을 통해 새로운 문제에도 자신감을 가지고 도전할 수 있도록 구성되었다<표 Ⅲ-2>.

예를 들어, 지진에 강한 내진설계 프로그램 활동은 상황제시 단계에서 네팔의 카트만두에서 진도 7.9의 지진이 발생하여 많은 사상자와 피해자가 발생하여 지진에 대한 내진 설계가 중요하다는 상황을 제시하였다. 또한, 국내에는 명확한 건축물의 내진 설계 규정이 없다는 문제를 제기하며 창의적 설계 단계에서 STEAM 요소를 적절히 사용하여 지진에 강한 건축물을 설계하도록 하였다. 감성적 체험 단계에서는 모둠별로 선정한 재료(나무젓가락, 고무줄)를 이용하여 제작하며 임의적인 지진을 일으키며 평가하도록 하였다. 새로운 문제 도전 단계에서는 지진이 일어났을 때 대처 요령에 대한 새로운 문제에 대하여 생각해보며 도전할 수 있도록 구성하였다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

<표 Ⅲ-1> 수업 처치

주제	상황제시	창의적 설계	감성적 체험	평가 및 새로운 문제 도전	STEAM 요소
교사 활동	실생활에 발생되는 문제와 사회적 이슈가 소개된 대중매체를 활용하여 학생들에게 문제상황을 제시하는 활동	문제상황을 학생 스스로 해결할 수 있도록 이론 설명과 자료를 제시하여 학생들이 창의적인 설계를 하도록 하는 활동	설계과정에서 도출된 해결방안에 필요한 재료와 도구를 준비해주며 제작이 가능하도록 환경을 조성해주는 활동	학생들이 제작한 결과물을 장단점을 비교하며 평가하고 유사한 문제도 생각해 볼 수 있도록 하는 활동	
학생 활동	문제상황에 공감대를 형성하고 직접적인 문제로 인식하여 문제해결의 필요성을 인식하는 활동	다양한 교과목 이론을 적용하여 최상의 해결방안을 도출하여 설계와 디자인을 모색하는 활동	제공된 재료와 구상한 설계를 통해 산출물을 이끌어내는 직접적인 체험 활동	문제해결의 결과를 발표하고 새로운 문제에도 자신감과 도전의식을 갖추도록 하는 활동	
자동차 번호판 만들기	2015년 1월 10일에 발생한 크림빵 뺑소니 사건 제시	세계 각국의 번호판을 살펴보고 색의 3속성과, 초두·최신효과를 적용하여 가독성이 좋은 번호판을 설계하기	실제 자동차 번호판 크기로 제작하기	다양한 환경에서 가장 가독성이 뛰어난 번호판을 선정하기, 번호판 이외에도 다양한 간판에도 적용해 보기	S, T, A, M
층간소음 줄이기	위층에서 발생되는 층간소음 상황을 제시	소리의 3요소와 매질의 관계를 적용하여 소음에 효율적인 방음시설 설계하기	방음에 효율적인 재료를 선택하여 규격화된 크기에 맞도록 제작하기	소음 측정기를 사용하여 매질에 따른 dB을 측정하고 효과적인 방음 재료를 확인하기, 이외의 소음을 줄일 수 있는 방법을 모색하기	S, T, E
지진에 강한 내진설계	2015년 4월 25일 네팔의 카트만두에서 규모 7.8 지진이 발생한 상황 제시	내진, 제진, 면진 설계의 차이점을 이해하고 지진에 강한 건축물을 설계하기	정해진 재료만을 가지고 연결방식과 구조적 특징을 살려 지진에 강한 건축물을 제작하기	임의적인 지진을 발생하여 견고함, 유동성을 비교해 보기, 실제 건축물에 적용된 내진설계 살펴보기	S, T, E, A
간이정수기 만들기	매년 6월 5일 '세계환경의 날'에서 2015년 주제는 물 절약이라 정하고 아프리카 물 부족 상황 제시	정수의 여과, 흡착, 살균의 요소를 적용하여 정수기를 설계하기	실용적이고 효율적인 간이정수기를 제작하기	간이정수기를 통해 나온 물의 투명도를 비교해 보기, 정수기 이외에 깨끗한 물을 구하는 방법 살펴보기	S, T, E, A

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

<표 Ⅲ-2> STEAM 교육 프로그램 단계 (박현주, 2012; 윤마병, 2012; 배진호, 2013; 손준호, 2014; 홍광표, 2015)

단 계	내 용
상황 제시	· 일상생활에서 관심을 불러오며 호기심을 유발시키는 상황 제시 · 자연스러운 융합이 실생활과 연계되는 상황 제시
창의적 설계	· 학생들의 다양한 아이디어와 발상을 도출 · 상황이나 문제에 대하여 다양한 의견을 토의하며 문제를 해결해 나가는 과정을 체험 · 여러 가지 제약 속에서 최선의 해결책을 선택 · 모둠 활동으로 의사소통을 통한 협력 학습 유도 · 관찰, 경험, 브레인스토밍, 설계, 토의 등의 직접적 체험
감성적 체험	· 직접적인 체험을 통한 재미와 몰입도 향상 · 성공의 기쁨을 통한 자기효능감 향상 · 새로운 문제에 대하여 도전하고자 하는 열정
새로운 문제 도전	· 성공의 자신감 획득 · 도전 의식을 통한 새로운 문제에 대한 도전

4. 검사 도구 및 분석 방법

STEAM 교육 프로그램 활동 중 모둠 구성원 간에 이루어지는 의사소통능력과 문제해결능력 변화를 살펴보기 위해 본 연구에서는 2개의 검사도구를 사용하였고, 사후 면담을 실시하였다. 의사소통능력과 문제해결능력의 검사는 이석재(2003)가 개발한 생애능력 검사도구(A Study on the Development of Life-Skills)를 사용하였다. 사용된 세 가지의 검사도구는 5단계 리커드 척도('전혀 그렇지 않다=1점', '그렇지 않다=2점', '보통이다=3점', '그렇다=4점', '매우 그렇다=5점')를 사용하였다.

가. 의사소통능력 검사도구

예비 과학교사를 대상으로 STEAM 활동 중 의사소통능력을 살펴보고자 이석재

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

(2003)가 개발한 생애능력 검사도구(A Study on the Development of Life-Skills)중 의사소통능력 검사도구를 사용하였다. 이 검사도구는 총 49문항, 5가지 하위 요소로 구성되어 있다. 5가지 하위 요소는 해석능력(14문항), 역할수행능력(14문항), 자기제시능력(7문항), 목표설정능력(7문항), 메시지전환능력(7문항)이다.

<표 Ⅲ-3>과 같이 하위 요소 중 해석능력은 정보수집과 경청의 요소로 구성되어 있다. 정보수집은 상대방의 대화 내용 및 의도를 파악하고(예, 상대방과 의견이 다를 때, 내 의견과 다른 점이 무엇인지를 파악한다), 상대방의 말을 요약하고 이해하며 대화를 전개해 나가려는 경청(예, 상대방이 말하고자 하는 주요 내용을 요약하여 확인해보고 나서 내가 하고 싶은 말을 한다)을 의미한다. 역할수행능력은 고정관념적 사고극복과 창의적 의사소통으로 구성되어 있다. 고정관념적 사고극복은 자기편견을 드러내는 대화를 살펴볼 수 있으며(예, 대부분 내 생각이 옳기 때문에 다른 사람의 생각은 흘려듣는다), 창의적 의사소통은 나의 의견과 다른 타인의 의견을 이해하고 수용할 수 있는지 파악할 수 있다(예, 내가 생각하는 것과 전혀 다른 생각을 하는 사람의 의견도 잘 듣는다). 자기제시능력은 자신의 생각을 꾸밈이 없이 드러내는 자기 드러내기 요소로 이루어져 있다(예, 내가 생각하는 바를 있는 그대로 상대방에게 이야기한다). 목표설정능력은 자신의 의견을 명료하게 발표하는지 알아보기 위해 주도적 의사소통으로 구성되어 있다(예, 토론시간에 다른 사람들에게 내가 준비한 보고서의 내용을 망설이지 않고 발표한다). 마지막으로 메시지 전환능력에서는 타인과의 관점을 이해하는지 살펴볼 수 있는 요소로 구성되어 있다(예, 대화를 할 때, 상대방의 입장이 되어본다). 의사소통능력 검사도구의 신뢰도(Cronbach's α)는 0.869이다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

<표 Ⅲ-3> 의사소통능력 검사도구 (이석재, 2003)

능력 요소	하위 요소	행동 지표	문항 번호
해석 능력	정보수집	상대방의 대화 내용 및 의도 파악	1, 2
		선택적 정보 수집	3*, 4*
		귀납적 정보 수집	5, 6
		비언어적 정보 수집	7
	경청	상대방의 언어적 비언어적 정보에 대한 이해 표시	8,9,13,14
		상대방의 말을 되풀이, 반복 확인	10, 11
		상대방의 말을 요약하여 이해하고 대화 전개	12
역할 수행 능력	고정 관념적 사고 극복	성별 고정관념	15*
		출신 지역/거주 지역에 따라 대화의 차이를 둠	16*
		신체적 조건에 대한 편견을 드러내는 대화	17*, 21*
		자기편견을 드러내는 대화	18*, 20*
		권위, 전문성에 대한 편견을 드러냄	19*
	창의적 의사소통	상대방과의 관계속성에 따라 대화 차이를 보이지 않음	22*,23*,25*
		나의 의견과 다른 타인의 의견을 이해하고 수용함	24, 27, 28
		긍정적이며 광의적인 시각에서 대화함	26*
자기 제시 능력	자기 드러내기	자신의 생각을 꾸밈이 없이 드러냄	29, 32, 35
		자신의 약점을 솔직하게 드러냄	30, 31
		타인에게 불편을 줄 수 있는 자신의 선호도를 드러냄	33, 34
목표 설정 능력	주도적 의사소통	자신의 의견을 명료하게 발표함	36, 41
		타인과 계획적이며 적극적으로 대화함	37, 38, 42
		몸짓이나 억양을 사용해 의사를 적극적으로 전달함	39, 40
메시지 전환 능력	타인관점 이해	상대방의 말을 이해하고 있음을 드러내 보임	43
		상대방의 입장에서 생각하면서 대화함	44, 48
		상대방의 심리변화를 파악하면서 대화함	45, 46, 47, 49

* 는 역문항을 의미함.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

나. 문제해결능력 검사도구

문제해결능력을 살펴보고자 사용한 이석재(2003)가 개발한 생애능력 검사도구(A Study on the Development of Life-Skills)중 문제해결능력 검사지는 총 45문항으로 되어있다. 문제명료화(5문항), 원인분석(10문항), 대안개발(10문항), 계획/실행(10문항), 수행평가(10문항)의 5가지의 하위 요소로 <표 Ⅲ-4>와 같이 구성되어 있다.

5가지 하위 요소 중 문제명료화는 문제를 확인 및 인식하는 내용으로 (예, 내가 해결해야 할 문제의 핵심이 무엇인지를 먼저 확인한다)와 같은 문항으로 이루어져 있다. 원인분석은 문제 상황과 유사한 사건, 정보 등의 수집을 검사하는 정보수집과 수집된 자료의 분류 및 비교를 하는 분석으로 구분되어 있다. 정보수집은 (예, 내가 갖고 있는 문제에 대해서 다른 사람들은 뭐라고 말하는지 알아본다)와 분석의 (예, 수집된 정보들에 대해서 서로 유사점과 차이점을 비교해 본다)와 같은 문항들로 구성되어 있다. 대안개발은 확산적 사고와 의사결정의 요소로 구분되어 있다. 확산적 사고는 자기 경험에 구속되지 않고 다양한 해결수단을 개발할 수 있는지 살펴보고(예, 일상생활에서 일어나는 여러 가지 다른 일들과 나의 문제를 연관시켜 본다), 의사 결정 시 문제해결 방안의 선정기준 결정과 적용 과정(예, 여러 문제해결방법들 중에서 더 중요하다고 생각되는 우선순위를 정한다)과 같이 이루어져 있다. 계획/실행 요소는 해결할 과제의 우선순위를 결정하기 위하여 (예, 당면한 문제해결을 위해서 먼저 해야 할 것과 나중에 해도 되는 것을 구분한다)와 같은 기획력과 최소한의 성공 가능성에 대한 선택을 위해 (예, 결과가 어떠할지 정확하게 알 수 없지만, 성공할 가능성이 있으면 실제로 해본다)와 같은 실행과 모험 감수로 구성되어 있다. 마지막으로 수행평가는 평가와 피드백으로 구분된다. 평가는 (예, 처음 해결하려고 한 문제가 해결되었는지의 여부를 확인해 본다)의 문항과 같이 문제해결 목표의 달성여부를 평가하려 한다. 피드백은 문제 해결 결과에 대해 비판적인 의견 청취/수용을 위하여 (예, 문제를 좀 더 잘 해결할 수 있는 방안이 무엇인지를 다른 사람과 토의한다)와 같은 문항으로 구성되어 있다. 문제해결능력 검사도구의 신뢰도(Cronbach's α)는 0.909이다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

<표 Ⅲ-4> 문제해결능력 검사도구 (이석재, 2003)

능력 요소	하위 요소	행동 지표	문항 번호
문제 명료화	문제인식	현재 모습과 미래 모습 간의 차이 이해	1
		문제해결의 결과와 영향에 대한 예측	2, 3
		문제 확인 및 인식	4, 5
원인 분석	정보수집	문제 상황과 유사한 사건, 정보 등의 수집	6
		선택적 자료 수집	7, 9
		자료 수집의 방법	8, 10
	분석	수집된 자료의 분류 및 비교	11, 14, 15
		문제와 관련이 있는 정보들의 인과관계 분석	12
		문제의 분석 기준 설정	13
대안 개발	확산적 사고	다양한 의견의 수렴을 통한 시각의 확대	16
		자기 경험에 구속되지 않고 다양한 해결수단 개발	17
		새로운 생각과 접근을 통한 문제 인식	18, 19, 20
	의사결정	문제해결 방안의 선정기준 결정과 적용	21, 23
		문제해결 방안들의 장단점 이해	22
		문제해결이나 목표달성을 위한 최선의 방법 선택	24
		문제해결을 위한 노력과 얻는 것의 크기 비교	25
계획/ 실행	기획력	해결할 과제의 우선순위 설정	26, 30
		단계별 목표 및 추진 기간의 설정	27
		자원의 효과적 활용과 대비책 마련	28, 29
	실행과 모험감수	문제해결을 지속적으로 추진	31
		새로운 절차나 방식으로 문제해결 시도	32
		실패에 대한 가치부여	33, 35
		최소한의 성공 가능성에 대한 선택	34
수행 평가	평가	문제해결의 개선방안 찾기	36
		객관적인 기준을 선택하여 적용	37, 38, 39
		문제해결 목표의 달성여부 평가	40
	피드백	향후 문제해결을 위한 보다 나은 개선방안 찾기	41
		문제해결 결과에 대해 비판적인 의견 청취/수용	42, 43, 45
		충고 수용을 통한 자신의 행동 수정	44

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

다. 사후 질문지

STEAM 프로그램을 적용 후, 예비 과학교사들을 대상으로 STEAM 프로그램에 대한 느낀 점을 살펴보기 위해 윤성희(2014)가 개발한 반 구조화된 사후 면담 질문지를 수정 보완하여 사용하였다. 사후 질문지는 총 9문항으로 4가지의 하위 요소로 구성되어 있다. 4가지 하위 요소는 STEAM 교육 프로그램 활동의 각 단계에 따라 상황제시(1문항), 창의적설계(3문항), 감성적체험(4문항), 새로운 문제 도전(1문항)으로 구성되어 있다. <표 Ⅲ-5>와 같이 중심 질문과 보조 질문을 사용하여 활동 시 수행하며 겪은 상황들에 대하여 살펴보았다.

<표 Ⅲ-5> 사후 질문지 (윤성희, 2014)

	범 주	중심 질문	보조 질문
1	상황 제시	문제 해결의 필요성을 느끼며 자연스러운 융합이 이루어지도록 호기심을 유발하였는가?	그렇다면, 어떤 점이 호기심을 유발하였는가?
2	창의적 설계	STEAM 활동을 하면서 가장 고민을 많이 한 부분은?	왜 고민을 많이 하였는가?
3		주어진 문제에 대한 구체적인 해결방안이 어떻게 제시되었는가?	문제 해결 중 의사소통은 원활하였는가? (충돌되는 의견은 어떻게 해결하였는가?)
4		아이디어 책안점은 무엇인가?	여러 다른 의견 중 최종 아이디어는 어떻게 선택되었는가?
5	감성적 체험	STEAM 활동 시작 전 본인의 기분은 어떠하였는가?	왜 그런 기분이 들었는가?
6		STEAM 활동에 쉽게 몰입할 수 있었는가?	몰입할 수 있었던 이유는 무엇인가?
7		STEAM 활동을 마친 후 느낌은?	계속 이런 활동을 하고 싶은가?
8		어떤 STEAM 활동이 가장 기분을 좋게 만들었는가?	기분이 좋았던 이유는 무엇이라고 생각하는가?
9	새로운 문제에 대한 도전	경험한 STEAM 활동 이외의 여러 상황에 대해서도 문제해결을 할 수 있는가?	어떻게 해결할 것인가?

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

Ⅳ. 연구 결과 및 논의

1. STEAM 프로그램이 의사소통능력에 미치는 영향

예비 과학교사들은 의사소통능력에 대한 검사 결과, STEAM 수업 후 의사소통의 능력이 유의미하게 향상되었다(p<.01). 의사소통능력은 정보수집, 경청, 고정관념적 사고극복, 창의적 의사소통, 자기드러내기, 주도적 의사소통, 타인관점이해의 총 7개의 하위영역으로 구성되어있다. 상대방의 의도를 파악하기 위한 정보수집을 바탕으로 의견을 주의 깊게 청취하는 경청의 자세와 자신의 의사를 표현하는 자기드러내기, 타인의 의견을 이해하려는 모습들에 유의미한 차이를 나타냈다(p<.01). 반면에, 예비 과학교사들은 기존의 개인적인 지식과 내면화된 관념적인 사고로 인하여 창의적인 의사소통에 유의한 차이를 나타내지 않았으며, 자신의 의견을 체계적이고 명료하게 발표 및 전달하는데 어려움을 나타냈다(p>.05)<표 Ⅳ-1>.

<표 Ⅳ-1> 의사소통능력 검사결과

		사전검사		사후검사		t	df	p
		평균	표준편차	평균	표준편차			
해석능력	정보수집	28.06	2.89	29.81	2.79	-2.369	15	.032*
	경청	24.88	2.36	27.56	2.80	-3.875	15	.001**
역할수행능력	고정관념적 사고극복	28.12	4.30	27.50	4.07	0.761	15	.458
	창의적 의사소통	24.00	2.31	25.06	2.93	-1.473	15	.162
자기제시능력	자기드러내기	23.94	3.13	25.63	2.83	-2.334	15	.034*
목표설정능력	주도적 의사소통	24.31	3.59	25.06	4.12	-1.039	15	.315
메시지전환능력	타인관점이해	25.06	3.34	27.63	2.78	-3.082	15	.008**
	총점	178.38	12.99	188.25	15.06	-3.320	15	.005**

*p<.05 ; **p<.01

STEAM 프로그램을 예비 과학교사에게 적용하여 의사소통능력에 유의미함을 나타낸 결과는 초등영재 학생을 대상으로 과학 교과목의 기본 개념을 중심으로 수학, 기술, 공학, 예술의 요소가 융합된 STEAM 프로그램을 적용 후 의사소통능력을 검사 한 박애리나(2014)의 연구결과와 일치한다.

의사소통능력에 유의미한 차이가 나타난 이유는 STEAM 프로그램이 모둠 활동으로 구성되었으며 모둠 구성원 간에 의사소통이 토의와 토론 과정을 거치며 진행

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

된 결과라고 볼 수 있다. 상황제시, 창의적 설계, 감성적 체험, 평가 및 새로운 문제에 대한 도전까지 전반적인 단계에서 모둠 구성원 간의 의사소통이 이루어짐으로써 최종적인 목표에 도달하기 위해 상대방의 의견을 주의 깊게 듣고, 전달하고자 하는 의도가 무엇인지 파악하며 이해하려는 자세가 의사소통 중 필수적인 경청에 효과적이었다고 판단된다. 경청과 동시에 문제 상황에 적합한 대안을 구상하기 위하여 모둠 토의 과정에 자신의 생각 이외에도 상대방의 의견에도 공감을 표하며, 반대되거나 목표에 부합되지 않는 의견도 긍정적으로 받아들이며 타인관점을 이해하는 모습도 나타냈다. 그리고 '자동차 번호판 만들기', '층간소음 줄이기', '지진에 강한 내진설계', '간이정수기 만들기'와 같은 프로그램에 제시된 상황들이 한 번쯤 접해보았을 경험이었으며, 충분히 공감할 수 있는 내용이었다. 따라서, 문제해결에 관련하여 의견을 전달하는 과정을 비롯하여 상대방의 의도를 파악하는 데 있어서 실생활에서 경험한 개인의 내면화된 지식 및 정보가 STEAM 프로그램과 함께 주어진 자료와 접목됨으로써 해결방안을 제시하고 소통하는데 효과적이었다. 또한, 수집된 정보를 공유하고 비교, 분석하는 과정에서 상대방에게 이해를 돕고자 그림 그리기, 손짓과 몸짓과 같은 직접적인 행동의 표현이 동반되면서 자신의 의도를 모둠원에게 전달하는 데 필요한 자기드러내기가 수월했다고 보인다. 반면에, 예비 과학교사들은 기존의 고정된 지식에서 탈피하여 의사소통하는데 어려움을 나타냈다. 개인이 기존에 가지고 있던 지식에 한정되어 있어서 유동적으로 사고를 확장시키며 창의적이고 주도적인 의사소통이 일어나지 않은 것으로 판단된다.

가. 정보수집

의사소통능력의 하위 요소 중 정보수집은 상대방이 말하는 요점을 알기 위해 직접적인 대화를 포함하여 얼굴표정과 몸짓 등과 같은 비언어적인 방법을 활용하는 것과 상대방과 자신의 의견이 다를 때, 의견 차이를 보이는 점이 무엇인지를 파악하는 것을 의미한다. 4조의 층간소음 줄이기 활동 중 창의적 설계 단계에서 학생 A는 소음이 새어 나오지 못하게 빈틈을 방지하려고 그림 설명과 같은 비언어적인 표현과 의견을 제시하는데 학생 B는 이해되지 않는 부분에 대해 상대의 정확한 요점을 파악하려고 직접적인 질문을 하는 모습을 보인다. 2조의 지진에 강한 내진설계 활동 중에는 학생 A가 일본에서 사용 중인 스프링을 적용한 면진설계에 대해 설명하고 학생 B가 스프링의 활용이 지진파에 대해 견고함과 안정성을 재확인하며 의도를 확인하고 있다. 또한, 재료 선택에서도 직접적으로 볼펜 속 스프링을 가리

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

키며 비언어적인 방법을 사용하기도 했다. 3조의 번호판 만들기 활동에서는 자동차 번호판에 사용될 숫자의 조합을 도로명 주소와 같이 적용해 보자는 학생 B의 의견에 학생 A가 차이점을 나타내면서 의견 차이를 보이는 점이 무엇인지를 파악하기 위해 재차 확인하는 모습을 나타냈다. 예비 과학교사들은 상대방의 의견을 재확인하고 정확하게 이해하기 위해 직접적인 질문과 행동으로 표현함으로써 전달하고자 하는 의도를 파악하고 있다.

학생 A : 그런데 우리가 실험하려고 하는 상자에 크기가 딱 들어 맞아야 해. 공간이 생기면 안 돼. 무슨 말인지 알겠지? 공간이 있으면 세니까.
학생 B : 왜 딱 맞아야 해?
학생 A : 그림 상으로 봐봐. 여기로 공기가 새어 나오면 안되지. 공기가 새어 나오면 그게 또 소음을 전달하는데. 그 소리를 이 안에서 머금게 해야지. 스펀지를 잘라서 사용해야 된다고 해도 금방 할 수 있을 거야.
학생 B : 응~ 스펀지 자르는 건 금방 할 수 있지.

(4조 '층간소음 줄이기' 활동 중 전사 내용)

학생 A : 이게 그거야? 됐어, 그럼 그렇게 하자. 그런데 그걸 어떻게 잘 설계하느냐는 거지. 그러니까 스프링에 대한 단점을 지지하는 구조를 있는 걸로 해서.. 그런데 지지 구조를 다른 걸로 해도 되고... 그런데 우리가 생각하는 스프링이 길잖아. 그러니까 짧고 튼튼한 걸 사용해서..
학생 B : 그럼 지금 말하는 게 일본에서 했던 것처럼 스프링을 사용하면 S파와 P파에 대해서 지지도 되면서 움직임도 잡아준다는 거지.?.
학생 A : 응 다 해결된다는 거지.. 그래서 그거에 대해 스프링만 있다면 쉽게 무너지니까. 어느 정도 지지할 수 있는..
학생 B : 그렇다면 구체적으로 어떤 스프링을 사용할지 정해야 될 것 같아.. 재료 신청을 해야 하니까.. 이런 펜에 들어있는 스프링?
학생 A : 이건 너무 얇고 너무 길어.. 그렇지 않나? 될 수 있는 대로 어떤 스프링이든지 구해달라고 하는데
학생 C : 좀 촘촘하며 사이사이가 좁은 것.
학생 A : 그럼 될 수 있으면 크고 촘촘하고 두꺼운 거.. 그걸 좀 많이 한... 9개 정도가

(2조 '지진에 강한 내진설계' 활동 중 전사 내용)

학생 B : 그렇지 음.. 그 도로명 주소는 ?
학생 A : 너무 길지 않을까?
학생 B : 아니 그 주소를 넣자는 게 아니라. 집 주소만 보아도.. 1176 – 이런 식으로 바뀌었는데..
학생 A : 주소같은 의미로 적자는 거야?
학생 B : 앞서 본 뺑소니 사건도 안보인 거잖아. 이렇게 해서라도 소재를 파악하는 것도 나쁘지 않을 것 같아. 어디에 살고 있는지 그런 걸 파악한다면.. 색깔도 문제이지만 소재 파악도 중요할 것 같아. 우선 차종을 써야 하는 이유가, 이 자동차가 어떤 용도로 사용이 되었는지는 법적으로 중요할 것 같아.

(3조 '번호판 만들기' 활동 중 전사 내용)

나. 경청

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

경청은 상대방의 의견을 들으면서 고개를 끄덕이거나 이해하고 있다는 표현을 나타내고, 상대방의 말을 요약하여 되풀이함으로써 주요 의미를 확인하고 이해하면서 대화를 전개해 나가는 것을 의미한다. 2조의 번호판 만들기 활동에서는 숫자로 구성된 기존의 번호판에 한글을 적용시켜 재구성하자는 의견에 모둠원들이 긍정적인 반응을 나타내며 의견에 집중하고 있는 모습을 보였다. 지진에 강한 내진설계 활동 중 1조의 대화 내용에서는 지진에 적합한 구조를 설계하기 위해 스티로폼의 활용에 대해 언급하고 모둠 구성원이 주요 의미를 요약하고 되풀이하며 소통 간에 경청을 나타냈다. 3조의 간이정수기 만들기 활동에서도 제작과정에서 발생할 문제를 미리 예측하는 의견에 동의를 표하며 대화에 집중하고 이해하고 있는 모습을 살펴볼 수 있었다. 예비 과학교사들은 모둠원이 의견을 제시할 때 원활한 대화가 이루어지도록 발표자에게 시선을 고정시키며 주의 깊게 듣고 의도를 이해하고 있음을 보이며 경청하였다.

학생 C : 아니면 숫자 대신 '승용', '승합'...
학생 A : 오~ 그건 괜찮을 것 같아. 굳이 숫자로 표시해야 할 이유가 없잖아. 어차피 두 개의 숫자로 되어 있는 거 같은 숫자의 글자로 바꾸는 것도 괜찮겠어.
학생 D : 맞아 맞아.
학생 A : 글씨로 하자!

(2조 '번호판 만들기' 활동 중 전사 내용)

학생 B : 우리가 눌러서 압축시켜 사용해.
학생 A ; 응 탄성력이 있으며 지지할 수 있는,,, 그런데 지지할 수 있는 것도 잘 생각해야 되는 게 우리가 면진구조 도식화된 것을 보면 불안해 보였잖아. 그래서 여러 개를 세워서 물량으로 보완하자니 스티로폼 아래 또 하나의 스티로폼 바닥을 설치해야 되나?
학생 C : 그러니까 맨 아래에 면진구조처럼 스티로폼을 설치해야 된다는 거지?
학생 B : 응 스티로폼 한 개를 더 사용해야지.

(1조 '지진에 강한 내진설계' 활동 중 전사 내용)

학생 C : 아니지 다른 조에서는 한 페트병에 재료를 넣었을 수도 있잖아.. 우리 탈지면은 몇 개나 사용해?
학생 B : 페트병에 재료가 얼마나 들어가는지에 따라서 다르겠지. 탈지면 크기가 A4 용지 절반 정도 됐었는데 우리가 생각한 물병이라면 1/3 정도만 사용해도 되겠지. 물이 한 컵 정도라면 빠져나가는 게 얼마 없을 것 같은데..
학생 A : 응 빠져나가는 게 정말 없을 것 같아.

(3조 '간이정수기 만들기' 활동 중 전사 내용)

다. 고정관념적 사고극복

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

고정 관념적 사고극복은 개개인의 지식수준 차이에 따라 대부분 자신의 생각이 옳다고 판단하여 다른 사람의 생각을 흘려듣거나 권위나 전문성에 자기편견을 드러내는 것을 의미한다. 1조의 지진에 강한 내진설계를 하는 중 나무젓가락의 배열을 정하는 데 있어서 재료의 필요성을 제기한 모둠원들의 질문 및 의사에도 학생 A는 사선 방향의 지지대 사용을 제외하자는 의견을 주장하는 모습을 나타냈다. 간이정수기 만들기 활동에서 3조 학생 B는 정수기의 통로를 줄이면 벽면을 타고 흘러가면서 정수되지 않는 물을 최소화할 수 있게 되고 정수의 효과가 높을 것이라는 의견을 내세우며 자신의 생각이 옳다고 판단하였다. 2조의 층간소음 줄이기에서는 수수깡을 고정시키는 재료선택에 있어서 이쑤시개와 핀 중에서 핀의 적합성을 제시하며 차이점을 보이는 의견에 자기편견을 드러내는 모습을 보였다.

학생 B : 그럼 나무젓가락 배열은 구조를 어떻게 할 거야?
학생 A : 응. 배열도.. 배열도 필요하겠네. 그런데 나무젓가락의 길이가 다 일정하잖아. 그런데 대각선으로 두는 건 길이가 더 길어야 하잖아. 어떻게 해야 될까?
학생 C : 여기에 세우는 건 우리가 조금 잘라서 사용해도 될 거고..
학생 A : 아니야. 이미 정해져 있는데? 더 길어야지. 그래서 이 2개를 잇는 방법이 있는 데 이어서 사용하면 더 불안전한 구조가 될 수도 있고 오히려 그걸 더 이용할 수도 있을 거야.
학생 C : 그런데 우리 스프링을 장착하게 되면 스프링 길이도 추가시켜야 될 거 아니야..
학생 A : 그러기엔 스프링이 길어봤자. 아무런 의미가 없을 것 같아. 그렇게 큰 차이가 나지 않아 스프링은. 배열.... 대각선을 하고 싶어도 못하겠네.
학생 B : 그런데 대각선이 필요한 거 아니야?
학생 A : 필요하다고 생각해?
학생 B : 그렇다고 대각선을 하지 않는다면 기둥만 세우자는 거야?
학생 A : 아니라면 대각선이 아니더라도 다른 방법도 많이 있겠지.

(1조 '지진에 강한 내진설계' 활동 중 전사 내용)

학생 B : 네.. 모래부터 필요하지 않을까 싶어요. 그리고 한번 순환을 시킬 때 큰자갈, 작은자갈, 큰자갈, 작은자갈 등을 번갈아 놓으면서 여러 번 거치게 하면 되지 않을까요?
학생 A : 그렇다면 하나하나의 층이 좁아서.. 조금씩 여러 번을 거치긴 할 텐데,,
학생 B : 넓은 통에 하게 된다면 일부분에 한번밖에 여과되지 않을 거에요. 그런데 단면적을 좁게 하는대신 여러번을 하면 더 효과적일 텐데..
학생 A : 그런데 여과를 한번만 시킬 것도 아니고 하면 할수록 효과가 떨어질 텐데.
학생 B : 효과가 떨어지다니요?
학생 A : 한번 지나간 자리에 3번의 실험을 하게 되면 같은 자리를 또 지나가면서 효과가 떨어질 것 같아.
학생 C : 점점 기능이 떨어지겠지.
학생 B : 여기서 우리가 미처 잡아내지 못하고 벽면을 타고 흘러내리는 물. 그리고 크기가 대 중 소잖아요. 사이사이에 거름종이를 사용할 생각이에요. 그리고 아무리 설계를 잘 한다고 그래도 사이 공간이 조금씩 남아요.. 그래서 저는 여러 번 잡는 게 낫지 않을까 생각한 거죠. 만약에 물 100을 흘려보냈을 때 벽면을 타고 지나가는 게 10

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

이고 90은 걸러지는데 10은 걸러지지 않으니까..

(3조 '간이정수기 만들기' 활동 중 전사 내용)

학생 B : 그래 몇 개 안되니까 이쑤시개에 수수깡을 끼워서 세우면 되겠다.
학생 A : 스펀지를 가지고 실험을 지금 직접 해봤으면 좋겠다. 그런데 이쑤시개가 아니라 핀을 사용해야 하지 않을까?
학생 B : 핀?
학생 A : 핀이 더 괜찮을 것 같은 게.. 수수깡을 1cm로 세워 그리고 핀을 꽂아 핀은 스펀지에 잘 꽂히잖아. 그런데 이쑤시개는 두꺼워서 스펀지에 들어가기도 힘들잖아.
학생 B : 그런데 난 이쑤시개가 더 두꺼워서 고정이 잘 될 거라고 생각했는데. 아니야?
학생 A : 그런데 우리는 여기에 공간을 띄우기 위한 거잖아. 중요한 건 수수깡에 이쑤시개가 잘 들어가느냐 하는 거야. 그러니까 핀이 더 좋을 것 같아. 그리고 모서리는 찰흙을 이용하는 거야

(2조 '층간소음 줄이기' 활동 중 전사 내용)

라. 창의적 의사소통

창의적 의사소통은 하나의 관점에서 생각하는 것을 벗어나 여러 관점에서 이야기 주제를 생각하고 토의와 토론 과정 시 자신과 다른 가치관을 가지고 있더라도 상대방의 주의주장을 비판하기보다 귀담아들으며 이해하려고 노력하는 것을 의미한다. 번호판을 제작하는 중 3조에서는 번호판의 구성요소를 설정하는데 자동차를 계약하는 날짜를 포함하자는 의견에 차이점을 보이면서도 비판하기보다 이해하며 배려하려는 모습을 보였다. 반면에, 1조에서는 학생 C가 제시한 의견에 다른 의견을 직접적으로 보이고 있다.

학생 B : 차주가 자동차를 계약하는 시점은 어때?
학생 C : 그건 겹치니까..
학생 A : 응 그것도 괜찮긴 한데 겹치니까.. 그런데 내 생각에는 순서는 중요하지 않은 것 같아. 자동차가 출하된 순서..
학생 C : 궁금한 게 있는데 우리 주민등록번호에서 뒷자리가 겹치는 경우는 없지?
학생 B : 그렇지. 그런 경우는 없지.
학생 C : 주민등록 뒷번호가 총 7 숫자이잖아. 그중에 앞 3글자가 남자인지 여자인지에 따라 1번, 2번으로 나뉘는 방식에 따라 뒷 숫자를 결정하듯이 이 방법을 사용하는 건 어때? 그러면 겹칠 일이 없지 않을까?

(3조 '번호판 만들기' 활동 중 전사 내용)

학생 C : 그런 건 사용하지 않으면 되지. '0'부터 '9'까지 숫자가 총 10개잖아. 그것처럼 알파벳 10개를 고른 다음에 숫자 3개와 알파벳 한 개를 합쳐 번호를 만든다면 숫자 4개보다 더 쉽게 기억되지 않을까?
학생 A : 그건 아닐 것 같아.
학생 D : 절대 아닐 것 같아.
학생 A : 우선 이렇게 하는 걸로 하고, 나중에 수정을 하면 되는 거니까.
학생 B : 일단 필요한 부분은 정리하고 난 후에 아이디어를 내보자.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

(1조 '번호판 만들기' 활동 중 전사 내용)

마. 자기드러내기

자기드러내기는 이해하기 힘들고 잘 모르는 것에 대해서 타인에게 불편을 줄 수 있더라도 자신이 생각하는 바를 있는 그대로 상대방에게 전달함으로써 자신의 의사와 선호도를 비교적 분명하게 밝히는 것을 의미한다. 예비 과학교사들은 전체적인 활동 중에 발생하는 대화에서 '잘 모르겠다', '이해하기 힘들다', '나는 마음에 든다'와 같이 자신의 의사를 명확하게 전달하며 표현하는 모습을 보였다.

학생 A : 그럼 글자 수는 7글자로?
학생 B : 꼭 전남이라고 2글자 안 해도 되지..
학생 A : 무슨 말인지 잘 모르겠어요.
학생 C : 차량번호는 4개로 그대로 하고..
학생 B : 다 그대로인데 가운데 글자를 쓰고
학생 A : 한글?
학생 B : 응 한글로 사용해도 상관없고, 아니라면 그걸 나타내는 가,나,다 이렇게 해도 상관없고. 어차피 우리가 보고 만약 신고할 목적이라면 자동차 번호판에 '가'를 보았다고 말했을 때, 충분히 알아볼 수 있는 거잖아. 이해됐어?

(1조 '번호판 만들기' 활동 중 전사 내용)

학생 B : 그렇다면 고무줄을 나무 사이사이를 묶는다면.. 엮는 방법을 사용하면 될 것 같아. 유동성 있게..
학생 C : 그렇게 할 수도 있고 아니라면 나무젓가락 사이에 고무줄을 넣어 모양을 만든다면..
학생 A : 난 무슨 말인지 이해하지 못했어.
학생 C : 여기에 고무줄을 끼운다면 움직이지 않을까?
학생 A : 음.. 그렇다면 고무줄끼리 서로 잡아당기는 힘은 있겠지만 반대되는 힘은 없을 것 같아.. 구조물을 세울 수 있는 힘이 있어야지. 내가 생각한 건 아까 우리가 흔들리는 것만 생각했었잖아. 그렇다면 흔들림에 지지할 수 있는 것도 필요해. 내가 방금 생각했던 건 스티로폼이었는데 스티로폼을 사용하기엔 뽑힐 것 같아. 지지해야 하는 부분도 생각해야 될 것 같아. 유동성도 좋은데 지지하는 거에도..

(3조 '지진에 강한 내진설계' 활동 중 전사 내용)

학생 A : 응 그거.. 꽃도 잘 지탱해줄뿐더러.. 찔러보진 않았지만 눌러보긴 했거든 그랬더니 완전 딱딱하더라고 우선 그걸 염두에 두고.. 또 다른 게 있나? 크게 먼저 생각하자면 흔들리는 부분과 지지하는 부분을 생각했었잖아. 그런데 아까 봤듯이 바닥 부분이 달랐어. 바닥구조도 그냥 있는 것 보다 바닥에서 무엇인가를...음 면진구조처럼 유동성 있는 바닥구조를 만들어 보면 거기에서 먼저 해결되고 윗부분은 우리가 생각했던 부분으로 부가적으로 해결하면 될 것 같아. 그렇다면 맨 아랫부분은 어떻게 할까?
학생 C : 난 면진구조는 조금 지지를 못 할 것 같다는 생각이 들어. 아까 3가지의 구조를 다 보여줬는데 3개 중에선 오히려 못 미더웠어.
학생 A : 그렇지만 우리는 그렇게 생각하는데 도식화된 걸 봐서 그렇지 많을 수도 있잖아. 그리고 보통 본다면 1번부터 3번까지가 발달 순서이잖아. 그게 아니더라도 생각해

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

볼 만한 가치가 있기 때문에 설명이 되어 있겠지.. 그래서 그걸 똑같이 따라 하기보단 그거에 의의를 두는 거지,, 기둥이 아니더라도 직접적으로 전달이 덜 되도록 그런 부분을 생각해 보자.

(2조 '지진에 강한 내진설계' 활동 중 전사 내용)

학생 A : 그래서 반사판도 필요하다는 거야. 그럼 은색 색종이 같은, 반짝거리는 종이
학생 B : 색종이 중에 금색 은색과 같은 색종이가 있지 않아? 나는 남색계통의 그런 재질을 사용하면 좋겠어.
학생 C : 바탕이 반짝거리는 거?
학생 B : 흰색 바탕에 남색 글씨.
학생 A : 그럼 하드보드지가 흰색 한 장, 남색 한 장이 필요 한거구나. 은색 색종이와 반짝거리는 색종이들, 풀, 가위, 칼 정도만 있으면 될 것 같아.

(1조 '번호판 만들기' 활동 중 전사 내용)

바. 주도적 의사소통

주도적 의사소통은 자신이 준비한 보고서와 결과물에 대한 의견을 주저하지 않고 계획적이며 명료하게 발표함으로써 타인에게 자신의 주장을 적극적으로 전달하는 것이다. 예비 과학교사들은 개인의 생각과 감정을 표현하며 자신을 드러내는 데는 자유로웠으나 주장을 내세우며 의견을 제시하는데 어려움을 나타냈다. 3조의 번호판 만들기 활동에서 학생 B는 자신이 제시하고자 하는 의견을 모둠원에게 전달하기 이전에 자신감이 부족한 모습을 나타냈다. 또한, 2조의 간이정수기 만들기 활동에서는 학생 C가 여과지를 활용할 단계를 설정하는 중 앞선 모둠원의 의견제시에 본인의 의견을 내세우지 못하고 주저하는 모습을 보였다.

학생 B : 아니면 이건 어때? 숫자로만 번호판을 만들되 6자리로 좁히는 거지.. 아~ 그렇게 되더라도 같은 의미가 되겠구나.. 잘못 생각했네.. 이 번호판을 만들 때 얼마나 똑똑한 사람들이 만들었겠어. 다 이유가 있었겠지. 창의적이고 싶었는데 어렵구나.
학생 D : 번호가 4자리인 이유가 있겠지~
학생 A : 아니 그럼 우리가 왜 지금 이렇게 새로 만들어 보려고 하고 있겠니.
학생 D : 분명 문제가 있으니까 색깔도 바꾸고 번호판의 조합을 바꿔보려고 하는 거지.

(3조 '번호판 만들기' 활동 중 전사 내용)

학생 C : 여과지를 사용하면 너무 오래 걸리지 않을까?
학생 B : 아니 초반에만 사용하자. 왜냐하면, 첫 과정이 여과니까.. 아니라면 혹시나 마지막 과정에 불순물이 나온다고 생각되면.. 모래나 숯 단계를 거치고 나서 마지막에 여과지를 또 사용해도 되겠지. 처음과 끝에만..
학생 C : 중간에 여과지를 넣는 게 낫지 않아?
학생 B : 왜?
학생 C : 나만 그렇게 생각했네.
학생 A : 아니야 말해봐~
학생 C : 중간에서 뭔가 큰 이물질을 걸러냈을 거 아냐.. 구상한 것만 보아도 큰 걸 거르고

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

중간물질을 거르며 미세하게 통과시킬 거잖아. 그러니까. 중간물질을 잡아내기엔 여과지가 더 괜찮지 않을까? 미세함을 잡기 위해서. 그래서 중간에 넣으면 좋겠어.

(2조 '간이정수기 만들기' 활동 중 전사 내용)

사. 타인관점 이해

타인관점 이해는 소통과정에서 자신이 언급한 내용에 대해 어떻게 생각하는지 상대방의 입장에서 생각하면서 대화를 이어나가고 상대방의 감정을 배려하고 있음을 말이나 몸짓으로 표현함으로써 이해하고 있음을 나타내는 것을 의미한다. 예비 과학교사들은 상대의 의견에 동감을 표하며 창의적인 발상에 격려하는 모습까지도 보였다.

학생 B : 동그란 고무줄이지? 그렇다면 그걸 잘라서 사용해도 되잖아.
학생 A : 오~ 고무줄을 끊을 수도 있구나. 그 생각은 못 했었는데. 똑똑하네..
학생 B : 그럼 우물자로 하고 고무줄로 연결시키면 되겠네..
학생 A : 그런데 제진구조를 다시 생각해 본다면 층간 구조를 단단히 하는 것 같아.

(4조 '지진에 강한 내진설계' 활동 중 전사 내용)

학생 B : 응 그렇긴 한데 공기가 가장 소리 전달을 잘 시키지 못했는데 공기를 사용하지 않고 여기에 무엇을 채우는지 갑자기 궁금해졌어.
학생 A : 내 생각은 그렇거든. 공기를 사용하고자 계란판만 이용한다면 계란판의 재질 때문에 소리에너지를 흡수할 것 같은데 이것만 있을 땐 소리가 튕겨서 울릴 것 같아.
학생 B : 아~ 그럴 수도 있겠다.
학생 A : 그래서 그 소리를 최대한 굴절시켜서 밖으로 내보내고 진동에너지로 바꿔서 옆으로 퍼지게끔 하자는 거지..

(3조 '층간소음 줄이기' 활동 중 전사 내용)

학생 A : 나는 생각해 본 게.. 페트병에 뚜껑이 있잖아. 그 뚜껑을 버릴 이유가 없지 않을까? 송곳으로 뚫어서 탈지면을 대도 되지 않을까..
학생 B : 오~ 물이 정수되는 시간의 제한은 없다고 했으니까..
학생 C : 천천히 흘러가겠네..
학생 A : 응 뚜껑 안쪽에 탈지면을 대고.. 송곳을 이용해서 구멍을 여러 개 뚫으면 될 거야. 그리고 각 단계마다 이런 방법을 거치다 보면 마지막 단계에서는 정수된 물이 나올 거야.
학생 B : 정말 좋은 아이디어다.

(1조 '간이정수기 만들기' 활동 중 전사 내용)

2. STEAM 프로그램이 문제해결능력에 미치는 영향

예비 과학교사들은 STEAM 프로그램 활동 후 문제해결능력이 통계적으로 유의

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

미하게 상승하였다(p<.01). 문제해결능력은 총 9개의 하위 영역으로 문제인식, 정보수집, 분석, 확산적 사고, 의사결정, 기획력, 실행과 모험감수, 평가, 피드백으로 구성되어 있다. 문제 상황을 인식 후 발생한 문제 상황에 주안점을 뚜렷하게 내세우며 장·단점을 분석하고 확산적인 사고를 바탕으로 다양한 의견을 수렴하여 결정하는 과정들이 향상됨을 나타냈다. 또한, 문제를 해결하기 위해 절차에 맞는 계획을 수립하여 실행함으로써 피드백을 주고받는 과정에도 효과가 있었다. 그러나 예비 과학교사들은 문제 해결을 위해 필요한 정보를 수집하고 마지막으로 평가하는 단계에서 유의미한 향상을 나타내지 않았다<표 Ⅳ-2>.

<표 Ⅳ-2> 문제해결능력 검사결과

		사전검사		사후검사		t	df	p
		평균	표준편차	평균	표준편차			
문제명료화	문제인식	18.19	2.64	20.50	2.22	-3.788	15	.002**
원인분석	정보수집	16.00	2.97	16.63	3.44	-0.620	15	.544
	분석	18.38	1.89	19.44	2.39	-2.262	15	.039*
대안개발	확산적 사고	17.13	1.63	20.81	3.31	-5.272	15	.000**
	의사결정	18.56	2.58	20.19	1.83	-3.058	15	.008**
계획/실행	기획력	16.00	3.16	18.44	3.83	-2.863	15	.012*
	실행과 모험감수	18.19	2.71	19.88	3.65	-2.648	15	.018*
수행평가	평가	18.56	2.82	19.56	4.00	-1.282	15	.219
	피드백	20.00	2.58	21.81	2.46	-2.859	15	.012*
	총점	161.00	13.74	177.25	17.92	-4.403	15	.000**

*p<.05 ; **p<.01

STEAM 프로그램이 문제해결능력의 유의미한 향상을 나타낸 결과는 초등학교 5학년을 대상으로 생물 사이의 에너지 흐름을 주제로 STEAM 프로그램을 제작 후 적용하여 창의적 문제해결력이 향상되었다는 양지혜와 홍승호의(2014) 연구와 일치한다. 또한 과학기반 STEAM 프로그램을 초등학교 영재학급에 적용하여 소리를 보는 장치를 설계하는 활동을 통해 과학 창의적 문제해결력이 향상되었다는 김권숙과 최선영(2012)의 연구, STEAM 수업이 수학영재의 수학 창의성 문제해결력과 창의적 태도에 미치는 효과를 살펴본 이명숙, 김미숙, 문은식(2013)의 연구와도 일치한다. T-STEAM 활동중심모형에 따라 초등학교 6학년의 실과 과목을 PDIE 모형을 적용하여 재구성한 후 STEAM 영역의 지식, 사고기능, 기술의 이해 및 숙달

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

여부, 확산적 사고, 비판적·논리적 사고, 동기적 요소로 구성된 창의적 문제해결력에도 유의미함을 나타낸 조보람과 이정민(2014)의 연구와도 맥을 같이 한다.

본 연구에서도 예비 과학교사들은 STEAM 프로그램 활동을 통해 문제해결력에 효과가 있음을 나타냈다. 예비교사들은 상황제시에 주어진 다양한 사례를 바탕으로 문제 상황을 접하며 구체적인 목표를 세웠다. 자동차 번호판 만들기 활동에서 '크림빵 뺑소니' 사건을 통해 현재 번호판의 단점을 인식 후에 개선하려는 목표를 세웠으며, 층간소음 줄이기 활동에서 현대인들이 아파트에 거주하며 접해봤을 위층의 소음에 대해 해결방안을 모색하였다. 지진에 강한 내진설계 활동 중에는 네팔 카트만두에서 발생한 강진에 의해 건축물의 붕괴 동영상을 시청 후 내진설계의 필요성을 인식하였으며, 간이정수기 만들기 활동을 통해 아프리카에서 물 부족으로 정수되지 않은 물을 마셨을 때 기생충의 감염 위험성을 인식 후 정수의 필요성을 명확히 인식함으로써 이상적인 목표를 확인하고 문제를 명료화하는 문제 인식에 효과적임을 나타냈다. 그리고 구체적인 목표설정 후 목표에 부합하도록 문제 해결을 위해 대안을 마련하는 과정에서 제시된 다양한 의견에 장·단점을 비교하면서 분석하는데도 변화가 있음을 나타냈다. 예비교사들의 내면화된 개인의 지식을 문제해결에 적용시킴으로써 사고가 확장되었으며, 감성적 체험 단계에서 산출물을 제작하는 과정에 필요한 재료와 도구들을 활용하는 데 필요한 수단과 방법들을 토의하는 과정에 확산적인 사고가 발생한 것으로 판단된다. 예비 과학교사들은 모둠별 활동에서 창의적 설계를 위하여 다양한 아이디어를 제시하였으며, 비현실적이고 근거가 없이 제시된 다양한 의견에도 순서 없이 기록한 후, 추가 보완하는 과정이 피드백과 의사결정에 변화를 나타낸 것으로 보인다. 또한, 모둠원 중 가장 리더십을 발휘 할 수 있으며 자신감을 가진 예비 과학교사가 모둠장이 되어 토의를 진행하였으며 자신과 모둠 구성원의 역할을 분담함으로써 효율적인 시간 분배와 역할 수행 및 실행하는 기획력, 실행과 모험 감수 요인에 변화를 나타낸 것으로 사료된다.

반면에, 예비 과학교사들의 창의적 발상을 유도하려고 스마트폰과 컴퓨터 및 태블릿 PC 사용을 제한함으로써 인터넷 활용한 정보수집이 불가능하여 문제 해결에 필요한 정보수집의 효과가 나타나지 않은 것으로 분석된다. 또한, 체계적인 기준으로 평가 방법과 평가 요소를 세웠음에도 실제로 모둠별 문제해결 목표가 상이하여 다양한 산출물이 발생함으로써 평가 요인에 효과가 나타나지 않은 것으로 판단된다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

가. 문제인식

문제인식은 문제 해결의 결과와 영향에 대한 예측을 통해 현재의 모습과 미래의 모습 간의 차이를 이해하며 해결해야 할 문제의 핵심이 무엇인지 확인하는 것을 의미한다. 2조의 간이정수기 만들기 활동에서 학생 A는 정수기의 크기를 최소화하여 제작하자고 언급하며 문제의 핵심을 실제 생활에서도 사용할 수 있도록 실용성에 대해 나타냈다. 번호판 만들기 활동 중 1조에서는 제기된 상황에서 문제인식을 위해 직접적인 목표를 세우고 결과에 따른 직접적인 결과와 미치는 영향에 대해 예상하였다. 4조에서는 현재와 미래의 모습 간의 차이를 구분함으로써 번호판의 구성 내용보다 디자인 변경에 목표를 설정하여 문제를 명료화시켰고 해결 방향을 설정하는 모습을 보였다.

학생 A : 그건 아니고 우선 페트병 사이를 어떻게 연결할 것인지... 이런 방식으로 끼우는 게 훨씬 더 면적도 줄어들고 정수기라는 게 큰 것만이 다가 아니라 실용성 있고 자리를 덜 차지하는 면이 있어야 중요하잖아요. 가정집에서도 사용할 때..
학생 B : 우선 구조적으로 말한 거잖아. 일단 3가지 여과, 흡착, 살균 이었는데..
학생 C : 그런데 내 생각에는 끼워서 연결시키는 것보다 그 전에 넓은 쪽을 아래로 향하게 하는 게 더 괜찮다고 생각한 게.. 빈공간이 생기면 거기로 불순물이 들어갈 수 있잖아. 만약 물이 좁은 입구를 통해 나오게 되면 한 부분으로만 좁게 흐르게 될 거고 그렇다면 불순물도 많이 걸러지지 않을 것 같아서.

(2조 '간이정수기 만들기' 활동 중 전사 내용)

학생 B : 우리 우선 목적을 정해보자.
학생 C : 차 번호판을 보고 우리가 얻어갈 수 있는 게 무엇이 있는지..
학생 B : 우리의 목적 말고, 나라의 목적은 원래 그랬던 것처럼 비사업용, 사업용, 가정용 이런 것처럼,, 우리의 목적은 무엇으로 잡아야 할까? 우리의 목적. 사고가 났을 때 정의로운 심판을 받기 위해 시인성을 높이는 것일 수도 있고..다른 아이디어 있을까?
학생 A : 사고가 났을 때나 뺑소니가 일어나서 목격했을 때 그 번호판을 보고 신분을 알았으면

(1조 '번호판 만들기' 활동 중 전사 내용)

학생 B : 그런데 이게 국가의 법으로서 정해져 있잖아. 그러니까 숫자의 조합은 그대로 두어도 나쁘지 않을 것 같아. 만약 같은 날에 같이 출하된 차량이 있는데 차종만 달라, 그런데 같은 승용차야, 그리고 둘 다 광주에 살아, 그럼 광주 다 2015가 똑같이 되는 거잖아. 그러니까 그냥 뒷부분은 건들지 않아도 상관 없을 것 같아.
학생 C : 그럼 결국 디자인에 따라..
학생 A : 그렇다면 디자인과 색깔을 어떻게 조절 하느냐는 거지. 그런데 나는 지금 현재 사용 중인 번호판이 괜찮은 것 같아. 눈에도 잘 띄고.. 굳이 보색을 따져서 다른 색깔을 넣어도 비가 올 때면 안보이는 건 마찬가지야. 그러니까 내 생각에는 지금 상태에서 흰색바탕에 검정색 글씨를 쓰고 그 옆 테두리를 조금 반사판이 될 수 있는 은색을 사용하자는 거지.
학생 C : 거기에다가 몇몇 기능을 추가시키면 되겠다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

(4조 '번호판 만들기' 활동 중 전사 내용)

나. 정보수집

정보수집은 제기된 문제 상황과 유사한 사건 또는 정보 등의 자료를 선택적으로 수집하는 것이며, 문제 해결을 위한 자료 수집 방법에 있어서 정보의 탐색과 검색 방법, 정보의 활용 정도 등을 의미한다. 예비 과학교사들에게 적용된 STEAM 프로그램은 문제를 제기하는 상황제시 단계에서 문제 해결에 관련된 다양한 이론과 원리 등을 포함하는 자료와 정보를 제공하고 설명해 주었음에도 정보수집에 있어서 어려움을 나타냈다. 간이정수기 활동에서는 여과, 흡착, 살균과 같은 정수의 3요소와 실생활에 사용 중인 정수기 필터를 보여주며 여과의 크기와 효과를 설명하였음에도 2조의 학생 B는 주어진 재료의 역할을 이해하지 못하며 재료 선택에 정보 활용의 어려움을 겪고 있다. 층간소음 줄이기 활동에서는 소리의 3요소를 설명하며 소리의 세기는 진폭에 따라 결정되고, 높낮이는 진동수, 맵시는 파형과 연관이 되어 있는 자료를 제공하였다. 그리고 우주에서는 소리를 전달할 수 있는 매질이 없어서 소리 전달이 원활하지 못한다는 예를 들면서 매질의 중요성과 매질의 고체, 액체, 기체 상태에 따라 소리의 전달력이 달라짐을 알려주었음에도 문제 해결을 위한 정보를 활용하는 데 있어서 어려움을 나타냈다. 번호판 만들기 활동에서는 색의 속성에서 색상, 명도, 채도에 대해서 색의 대비표와 다양한 사례 등을 보여주며 자료를 제공하였음에도 불구하고 자료의 적용과 활용 방법에 있어서 차이점을 구분하는데 수월하지 못하였다.

학생 C : 그렇다면 자갈을 사용하고 굳이 모래를 사용할 필요는 없잖아.
학생 B : 그렇지 꼭 사용해야 되는 건 아니지.
학생 C : 항상 이렇게 내려올 때 큰 이물질을 잡고 다음 중간거,, 작은 이물질을 잡아주니까 자갈을 크기별로 넣어도 되지 않을까?
학생 B : 그렇다면 모래를 사용하지 말자는 의견이지?
학생 C : 굳이 넣을 이유가 없으면 나는 사용하지 않아도 될듯해.
학생 B : 나는 각 재료가 지금 무슨 역할을 하는지 잘 모르겠어. 그걸 알아야지 내가 재료를 사용할지 말아야 할지 선택할 수 있을 것 같은데..

(2조 '간이정수기 만들기' 활동 중 전사 내용)

학생 A : 응 녹말 이쑤시개보다 나무 이쑤시개를 사용해야지. 나무가 소리 전달이 잘 안 되겠지?
학생 B : 다른 건 뭐가 없을까?..
학생 A : 난 찰흙 좋은데?
학생 B : 찰흙?
학생 A : 응. 이렇게 틈새를 막는 거야.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

학생 B : 아. 혹시 소리의 전달이 빠르기와 크기에 상관이 있어?
학생 A : 빠른 건 높낮이인데?
학생 B : 음.. 난 아직까지 왜 고체에서 소리 전달이 더 빨리 일어나는지 잘 모르겠다.

(3조 '층간소음 줄이기' 활동 중 전사 내용)

학생 B : 보색을 쓰냐 마느냐
학생 A : 꼭 보색일 필요는 없는데~!? 보색에 가까운 색이어도 될 것 같아.
학생 C : 흰색 검은색도 보색 맞아?
학생 D : 명도 차이가 크지. 흰색과 검은색은.
학생 A : 응 보색은 아니야.
학생 C : 그럼. 분명한 대비를 이루는 색이어야 되겠네. 그렇다면 검은색, 노란색은 어때?
학생 A : 나도 그거 좋다고 생각해.

(2조 '번호판 만들기' 활동 중 전사 내용)

다. 분석

분석능력은 수집된 자료의 유사점과 차이점을 분석 및 비교하여 문제와 관련이 있는 정보들을 연관 지어봄으로써 인과관계를 확인하고 문제 해결에 사용할 자료들의 기준을 설정하는 것을 의미한다. 상황제시 단계에서 제공된 자료와 정보는 세부적인 이론 및 원리부터 포괄적으로 실생활에서 사용되는 응용 부분까지도 포함되었으며 예비 과학교사들은 문제 해결에 사용할 자료를 선택적으로 비교 분석하여 사용하였다. 2조의 간이정수기 만들기에서는 정수기의 내장 재료를 어떠한 순서대로 채울지 고민하는 과정을 나타낸 대화 내용이다. 가장 작은 입자를 여과하는 모래 다음에 여과지를 사용하려는 모습은 재료의 선택과정에 있어서 주어진 자료를 비교 분석하며 사용할 재료의 특징과 장점을 구별하고 있음을 보인다. 층간소음 줄이기 활동은 창의성을 유도하기 위해 설계 기준은 규격화하고 사용할 재료는 제한을 두지 않았다. 3조의 모둠원들은 규격화된 기준에 의해 재료의 특징과 차이점을 구분하여 사용할 재료들의 기준을 세우고 있다. 번호판 만들기 활동에서는 설정한 해결 목표에 부합되는 재료를 선택하는데 유사점과 차이점을 구별하여 장점을 가진 재료를 선택함을 보였다.

학생 C : 다음으로 2층은? 만약 모래가 있으면 물론 잘 걸러지겠지. 그런데 여기에서 못 걸러내는 건 정말 미세한 거잖아. 그렇다면 모래가 아니라면 미세한 걸 걸러낼 수 있는 게 없잖아.
학생 B : 그렇다면 그 다음 층의 필요성은 없다는 거야?
학생 C : 모래를 거쳐 지나온 건 정말 작은 거니까 더 이상 걸러낼 수 있는 재료가 없잖아.
학생 B : 그러니까 해봤자 의미가 없다는 건가?
학생 A : 여과지도 있잖아.
학생 B : 그러고 보니 여과지 사용을 안했네.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

학생 A : 모래를 넣고 여과지를 사용하면 되겠다.
학생 B : 그럼 2층이 그거라는 거지?
학생 A : 응 모래와 여과지를 넣으면 좋겠어.

(2조 '간이정수기 만들기' 활동 중 전사 내용)

학생 A : 아니라면 음악 연주실을 가면 올록볼록하게 계란판처럼 되어 있잖아. 그것도 괜찮을 것 같고. 스펀지는 어떨까?
학생 C : 계란판 모양 스펀지가 있지 않아요?
학생 A : 그런데 그건 비싸서 구하기 어려운거 아니야? 그래서 일반 스펀지는 어때?
학생 C : 스펀지도 괜찮을 것 같아요. 아니라면 스펀지를 계란판 모양으로 잘라서.
학생 B : 신문지는 안 될까?
학생 A : 신문지?! 음... 우선 그렇다면 빈 공간을 1cm로만 띄우는 걸로 하자. 그리고 위아래를 각각 3cm로 하면 되겠다.
학생 B : 3cm도 은근히 많이 들어간다.
학생 A : 재료 중에 계란판을 이용하지 않는다면 우리는 많이 넣을 수 있어.
학생 B : 그래도 고체 재료를 사용하지 않는 쪽으로 생각해 보자. 그런데 그 공기층을 어떻게 비워놓지? 어떻게 비워?

(3조 '층간소음 줄이기' 활동 중 전사 내용)

학생 B : 저희가 필요한 재료는 포스터물감, 붓,, 특수한 재료가 필요하겠는데..
학생 A : 반짝이 풀
학생 B : 반짝이 색종이나..
학생 A : 필요한 물감색은 2가지, 남색과 노란색,,
학생 B : 아니라면 스티커용지를 사용해도 괜찮겠다.
학생 A : 시트지 같은 거, 명도 채도가 확실하니까 더 좋겠다. 자르고 붙이기만 해도 되고. 어두운 시트지 있잖아. 남색 같은 거, 셋 노란빛이랑.. 그리고 반짝이 풀이 낫지 않나요? 바르기가 더 편할 것 같은데.. 색종이는 잘라서 붙이기가 번거로울 것 같아.

(3조 '번호판 만들기' 활동 중 전사 내용)

라. 확산적 사고

확산적 사고는 자기 경험에 구속되지 않고 다양한 의견의 수렴을 통해 시각을 확대시킴으로써 새로운 생각과 접근으로 문제를 인식하고 해결하는 것을 의미한다. 자동차 번호판을 만드는 과정에서 디자인에 중점을 두고 있는 1조는 재질을 설정하는 데 있어서 가시성과 색상의 조합, 눈의 피로도 등 다양한 관점에서 바라보고 의견을 제시하면서 시각을 확대시키는 모습을 보였다. 4조에서는 번호판의 구성 내용에 초두 효과, 최신 효과와 같은 새로운 생각과 접근으로 인지하기 쉬운 번호판을 구상하였다.

학생 C : 노란색이라면 잘 보이긴 하겠다.
학생 A : 말하고자 하는 노랑은 고속도로를 달릴 때 보면 반사될 때 보이는 노란색, 벌집 모양으로 되어있는 거 그걸로 붙인다면 눈에 확 띌 것 같아요.
학생 B : 괜찮네. 또 중요한 건 재질을 다르게 해야 해. 우리가 재질을 알 순 없지만 만약

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

사용했을 때 반사되는 그런 재질. 예를 들면 공사 시에 바닥에 스티커를 붙여놓잖아. 야광 같기도 하며 형광 같은..
학생 C : 반짝반짝한? 홀로그램 같은 거.. 그렇다면 색상은 남색? 음.. 3가지 색상을 하면 안 돼?
학생 A : 그러면 눈이 피로해.
학생 C : 그러면 헷갈릴 수도 있겠다. 검정색 노란색 흰색이라면 위험 표시잖아. 눈에 확 띄잖아.
학생 A : 그렇게 되면 외울 것만 외워지고 나머지는 기억에 남지 않아. 그래서 통일을 시켜야 돼.

(1조 '번호판 만들기' 활동 중 전사 내용)

학생 B : 앞의 중요한 4글자. 한글. 그리고 끝에 차 종류 두 글자.
학생 A : 응 숫자의 수는 변경하지 않아도 될 것 같아.
학생 B : 그럼 글자 수 총 7개. 그럼 이 부분을 좀 더 붙여서, 왜냐하면 사람의 기억은 7±2 이기 때문에 이 숫자를 둠으로써 앞쪽 초두 효과를 일으켜서 기억하기 쉽도록 하는 거지. 우리의 실험결과 초두 효과가 더 컸잖아.
학생 C : 그럼 그 초두 효과는 어디 있어? 초두효과는 앞 뒤쪽을 잘 기억하는 거잖아.
학생 A : 아니야. 초두는 앞 부분이야. 최신이 마지막이고.
학생 D : 우리는 최신 효과가 도드라지지 않았어. 따라서 초두 효과를 가지고 번호판을 설계하면 되겠지.

(4조 '번호판 만들기' 활동 중 전사 내용)

마. 의사결정

의사결정은 문제 해결이나 목표달성을 위한 최선의 방법을 선택하기 위해 문제 해결 방안의 장단점을 이해하고 구체적인 선정기준을 적용하여 최종 결과물에 미치는 영향을 파악하는 것을 의미한다. 예비 과학교사들은 다양한 의견을 제시하였고 최종적인 목표에 부합되도록 가장 적합한 방법을 선택하여 결정하였다. 4조의 층간소음 줄이기 활동에서는 제한된 높이, 제작 방법, 재료의 활용 등과 같은 장점을 고려하여 효율성과 효과성이 높은 방법을 모둠원의 의견 수렴으로 결정하는 모습을 보였다. 간이정수기 만들기 활동 중 1조에서는 정수기에 사용될 페트병의 연결 방법과 개수에 대해서 논의하는 중 정수의 방향, 소요시간, 충전 재료의 크기와 양 등이 결과에 미치는 영향 등을 생각하며 최종적인 결정을 하고 이에 동의하는 모습까지도 살펴볼 수 있었다.

학생 B : 그런데 이것도 나쁘지는 않겠다. 방음이 안 된다는 이유는 뭐야?
학생 C : 공기만 있다면 울리지 않을까요?
학생 A : 그러니까 울려서 전달되더라도 가운데 젤리가 흡수를 하는 거지 그리고 공기층이 또 있고.
학생 B : 그렇게 말하니까 또 일리가 있는 것 같아.
학생 A : 제작 방법은 이게 훨씬 더 쉽긴 해.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

학생 B : 쉬울 것 같지만, 더 어려울 수도 있지. 7cm의 높이를 유지 해야 되는데.
학생 A : 그럼 어떤 방법으로 할 거야? 난 두 번째 방법이 더 괜찮은 것 같아.
학생 B : 응. 왜냐하면, 공기도 들어가고 액체도 들어가고 고체도 들어가잖아.
학생 C : 저도 괜찮은 것 같아요.
학생 B : 뭐 둘 다 괜찮은 것 같아.
학생 A : 효율성과 효과성을 보자면 두 번째 방법이 더 좋겠어. 실리콘을 사용하면 되겠다.

(3조 '층간소음 줄이기' 활동 중 전사 내용)

학생 C : 그런데 어떻게 흘려보낼 거야? 맨 위에서?
학생 B : 호수를 연결시키거나.. 페트병을 직접 연결시켜야 되겠네.
학생 C : 너무 똑똑똑 떨어지지 않을까?
학생 A : 그런데 자갈 같은 건 커도 많은 페트병에 넣는데 상관없겠다.
학생 C : 그렇다면 페트병은 한... 5개 정도..
학생 B : 페트병을 이렇게 직접 연결시키면 되겠어요.
학생 C : 괜찮은 방법인걸.

(1조 '간이정수기 만들기' 활동 중 전사 내용)

바. 기획력

기획력은 해결할 문제의 우선순위를 설정하여 단계별 세부적인 목표 또는 추진 기간의 설정 등과 같이 재료와 시간 분배의 효과적인 활용과 대비책을 마련하는 것을 의미한다. 번호판 만들기 활동에서 3조의 모둠원들은 개인의 역할을 세분화하여 분담함으로써 문제를 해결하는데 효율적으로 이끌어 나갔다. 2조의 간이정수기 만들기 대화에서는 설계 모형을 구상하는 중 적용 가능한 재료 선택을 우선순위로 선정하며 효과적으로 단기적인 목표 설정과 적절한 시간 분배를 하는 모습을 보였다. 4조의 층간소음 줄이기 활동에서는 소음의 난반사를 유도하자는 세부 목표를 설정하며 대비책을 세웠다.

학생 C : 역할 분담은, 학생 A는 색을 담당해. 색상!
학생 B : 나는 자르기를 담당할게. 가위, 칼질,, 재료 손질..
학생 C : 나는 디자인을 담당할게. 글씨는 누가 뽑아오기로 하지?
학생 A : 글씨는 내가 뽑아올게.
학생 C : 고딕체로!
학생 A : 1, 2, 3, 4 숫자와 한글은 (가)로서 제작을 하면 되겠다.

(3조 '번호판 만들기' 활동 중 전사 내용)

학생 B : 그런데 탈지면의 역할은 뭐야?
학생 C : 걸러주는 거..
학생 B : 그러니까 입자 사이를 좁게 만들어 걸러내는 거구나.. 그렇다면 생각했었던 총 3가지 아이디어 중에서 해당 사항이 없는 거지? 지금 말하는 건?
학생 C : 구조적으로는 여기에 여과를 하고 여기에 흡착을 하고 여기에 살균을 따로따로 하자는 거에요.
학생 B : 그렇다면 우선 재료 사용을 정해놓고 모형의 조정은 나중에 생각하자.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

(2조 '간이정수기 만들기' 활동 중 전사 내용)

학생 A : 그래서 내 생각은 계란판이 이렇게 있잖아. 그렇다면 움푹 들어간 부분에 무엇인가를 채우고 덧댄 다음에 다른 걸 또 채우면 될 것 같아. 그렇게 되면 소리가 난반사 되잖아.
학생 B : 난반사?
학생 A : 그러니까 이쪽으로 들어온 소리는 한쪽 방향으로 꺾였다고 생각하고 꺾인 방향에서 또 다른 방향으로 꺾이겠지. 그래서 다 다른 매질을 사용하자는 거지
학생 B : 괜찮다.
학생 A : 그럼 소리가 다 꺾여 나갈 것 이란 거지..
학생 C : 그럼 최대한 꺾이게 만드는 배열을 알아야 하겠네요.
학생 A : 최대한 밖으로 퍼지게끔..

(4조 '층간소음 줄이기' 활동 중 전사 내용)

사. 실행과 모험감수

실행과 모험감수는 문제를 해결하기 위해 지속적으로 추진하려는 행동과 난관에 부딪혔을 때 실패에 대한 가치를 부여하며 새로운 절차나 방식으로 최소한의 성공 가능성에 대해 선택하는 것을 의미한다. 예비 과학교사는 최종 목표를 설정 후 계획대로 진행 중인 설계 방법에도 실패의 가능성을 고려하여 새로운 방법과 성공 가능성을 높여가는 모습을 보였다. 지진에 강한 건축물을 제작하는 1조와 간이정수기를 만드는 4조는 제시된 문제를 해결하려고 의견을 수렴하였고 실행으로 옮기려 하고 있다. 하지만, 추진하려는 계획에 있어서 평가 방법에 따른 실패를 우려하였고 효과적이지 못할 수도 있다고 판단하여 새로운 절차나 방식을 선택하는 모습을 보였다.

학생 B : 그럼 우물자로 하고 고무줄로 연결시키면 되겠네..
학생 A : 그런데 제진구조를 다시 생각해 본다면 층간 구조를 단단히 하는 것 같아.
학생 B : 그렇다면 실질적으로 평가방법에 따라 스프링이 효과적이지 못한다면 옆면을 좀 촘촘하게 해보는 게 좋겠어요.
학생 C : 그렇다면 스프링은 제외시켜?
학생 B : 아니 우선 보류시키고 다른 걸 생각해 보자는 거지. 만약 스프링을 사용하지 못한다면 옆면 구조를 튼튼하게 설계해야 된다는 거지..
학생 C : 만약 실험 평가 방법이 저렇게 흔들어 대는 거라면 우리의 구조 자체로는 좋은 결과를 얻지 못할 거야.

(1조 '지진에 강한 내진설계' 활동 중 전사 내용)

학생 C : 마지막은 냄새를 잡거나 살균 하는게 마지막으로 들어가야 해. 그러니까 숯이 들어가야 되지 않을까?
학생 B : 아니야 숯은 나중에 가루가 생긴다니까.
학생 C : 그래도 3번을 순환시키잖아.
학생 B : 3번을 하더라도 마지막 단계가 숯이라서 숯가루가 나와버리면 끝나잖아..

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

학생 A : 그럼 숯을 하고 모래를 할까?
학생 B : 마지막에 탈지면을 사용하면 상관은 없겠지..
학생 A : 탈지면이면 될 것 같은데 어차피 물과 함께 흘러가면서 거치는 과정이잖아.
학생 B : 그리고 3번을 하게 되면 처음에는 숯가루가 많이 나오더라도 마지막에는 덜 나올 거야. 아마도.. 그러니까 탈지면을 마지막으로 두자.
학생 A : 숯을 탈지면으로 감싸기도 하고 탈지면을 사용함으로써 최대한 숯가루가 나오지 않도록 방지를 하자.
학생 B : 알겠어.
학생 A : 그렇다면 마지막 단계는 숯과 탈지면..

(4조 '간이정수기 만들기' 활동 중 전사 내용)

아. 평가

평가는 객관적인 기준을 선택하여 적용함으로써 문제 해결 목표의 달성 여부를 평가하고 문제 해결에 적합한 개선방안을 찾는 것을 의미한다. 예비 과학교사들은 체계적이고 객관적인 평가 방법을 설정하였고 감성적 체험 단계에서 산출물로 만들어 낸 결과물을 측정하고 평가하도록 계획하였다. 간이정수기 만들기 활동 중 3조는 설계하고 제작하는 과정에서 평가 기준에 부합하도록 계획하는 데 적합한 해결방안을 도출하지 못하고 있으며, 1조에서는 평가 요소 중 제한 시간의 필요성을 나타내며 평가의 기준이 개선되어야 함을 보였다.

학생 C : 페트병 뚜껑을 벗겨내? 그리고 세로로 세워 놓을 거잖아. 그렇다면 탈지면이 재료들의 무게를 견뎌낼까? 입구가 좁아서 버텨내려나.. 그리고 냄새는?
학생 A : 냄새를 바꿀 수가 있나? 다른 걸로?
학생 B : 향신료를 사용한다면 (냄새를 제거할 수 있겠지만)... 냄새는 주어진 재료로 어떻게 할 수 없겠다.

(3조 '간이정수기 만들기' 활동 중 전사내용)

학생 C : (평가 요소 중) 시간은?
학생 B : 시간은 딱히 정해지지 않았어.
학생 A : 그렇지만 너무 민폐 끼칠 정도로 오래 걸리니까,, 저번에 비슷한 실험을 했을 때도 모래에서 물을 흡수해 버리고 소요되는 시간이 정말 오래 걸렸어. 놀이터에 모래 있잖아.
학생 B : 물을 흘려보내도 모래가 머금고 있는 양도 많을 것이고..

(1조 '간이정수기 만들기' 활동 중 전사내용)

자. 피드백

피드백은 문제 해결 결과에 대해 비판적인 의견을 청취하고 수용하여 자신의 행

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

동을 수정하며 향후 문제 해결을 위한 보다 나은 개선방안을 찾는 것을 의미한다. 예비 과학교사들은 창의적 설계와 감성적 체험 단계에 걸친 전반적인 대화에서 모둠원의 의견을 주고받으며 비판적인 의견도 받아들이며 최적의 해결방안에 다가가려는 모습을 나타냈다.

학생 B : 그런데 예전 차량을 보면 네모 모양으로 뭔가가 박혀있지 않았어? 이런 식으로?
학생 A : 응 빨간색으로 고정핀처럼..
학생 B : 응 그 부분도 빛이 비춰지면 반사되곤 했는데.. 반사된다면 뒷 차량이 라이트를 비췄을 때 보이게끔 그런 부분을 숫자에 넣고 싶다는 거야.
학생 A : 그럼 숫자 또는 반사판에 넣으면 될 것 같아. 반사판 넣고 바탕에 노란색을 넣고 글씨에는? 글씨에는 흰색? 검은색? ..... 그런데 다시 보면 바탕색도 채도가 높아서 반사시킨다는 거고 글씨에도 반사판 기능을 넣어서 빛을 반사시켜 잘 보이게끔 한다는 거잖아. 바탕에 글씨마저 반사된다면 조금 문제가 있지 않을까?
학생 B : 그럼 글씨를 두고 바탕을 좀 진한 색으로, 남색계열로 하면 어떨까? 글씨에 연한 흰색을 사용할 거니까, 반사판을 넣어가지고.. 저녁에도 바탕은 안보이지만 번호는 뚜렷하게 보이도록.. 우리가 번호판 전체를 보려고 하는 게 아니고 숫자 확인만 하면 되는 거잖아.

(2조 '자동차 번호판 만들기' 활동 중 전사내용)

학생 B : 숯으로 인해 검은 물이 빠지지 않을 거라고 생각할 순 없지만 거의 빠지지 않는 게 저 숯을 넣는 원리가, 숯이 다공성이잖아요..
학생 C : 아니. 그 방법대로라면 검정 물이 나올 것 같은데.
학생 B : 그건 숯 자체가 물러서 그래. 그걸 압축시켜 놓은 게 연필심 같은 거라고 생각하거든, 그러니까 숯에 물리적 충격만 주지 않으면 떨어져 나오거나 그렇진 않을 것 같아.
학생 A : 그래도 어차피 밑에는 탈지면을 깔 거지? 그렇다면 가루가 나올거란 걱정은 하지 않아도 되겠네?!
학생 B : 그런데 사실 제가 예전에 이 간이 정수기 만들기를 해본 적이 있어요. 그때 중요했던 게 거름종이였거든요.
학생 A : 거름종이? 근데 그건 물이 안 빠지게,, 거의 그렇지 않을까?
학생 B : 그리고 우리가 실험 평가에 사용하려는 흙탕물의 흙이 일반 깨끗한 흙이 아닐 수도 있잖아요. 필터링을 해도 노란색 물이 나올 수 있을 것 같아요.

(4조 '간이정수기 만들기' 활동 중 전사내용)

3. STEAM 프로그램 후 예비 과학교사의 인식 변화 및 느낀 점

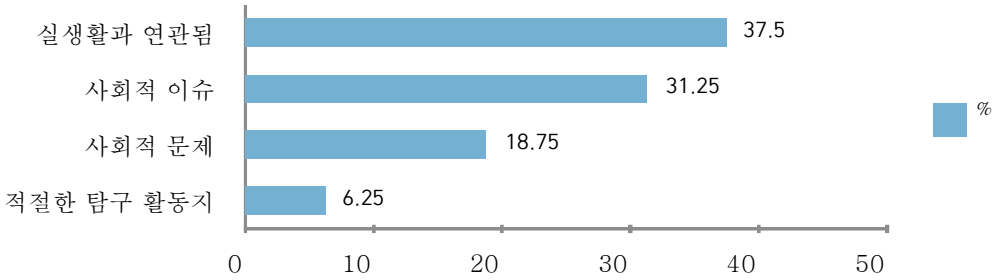
예비 과학교사들은 STEAM 프로그램을 경험하고 수업 과정과 수업 후에 상황제시 단계, 창의적 설계 단계, 감성적 체험 단계, 새로운 문제 도전 단계에서 느낀 점을 설문지를 통해 작성하도록 하였다.

가. 상황제시 단계

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

STEAM 프로그램의 상황제시 단계에서 '문제 해결의 필요성을 느끼며 자연스러운 융합이 이루어지도록 호기심을 유발하였는가?'와 같은 질문과 '호기심을 유발하였다면, 어떤 점이 호기심을 유발하였는가?'라는 보조 질문을 포함하여 느낀 점에 대해 알아보았다[그림 Ⅳ-1]. 예비 과학교사는 실생활과 관련되어 흥미가 유발되었다(37.5%), 사회적 이슈가 제시되어 필요성을 느꼈다(31.25%), 사회적 문제를 직접적으로 느낄 수 있었다(18.75%), 상황제시에 적절한 탐구활동지로 흥미가 유발되었다(12.5%)와 관련하여 응답하였다.



[그림 Ⅳ-1] STEAM 프로그램의 상황제시 단계에서 호기심 유발 원인

상황제시에서 실생활에 연결되는 부분이 많았기 때문에 '나와 관련이 있는 문제구나' 하면서 더 집중할 수 있었고 문제 해결의 필요성을 느꼈다(S예비과학교사).

상황제시에서 문제 해결의 필요성을 느꼈으며 자연스레 호기심도 유발하게 되었는데 그 이유는 우리 주위에서 일어나고 있는 여러 사건·사고를 다뤘기에 편하게 접근할 수 있었고 훗날 우리에게도 일어날 수 있는 사건, 일어난 사건(지진, 층간소음사고 등)이었기에 문제 해결의 필요성을 느끼며 호기심을 유발할 수 있었다(K예비과학교사).

도입 부분에서 나온 문제들은 거의 우리가 현재 당면한 문제들이었다. 그래서 생각하는 데 있어서 더 진지하게 생각할 수 있었다. 또한 현재 당면한 문제들이었기에 문제 해결에 많은 필요성을 느낄 수 있었다(Y예비과학교사).

예비 과학교사들은 실생활과 관련된 문제와 사회적으로 언급되고 있는 이슈와 문제를 인식하고 관심을 갖도록 하는데 STEAM 프로그램이 도움이 되었음을 알 수 있다. 또한, 흥미와 호기심을 유발하여 수업을 진행하는데 적극적인 자세로 임하게 되었음을 보였다.

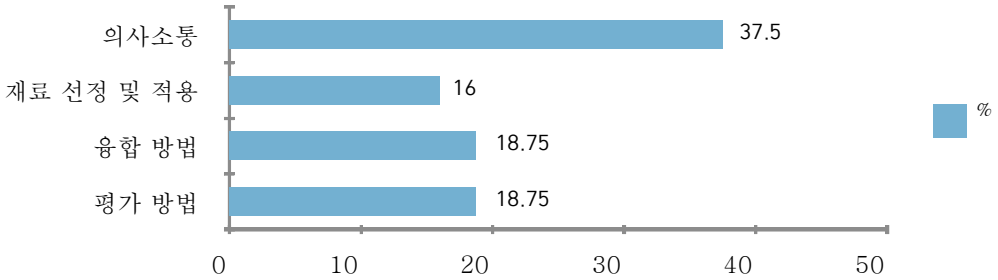
나. 창의적 설계 단계

(1) STEAM 활동 중 발생된 고민

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

창의적 설계 단계에서 'STEAM 활동을 하면서 가장 고민을 많이 한 부분은 어떤 부분인가?', '왜 고민을 많이 하였는가?'라는 질문에 예비 과학교사들은 의사소통의 방법(37.5%), 재료선정 및 적용(16%), STEAM 요소의 융합방법(18.75%), 산출물의 평가 방법(18.75%)에 관련하여 응답하였다[그림 Ⅳ-2].



[그림 Ⅳ-2] STEAM 활동 중 발생된 고민의 원인

가장 많이 한 고민은 어떻게 하면 주제에 가장 적합한 결과물을 만들 수 있을까에 대한 고민이었다. 그렇기 때문에 조별 활동을 할 때에 있어서 가장 신경을 많이 썼던 것 같다(L예비과학교사).

어떻게 하면 한쪽으로 치우쳐지지 않고 여러 방법(과학, 기술, 공학, 예술, 수학)으로 생각할 수 있을지에 대하여 가장 고민을 많이 하였다. STEAM 교육에 알맞기 위해서는 이들이 모두 활용되어야 하나 한쪽으로만 치우쳐 진다면 이는 STEAM 교육을 제대로 하지 않은 것이라 생각되기 때문이다(J예비과학교사).

모둠으로 구성된 활동이므로 따라 상대방에게 자신의 주장을 내세우며 설득시키는 과정은 적절한 근거를 제시하며 상대방을 이해시킬 필요가 있었다. 또한, 개개인이 살아오면서 경험한 부분이 다르므로 문제를 해결하고 가장 적합한 결과물을 제작하는 데 있어서 이견을 조율하는 방법이 의사소통과 의사결정으로 이루어졌으며, 원활한 소통의 필요성에 주안점을 두고 있음을 살펴볼 수 있었다. 예비 과학교사들이 지식의 융합, 재료 선정, 평가방법에 대해서 고민한 이유는 사용한 재료에 따라 평가 및 결과에 미치는 영향에 대해 예상한 것이다. 즉, 효과적이며 효율적으로 산출물 및 결과물을 만들고자 하는 모습은 문제해결력에 긍정적인 영향을 미치며 목표의식을 가지며 STEAM 활동에 참여하고 있는 것으로 판단된다.

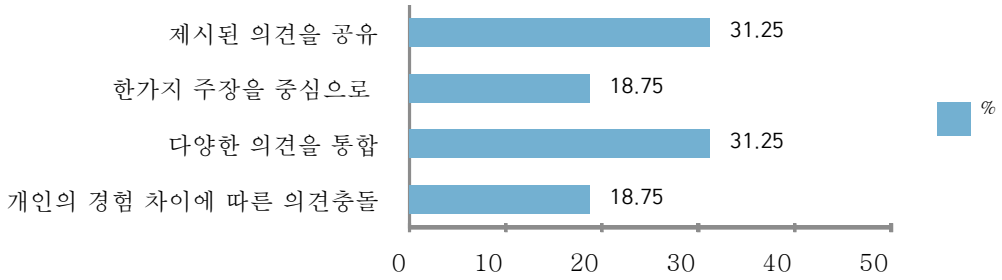
(2) STEAM 활동 중 해결방안 도출

창의적 설계 단계에서는 구체적인 해결방안을 탐색하고 설정하는 단계이다. '주어진 문제

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

에 대한 구체적인 해결방안이 어떻게 제시되었는가?', '문제 해결 중 의사소통은 원활하였는가?', '충돌되는 의견은 어떻게 해결하였는가?'와 같은 질문에서 예비 과학교사들은 문제를 해결하기 위해 의견을 제시하는데 다양한 소통의 방법을 언급하였다[그림 Ⅳ-3].



[그림 Ⅳ-3] STEAM 활동 중 해결방안 제시 방법

각 조원마다 특성이 달라서 서로 의사소통을 하는 과정에서 일방적으로 몰려가려고 하면 누군가가 중재를 하고 다시 정리하고 우리의 논점을 다시 재점검을 할 수 있게 하는 조라면 의사소통이 잘 되었다고 할 수 있다. 또한 주장을 많이 하는 조원은 다른 조원의 말에도 수용력이 좋다면 의사소통이 잘 되었다. 이렇게 말한 이유는 조원 구성이 바뀌어 감에 따라 느낀 점이다(K예비과학교사).

이번 과학탐구교육 조별 활동 중에서 조원들과 의사소통이 불편하거나 안 좋았던 적은 없었다. 모든 조원이 자신이 가지고 있는 의견들을 잘 말함으로써 활동지를 작성하는 데 있어서 어려운 점이 없었다. 또한, 조원의 의견이 아무리 자신과 맞지 않다고 해도 계속 들어주고 잘못된 부분이 있다면 서로 잡아주려고 했기 때문에 문제 해결을 하는 중 의사소통은 매우 원활하였다(J예비과학교사).

한 부분에 대하여 조원들끼리 많은 의견을 내기 때문에 의견에 대해 충돌되는 부분이 활동하는 동안 아예 없지는 않았다. 그리고 처음에는 조원들끼리 이야기하면서 많은 충돌이 있었다. 그런데 시간이 지나고 활동을 많이 해보면서 이야기를 많이 하다 보니 서로에 대해 알고 이해하면서 점점 의사소통이 원활해졌던 것 같다(L예비과학교사).

모둠원의 의견에 경청하는 자세를 비롯하여 다양하게 제시한 의견을 공유하고(31.25%), 장단점을 비교 분석하여 통합하는(31.25%) 의사소통에 효과적이었다. 그리고, 주장이 강하고 설득력이 뛰어난 학생의 의견이 중심이 되어 문제를 해결하려는 경우(18.75%)와 개인적인 경험과 성향의 차이에 따른 의견 충돌(18.75%)이 일어남을 볼 수 있었다. 이는 STEAM 활동의 모둠원을 구성할 때, 개인의 역할과 임무 분담 및 책임을 부여함으로써 모둠원 모두가 참여할 수 있도록 협동학습이 이루어져야 함을 알 수 있다. 또한, 모둠원 간의 토의와 토론 시간은 충분히 제공하여 논쟁과 비판과 같은 상호작용을 통해 최상의 해결방안을 탐색할 수 있도록

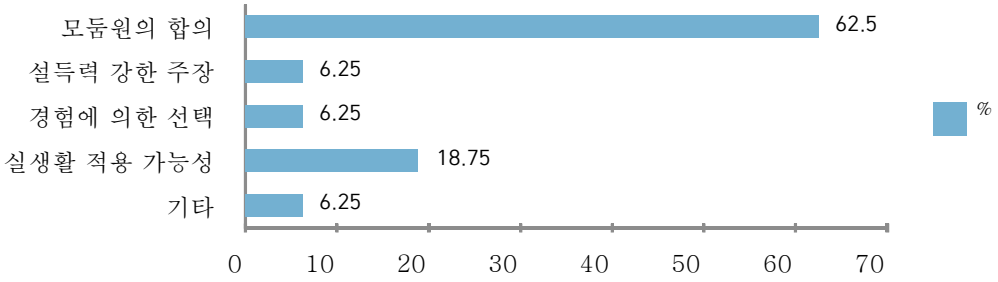
Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

해야 한다.

(3) STEAM 활동 중 아이디어 선택

‘아이디어 책안점은 무엇인가? 여러 다른 의견 중 최종 아이디어는 어떻게 선택되었는가?’와 같은 질문에 예비 과학교사들은 모둠원의 투표를 통한 합의(62.5%), 일상생활의 실용 가능성에 중점을 둠(18.75%), 가장 설득력이 강한 주장의 채택(6.25%), 기존 경험에 의한 최상의 선택(6.25%), 기타(6.25%)로 응답하였다[그림 Ⅳ-4].



[그림 Ⅳ-4] STEAM 활동 중 아이디어 선택방법

아이디어의 책안점은 좀 더 효율적으로 문제 해결을 할 수 있는지와 구할 수 있는 재료로 이루어지는지를 보고 결정하게 되었고, 여러 의견 중 최종 아이디어는 여러 의견들을 조율하여 만들거나 더 좋은 것이라 생각되는 것에 대해 다수의 의견으로 결정하였다(C예비과학교사).

많은 의견이 나왔을 경우에는 서로 투표를 통해 최종 아이디어를 선택한 후 그 의견을 선택받지 못한 의견들 중 괜찮은 부분을 모아 최종 아이디어로 선택하였다(K예비과학교사).

실제 가지고 다니기에 불편함이 없는가가 가장 중요했으며, 정말로 산출물이 제작되었을 때 실제로 사용하는 집단에게 자문을 구하여 아이디어 선택에 도움을 얻었다(S예비과학교사).

모둠원의 합의와 실생활 적용 가능성에 대한 응답이 높은 것은 아이디어를 채택하는 방법이 문제 상황을 인식하고 의견을 수렴하는 과정에 영향을 받은 것으로 판단된다. 실현 가능한 제작 방법의 선택은 실용성과 실생활 적용에 중점을 두고 있으며, 토의와 토론 과정에서 발생되는 합의는 투표방식으로 이루어졌다. 아이디어를 채택하는 과정에서 예비 과학교사들은 서로의 의견을 수용하려 하고 채택 되지 못한 의견도 다시 한 번 고려하는 모습을 보였다. 즉, 상대방에 대한 배려와 원활한 소통 방법에 영향을 받았음을 볼 수 있다.

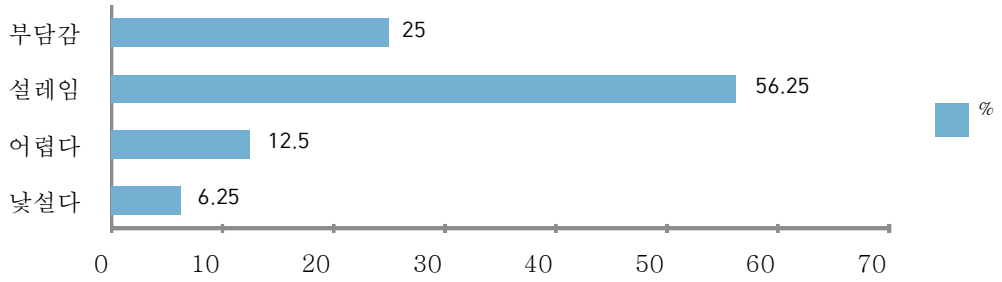
Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

다. 감성적 체험 단계

(1) STEAM 활동 전 느낌

감성적 체험 단계에서는 실제로 문제를 해결하기 위해 설계한 내용을 바탕으로 제작하는 활동을 경험하는 단계이다. 예비 과학교사들은 'STEAM 활동 시작 전 본인의 기분은 어떠하였는가?', '왜 그런 기분이 들었는가?'와 같은 질문에 설레인다(56.25%), 부담스럽다(25%), 어렵게 느껴진다(12.5%), 낯설다(6.25%)로 응답하였다[그림 Ⅳ-5].



[그림 Ⅳ-5] STEAM 활동 전 기분

항상 설레고 어떤 주제에 대해 이야기를 나누고 어떤 결과물을 만들어 낼지 상상하면서 기대된다. 대학수업에서 일방적 가르침을 토대로 하는 수업보다 실생활과 관련된 문제를 해결하는 수업으로 인해서 새로운 자극을 받는다(N예비과학교사).

STEAM 활동 시작 전에는 STEAM 활동을 융합 활동이라고 하여 매우 어려울 것 같다는 생각을 하였다. 한 가지 과목도 내게 소화하기 힘든데 여러 가지 학문을 생각하며 활동을 하는 것이기에 어려울 것이라고 생각하였다. 더욱이 우리가 학습에 있어서 다양한 이론을 배우긴 하였지만, 실제적이고 현실적인 문제나 사례에 대해 적용하는 활동을 가진 적이 없었기에 낯설었다(L예비과학교사).

STEAM 교육이라는 말을 이번에 처음 들었고 처음 접해보았다. 따라서 활동 전에는 매우 불안했고 잘할 수 있을지 의문이 들었다. 처음엔 영어 STEAM이라는 단어가 주는 느낌이 딱딱하고 수동적인 느낌을 주었기에 나에게 어려운 활동이 될 것 같은 느낌이 들었다(P예비과학교사).

4개의 사회적 이슈로 구성된 STEAM 프로그램은 매 시간마다 직접 설계 및 제작하여 문제를 해결하는 과정에서 흥미롭고 즐거우며 설레인다는 느낌을 받고 있음을 나타냈다. 반면에, 기존의 지식을 여러 학문과 융합시키며 원리와 방법을 문제 해결에 적용시키는데 부담감과 어려움이 있다고 응답하기도 하였다. 이는 STEAM 교육의 기본 원리와 이론적 배경을 통한 STEAM의 의미를 설명하기보다 자연스러운 융합이 이루어지도록 지속적인 STEAM 활동이 적용되어야 함을 나타

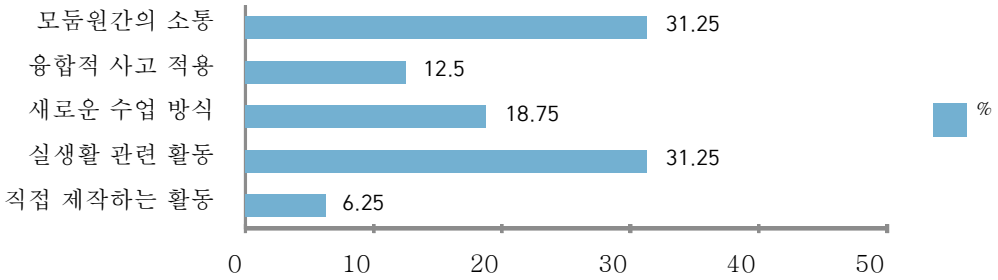
Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

냈다.

(2) STEAM 활동 중 몰입

예비 과학교사들은 'STEAM 활동에 쉽게 몰입할 수 있었는가? 몰입할 수 있었든 혹은 없었던 이유는 무엇인가?'와 같은 질문에 대해 실생활과 관련된 문제로 몰입하기 쉬웠다(31.25%), 모둠원 간의 소통이 몰입하는 데 도움이 되었다(31.25%), 새로운 수업방식이 몰입하게 하였다(18.75%), 융합적 사고의 적용이 몰입하도록 하였다(12.5%), 산출물을 제작하는 과정이 힘들어서 몰입하기 어려웠다(6.25%)으로 응답하였다[그림 Ⅳ-6].



[그림 Ⅳ-6] STEAM 활동 중 몰입의 원인

여러 분야를 활용하는 활동이어서 아는 내용이 나오면 더 신나고 모르는 분야는 연관을 지어 알 수 있다는 것이 몰입을 시키는 것 같다(C예비과학교사).

상황제시에서 나온 문제 덕분에 쉽게 몰입할 수 있었다. 위에서 언급했던 것처럼 그 문제가 현재 사회가 당면한 문제들이었기 때문이다. 동떨어진 내용이 아닌 실제로 보고 듣고 접해봤던 문제들이기에 더욱 몰입해서 활동할 수 있었다(Y예비과학교사).

내 생각을 말하고, 그것을 실제로 구현하는 과정에서 큰 재미를 느꼈던 것 같다. 만드는 재미는 중학교 미술 시간에도 느꼈지만, 특정 문제 해결을 위해 과학 지식을 동원하고, 설계도를 작성하고, 창작물을 만들고, 또 그것을 평가한다는 것이 더욱 큰 재미를 주었으며, 내가 STEAM 활동에 가장 몰입할 수 있었던 이유인 것 같다(R예비과학교사).

쉽게 몰입하기 어려웠다. 생각했던 제품을 고안한 대로 만들기란 정말로 많은 어려움이 따른다. 한계가 발생했을 때 다른 경우의 수를 생각하지 않은 학생이 포기하지 않도록 하기 위해 활동 그 자체에는 몰입하기 어려울 것 같다고 생각한다(S예비과학교사).

예비 과학교사들은 STEAM 활동에 몰입할 수 있었다고 긍정적인 측면에서 응답하였다. 상황제시에 주어진 문제 상황을 해결하기 위해 목표를 설정하고 해결하는 과정은 기존의 이론적 수업에서 벗어나 새로운 수업 방식으로 구성되었기 때문이

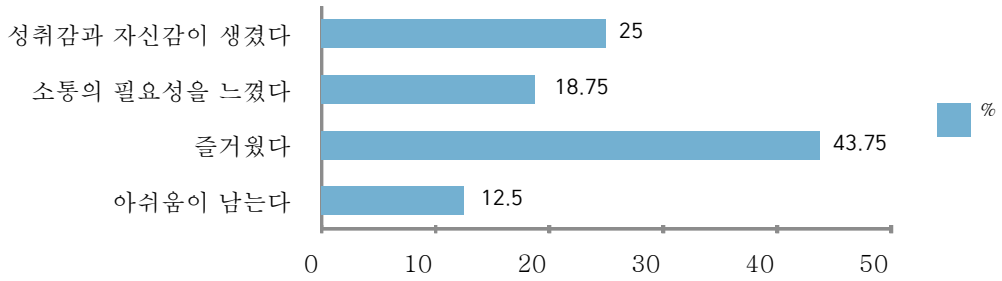
Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

다. 모둠 활동으로 구성되어 직접 참여가 가능하고 의견을 제시하며 소통할 수 있는 STEAM 프로그램은 의사소통과 문제해결력뿐만 아니라 협동심, 도전정신, 융합에 대한 태도에 영향을 미쳤으며 몰입에 효과적인 것으로 판단된다. 반면에, 몰입하기 어려운 이유로는 설계에 따른 제작이 수월하지 않았음을 지적하였다. 모둠원들 사이에 선택된 아이디어와 재료 및 제작방법은 신중하게 결정되었음에도 불구하고 실제로 제작하는 과정과 방법은 계획대로 진행되지 않을 수도 있음을 나타냈다. 이는 설계하는 과정에서 적절한 조언을 필요로 하고 제작하는 시간을 충분히 제공하여 문제를 해결하는데 자신감을 잃지 않도록 격려해야 함을 나타냈다.

(3) STEAM 활동 후 느낌

예비 과학교사들은 STEAM 프로그램을 경험하고 나서 'STEAM 활동을 마친 후 느낌은 어땠는가? 계속 이런 활동을 하고 싶은가?'라는 질문에 STEAM 프로그램은 즐겁다(43.75%), 성취감과 자신감이 생겼다(25%), 소통의 필요성과 중요성을 알았다(18.75%), 아쉬움이 남는다(12.5%)고 응답하며 STEAM 활동을 계속하고 싶다며 긍정적으로 반응하였다[그림 Ⅳ-7].



[그림 Ⅳ-7] STEAM 활동 후 느낌

이 수업은 내가 생각해낸 것을 내 손으로 직접 만들고 실험함으로써 결과를 얻는 수업이었다. 이를 통해 조원들과 소통하며 의견을 조율하는 방법을 배우고 나의 호기심과 관심분야를 넓힐 수 있어서 좋았다. 그렇기 때문에 계속해서 이런 활동이 있다면 참여하고 싶다(G예비과학교사).

강의식의 수업과는 확연하게 다른 활동 중심의 수업이기 때문에 더 복잡하고 생각해야 할 것도 많은 수업이어서 쉬운 활동은 아니다. 하지만 활동을 하고 결과를 얻어내면서 오는 성취감 등이 강의식 수업보다 더 보람 있고 교훈이 남는 수업이었고 앞으로도 계속 활동을 하고 싶다는 생각을 했다(Y예비과학교사).

유익한 활동임에는 틀림이 없다. 하지만 실제로 이 활동을 지속하려면 교수자가 도움을 받는 수준이 아닌 정말로 명확하게 모든 재료나 측정 방법에 대해 알고 있어야 하고 실생활에

Collection @ chosun

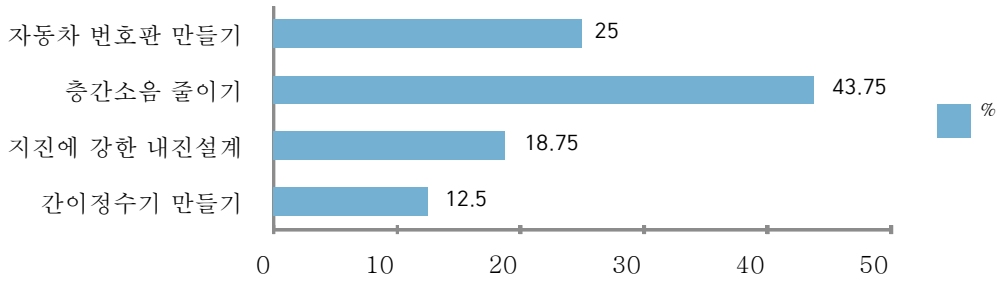
조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

서 생물에 관련되어 STEAM 활동을 고안하기가 쉬우면서도 어렵다는 것을 깨달아 이런 활동을 계속하는 것에 대해서는 살짝 고민하게 된다(B예비과학교사).

STEAM 활동은 직접 만들고 실험함으로써 결과를 얻는 과정에서 모둠원과 소통하며 의견을 조율하는 방법을 배울 수 있었고 자신의 생각과 의견을 타인에게 표현하는 방법뿐만 아니라 상호 협력하는 협동심과 사회성에도 영향을 미쳤다고 응답했다. 또한, 일반적인 강의식 수업보다 더 보람을 느낄 수 있었으며 학습자가 주체가 되어 이루어진 활동은 좋은 경험이 되었고 사고의 확장을 통해 지식을 융합하며 관심 분야를 늘려가는 것은 자신감과 자기효능감에도 긍정적으로 작용하였음을 알 수 있다. 반면에, STEAM 활동 시에 재료와 평가 및 측정 방법, 프로그램의 고안에 어려움 등을 언급하며 현장적용 가능성을 우려하기도 했다.

(4) STEAM 프로그램 중 가장 만족스러웠던 활동

자동차 번호판 만들기, 층간소음 줄이기, 지진에 강한 내진설계, 간이정수기 만들기로 구성된 STEAM 활동 후 '이번 학기에 실행한 STEAM 활동 중에서 어떤 활동이 가장 좋았는가? 좋았던 이유는 무엇인가?'의 질문에 대해 예비 과학교사들은 대부분 긍정적으로 반응하였다[그림 Ⅳ-8].



[그림 Ⅳ-8] STEAM 프로그램 중 가장 좋았던 활동

층간소음 줄이기(43.75%)와 자동차 번호판 만들기(25%)가 높은 이유는 실생활과 관련이 되어 공감대 형성이 수월했고 지식과 이론의 융합으로 창의적이며 확산적인 사고로 임할 수 있었다고 응답했다.

나는 가장 좋았던 것이 번호판 만들기라고 생각한다. 동영상을 통해 호기심 유발이 잘 되었기 때문이다. 그리고 번호판이라는 것은 우리가 실생활에서 가장 많이 접해 볼 수 있는 것이기 때문이다. 더욱이 뺑소니 사건과 같은 경우는 학생들에게 있어서 동정심을 유발함과 동시에 자신의 생활에 대한 문제와도 연결될 수 있기 때문에 자연스럽게 학습을 이어갈 수 있었던 것으로 생각된다(K예비과학교사).

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

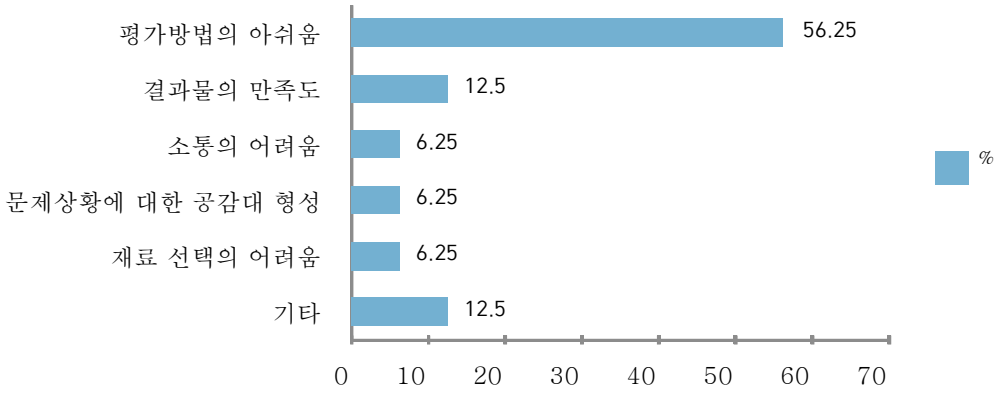
층간소음 줄이기 활동이 가장 좋았던 것 같다. 그 이유는 현재 겪고 있는 경험이기도 했기 때문이다. 그렇기 때문에 가장 수업을 하면서 공감이 많이 되었고 해결방안에 대해서도 곰곰이 생각할 수 있는 기회를 가질 수 있었기 때문이다(G예비과학교사).

지진에 강한 내진 설계 활동이 가장 좋았다, 그 이유는 그때 네팔에서 대지진이 일어나서 큰 이슈가 되고 있는 상황이었기 때문이다. 실제로도 일어난 것을 이론적으로 배우면서 더불어 해결방안을 찾아 볼 수 있었기 때문이다(P예비과학교사).

층간소음도 실생활과 밀접한 관련이 있어서 재밌었지만 간이정수기가 마음에 들었다. (평가 방법으로 콜라를 정수시켜 보았는데) 콜라가 투명하게 정수되어 나올 줄을 생각도 못 했다(Y예비과학교사).

(5) STEAM 활동 후 아쉬운점

반면에, STEAM 활동 후 '어떤 활동이 가장 아쉬웠나? 아쉬웠던 이유는 무엇인가?'에 관련된 질문에 예비 과학교사들은 산출물의 평가 방법(56.25%), 제작의 어려움(12.5%), 소통의 어려움(6.25%), 문제 상황에 관련된 공감대 형성(6.25%), 재료 선택의 어려움(6.25%), 기타(12.5%)를 언급하였다[그림 Ⅳ-9].



[그림 Ⅳ-9] STEAM 활동 후 아쉬운 점

번호판 만들기 활동은 의견 충돌이 잦았으며, 내가 아이디어를 많이 내지 못했고 제작에서도 좋은 솜씨를 발휘하지 못했던 것 같아서 아쉬웠다(J예비과학교사).

층간소음에 있어서 평각방식이 아쉬웠다. 소음을 측정한다는 것은 그 순간순간의 주변 환경에 따라 소음측정이 매우 차이가 날 수 있기 때문에 평가에 대한 오차가 클 수 있을 것이라고 생각된다(N예비과학교사).

가장 아쉬웠던 활동은 지진에 강한 내진 설계였다. 그 이유는 처음에 생각해 놨던 설계도와 너무나도 다른 결과물이 나왔기 때문이다. 활동을 하는 도중 계속 이러저러한 이유로 인해서 계속해서 변경되며 다른 결과물이 나왔기에 가장 아쉬웠던 활동이었다(K예비과학교사).

Collection @ chosun

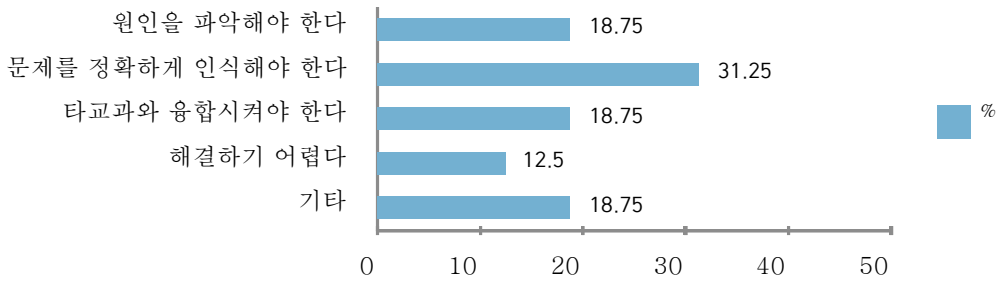
조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

간이 정수기 활동이 가장 아쉬웠다. 원래 계획했던 평가 방법대로 평가하지 못한 점도 있었고 시간에 쫓기다 보니 결과를 제대로 확인하지 못하고 이야기하지 못한 점이 많이 아쉬웠다(S예비과학교사).

예비 과학교사들은 계산적이고 수학적인 평가 이외에도 산출물의 미적 요소, 실생활 적용 가능성, 창의성, 감수성, 안정성, 협동성 등을 포함하는 평가 요소와 평가 방법에 대해 아쉬움을 나타냈다. 또한, 최상의 아이디어를 선정하여 제작하는 과정은 흥미롭고 즐거웠으나 제한된 시간과 규격화된 설계 구조 방식 등은 결과물이 의도한 만큼 나오지 않은 점을 아쉽다고 나타냈다. 또한, 많은 의견을 제시하지 못했다며 소통에 아쉬움을 나타냈고, 특정 문제 상황은 문제 해결의 필요성에 공감을 형성하지 못했다는 응답도 있었다. STEAM 프로그램을 고안할 때는 체계적이고 객관적인 평가 기준이 설정되어야 하고 적절한 시간을 주며 재료와 관련된 충분한 설명이 필요함을 알 수 있다.

라. 새로운 문제에 대한 도전 단계

마지막으로 새로운 문제에 대한 도전 단계와 관련하여 '경험한 STEAM 활동 이외의 여러 상황에 대해서도 문제 해결을 할 수 있다고 생각하는가? 주어진 문제 상황에서 어떻게 문제 해결을 할 것인가?'와 같은 질문을 하였다[그림 Ⅳ-10].



[그림 Ⅳ-10] STEAM 활동 후 새로운 문제에 대한 도전방법

대부분의 예비 과학교사들은 경험해 본 STEAM 활동과 관련된 유사한 문제 상황을 해결할 수 있다고 응답하였고, STEAM 활동이 문제해결능력에 도움이 되었음을 알 수 있었다. 문제를 해결하기 위해서는 문제를 정확히 인식하여야 한다(37.5%), 원인을 파악해야 한다(25%), 타교과와 융합시켜 해결한다(25%)고 응답했으며, 한

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

편으로는 해결하기 어렵다(12.5%)고 답한 의견도 살펴볼 수 있었다.

예전 같으면 아마 문제를 보고 이러한 문제가 화두가 되고 있구나 정도에서 생각이 그쳤으면 지금 해왔던 것처럼 이론을 떠올려 보고 이러한 문제는 이러한 부분에서 문제점이 있고 또한, 개선할 여지가 어느 부분에 있는지 생각을 더 구체적으로 할 수 있을 것 같다(J예비과학교사).

이번 STEAM 활동을 통해서 다른 상황에 대해서도 문제를 해결할 수 있을 것 같다고 생각하였다. 주어진 문제에 대해서 원인을 먼저 찾은 다음 그 원인을 해결하기 위한 방안들을 여러 가지 생각하고 그 중 가장 타당한 방안을 실행하는 것이 가장 적합한 문제해결 방안이라고 생각한다(K예비과학교사).

활동을 하면서 문제를 해결하는 과정에서 한 가지 방법이 아닌 여러 방법을 융합해서 그것을 활용할 수 있다는 사실을 배웠고 실제로 활동을 통해 느낄 수 있었다. 경험한 활동 이외의 여러 상황에 대해서도 융합을 통한 해결 방법을 활용할 수 있었고 생각했다(L예비과학교사).

사실 몇 번의 STEAM 활동을 했다고 해서 주변에서 볼 수 있는 문제에 대한 해결을 쉽게 하지 못할 것 같다. 아직 여러 상황에 처해진 문제점을 인식하기도 쉽지 않을뿐더러 그런 문제를 해결할 수 있는 사고가 그렇게 발달되어 있지 않은 것 같아서 쉽게 문제 해결방안을 떠올릴 것 같진 않다(R예비과학교사).

예비 과학교사들을 새로운 문제가 발생되면, 문제를 정확하게 인식하고 원인을 파악한 뒤 다양한 방법의 융합을 통해 문제를 해결할 것이라고 응답하였고, 새로운 문제에 대해서도 도전정신과 자신감이 신장됨과 동시에 문제해결력도 향상되었음을 알 수 있었다. 반면에, 새로운 문제를 해결하는데 확산적 사고의 필요성을 제시하며 지속적인 STEAM 프로그램의 적용과 경험의 필요성을 제시한 응답도 살펴볼 수 있었다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

Ⅴ. 결론 및 제언

본 연구에서는 과학기반 STEAM 프로그램을 예비 과학교사들에게 적용하여 의사소통능력과 문제해결능력에 미치는 영향에 대해서 살펴보았고, 활동 후 설문을 통해 느낀 점과 개선점 등을 파악하였다. 이러한 연구 결과를 통해 결론을 요약하면 다음과 같다.

1. 결론

첫째, STEAM 프로그램을 적용한 예비 과학교사들의 의사소통능력은 사전-사후 검사 결과 통계적으로 유의미하였다(p<.01). 특히, 의사소통능력 검사 하위 영역에서 '경청'과 '타인관점이해' 영역의 효과가 두드러졌으며, '정보수집'과 '자기드러내기'영역에서도 긍정적인 영향을 나타냈다. 토의와 토론 과정을 거치도록 모둠으로 구성된 STEAM 프로그램은 실생활 문제에 대한 최상의 해결방안을 제시하고 선택하기 위해서 상대방의 의견을 주의 깊게 듣고 중요한 의미를 재확인하며 상대방의 입장에서 생각해보도록 함으로써 의사소통능력과 더불어 배려하는 자세에도 긍정적으로 작용함을 알 수 있다.

둘째, STEAM 프로그램은 예비 과학교사들이 문제를 명확하게 인식하고 확산적·창의적으로 사고하여 의사결정을 하는 문제해결력에 긍정적으로 작용하며 유의미하게 상승한 결과를 보였다(p<.01). 예비 과학교사들은 문제를 해결하기 위해 원인을 정확하게 분석하였고 계획을 실행으로 옮기는데 절차에 맞게 수행하였으며 모둠원 사이 피드백을 통해 제시된 문제를 스스로 해결하려고 하였다. 문제를 해결하는 데 있어서 주어진 문제 상황은 실생활과 관련된 문제였고 문제 해결의 필요성을 직접 느낌으로써 예비 과학교사들은 적극적인 자세로 임하게 되었고 문제해결능력에 긍정적인 영향을 나타낸 것으로 사료된다.

셋째, 과학기반 STEAM 프로그램을 적용한 후 예비 과학교사의 인식 및 느낀 점을 분석한 결과, 사회적 이슈 및 문제로 구성된 실생활과 연관된 수업 내용은 호기심과 동기 유발을 일으켰고, 과학을 기반으로 기술, 공학, 예술, 수학과 연관시킨 STEAM 프로그램이 흥미를 이끌어내는데 효과적인 것으로 나타냈다. 예비 과학교사들은 창의적 설계 단계에서 설계 및 해결방안을 제시하는데 의견의 공유, 통합, 합의 과정을 거치며 의사소통의 중요성을 언급하였고 STEAM 프로그램이 소통 방법과 소통의 기능 및 역할을 인지하는 데 도움이 되었음을 알 수 있다. 감성적 체험 단계에서는 직접 제작하고 산출물을 만들어 본다는 수업에 임하는데 앞서서 설

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

렘을 가지고 있었으며 전체적인 활동 후에도 즐거움을 느꼈다고 응답함으로써 과학기반 STEAM 프로그램의 적용은 과학과 관련된 타교과에도 흥미를 일으키는 데 효과적이었다고 판단된다. 새로운 문제에 대한 도전 단계에 대한 질문에는 유사한 문제 상황에도 제를 정확하게 인식하고 원인을 파악함으로써 문제를 해결할 수 있다고 응답하였고 예비 과학교사들은 문제를 해결하는 능력뿐만 아니라 자신감에도 긍정적인 영향을 미친 것을 살펴볼 수 있었다.

2. 제언

본 연구의 결론을 바탕으로 한 제언은 다음과 같다.

첫째, 예비 과학교사들의 창의적인 사고와 발상을 유도하기 위해 STEAM 프로그램의 창의적 설계 단계에서는 기존의 지식과 상황제시에 주어진 자료만을 가지고 재료를 선택하여 설계 및 제작하도록 하였다. 예비 과학교사들은 전공분야 또는 관심 있는 교과에는 지식의 연관성을 나타내며 정보 활용에 어려움이 없었지만, 이외의 다른 학문과 연결시키는 과정에서는 관련 지식이 부족하여 창의적인 의사소통과 고정관념적 사고를 극복하는데 어려움을 나타냈다. STEAM 프로그램을 고안하고 적용시키고자 할 때는 재료의 역할과 사용법 및 제공되는 정보와 자료를 다양한 방법으로 활용하여 참고할 수 있도록 정보 및 자료 수집시간을 제공할 필요가 있다.

둘째, 예비 과학교사들은 직접 만든 산출물과 결과물을 확인하고 평가하는데 객관적이고 구체적인 기준에도 평가방법에 대해 아쉬움을 나타냈고, 문제해결능력 검사에도 유의미함을 나타내지 않았다. STEAM 프로그램을 적용한 수업 시, 학습자의 합의에 의해 평가방법을 선정한다면 평가하는 데 있어서 긍정적인 반응을 유도할 것이라고 기대한다.

셋째, 본 연구에서는 예비 과학교사에게 과학이 기반이 되는 STEAM 프로그램을 적용하여 의사소통능력과 문제해결능력에 대해 살펴보았다. STEAM을 통해 의사소통능력을 살펴본 연구는 아직 미흡한 실정이므로 예비 과학교사 이외에도 초등학생, 중학생, 고등학생과 같은 여러 대상에게 과학 교과 이외의 학문이 기반이 되는 STEAM 프로그램을 적용하여 의사소통능력에 미치는 효과를 다양하게 살펴볼 수 있도록 프로그램이 개발되고 적용되어야 할 것이다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

참고문헌

교육과학기술부 (2011). 2009개정 교육과정에 따른 과학과 교육과정. 교육과학기술부 고시 제2011-361호.

교육과학기술부 (2011). 과학기술·융합인재교육(STEAM) 시행계획. 교육과학기술부.

교육과학기술부 (2010). 창의인재와 선진과학기술로 여는 미래 대한민국. 2011년 업무보고. 교육과학기술부.

강인애, 김희주, 김다미 (2012). 오픈소스 소프트웨어를 활용한 고등학교 STEAM 프로그램이 학생들의 과학에 대한 흥미도 및 태도에 미치는 영향 수업 사례연구. 중등교육연구, 60(4), 1105-1568.

강주희, 주은정, 장신호 (2013). 포트폴리오를 활용한 과학 기반 STEAM 수업이 초등학생들의 과학 개념 형성에 미치는 영향. 초등과학연구, 32(4), 593-606.

강창익, 강경희, 이상칠 (2013). 활동 중심 STEAM 프로그램이 중학생들의 과학 학습 흥미도에 미치는 효과. 과학교육연구지, 37(2), 338-347.

강호감, 김태훈 (2014). 초등과학영재의 창의적 문제해결력 향상을 위한 융합인재교육(STEAM) 프로그램 개발. 영재교육연구, 24(6), 1025-1038.

권순범, 남동수, 이태욱 (2012). STEAM 기반 통합교과 학습이 초등학생의 창의적 인성에 미치는 영향. 학국컴퓨터정보학회논문지, 17(2), 79-86.

권혁수, 박경숙 (2009). 공학적 디자인: 과학, 기술, 공학, 수학교육의 촉진자. 과학교육연구지, 33(2), 207-219.

김권숙, 최선영 (2012). 과학기반 STEAM 프로그램이 초등과학 영재 학생들의 창의적 문제해결력과 과학적 태도에 미치는 영향. 초등과학교육, 31(2), 216-226.

김덕호, 홍승호 (2015). 초등 영재학생을 대상으로 한 지층과 화석 관련 STEAM프로그램이 학업 성취도, 창의적 문제해결력 및 과학적 태도에 미치는 효과. 교육과학연구, 46(4), 1-25.

김성원, 정영란, 우애자, 이현주 (2012). 융합인재교육(STEAM)을 위한 이론적 모형의 제안. 한국과학교육학회지, 32(2), 388-401.

김왕동 (2011). 창의적 융합인재 양성을 위한 과제: 과학기술과 예술 융합(STEAM). 과학기술정책연구원, 현안보고서 OR-2011-4.

김인섭, 김준철 (2014). STEAM 프로그램을 통한 교육기부가 고등학생의 흥미, 자기효능감 및 진로선택에 미치는 효과. 기초과학연구, 25, 1-19.

김정효 (2012). 미술과 중심의 융합인재교육(STEAM)이 미술과 교육과정에 주는 시사

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

점 탐색. 한국교육과정평가원, 연구보고 RRC-2012-8.

김지원, 원효헌 (2014). 초등학교 STEAM 교육의 창의성 효과에 대한 메타 분석. 교육평가연구, 27(4), 965-985.

김진수 (2011). STEAM 교육을 위한 큐빅 모형. 한국기술교육학회지, 11(2), 124-139.

김진수 (2007). 기술교육의 새로운 통합교육 방법인 STEM 교육의 탐색. 한국기술교육학회지, 7(3), 1-29.

김진영, 주희영, 이길재 (2013). 생명과학 중심의 STEAM 프로그램이 고등학생의 과학에 대한 정의적 영역과 창의성에 미치는 영향. 생물교육학회지, 41(4), 531-543.

김혜경 (2014). 이공계 의사소통 능력 신장을 위한 '말하기'교육 방안 연구. 비평문학, (54), 121-147.

노상우, 안동순 (2012). 학문 융합 관점에서 본 현대 교육의 이론적 실천적 변화 모색. 교육종합연구, 10(1), 67-88.

류제정, 이길재 (2013). 뇌 기반 STEAM 교수-학습 프로그램이 초등과학영재와 초등일반학생의 창의성과 정서지능에 미치는 효과. 초등과학교육연구, 32(1), 36-46.

문용린, 최인수, 곽윤정, 이현주 (2010). 창의·인성교육 활성화 방안 연구. 한국과학창의재단 정책연구 2009-019.

박선주 (2013). 스토리라인을 활용한 STEAM 프로그램이 초등학생의 창의적 인성 및 과학태도에 미치는 효과. 정보교육학회논문지, 17(4), 487-496.

박성진, 유병길 (2013). 과학 기반 STEAM에 의한 '빛' 단원 학습이 과학 학습 동기, 흥미 및 과학 탐구 능력에 미치는 효과. 초등과학교육연구, 32(3), 225-238.

박애리나, 김용권 (2014). STEAM 프로그램이 초등영재학생의 과학적 의사소통능력과 학습몰입에 미치는 영향. 초등과학교육, 33(3), 439-452.

박현주, 김영민, 노석구, 이주연, 정진수, 최유현, 한혜숙, 백윤수 (2012). STEAM 교육의 구성 요소와 수업 설계를 위한 준거 틀의 개발. 학습자중심교과교육연구, 12(4), 533-557.

박혜원, 신영준 (2012). 융합인재교육(STEAM)을 적용한 과학수업이 자기효능감, 흥미 및 과학 태도에 미치는 영향. 생물교육학회지, 40(1), 132-146.

배덕현, 김방희, 김진수 (2014). 스마트교육 기반의 교량모형만들기 STEAM 프로그램이 흥미도와 융합인재소양에 미치는 효과. 한국기술교육학회지, 14(1), 158-176.

배진호, 윤봉희, 김진수 (2013). 융합인재교육(STEAM)을 적용한 초등과학수업이 과학학습 동기와 학업 성취도에 미치는 영향. 초등과학교육연구, 32(4), 557-566.

배진호, 소금현, 윤봉희, 김진수, 한국인, 김성길, 이경래, 이종화, 오동주, 김해진 (2014). 융합인재교육(STEAM)을 적용한 초등과학수업이 창의적 사고와 정서지능에 미치는 영향. 초등과학교육연구, 33(4), 762-772.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

백윤수, 박현주, 김영민, 노석구, 박종윤, 이주연, 정진수, 최유현, 한혜숙 (2011). 우리나라 STEAM 교육의 방향. 학습자중심교과교육연구, 11(4), 149-171.

손연아 (2012). STEAM 교육에 대한 인식 변화 및 수업 분석과 피드백 -영화와 연극 접 목 융합 수업을 중심으로-. 생물교육학회지, 40(4), 475-493.

손준호, 김종희, 김영곤 (2014). 천문 STEAM 프로그램에서 코티칭의 활용이 초등과학 영재학생의 자기주도적 학습 태도에 미치는 효과. 한국지구과학회지, 35(7), 572-584.

신희선 (2011). 문제중심학습(PBL)을 적용한 의사소통교육 사례연구. 한국교육논단, 10(3), 137-169.

신희선 (2009). 사회적 갈등해결을 위한 의사소통기술 개발. 사고와표현, 2(1), 111-153.

양지혜, 홍승호 (2014). 생물 사이의 에너지 흐름을 주제로 한 STEAM 프로그램 개발 및 적용 효과. 생물교육학회지, 42(3), 249-265.

유지원, 류다현, 이미나 (2015). 자연과학계열 대학생의 문제해결역량, 의사소통역량, 진로개발역량에 영향을 미치는 요인 규명. 교육과학연구, 46(2), 31-56.

윤마병, 홍재영 (2012). 고등학교 융합과학(STEAM) 실험-실습 프로그램 개발과 과학 캠프 적용. 과학교육연구지, 36(2), 263-278.

윤성희 (2014). 고등학교 과학 동아리를 위한 융합인재교육 STEAM 교수·학습 프로그램 개발 및 적용. 학국교원대학교 지구과학교육전공 석사학위논문.

윤정교, 김방희, 김진수 (2013). T-STEAM 프로그램이 기술교과의 흥미도와 학업성취도에 미치는 효과. 교원교육, 29(3), 157-175.

이경진, 김경자 (2013). 통합교육과정 접근방법에 근거한 융합인재교육(STEAM) 수업 계획안 분석. 한국교육학연구, 19(2), 281-306.

이동원, 최유현, 박수진, 정정숙 (2013). 주제기반 STEAM 교육 프로그램이 초등학생의 융합인재소양에 미치는 효과. 한국실과교육학회지, 26(1), 195-212.

이명숙, 김미숙, 문은식 (2013). STEAM 수업이 수학영재의 수학 창의적 문제해결력과 창의적 태도에 미치는 효과. 영재와 영재교육, 12(3), 75-94.

이미정 (2014). 의사소통 심화 과정으로서의 토론 수업 방안 연구. 교양교육연구, 8(6), 559-583.

이상균, 김순식 (2013). 지역체험자원을 활용한 STEAM수업이 과학적 태도와 융합인재소양에 미치는 효과. 대한지구과학교육학회지, 6(3), 261-270.

이석재 (2003). 생애능력 측정도구 개발 연구. 한국교육개발원, 국가정책연구.

이성희 (2012). STEAM 기반 환경교육 프로그램이 초등학생의 환경 소양에 미치는 영향. 환경교육, 25(1), 66-76.

이승우, 백종일, 이정곤 (2013). 융합인재교육(STEAM)을 적용한 초등 수학영재 교육

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

프로그램의 개발과 적용 효과. 초등수학교육, 16(1), 35-55.

이시예, 이형철 (2013). 융합 인재 교육(STEAM)을 적용한 과학수업이 초등학생의 창의성과 과학 관련 태도에 미치는 영향. 초등과학교육, 32(1), 60-70.

이용섭, 김윤경 (2012). 과학 기반 STEAM의 '날씨와 우리생활' 학습이 창의적 사고 및 창의적 인성에 미치는 효과. 대한지구과학교육학회지, 5(2), 204-212.

이정민, 신영준 (2014). 융합인재교육(STEAM) 수업에서 초등교사들이 겪는 어려움 분석. 초등과학교육연구, 33(3), 588-596.

이효녕, 권혁수, 박경숙, 오희진 (2014). 과학 탐구 기반의 통합적 STEM 교육 모형 개발 및 적용. 한국과학교육학회지, 34(2), 63-78.

임강숙, 김희수 (2014). 융합인재교육(STEAM)이 고등학생의 과학탐구능력에 미치는 효과. 대한지구과학교육학회지, 7(2), 180-191.

조보람, 이정민 (2014). 융합인재교육(STEAM)이 초등학생의 창의성과 학습몰입에 미치는 효과. 학습자중심교과교육학회지, 14(9), 87-105.

조향숙 (2012). 2012년 융합인재교육(STEAM) 리더 스쿨·교사연구회 오리엔테이션. STEAM 리더스쿨 및 교사연구회 발대식자료집. COEX 홀.

최유현, 노진아, 이봉우, 문대영, 이명훈, 장용철, 박기문, 손다미, 임윤진, 이은상 (2012). 창의적 융합인재양성을 위한 STEAM 교육과정 모형 개발. 한국기술교육학회지, 12(3), 63-87.

태진미 (2013). 과학적 태도 수준 그룹에 따른 스토리텔링 기반 STEAM 교육의 효과 검증. 영재와 영재교육, 12(1), 5-28.

태진미, 박양숙 (2013). 스토리텔링 교육연극 기반 STEAM 교육이 초등학생들의 과학적 태도에 미치는 효과. 창의력교육연구, 3(1), 31-53.

한혜숙, 이화정 (2012). STEAM 교육을 실행한 교사들의 STEAM 교육에 관한 인식 및 요구 조사. 학술자중심교과교육연구, 12(3), 573-603.

한국과학창의재단 (2012). 융합인재교육(STEAM) 실행방향 정립을 위한 기초연구.

한국과학창의재단 (2011). 2009 개정 교육과정에 따른 과학과 교육과정 연구.

홍광표, 조준오 (2015). 융합인재교육(STEAM)이 초등학생 고학년의 과학적 태도 및 창의적 문제해결력에 미치는 영향. 학국교육문제연구 33(1), 77-99.

Yakman, G. (2008). ST∑@M Education: an overview of creating a model of integrative education, PATT.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

논 문 요 약

STEAM 프로그램이 예비 과학교사의 의사소통능력 및 문제해결능력에 미치는 영향

전 재 형

지도교수 : 김 선 영

조선대학교 교육대학원 생물교육전공

본 연구의 목적은 STEAM 프로그램이 예비 과학교사의 의사소통능력과 문제해결능력에 미치는 효과를 살펴보는 데 있다. 사범대학에 재학 중인 예비 과학교사 16명을 대상으로 8주에 걸쳐 총 16차시 동안 STEAM 프로그램이 진행되었다. 예비 과학교사들은 자동차 번호판 설계, 층간 소음 줄이기, 지진에 강한 내진설계, 간이정수기 만들기 총 4개의 STEAM 프로그램을 상황제시, 창의적 설계, 감성적 체험, 새로운 문제 도전 및 평가의 4단계에 따라 실시하였다. STEAM 교육 활동의 각 단계는 모둠 활동으로 진행되었으며 활동 중 녹음을 하고 이를 전사 하였다. 연구 결과, 예비 과학교사들은 STEAM 프로그램을 통해 의사소통 중 발생한 의미해석과 목표를 설정하며 메시지를 전환하는 의사소통능력이 통계적으로 유의미하게 증가하였다($p<.01$). 또한, 문제를 인식하고 수집된 정보를 분석하여 확산적 사고를 통해 의사를 결정하며, 기획하여 실행한 후 피드백을 주고받는 문제해결능력이 통계적으로 유의미하게 향상되었다($p<.01$). 예비 과학교사들은 모둠 활동을 통해 상대방이 제시한 의도를 파악하는데 경청의 자세로 임함으로써 상대방의 말을 요약하고 이해하며 대화를 전개하였고, 문제와 관련이 있는 정보들의 인과관계를 분석하며 원인을 분석하는 모습을 나타냈다. 또한, 자신의 의견을 명료하게 내세우며 적극적이고 주도적인 의사소통을 이끌어 나가면서도 타인의 관점을 이해하려고

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

노력하는 모습을 보였다. 반면에 자료 및 정보 수집의 어려움으로 창의적인 의사소통과 고정 관념적 사고를 극복하지 못하였고, STEAM 교육에 대한 평가 방법은 객관적이고 체계적인 기준이 설정되어야 함을 나타냈다. STEAM 활동 후 예비 과학교사들은 STEAM 프로그램 및 활동에 대해 흥미를 갖게 되었고, 의사소통과 문제해결 방법에 중요성을 인식함으로써 융합적 사고의 적용과 합의 및 의사결정을 통해 실생활 문제를 해결하는데 자신감을 함양할 수 있었다고 응답하였다. 따라서 예비 과학교사에게 적용한 STEAM 프로그램은 의사소통능력과 문제해결능력을 향상시킬 수 있으며, 배려를 포함하는 인성과 융합적 태도, 흥미, 자신감에 효과가 있음을 알 수 있다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

부 록

부록 1. 의사소통능력 검사지
부록 2. 문제해결능력 검사지
부록 3. STEAM 프로그램 적용 후 사후 질문지
부록 4. 차시별 수업 과정안 및 탐구활동지

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

부록 1. 의사소통능력 검사도구

학과: 학번: 이름:

	매우 그렇다	그렇다	보통이다	그렇지 않다	전혀 그렇지 않다
1. 상대방과 의견이 다를 때, 내 의견과 다른 점이 무엇인지를 파악한다.					
2. 상대방이 말하는 의도가 무엇인지를 알기 위해 잘 듣는다.					
3. 상대방과 이견을 보이는 주제가 아닌 것은 귀담아 듣지 않는다.					
4. 내가 듣고 싶은 말만 골라서 듣고 나머지는 무시한다.					
5. 상대방이 말하는 요점을 알기위해 이야기 하나하나에 귀를 기울인다.					
6. 상대방이 무슨 말을 하는지 내 나름대로 결론을 내리고 이를 확인하는 방식으로 대화한다.					
7. 상대방의 얼굴표정이나 몸짓을 보고 상대방의 기분을 이해하기도 한다.					
8. 내가 상대방의 기분이나 감정상태를 어떻게 이해하고 있는지를 말해준다.					
9. 상대방이 말을 할 때, 찬성 또는 반대하는 의사를 분명하게 드러내지 않고 듣는다.					
10. 내가 상대방의 말을 들은 대로 상대방에게 되풀이 한다.					
11. 상대방의 질문이 분명하지 않으면, 질문의 구체적인 내용이 무엇인지를 다시 물어 본다.					
12. 상대방이 말하고자 하는 주요 내용을 요약하여 확인해보고 나서 내가 하고 싶은 말을 한다.					
13. 상대방의 말을 들으면서 고개를 끄덕이거나 이해하고 있다는 얼굴 표정을 한다.					
14. 상대방의 말에 대해 내가 경험한 것을 바탕으로 재해석하여 다른 관점에서 말해준다.					
15. 똑같은 이야기라도 상대방이 이성인지 동성인지에 따라서 다른 표현방식으로 말한다.					
16. 어느 지역 출신인가에 따라서 차별하며 이야기를 한다.					
17. 장애인과 대화하는 기회가 있으면 가능한 한 말을 적게 한다.					
18. 대부분 내 생각이 옳기 때문에 다른 사람의 생각은 흘려듣는다.					
19. 어른의 말씀은 대개 옳기 때문에 대화를 할 때 무조건 그렇다고 동의를 한다.					
20. 학벌이 좋고 전문직에 종사하는 사람은 냉철하기 때문에 조심스럽게 대화를 한다.					
21. 외모가 잘 생긴 이성에 대해서는 친절하고 우호적으로 말을 한다.					
22. 나와 친하지 않은 사람일수록 이야기하고 싶지 않아서 자리를 피한다.					
23. 윗사람과 대화를 할 때는 반드시 예의바르게 행동해야 한다고 생각하며 말한다.					
24. 내가 생각하는 것과 전혀 다른 생각을 하는 사람의 의견도 잘 듣는다.					

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

25. 권위가 있는 사람이 말하는 것이면, 옳다고 생각하며 받아들인다.					
26. 여러 관점에서 이야기 주제를 생각하기보다 하나의 관점에서만 생각한다.					
27. 집단토의를 할 때, 상대방의 주장을 비판하기 보다는 이해하려고 한다.					
28. 나와는 다른 가치관을 가지고 있더라도 상대방의 주의주장을 귀담아 듣는다.					
29. 내가 생각하는 바를 있는 그대로 상대방에게 이야기 한다.					
30. 잘 모르는 것에 대해서는 사실대로 “나는 모르겠는데”라고 분명히 말한다.					
31. 나의 개인적인 약점을 숨기기보다는 상대방의 조언을 들으려고 한다.					
32. 친한 친구이지만, 내가 싫어하는 것과 좋아하는 것에 대해서 분명하게 말해준다.					
33. 평소에 나를 어떻게 대해 주었으면 좋겠다고 부모님께 털어 놓는다.					
34. 내가 싫어하는 사람의 성격이 어떠한지를 친구들에게 이야기 한다.					
35. 상대방이 자신의 속마음을 드러내는 만큼만 나도 상대방에게 나의 속을 드러낸다.					
36. 내가 다른 사람에게 말할 것이 있을 때는 주저하지 않고 바로 이야기 한다.					
37. 모임에서 내가 잘 모르는 사람을 만나도 피하기보다 적극적으로 나를 소개한다.					
38. 내가 하고 싶은 말을 미리 생각하여 두었다가 기회가 되면 말한다.					
39. 내가 원래 말하고자 하는 것을 상대방에게 전달하기 위하여 말뿐만 아니라 표정이나 몸짓도 적극적으로 사용한다.					
40. 다른 사람으로부터 질문을 받으면, 조리 있고 분명하게 나의 의견을 말한다.					
41. 토론시간에 다른 사람들에게 내가 준비한 보고서의 내용을 망설이지 않고 발표한다.					
42. 교육시간에 궁금하였던 것은 정확한 답을 알 때까지 몇 번이고 교수님께 질문한다.					
43. 상대방의 감정을 배려하고 있음을 말이나 몸짓으로 드러내 보인다.					
44. 대화를 할 때, 상대방의 입장이 되어본다.					
45. 상대방이 생각하는 것과 말을 하는 것이 서로 다르다는 것을 안다.					
46. 내가 한 말에 대해서 상대방이 어떻게 느꼈는지를 물어 본다.					
47. 내가 한 말을 상대방이 어떻게 받아들일지를 생각하면서 대화한다.					
48. 친구한테 짜증스럽게 말하면 그 친구가 어떤 기분일까를 생각하며 말한다.					

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

부록 2. 문제해결능력 검사도구

학과: 학번: 이름:

	매우 그렇다	그렇다	보통 이다	그렇지 않다	전혀 그렇지 않다
1. 내가 원하는 상태와 현재 상태간의 차이가 무엇인지를 생각한다.					
2. 문제가 해결되지 않았을 때, 나타날 결과를 미리 예측한다.					
3. 당면한 문제가 다른 사람에게 어떠한 영향을 미칠 것인지를 생각한다.					
4. 내가 해결해야할 문제의 핵심이 무엇인지를 먼저 확인한다.					
5. 해결할 문제가 나에게 얼마나 가치 있는 것인지를 객관적인 입장에서 평가해 본다.					
6. 내가 갖고 있는 문제에 대해서 다른 사람들은 뭐라고 말하는지 알아본다.					
7. 해결해야할 문제와 관련이 있다고 판단되는 정보만 수집한다.					
8. 내가 선호하는 방식으로만 문제해결에 도움이 되는 정보를 찾는다.					
9. 내 나름대로 문제답안을 생각하고 문제해결에 도움이 된다고 생각하는 정보만을 찾는다.					
10. 나에게 친숙한 방법으로만 문제해결에 도움이 되는 정보를 찾는다.					
11. 여러 가지 자료를 조사했을 때, 자료의 출처가 어느 정도 믿을 수 있는지 서로 비교해 본다.					
12. 어떤 문제에도 결정적인 원인이 있다고 생각하고 그 원인을 찾는다.					
13. 문제가 생기면, 내가 이전에 경험해본 적이 있는 문제의 원인들을 가장 먼저 연관지어 본다.					
14. 수집된 정보들에 대해서 서로 유사점과 차이점을 비교해 본다.					
15. 문제 상황에 대해서 내가 아는 것과 모르는 것을 구분하여 정리 해본다.					
16. 다른 사람의 의견이 내 의견과 다르더라도 긍정적으로 생각하고 수용한다.					
17. 일상생활에서 일어나는 여러 가지 다른 일들과 나의 문제를 연관시켜 본다.					
18. 지금까지 생각해 본 관점과 전혀 다른 관점에서 당면한 문제를 살펴본다.					
19. 문제를 해결하는 데 전혀 관련이 없을 것 같은 생각들도 중요하게 다룬다.					
20. 평소와는 달리 갑자기 떠오르는 엉뚱한 생각대로 문제를 풀어본다.					
21. 여러 문제해결 방법들 중에서 어떤 방법을 택할 것인지 기준을 정한다.					
22. 생각한 방법들이 새롭고, 문제를 해결하기에 적절한 것인지를 알아본다.					
23. 여러 문제해결방법들 중에서 더 중요하다고 생각되는 우선순위를 정한다.					

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

24. 지금 당장 해결해야 할 것이 무엇인지를 생각하며 해결방법을 결정한다.					
25. 생각한 문제해결 방법별로 문제해결에 필요한 비용과 편익을 비교한다.					
26. 목표를 달성하기 위하여 해야 할 일을 순서대로 자세하게 정한다.					
27. 문제를 해결할 기간을 명확하게 정하여 둔다.					
28. 현재 어느 정도 시간을 사용할 수 있는지를 생각하며 문제를 해결할 계획을 세운다.					
29. 일정대로 계획을 추진하다 곤란을 당하는 경우를 생각하여 대비책을 마련한다.					
30. 당면한 문제해결을 위해서 먼저 해야 할 것과 나중에 해도 되는 것을 구분한다.					
31. 어떠한 어려움이 닥쳐도 하기로 정한 것은 끝까지 한다.					
32. 이전의 경험이나 해오던 방식과 다르더라도 모험을 시도한다.					
33. 실패도 성공만큼 중요하게 여기며 문제를 해결한다.					
34. 결과가 어떠할지 정확하게 알 수 없지만, 성공할 가능성이 있으면 실제로 해본다.					
35. 지금 당장은 실패 할 수 있지만, 앞으로 얻는 것이 있다면 문제해결을 시도한다.					
36. 지금은 결과가 좋지 않더라도 나중에 좀 더 잘 할 수 있는 방안을 찾는다.					
37. 다른 사람들이 내가 한일에 대해서 어떻게 평가해 주느냐를 중요하게 여긴다.					
38. 문제를 해결하고 나서 정말 잘 한 것인지 못한 것인지를 객관적으로 따져본다.					
39. 자신의 문제를 해결한 것에 대해서 다른 사람들은 어떻게 생각하고 있는지 들어본다.					
40. 처음 해결하려고 한 문제가 해결되었는지의 여부를 확인해 본다.					
41. 문제를 해결하지 못하면, 실망하기보다 더 잘 할 수 있는 방법을 적극적으로 찾아본다.					
42. 문제를 좀 더 잘 해결할 수 있는 방안이 무엇인지를 다른 사람과 토의한다.					
43. 앞으로 문제를 잘 해결할 수 있다면, 다른 사람의 비판이나 조언도 수용한다.					
44. 나중에 문제를 해결할 때, 다른 사람의 제언에 따라서 나의 행동을 바꾼다.					
45. 나에게 부정적인 평가라도 해줄 수 있는 사람을 찾아서 피드백을 부탁한다.					

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

부록 3. STEAM 프로그램 적용 후 사후 질문지

	범 주	중심 질문	보조 질문
1	상황 제시	문제 해결의 필요성을 느끼며 자연스러운 융합이 이루어지도록 호기심을 유발하였는가?	그렇다면, 어떤 점이 호기심을 유발하였는가?
2	창의적 설계	STEAM 활동을 하면서 가장 고민을 많이 한 부분은?	왜 고민을 많이 하였는가?
3		주어진 문제에 대한 구체적인 해결방안이 어떻게 제시되었는가?	문제 해결 중 의사소통은 원활하였는가? (충돌되는 의견은 어떻게 해결하였는가?)
4		아이디어 책안점은 무엇인가?	여러 다른 의견 중 최종 아이디어는 어떻게 선택되었는가?
5	감성적 체험	STEAM 활동 시작 전 본인의 기분은 어떠하였는가?	왜 그런 기분이 들었는가?
6		STEAM 활동에 쉽게 몰입할 수 있었는가?	몰입할 수 있었던 이유는 무엇인가?
7		STEAM 활동을 마친 후 느낌은?	계속 이런 활동을 하고 싶은가?
8		어떤 STEAM 활동이 가장 기분을 좋게 만들었는가?	기분이 좋았던 이유는 무엇이라고 생각하는가?
9	새로운 문제에 대한 도전	경험한 STEAM 활동 이외의 여러 상황에 대해서도 문제 해결을 할 수 있는가?	어떻게 해결할 것인가?

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

부록 4. 차시별 수업 과정안 및 탐구활동지

주제	자동차 번호판 만들기		차시	1-4/16
STEAM 요소	과학 (Science)	생물 : 시각의 전달 경로		
	기술 (Technology)	번호판을 제작하는 기술		
	예술 (Arts)	번호판의 미적 요소		
	수학 (Mathematics)	번호판 숫자의 조합과 구성		
핵심지식	교과기반지식	· 기술 : 중학교 Ⅳ. 기술과 발명 · 미술 : 중학교 6. 소통하는 미술		
	과학-기술-사회-소양	· 기술에 대한 개념과 특성, 사회 및 환경과의 관계를 파악한다.		
	인문-사회-예술적 소양	· 우리를 둘러싼 시각문화를 알 수 있다. · 번호판 구조에 대한 디자인을 할 수 있다.		
학습목표	가독성이 뛰어난 자동차 번호판을 제작하여 문제 상황을 해결할 수 있다.			
단계	교수 - 학습 과정			
상황제시 (1/4차시)	▸ 사회적으로 이슈가 된 '크림빵 뺑소니' 문제 상황을 인식한다. - '크림빵 아빠' 뺑소니 CCTV 판독결과 "번호판 판독 불가" http://news.naver.com/main/read.nhn?mode=LPOD&mid=tvh&oid=214&aid=0000460464 ▸ 일상생활에서 자동차 번호판 인지의 어려움을 제시한다. - 뺑소니 번호판 판독 불가 http://blog.naver.com/3emrdl/150187725420			
창의적 설계 (2/4차시)	▸ 우리나라 번호판의 변천사를 살펴보고 세계 각국의 다양한 종류의 번호판을 비교, 분석해 본다. - 번호판이 갖추어야 할 요소를 찾을 수 있다. - 인지 테스트 활동지를 통해 기억하기 쉬운 숫자의 개수를 확인한다. ♣ 활동 과정 ① 인지테스트 활동지를 학생들에게 나누어 주고 인지테스트를 설명한다. ② 20개의 단어를 읽어주고 생각나는 대로 쓰도록 한다. ③ 기억한 순서대로 학생별로 체크하도록 한다. ④ 학생모두에게 해당되는 숫자에 기억한 학생 수를 파악한다. ⑤ 초두·최신 효과를 설명한다. ▸ 색상, 명도, 채도에 대해 알 수 있다. - 먼셀 색상환을 통해 유사 색과 보색의 관계를 알 수 있다. - 색깔들의 보색 관계를 확인한다. ▸ 인지 테스트 결과와 대비색상을 고려하여 번호판을 설계하도록 한다.			
감성적 체험 (3/4차시)	▸ 조별로 설계한 탐구 창의적 설계에 따라 자동차 번호판을 제작한다. (하드보드지, 색지, 가위, 칼, 자, 12색 사인펜, 색연필 등)			
평가 및 새로운 문제 도전 (4/4차시)	▸ 조별로 직접 설계한 자동차 번호판을 발표하고 동료평가를 통해서 평가를 받는다. ▸ 각 위치에서 가장 잘 보이는 번호판을 선정한다. ▸ 일상생활의 다양한 그림이나 이미지 등이 (간판, 이정표 등) 한눈에 알아볼 수 있는 이유를 말할 수 있다.			

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

탐구활동지 1. (자동차 번호판 만들기)

소 속		이 름		학 번	
모둠명		모둠 구성원		날짜	

■ 차 번호판 디자인의 목적은 무엇인가요?

■ 번호판 디자인에 반영할 요소에는 무엇이 있을까요?

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

탐구활동지 2. (자동차 번호판 만들기)

소 속		이 름		학 번	
모둠명		모둠 구성원		날짜	

■ 각 모둠원 역할 분담 및 프로젝트 흐름도를 작성해 보세요.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

탐구활동지 3. (자동차 번호판 만들기)

소 속		이 름		학 번	
모둠명		모둠 구성원		날짜	

■ 시인성이 좋은 자동차 번호판을 창의적으로 설계하고 스케치해 보세요.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

탐구활동지 4. (자동차 번호판 만들기)

소 속		이 름		학 번	
모둠명		모둠 구성원		날짜	

■ 가장 잘 보이는 번호판을 선정하고 특징을 확인해 볼까요?

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

주제	층간소음 줄이기		차시	5-8/16
STEAM 요소	과학 (Science)	물리 : 소리의 전달		
	기술 (Technology)	기술 : 소음의 차단 기술		
	공학 (Engineering)	공학 : 방음벽, 방음장치 시공		
핵심지식	교과기반지식	· 과학 : 중학교 Ⅱ. 빛과 파동 · 기술 : 중학교 Ⅳ. 기술과 발명		
	과학-기술-사회-소양	· 기체(공기), 액체, 고체 모두 음 에너지를 전달하는 원리를 말할 수 있다.		
	인문-사회-예술적 소양	· 사회적으로 문제가 되는 층간소음이 발생하는 원인과 해결법을 알 수 있다.		
학습목표	소리가 전달되는 방법을 살펴보며 층간소음 문제를 해결할 수 있다.			
단계	교수 - 학습 과정			
상황제시 (1/4차시)	▸ 층간소음에 의한 사건, 사고를 확인한다. - https://www.youtube.com/watch?v=26AytHrN_0Q ▸ 소음의 발생원인과 피해를 알아본다. - 층간소음 및 소음공해를 직접 경험해 봤는지 이야기해 본다. ▸ 층간소음의 발생 원인을 알아본다.			
창의적 설계 (2/4차시)	▸ 소리의 3요소(세기, 높이, 맵시)를 알 수 있다. - 소리의 크기인 dB(데시벨)을 알 수 있다. - 소리의 전달을 위한 매질을 알 수 있다. ▸ 주어진 재료를 통하여 소음을 줄일 수 있는 방법을 구상하고 설계한다. - 재료의 순서와 두께를 고려한다.			
감성적 체험 (3/4차시)	▸ 설계를 바탕으로 소음을 줄일 수 있는 바닥을 제작한다.			
평가 및 새로운 문제 도전 (4/4차시)	▸ 소음 방지 제작품의 성능 확인하기 - 구조물과 소음측정기 간의 거리에 따라 데시벨(dB)을 측정한다. - 소음의 완충재에 따른 데시벨(dB)의 크기를 기록하며 표로 작성한다. - 완충재의 종류와 거리에 따른 표를 비교 설명한다. ▸ 층간소음을 줄일 수 있는 또 다른 방법을 모색하고 토론한다.			

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

탐구활동지 1. (층간소음 줄이기)

소 속		이 름		학 번	
모둠명		모둠 구성원		날짜	

■ 층간소음을 줄여야 하는 이유는 무엇인가요?

■ 층간소음 줄이기에 반영할 요소에는 무엇이 있을까요?

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

탐구활동지 2. (층간소음 줄이기)

소 속		이 름		학 번	
모둠명		모둠 구성원		날짜	

■ 각 모둠원 역할 분담 및 프로젝트 흐름도를 작성해 보세요.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

탐구활동지 3. (층간소음 줄이기)

소 속		이 름		학 번	
모둠명		모둠 구성원		날짜	

■ 층간소음을 줄일 수 있는 창의적 설계를 스케치해 보세요.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

탐구활동지 4. (층간소음 줄이기)

소 속		이 름		학 번	
모둠명		모둠 구성원		날짜	

■ 다른 조와 사용한 충전재를 비교해 봅니다. (아래에서부터)

	재료1	재료2	재료3	재료4	재료5	재료6
1조						
2조						
3조						
4조						
5조						
6조						

■ 거리에 따른 소음을 측정해 봅니다. (dB)

	0cm	20cm
1조		
2조		
3조		
4조		
5조		
6조		

■ 층간소음을 최소화하는 효과적인 충전재는 무엇인가요?

■ 층간소음을 줄이기 위한 또 다른 방법은 무엇이 있을까요?

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

주제	지진에 강한 내진설계		총 차시	9-12/16
STEAM 요소	과학 (Science)	지구과학 : 지진		
	기술 (Technology)	건축기술과 방법		
	공학 (Engineering)	건축물의 설계와 시공		
	예술 (Arts)	건축물의 미적요소		
핵심지식	교과기반지식	· 과학 : 중학교 Ⅱ. 지구계와 지권의 변화 · 미술 : 중학교 3. 미술에서의 주제 · 기술 : 중학교 Ⅴ. 건설 기술과 환경		
	과학-기술-사회-소양	· 지진에 견딜 수 있는 구조물 설계 및 제작할 수 있다.		
	인문-사회-예술적 소양	· 조형물의 원리를 이해하고 만들 수 있다. · 우리 생활환경 속 예술작품의 가치와 역할을 이해하고 감상할 수 있다.		
학습목표	지진에 강한 건축물 설계를 통해 지진에 대해 말할 수 있다.			
단계	교수 - 학습 과정			
상황제시 (1/4차시)	▸ 지진의 심각성을 확인한다. - SBS 스페셜 E16 대지진 경고! 지금 일본은 (2005.10.30.) (49:52) http://www.youtube.com/watch?v=7QiubxbzljA ▸ 내진에 강한 구조물들의 특징들을 살펴보게 한다. - 뉴질랜드가 지진에 강한 이유 (3:35) http://www.youtube.com/watch?v=quT8v4-MU24			
창의적 설계 (2/4차시)	▸ 내진에 강한 구조물(내진,면진,제진 설계 구조물)들을 살펴본다. ▸ 각 조별로 내진에 강한 구조물을 구상하도록 한다. - 글, 대화보다는 스케치를 활용하여 자신의 생각을 공유한다. ▸ 주어진 재료를 각 조별로 선택하게 한다. - 나무젓가락, 찰흙, 빨대, 철사, 종이, 유리판, 풀, 테이프, 고무줄 등. ▸ 선택한 재료를 바탕으로 설계를 한다.			
감성적 체험 (3/4차시)	▸ 구상한 설계를 바탕으로 선택한 재료를 이용하여 내진에 강한 구조물을 제작하도록 한다.			
평가 및 새로운 문제 도전 (4/4차시)	▸ 임의적인 지진을 발생시켜 지진에 강한 구조물을 확인한다. - 다른 조에서 만든 구조물과 비교 설명하도록 한다. - 내진에 우수한 여러 건축물 등을 직접 만든 구조물과 비교한다. ▸ 구조물 이외에 지진에 관련된 사항을 확인한다.			

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

탐구활동지 1. (지진에 강한 내진설계)

소 속		이 름		학 번	
모둠명		모둠 구성원		날짜	

■ 지진에 강한 구조물을 만들어야 하는 이유는 무엇인가요?

■ 지진에 강한 구조물을 만들기 위한 요소에는 무엇이 있을까요?

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

탐구활동지 2. (지진에 강한 내진설계)

소 속		이 름		학 번	
모둠명		모둠 구성원		날짜	

■ 각 모둠원 역할 분담 및 프로젝트 흐름도를 작성해 보세요.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

탐구활동지 3. (지진에 강한 내진설계)

소 속		이 름		학 번	
모둠명		모둠 구성원		날짜	

■ 지진에 강한 구조물의 창의적 설계를 스케치해 봅니다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

탐구활동지 4. (지진에 강한 내진설계)

소 속		이 름		학 번	
모둠명		모둠 구성원		날짜	

■ 지진에 강한 구조물을 선정해 봅니다.

구조물 특징	
1조	
2조	
3조	
4조	
5조	

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

주제	간이정수기 만들기		총 차시	13-16/16
STEAM 요소	과학 (Science)	화학 : 혼합물의 분리		
	기술 (Technology)	정수 기술		
	공학 (Engineering)	정수 처리시설 공정		
	예술 (Arts)	정수기의 디자인		
핵심지식	교과기반지식	· 과학 : 중학교 Ⅴ. 물질의 특성 · 기술 : 중학교 Ⅳ. 기술과 발명		
	과학-기술-사회-소양	· 혼합물을 분리할 수 있다. · 정수의 원리를 말할 수 있다.		
	인문-사회-예술적 소양	· 상수도 시설이 갖춰지지 않은 제 3 세계에 거주하는 사람들을 생각해본다.		
학습목표	혼합물을 분리하는 원리를 통해 물을 정수할 수 있다.			
단계	교수 - 학습 과정			
상황제시 (1/4차시)	▸ 물 한 방울이 소중한 아프리카 어린이들 http://www.youtube.com/watch?v=z6mud0mcXn0 ▸ 정수된 물을 먹지 않았을 때 발생되는 메디나충의 감염 - EBS<다큐프라임> http://blog.naver.com/ebsstory/50178716986			
창의적 설계 (2/4차시)	▸ 실생활에 사용 중인 정수기의 내부를 확인한다. - 내부 구조와 구조상의 특징 및 부품의 역할을 이야기해 보자. - 정수기의 원리와 정수 요소(여과, 흡착, 살균)에 대해 알 수 있다. - 정수기 필터의 역할과 필터 연결 방식의 차이점을 살펴본다. - 정수기에 사용되는 필터(막)의 장단점을 구분할 수 있다. ▸ 재료를 채울 순서를 조별과 토의한다. - 개인의 의견을 통합하여 한 가지 방안만 선출 - 채울 순서 이외에도 양과 높이 두께 등을 고려하여 토의한다.			
감성적 체험 (3/4차시)	▸ 창의적 설계를 바탕으로 실제로 간이정수기를 제작한다.			
평가 및 새로운 문제 도전 (4/4차시)	▸ 오염된 물을 통과시켜 정수되는지 확인한다. - 재료의 순서와 두께가 정수의 어떤 영향을 미치는지 확인한다. - 정수가 가장 잘 된 모둠의 정수기를 통해서 결과를 확인한다. ▸ 재난 재해 시 깨끗한 물을 구하는 방법에 대해여 생각해 본다. http://www.youtube.com/watch?v=CS74r9haCgc			

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

탐구활동지 1. (간이정수기 만들기)

소 속		이 름		학 번	
모둠명		모둠 구성원		날짜	

■ 물을 정수해야 하는 이유는 무엇인가요?

■ 물을 정수하기 위한 요소에는 무엇이 있을까요?

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

탐구활동지 2. (간이정수기 만들기)

소 속		이 름		학 번	
모둠명		모둠 구성원		날짜	

■ 각 모둠원 역할 분담 및 프로젝트 흐름도를 작성해 보세요.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

탐구활동지 3. (간이정수기 만들기)

소 속		이 름		학 번	
모둠명		모둠 구성원		날짜	

■ 간이 정수기를 만들기 위한 창의적인 설계를 스케치해 봅니다.

Collection @ chosun

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY

탐구활동지 4. (간이정수기 만들기)

소 속		이 름		학 번	
모둠명		모둠 구성원		날짜	

■ 다른 모둠과 재료의 넣는 순서를 비교해 봅니다. (위에서부터)

재료의 순서						
1조						
2조						
3조						

■ 다른 모둠과 재료의 높이를 비교해 봅니다. (위에서부터)

	재료1	재료2	재료3	재료4	재료5	재료6
1조						
2조						
3조						

■ 다른 모둠과 탁도, 색, 냄새를 3회에 걸쳐 평가해 봅니다.

	거르기 전	거른 후		
		1회	2회	3회
탁 도				
색				
냄 새				

■ 다른 모둠과 차이점을 비교해 봅니다.

Collection @ chosun