

# 융합선택과목 수업 평가 도움자료

## 과학의 역사와 문화



경상국립대학교  
GYEONGSANG NATIONAL UNIVERSITY



한국과학창의재단  
Korea Foundation for the Advancement of Science & Creativity



# Contents

|           |                                                     |           |
|-----------|-----------------------------------------------------|-----------|
| <b>I</b>  | <b>과학의 역사와 문화의 이해</b>                               | <b>1</b>  |
| 01.       | 과학의 역사와 문화 과목의 개요                                   | 3         |
| 02.       | 교과목 운영 및 평가 시 고려 사항                                 | 5         |
| 03.       | 성취기준 해설                                             | 8         |
| 04.       | 수업 모형                                               | 12        |
| <b>II</b> | <b>도움자료</b>                                         | <b>25</b> |
| 01.       | [직소(Jigsaw)] 영화를 활용한 그리스 과학탐구                       | 27        |
| 02.       | [개념 변화 학습] 두 천재의 세계관으로 만나는 양자역학 논쟁                  | 46        |
| 03.       | [직소(Jigsaw)] 작품 속 과학 원리로 만나는 르네상스와 과학혁명             | 63        |
| 04.       | [과학-기술-사회(STS) 학습] 과학기술의 양면성 토론하기                   | 81        |
| 05.       | [과학-기술-사회(STS) 학습] 역사 속 감염병 대응 백서 제작하기              | 98        |
| 06.       | [5E 순환학습] 상대성 이론으로 본 미래주의 미술                        | 116       |
| 07.       | [과학-기술-사회(STS) 학습] 과학기술의 발자취를 따라 미래 모빌리티 기획하기       | 131       |
| 08.       | [개념 변화 학습] 과학 용어로 읽는 우리 시대 문화 코드                    | 149       |
| 09.       | [창의적 문제해결 학습(CPS)] 인공지능 작곡으로 만나는 과학과 예술             | 167       |
| 10.       | [프로젝트 기반(PBL) 학습] 현실과 가상의 경계에서, VR과 AR로 미래 사회 디자인하기 | 183       |





# 제 I 장

## 과학의 역사와 문화의 이해

---

- 01. '과학의 역사와 문화' 과목의 개요
  - 02. 교과목 운영 및 평가 시 고려 사항
  - 03. 성취기준 해설
  - 04. 수업 모형
-



# 01

## ‘과학의 역사와 문화’ 과목의 개요

### 1

#### ‘과학의 역사와 문화’ 과목의 특징

‘과학의 역사와 문화’는 인류 사회의 발전 과정 속에서 과학이 수행해 온 역할과 가치, 그리고 그 영향을 탐구함으로써 과학기술이 사회와 문화, 예술 등 다양한 영역과 어떤 방식으로 상호작용하며 발전해 왔는지를 이해하도록 구성된 융합 선택 과목이다.

이 과목은 과학을 단순히 연대기적으로 나열하는 과학사로 접근하기보다, 문화·예술·언어·공학 등 실생활 속 다양한 사례를 중심으로 과학의 의미를 탐구하도록 설계되었다. 학생들은 주변에서 쉽게 접할 수 있는 흥미로운 소재를 통해 과학기술의 원리와 창의적 아이디어가 사회 변화를 이끌어온 과정을 구체적으로 이해할 수 있다. 이를 통해 과학이 단순한 기술적 진보를 넘어 인문·사회·예술 등 인간 활동 전반에 영향을 미쳐 왔음을 인식하고, 과학이 문화와 산업의 새로운 형태를 창출하는 핵심 동력임을 깨닫게 된다.

또한, 본 과목은 과학의 발전을 사회문화적 맥락 속에서 이해함으로써 학문 간 경계를 넘나드는 융합적 사고력과 통찰력을 기를 수 있도록 한다. 학생들은 과거에서 현재, 그리고 미래로 이어지는 인류와 과학의 관계를 폭넓게 조망하며, 급격히 변화하는 과학기술 사회 속에서 새로운 인류 문명이 어떠한 방향으로 나아갈지를 비판적이고 창의적으로 탐색할 수 있다.

교육 내용은 ① 과학과 문명의 탄생과 통합, ② 변화하는 과학과 세계, ③ 과학과 인류의 미래의 세 영역으로 구성된다. 이를 통해 학생들은 인류 문명의 초기 단계부터 근대 과학혁명에 이르기까지의 발전 과정과 예술·철학·기술이 융합된 과학의 역사적 전개를 이해하고, 산업혁명 이후 현대 사회의 과학기술이 가져온 사회적 변화와 미래 사회의 과학적 쟁점을 통합적으로 이해할 수 있도록 한다.

결국 ‘과학의 역사와 문화’는 학생들이 과학적 사고력과 인문사회적 감수성을 아우르는 융합형 소양을 기를 수 있는 과목으로, 과거의 과학을 돌아보고 현재의 과학을 이해하며 미래의 과학과 사회를 통찰하는 통합적 학습 경험을 제공한다.

### 2

#### 성격 및 목표

##### 가. 성격

‘과학의 역사와 문화’는 인류 문명의 역사 속 과학의 특징과 가치를 이해하고, 이를 기반으로 과학의 사회적 역할을 고려하여 미래 사회에 필요한 과학적 소양을 함양하기 위한 과목이다. ‘과학의 역사와 문화’에서는

과학적 소양을 갖추고 더불어 살아가는 창의적인 사람을 기르기 위해 과학의 역사에서 중요한 사건이나 사례를 중심으로, 과학과 사회, 경제, 문화 등의 상호작용을 탐색한다. 이를 통해 과학기술의 발달로 인한 사회문화의 변화를 예측하고, 이러한 변화의 과정 속에서 발생할 수 있는 다양한 문제를 지혜롭게 해결할 수 있는 역량을 기르는 데 중점을 둔다.

‘과학의 역사와 문화’는 ‘통합과학1, 2’ 및 ‘과학탐구실험1, 2’ 과목을 통해 습득한 과학 지식을 바탕으로 인류 문명의 역사에서 과학의 변화 과정을 이해하고, 과학과 사회문화의 상호 관계를 탐구함으로써 자기주도적 문제해결 능력을 기르기 위한 과목이다. ‘과학의 역사와 문화’는 과학을 중심으로 과학과 다양한 분야의 상호 작용을 탐색하고, 과학의 역할과 가치를 이해하며, 과학기술의 발달로 인한 미래 사회의 다양한 변화 속에서 올바른 가치 판단을 할 수 있는 능력을 기를 수 있도록 구성되어 있다.

‘과학의 역사와 문화’는 과거, 현재, 미래의 시간 흐름 속에서 인류 문명과 과학의 상호 관계를 조망할 수 있도록 과학과 문명의 탄생과 통합, 변화하는 과학과 세계, 과학과 인류의 미래의 3개 영역으로 구성되어 있다. 과학과 문명의 탄생과 통합 영역에서는 인류 문명의 초창기부터 근대에 이르기까지 과학과 사회문화 사이의 상호작용과 융합의 사례를 다룬다. 변화하는 과학과 세계 영역에서는 산업혁명 이래 등장한 과학기술이 사회와 문화에 미친 영향과 관계를 고찰한다. 과학과 인류의 미래 영역에서는 오늘날 주목받고 있는 사회적 변화와 문화적 현상에서 과학의 역할을 탐색하고, 과학기술의 발달로 인해 나타날 수 있는 미래의 변화와 파생되는 문제를 예측하고 논의한다.

과학은 사회문화와의 끊임없는 상호작용 속에서 발달하고, 과학기술의 발전은 우리의 생활과 가치 판단에 큰 영향을 미친다. 이로 인해 새로운 지식과 문화가 창출되지만 예측하지 못했던 새로운 문제들도 생겨나고 있다. 이러한 문제에 유연하게 대처하기 위해서는 창의적이고 융합적인 사고를 기르는 것이 중요하다. ‘과학의 역사와 문화’를 통해 과거 과학과 인류 문명의 등장부터 오늘날 우리 주변에서 나타나는 변화에 이르기까지 다양한 사건과 쟁점, 사례를 탐구함으로써 지식·이해, 과정·기능, 가치·태도를 균형 있게 함양하여 미래 사회에 필요한 과학적 소양을 기를 수 있을 것이다.

## 나. 목표

과학과 인류 문명의 발전에 대하여 흥미와 호기심을 가지고 과학적 사고와 탐구를 기반으로 역사적 맥락 속 과학과 사회문화의 상호 관계를 이해하고, 과학기술이 개인의 삶과 사회에 미치는 영향을 고려하여 미래 사회에 나타날 다양한 문제를 자기주도적으로 해결하는 능력을 기른다.

- (1) 과학과 사회문화의 관계에 대한 흥미와 호기심을 바탕으로, 개인과 사회의 문제를 인식하고, 이를 과학적으로 해결하려는 태도를 기른다.
- (2) 인류 문명에 중요한 영향을 미친 과학적 발견과 역사적 사건을 토대로 다가오는 미래에 나타날 수 있는 변화를 예측하고 대응할 수 있는 능력을 기른다.
- (3) 과학과 사회, 경제, 예술 등 다양한 분야와의 관계에서 과학의 역할과 가치를 이해한다.
- (4) 과학기술 및 사회의 상호 관계를 이해하고 이를 바탕으로 개인과 사회의 문제해결에 민주 시민으로서 참여하고 실천하는 능력을 기른다.

## 02

## 교과목 운영 및 평가 시 고려 사항

### 1

### 교수 · 학습의 방향 및 방법

#### 가. 교수 · 학습의 방향

##### (1) 실생활 맥락 중심 탐구

- 과학과 문화가 융합된 실생활 사례를 중심으로 수업을 구성하여 과학의 사회적 의미를 체감할 수 있도록 한다.

##### (2) 개방형 질문과 토론 활용

- 사고 확장을 위한 발문과 토론을 통해 학생의 지적 호기심을 자극하고, 과학적 근거에 기반한 의사소통 능력을 기른다.

##### (3) 협력적 탐구 환경 조성

- 학생 중심의 탐구 활동을 설계하고, 모둠별 협업을 통해 문제해결 과정을 경험하게 한다.
- 협업 과정에서 타인의 의견을 존중하고 과학적 근거로 논의하는 태도를 지도한다.

##### (4) 지역사회 자원 활용

- 지역 과학관, 박물관, 문화유산 등 지역 자원을 활용하여 현장감 있는 학습이 이루어지도록 한다.
- 지역사회와 연계한 탐방형 학습, 현장 탐구 프로젝트 등을 운영한다.

##### (5) 디지털 격차 최소화

- 학생의 디지털 활용 능력 차이를 고려하여 적절한 지원과 대체 자료를 제공한다.

##### (6) 정의적 영역 강화

- 과학자 이야기, 과학사 속 사례, 첨단 과학기술의 가치 등을 통해 과학에 대한 흥미, 자신감, 진로 동기를 높인다.
- 과학의 본성과 과학윤리를 함께 다루어 인문학적 성찰 능력을 함양한다.

#### 나. 교수 · 학습의 방법

##### (1) 성취기준 중심 평가

- 교육과정 성취기준에 근거하여 평가를 실시하고, 결과를 학습 개선과 성장 지원에 활용한다.
- 평가 결과를 바탕으로 개별 피드백을 제공하여 학생 스스로 학습을 성찰할 수 있도록 한다.

##### (2) 균형 있는 영역 평가

- 지식 · 이해뿐 아니라 과정 · 기능, 가치 · 태도를 종합적으로 평가한다.
- 단편적 암기식 평가를 지양하고, 탐구 · 문제해결 중심 평가를 강화한다.

(3) 학생 맞춤형 평가 제공

- 학습 부진 학생, 재능 학생, 특수교육 대상 학생 등에게 개별화된 평가 방법(보정·대체 평가 등)을 제공한다.
- 학생의 특성과 수준에 적합한 다양한 평가 방식을 적용한다.

(4) 디지털 평가 환경 활용

- 온라인 평가 도구, 디지털 포트폴리오, 학습 플랫폼 기반 평가 시스템 등을 활용한다.
- 비대면 수업 환경에서도 공정하고 신뢰성 있는 평가가 이루어지도록 한다.

## 2 평가의 방향 및 방법

### 가. 평가의 방향

(1) 성취기준 중심 평가

- 교육과정 성취기준에 근거하여 평가를 실시하고, 결과를 학습 개선과 성장 지원에 활용한다.

(2) 균형 있는 영역 평가

- 지식·이해뿐 아니라 과정·기능, 가치·태도를 종합적으로 평가한다.
- 단편적 암기식 평가를 지양하고 탐구·문제해결 중심 평가를 강화한다.

(3) 학생 맞춤형 평가 제공

- 학습 부진 학생, 재능 학생, 특수교육 대상 학생에게 개별화된 평가 방법(보정·대체 평가 등)을 적용한다.

(4) 디지털 평가 환경 활용

- 온라인 평가 도구, 학습 플랫폼 기반의 평가 시스템 등을 적극 활용한다.

### 나. 평가의 방법

(1) 체계적 평가 절차 운영

- 평가 계획 수립 → 평가 문항·도구 개발 → 평가 시행 → 결과 처리 → 결과 환류의 절차를 준수한다.
- 교수·학습 계획 수립 시 평가 시기와 방법을 함께 설정하여 일관성 있게 운영한다.

(2) 평가 형태의 다양화

- 지필평가: 선택형, 서술형, 논술형 등으로 핵심 개념 이해와 사고력 평가
- 수행평가: 탐구 보고서, 프로젝트, 발표, 토론, 과학 글쓰기 등
- 과정평가: 관찰, 포트폴리오, 자기평가, 동료평가 등
- 온라인평가: 디지털 기반 과제, 데이터 분석 과제, AI·SW 활용 평가 등

(3) 평가 요소별 구체적 기준 설정

- 지식·이해: 과학과 사회문화의 상호작용에 대한 핵심 개념 이해 및 적용 능력
- 과정·기능: 탐구 설계, 자료 분석·해석, 논리적 결론 도출, 과학적 의사소통
- 가치·태도: 협동성, 탐구 태도, 과학윤리, 창의적 사고, 사회적 책임의식

(4) 형성평가와 환류 중심 운영

- 수시 형성평가를 통해 성취기준 도달 여부를 점검하고 개별 맞춤형 피드백을 제공한다.
- 최소 성취수준 미달 학생에게 보충자료 및 보정학습 기회를 제공하여 학습 결손을 방지한다.

(5) 공동 평가 도구 개발

- 평가의 타당도와 신뢰도 확보를 위해 교사 간 협의를 통한 공동 평가 문항 개발을 권장한다.
- 평가 결과는 교수·학습 개선, 진로 지도, 교육과정 보완 자료로 활용한다.

# 03

## 성취기준 해설

### (1) 과학과 문명의 탄생과 통합

- [12과사01-01] 인류 문명의 탄생 과정에서 인류의 지혜가 담긴 과학적 사례를 발견하고, 이를 통해 과학이 인류 문명의 형성 과정에 기여하였음을 이해할 수 있다.
- [12과사01-03] 중세 시대 유럽과 중동 지역을 중심으로 종교나 문화가 과학에 기여한 바를 이해하고, 고대 그리스의 과학과 중세 과학의 특징을 비교할 수 있다.
- [12과사01-04] 르네상스와 과학혁명이 일어난 사회문화적 배경을 조사하고, 과학과 예술 사이의 융합적 사례를 설명할 수 있다.
- [12과사01-05] 과학 지식의 형성 과정에서 과학자의 신념이나 세계관이 영향을 준 사례를 조사하여 발표할 수 있다.

#### 〈탐구 활동〉

- 르네상스와 과학혁명 시기의 예술 작품에 포함된 과학적 원리 분석하기

- [12과사01-01] 인류는 자연환경에 적응하는 과정에서 관측·측정·기록·도구 제작 같은 과학적 지혜를 축적했고, 이것이 농경·치수·건축·역법·문자 등 문명 형성의 동력이 되었다. 수업에서는 샤두프·할차·바퀴의 원리를 소규모 모형·미니 실험으로 재현하고, 지역별 문명(이집트·중국 등)에 대해 ‘환경 → 문제 → 도구/지식 → 사회 변화’ 인과 지도 등을 만든다. 평가 시 사례의 다양성·과학원리와 사회 변화의 연결 설명력·자료 근거 제시를 중점으로 본다.
- [12과사01-02] 고대 그리스 철학은 자연을 합리적으로 설명하려는 시도로, 원자설·4원소설·천동/지동 논의, 이데아·현상계 구분 등을 통해 오늘날 이론·모형과 데이터의 관계를 이해하는 틀을 제공했다. 수업에서는 플라톤·아리스토텔레스·데모크리토스·아리스타르코스의 주장과 근거를 비교 토론하고, 라파엘로의 〈아테네 학당〉을 사상 지도로 해석한다. 평가는 사상 요지의 정확한 재구성, 현대 과학과의 연결 분석, 비판적 관점 제시를 평가한다.
- [12과사01-03] 중세 유럽과 이슬람권은 고전 지식을 보존·번역·발전하여 광학·의학·수학·천문을 진전시켰다. 수업에서는 카메라 옵스큐라(암상자) 제작 실험을 하고, ‘고대 → 중세’ 지식 전승 경로(기관·언어·도시)를 시각화한다. 평가는 고대/중세 비교의 타당성, 사료·자료 활용의 정확성, ‘계승과 변형’ 개념 적용을 확인한다.
- [12과사01-04] 르네상스와 과학혁명은 후원·인쇄·도시·상공업 성장이라는 공통 배경 속에서 예술과 과학이 서로 영향을 주며 보편 원리 탐색을 가속했다. 수업에서는 다빈치·미켈란젤로의 해부 드로잉 분석, 뒤러의 선원근법 실습, 케플러의 ‘조화’ 개념과 예술의 조화를 비교 활동으로 다룬다. 평가는 융합 사례를 과학·예술 양면에서 설명했는지, 사회문화적 배경과의 연결, 시각 자료 해석력을 본다.

- [12과사01-05] 과학자의 세계관/신념(단순성·대칭성 등)은 연구 설계와 해석에 영향을 주어 지구중심 → 태양중심 같은 패러다임 전환을 이끌었다. 수업에서는 과학자의 세계관을 가정-방법-증거-해석 틀로 분석한 보고서를 작성하고, 가치가 과학에 미치는 영향을 토론한다. 평가는 역사적 맥락화, 세계관 → 연구 선택·해석의 인과 제시, 대안 관점 고려를 중점으로 평가한다.

## (2) 변화하는 과학과 세계

[12과사02-01] 상대성 이론 등과 같은 현대 과학의 등장이 당시의 사회문화에 끼친 영향을 이해함으로써 과학의 사회적 가치를 느낄 수 있다.

[12과사02-02] 현대 과학의 등장 과정에서 나타난 과학자들의 논쟁이나 토론 사례를 조사하고, 과학적 의사소통에서 지켜야 할 규범과 태도를 이해할 수 있다.

[12과사02-03] 현대 예술 작품이나 건축물에 과학적 원리가 적용된 사례를 조사하고, 과학과 문화의 관련성을 추론할 수 있다.

[12과사02-04] 감염병이 사회에 영향을 미친 대표적인 사례를 찾고, 과학이 사회 문제 해결에 기여함을 인식할 수 있다.

[12과사02-05] 과학기술이 교통수단의 발달에 미친 영향을 인식하고, 교통수단의 발전이 가져올 미래 사회의 변화를 예측할 수 있다.

[12과사02-06] 산업혁명 이후 나타난 과학기술이 인류 문명에 미친 긍정적 효과와 부정적 효과에 대해 토론할 수 있다.

### 〈탐구 활동〉

- 상대성 이론의 관점에서 미래주의 예술 작품 분석하기

- [12과사02-01] 상대성·양자 등 현대과학이 시간·공간·인과에 대한 관점을 바꿔 모더니즘 예술과 라디오→반도체→스마트폰으로 이어지는 기술 혁신을 촉진했음을 이해한다; 수업에서는 ‘현대과학→현대예술(입체주의·초현실주의)’ 매칭 갤러리 워크와 생활 변화 타임라인 제작을 수행하고, 평가는 과학 개념과 사회·문화 변화의 정확한 연결, 변화의 긍정·부정 양면 분석, 근거 자료의 타당한 활용을 중점으로 본다.
- [12과사02-02] 솔베이 회의로 대표되는 과학 논쟁이 사고실험·반례·증거 규범을 통해 이론 전환을 이끌며 과학적 의사소통의 핵심이 정확성·재현성·개방성·존중임을 파악한다; 수업에서는 보어 대 아인슈타인 역할 토론과 DNA 구조 해석 논쟁 비교 활동을 실시하고, 평가는 주장-증거-추론(C-E-R)의 구조화, 반론·재반론의 논리성, 토론 규범 준수 태도를 확인한다.
- [12과사02-03] 현대 예술·건축이 재료·광학·동역학·정보 등 과학 원리를 수용해 ‘과학↔문화’의 상호의존성을 드러낸다는 점을 이해한다; 수업에서는 지역 건축물/작품의 숨은 과학 원리를 분석해 카드뉴스로 제작하고 ‘예술가의 과학노트’(작품 구상에 적용한 과학 개념)를 작성하며, 평가는 원리 설명의 과학적 정확성, 문화적 맥락 해석의 적절성, 시각화의 전달력을 중심으로 평가한다.

- [12과사02-04] 감염병이 인구·경제·제도를 변화시키고 병인론·백신·위생 등 과학 발전이 대응 역량을 높였음을 이해한다; 수업에서는 흑사병-콜레라-스페인독감-COVID-19를 자료 기반으로 비교 분석하고 지역 방역 의사결정 모의 시민회의를 운영하며, 평가는 인과 추적의 근거성, 과학기술의 기여와 한계에 대한 균형 판단, 실행 가능한 정책 제안 제시 여부를 본다.
- [12과사02-05] 증기기관·철도·항공·지하철 등 교통기술이 공간 경험과 경제·문화 생산을 혁신했고 자율주행·드론·하이퍼루프가 도시·환경을 재편할 가능성이 있음을 이해한다; 수업에서는 ‘교통 혁신→문화 변화’ 사례 맵(예: 인상파의 야외화)과 2040 도시 이동 시나리오를 설계하고, 평가는 기술-사회 파급의 논리성, 미래 예측의 근거성, 형평성과 환경 영향 고려를 평가한다.
- [12과사02-06] 산업혁명 이후 과학기술이 생활 개선과 함께 전쟁·오염·불평등 같은 부정효과도 낳았음을 인식하고 다기준으로 균형 판단한다; 수업에서는 다이너마이트·원자력 등 발명의 ‘빛과 그림자’ 디베이트와 생성형 AI·유전자편집의 윤리 영향도 매트릭스를 수행하며, 평가는 긍정·부정 효과에 대한 증거 제시, 사회·윤리·환경을 통합한 판단, 실행 가능한 대안 제시를 중점 확인한다.

### (3) 과학과 인류의 미래

- [12과사03-01] 과학기술의 발전을 통해 새롭게 나타난 문화적 변화를 찾아보고, 과학을 주제로 하는 예술 작품이나 콘텐츠를 제작하여 발표할 수 있다.
- [12과사03-02] 일상생활이나 미디어에서 사용되는 과학 용어를 조사하고, 과학 용어가 우리 사회에 미치는 파급효과를 설명할 수 있다.
- [12과사03-03] 과학기술의 발전이 음악에 영향을 끼친 사례를 탐색하고 인공지능으로 음악을 창작하거나 로봇을 활용한 연주를 통해 과학의 심미적 가치를 느낄 수 있다.
- [12과사03-04] 인간과 기계, 사물 등을 연결하는 과학기술의 발전 동향을 파악하고 미래 사회의 변화를 예측할 수 있다.
- [12과사03-05] 가상 현실이나 증강 현실을 활용한 우리 주변의 사례를 조사하고, 이러한 기술이 미래 사회에 미칠 수 있는 영향에 대해 토론할 수 있다.
- [12과사03-06] 집단적 의사결정을 통해 과학기술과 관련된 사회적 문제를 해결한 사례를 조사하여 과학 기술에 대한 시민의 이해와 균형 있는 가치 판단의 필요성을 인식할 수 있다.

#### <탐구 활동>

- 가상 현실이나 증강 현실을 이용한 과학문화 콘텐츠 제작하기

- [12과사03-01] 과학기술은 바이오아트·오피아트·스페이스아트·SF·디지털 콘텐츠 등 새 문화 장르를 만들어 ‘과학의 문화화’를 이끈다. 수업에서는 과학 주제의 마이크로 콘텐츠(영상·웹툰 등) 제작과 전시형 프로젝트(컨셉-원리-상호작용)를 수행하고, 평가는 과학적 타당성, 문화적 메시지의 명확성, 제작·발표 과정의 협업·성찰을 중심으로 한다.

- [12과사03-02] 엔트로피·DNA·에너지 같은 과학 용어의 원래 뜻과 미디어·일상에서의 변형된 뜻을 구분해 오용을 줄이고 과학 리터러시를 높인다. 수업에서는 뉴스·광고 사례로 용례 코퍼스를 만들고 ‘오용 바로잡기’ 카드뉴스/소사전을 편찬하며, 평가는 개념 정의의 정확성, 맥락별 의미 비교 능력, 적절한 대안 표현 제안을 본다.
- [12과사03-03] 녹음·증폭·전자악기·통신·AI 등 기술이 음악의 생산·유통·감상 방식을 바꿨음을 체험적으로 이해한다. 수업에서는 AI 작곡/로봇 연주 체험, 파형·스펙트럼의 기초 분석, 시대별 기술-장르(재즈·록·전자음악) 비교를 수행하고, 평가는 창작물에 적용된 기술의 근거, 사운드 분석의 정확성, 미학적 설명력을 평가한다.
- [12과사03-04] 사물인터넷·웨어러블·BMI·휴머노이드·챗봇 같은 연결 기술이 인간의 인지·의사소통·노동을 재정의함을 이해하고 효용·위험·거버넌스를 함께 살핀다. 수업에서는 최신 사례를 리서치 브리프로 정리하고 ‘연결사회’ 시나리오 플래닝(프라이버시·책임·접근성)을 수행하며, 평가는 동향 요약의 정확성, 사회적 영향의 다각도 분석, 정책 제안의 현실성을 본다.
- [12과사03-05] VR/AR/MR와 디지털 트윈은 교육·제조·물류·의료 등에서 가상-현실 상호작용을 강화하고, 문화·노동·정체성의 변화를 예고한다. 수업에서는 주변 서비스 조사(사용성·효과·한계)와 분야별 디지털 트윈 사례 분석을 진행하고, 평가는 기술·사회 파급 분석의 깊이, 토론 속 대안 제시, 근거 자료의 질을 중심으로 한다.
- [12과사03-06] 과학 관련 사회쟁점(SSI)은 전문가·시민·정부·기업이 함께하는 집단 의사결정이 필요하며, 시민과학·공론장·합의회의가 합리성을 높인다. 수업에서는 핵폐기물·재생에너지 등으로 모의 공론장을 운영하고 시민과학 데이터 참여·해석을 수행하며, 평가는 이해관계자 관점의 통합, 증거기반 의사결정 과정의 투명성, 합의안의 실행 가능성을 본다.

## 04 수업 모형

### 1 직소(Jigsaw)

#### ● 일반적 특징

- 학생들이 모둠에서 각기 다른 주제를 맡아 전문가가 된 후, 원래 모둠으로 돌아와 서로의 정보를 공유하는 협력적 학습 방식으로 이를 통해 모든 학생이 다른 학생의 도움 없이는 최종 결과물을 만들 수 없다는 점을 인식
- 협동학습 모형: 학생들이 '전문가 집단'에서 학습한 내용을 '본 집단(모둠)'으로 돌아가 서로 가르치며 학습을 완성
- 책임 분담: 각자 맡은 부분을 학습해야 모둠 전체 학습이 완성되므로 개인의 책임과 집단의 상호 의존성이 강조됨
- 상호 교수(互敎): 학생 스스로 교사 역할을 수행하며, 설명·토론 과정을 통해 자기 이해도 강화.
- 다양한 관점 공유: 주제의 여러 측면을 나누어 학습하기 때문에 넓고 다각적인 이해 가능

#### ● 적합한 수업 활동 유형 및 이유

- 조사 해석: 학생이 맡은 자료를 조사·분석해 집단 내에서 설명 가능
- 토의 토론: 전문가 집단에서 학습한 내용을 토론 후 본 집단에서 공유
- 프로젝트(PBL): 과제나 산출물을 부분별로 분담해 협력적으로 완성
- 실험 관찰: 실험 절차·역할을 분담해 학습 후 통합하는 데 적합
- 이유: Jigsaw는 협동과 분업을 통해 전체 지식을 구성하므로, 역할 분담이 명확히 가능한 활동 유형에서 효과적임

#### ● 적용 전략(방략) & 팁

| 교사 측면                                                                                                                                                                                                      | 학생 측면                                                                                                                                                                                                           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>● 학습 주제를 하위 단위·세부 주제로 명확히 분할</li> <li>● '전문가 집단 → 본 집단' 전환 과정에서 시간 관리와 자료 준비 철저</li> <li>● 학생이 가르칠 수 있을 만큼 핵심 정리 자료 제공</li> <li>● 소극적 학생에게도 역할이 돌아가도록 유도</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 맡은 주제에 대해 책임감을 가지고 충분히 학습</li> <li>● 전문가 집단에서 자료를 심화 이해하고 질문·답변 적극 참여</li> <li>● 본 집단에서는 자신의 부분을 명확히, 이해하기 쉽게 설명해야 함</li> <li>● 서로의 설명을 경청하고 연결하여 전체 주제를 종합</li> </ul> |

● Jigsaw 수업 흐름도

| 단계        | 주요 활동                                                                                                                                                                                                                                     |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 도입        | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 학습 목표와 전체 주제, 하위 토픽(퍼즐 조각)을 안내하고 절차 역할(리더·시간관리·기록·발표)과 협력 규칙을 합의한다.</li> <li>● 평가 방식(개인·모둠·상호의존)과 수업 타임라인을 제시해 참여 기대와 기준을 명료화한다.</li> </ul>                                                      |
| 모집단 형성    | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 4~6명 이질적으로 편성하고 각자 서로 다른 하위 토픽을 배정해 '전문가 후보' 역할을 부여한다.</li> <li>● 과제 개요·자료 꾸러미·체크리스트를 배포하고 개인 책무성과 산출물 기대 수준을 확인한다.</li> </ul>                                                                   |
| 전문가 집단 학습 | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 같은 토픽끼리 모여 핵심 개념 정리→오개념 교정→가르칠 포인트·예시·확인문항을 설계한다.</li> <li>● 공통 산출물(미니 교안/요약지/시각자료)을 제작하고 리허설로 설명의 명료성·정확성을 점검한다.</li> </ul>                                                                     |
| 모집단 복귀    | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 홈그룹으로 돌아가 각자 자신의 토픽을 짧은 강의→질문/퀴즈→요약 순으로 동료에게 가르친다.</li> <li>● 동료평가·원포인트 피드백으로 이해를 확인하고 모둠 종합제(개념지도/문제세트)를 완성한다.</li> </ul>                                                                       |
| 평가 및 보상   | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 개인 평가: 공통 테스트·개별 퀴즈·설명 루브릭(정확성·명료성·상호작용)으로 성취를 확인한다.</li> <li>● 모둠 평가: 팀 평균/성장 점수·공통 산출물 품질을 반영하고 팀 보상(배지·가점)을 제공한다.</li> <li>● 환류: 취약 토픽 재학습·우수 자료 공유·역할 순환 계획을 수립해 다음 활동에 개선을 이어간다.</li> </ul> |

● 주제 예시 : 명화를 활용한 그리스 과학 탐구

- 학생들이 '아테네 학당'에 등장하는 '플라톤', '아리스토텔레스', '피타고라스' 등 특정 인물이나 '그리스의 우주관'과 같은 특정 개념에 대한 전문가가 되어 깊이 있는 탐구를 진행할 수 있다.
- 방대한 그리스 철학자들의 사상을 모든 학생이 개별적으로 학습하는 것은 비효율적이다. 이 모형을 통해 각자 맡은 부분의 전문가가 되어 지식을 공유함으로써, 제한된 시간 안에 다양한 내용을 효율적으로 학습할 수 있다.
- 각 분야의 전문가(인물, 과학 사상, 사회 배경 등)들이 다시 모여 "왜 그리스 시대에 과학적 사고가 탄생했을까?"와 같은 큰 질문에 대한 답을 함께 완성하는 과정 자체가 바로 '융합적 사고'를 훈련하는 가장 실제적인 활동이다.

● 일반적 특징

- 학생들이 이미 가지고 있는 생각(오개념)을 과학적인 개념으로 변화시키는 데 초점을 맞춘 수업 모형으로 학생들이 자신의 생각을 드러내고(개념 표현), 기존 생각과 충돌하는 현상을 경험하며(갈등 상황 경험), 새로운 과학적 개념을 구성하고 평가하여(개념 재구성 및 평가), 이를 새로운 상황에 적용(개념 응용)하는 단계로 진행
- 오개념 수정 중심: 학생들이 가지고 있는 선개념이나 오개념을 과학적 개념으로 바꾸는 데 초점
- 인지적 갈등 유발: 학생의 기존 생각과 충돌하는 상황이나 증거를 제시해 개념 변화를 촉진
- 과학적 개념 재구성: 단순히 지식 전달이 아닌, 학생 스스로 올바른 개념을 형성·재구성하도록 지원
- 구성주의 학습 이론 반영: 학습자의 사전 개념을 중요하게 여기며, 학습 과정에서 의미를 새롭게 구성하도록 유도

● 적합한 수업 활동 유형 및 이유

- 실험 관찰: 기존 개념과 충돌하는 현상을 관찰하여 인지 갈등 유발
- 문제 풀이: 기존 사고방식으로 해결되지 않는 문제 제시를 통해 개념 변화를 촉진
- 토의 토론: 서로 다른 생각을 비교·논의하며 올바른 개념으로 정교화
- 조사 해석: 증거 자료 수집·분석을 통해 과학적 개념을 정당화
- 이유: 개념변화 학습 모형은 학습자의 오개념 → 인지 갈등 → 과학적 개념 수용 과정이 핵심이므로, 탐구와 논의를 기반으로 한 수업 활동 유형과 적합

● 적용 전략(방략) & 팁

| 교사 측면                                                                                                                                                                                                                                               | 학생 측면                                                                                                                                                                                                              |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>● 학생의 선개념을 사전에 파악하고, 이를 드러낼 수 있는 질문·활동을 설계</li> <li>● 인지 갈등을 일으킬 수 있는 현상·실험·문제 상황을 적절히 제시</li> <li>● 단순히 "정답 제시"가 아닌, 학생 스스로 올바른 개념에 도달하도록 유도</li> <li>● 개념 변화 후에도 다양한 적용·확인 활동을 통해 개념을 정착시키도록 지도</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 자신의 생각을 자유롭게 표현하고 공유</li> <li>● 기존 개념과 다른 결과를 수용할 수 있는 개방적인 태도 유지</li> <li>● 토론·탐구 과정에서 과학적 증거와 논리에 기반하여 개념을 조정</li> <li>● 새로운 개념을 다양한 상황에 적용해 개념의 타당성을 스스로 확인</li> </ul> |

● 개념변화 학습 모형 수업 흐름도

| 단계                      | 주요 활동                                                                                                                                                                                                |
|-------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 개념<br>표현                | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 자유 연상·진단문항·개념도·예/반례로 선개념(일상개념/오개념)을 드러내고 의미망을 정리한다.</li> <li>● 학습 목표와 성공 기준을 공유해 이후 개념 전환의 방향을 분명히 한다.</li> </ul>                                           |
| ↓                       |                                                                                                                                                                                                      |
| 갈등<br>상황<br>경험          | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 실험·시연·데이터·현상 영상으로 예측과 결과의 불일치(인지적 갈등)를 유발한다.</li> <li>● “왜 그런가?” 설명 요구·토론으로 기존 개념의 한계·모순을 자각하게 한다.</li> </ul>                                               |
| ↓                       |                                                                                                                                                                                                      |
| 새로운 개념<br>구성<br>및<br>평가 | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 대안 개념 제시·구성: 모델·비유·영상·수학적 표현으로 새 개념/모형을 제시·공동 구성한다.</li> <li>● 수용 조건 점검: 새 개념이 이해 가능성(Intelligible)·그럴듯함(Plausible)·유용성(Fruitful)을 갖는지 근거로 평가한다.</li> </ul> |
| ↓                       |                                                                                                                                                                                                      |
| 개념 응용<br>및 변화<br>검토     | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 새로운 개념을 새 맥락·수치 문제·현상 설명에 적용해 설명력 향상을 확인한다.</li> <li>● 전후 개념도 비교, 출구티켓·자기평가로 개념 변화를 점검하고, 남은 오개념은 보정 과제로 연결한다.</li> </ul>                                   |

● 주제 예시 : 두 천재의 세계관으로 만나는 양자역학 논쟁

- 학생들의 직관적 세계관(오개념)을 정면으로 다루는 데 최적화된 모형: 대부분의 학생은 아인슈타인처럼 '세상은 예측가능하다.'라는 결정론적 세계관(오개념)을 가지고 있다. 이 모형은 학생들의 생각을 수업의 출발점으로 삼아, 보어와의 논쟁이라는 인지 갈등을 통해 기존 생각의 한계를 스스로 깨닫게 한다. '세계관의 대립'이라는 수업 주제의 본질을 가장 잘 구현한다. 이 수업은 정답 암기가 아니라, 과학 지식이 대립하는 신념 속에서 역동적으로 구성되는 과정을 체험하는 것이 핵심이다. 개념 변화 학습 모형은 이 과정을 학생들이 그대로 따라가며 사고하도록 설계되어 있다.
- 단순 토론을 넘어 깊이 있는 개념 이해와 적용으로 나아갈 수 있음: STS 모형이나 토론 학습만으로는 자칫 찬반 논쟁에만 머무를 수 있다. 하지만 개념 변화 학습 모형의 '개념 응용 및 변화 검토' 단계를 통해, 학생들은 토론으로 재구성한 새로운 관점(양자역학적 세계관)을 '슈뢰딩거의 고양이'나 '이중 슬릿 실험'과 같은 새로운 상황에 적용해 볼 수 있다. 이 과정에서 학생들은 자신이 무엇을 알게 되었고 생각이 어떻게 변했는지 스스로 확인하며, 단순한 의견 교환을 넘어선 깊이 있는 학습을 완성할 수 있다.

● 일반적 특징

- 학생들의 실제 삶과 밀접한 사회적 문제를 중심으로, 이와 관련된 과학 원리(Science)를 탐구하고 기술적 해결 방안을 모색하는 과정을 통해 종합적인 문제해결 능력을 기르는 수업 모형
- 과학·기술·사회 통합: 과학 지식을 기술 및 사회적 맥락과 연계해 학습
- 실생활 문제해결 중심: 학생의 생활과 관련된 사회적 이슈를 주제로 설정
- 탐구와 가치 판단 강조: 단순 개념 이해를 넘어 문제해결 과정에서 가치, 태도, 의사결정 능력 함양
- 융합적 사고 촉진: 과학적 지식, 기술적 응용, 사회적 영향까지 통합적으로 고려

● 적합한 수업 활동 유형 및 이유

- 조사 해석: 사회·과학적 문제에 대해 자료를 수집, 분석, 해석하는 과정이 필수
- 토의 토론: 사회적 쟁점에 대해 다양한 관점을 공유하고 논박·의사결정을 훈련
- 프로젝트(PBL): 실제 문제해결을 위한 탐구와 산출물 제작에 적합
- 융합교육(STEAM): 과학·기술과 사회 문제를 연결하는 융합적 접근과 잘 부합
- 이유: STS는 과학적 지식의 사회적 맥락 이해와 적용을 강조하므로, 자료 조사 + 사회적 의사결정 + 결과 산출이 포함된 수업 유형과 높은 적합성을 가짐

● 적용 전략(방략) & 팁

| 교사 측면                                                                                                                                                                                                                                                                     | 학생 측면                                                                                                                                                                                                                         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>● 생활과 관련된 시사성 있는 주제를 선정<br/>(예: 미세먼지, 인공지능 윤리, 친환경 에너지)</li> <li>● 과학 지식과 사회적 맥락을 균형 있게 안내<br/>(개념→사례→사회적 영향)</li> <li>● 탐구·토론 활동 전에 기본 개념 학습을 충분히 제공해 토론이 파상적이지 않도록 함</li> <li>● 학생 활동 과정에서 가치 판단과 다양한 의견을 존중하는 분위기 조성</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 스스로 주제를 문제화하여 조사 및 탐구 활동에 참여</li> <li>● 자료 수집 시 신뢰성 있는 근거(과학적 자료, 공인 통계 등)를 활용</li> <li>● 토론·발표에서 타인의 의견을 존중하며 협력적으로 참여</li> <li>● 최종적으로 자신의 결론을 과학적 근거와 사회적 가치 모두 반영해 정리</li> </ul> |

● 과학-기술-사회(STS) 수업 흐름도

| 단계            | 주요 활동                                                                                                                                                                                                |
|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 문제로의 초대       | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 실생활·지역사회 맥락의 과학-기술-사회(STS) 이슈를 제시해 학습 동기를 유발한다.</li> <li>● 핵심 질문과 학습 목표를 공유하고, 사실-가치 구분, 이해관계자(시민·기업·정부·환경 등) 및 평가 기준(안전성·형평성·지속가능성)을 합의한다.</li> </ul>      |
| ↓             |                                                                                                                                                                                                      |
| 탐색            | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 다양한 출처(논문·보고서·뉴스·공공데이터)에서 증거를 수집하고 신뢰도(출처, 시의성, 방법, 표본)를 검증한다.</li> <li>● 원인-영향-대응의 구조로 정보를 시각화/조직화하고, 과학적 증거와 주장(의견)을 분리한다.</li> </ul>                     |
| ↓             |                                                                                                                                                                                                      |
| 설명, 해결 방안의 제시 | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 수집 증거를 토대로 쟁점을 과학적으로 설명하고, 대안 후보를 발산→수렴하여 의사결정 매트릭스로 비교한다.</li> <li>● 최적 대안을 선택하고 주장-증거-추론(C-E-R) 구조로 정당화하며, 예상 반론과 부작용에 대한 보완책을 제시한다.</li> </ul>           |
| ↓             |                                                                                                                                                                                                      |
| 실행            | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 선택한 방안을 실행 계획(단기-중장기·역할·자원·일정)으로 구체화하고, 시범 적용/캠페인/프로토타입 등으로 실천한다.</li> <li>● 결과를 모니터링하여 성과 지표와 루브릭으로 평가하고, 환류(개선·확장) 계획을 수립해 실제 생활/학교 공동체로 연결한다.</li> </ul> |

● 주제 예시 : 과학기술의 양면성 토론하기

- STS 학습 모형은 과학, 기술, 사회의 상호 관계에 대한 교육을 목적으로 한다. '과학기술의 양면성'이라는 주제는 과학기술이 사회에 미치는 긍정적, 부정적 영향을 탐색하는 것이 핵심이므로, 이 모형의 목표와 완벽하게 일치한다.
- 학생들이 과학기술의 양면성이라는 사회적 딜레마를 인식하고, 다양한 관점에서 정보를 탐색하며, 최종적으로 자신의 입장을 정립하여 토론하는 활동을 체계적으로 담아낼 수 있다. 이는 단순한 찬반 논쟁을 넘어, 대안을 모색하는 책임감 있는 의사결정 능력을 길러준다.
- 이 모형은 학생들이 과학기술과 관련된 사회 문제를 스스로 발견하고 해결 방안을 모색하는 주체적인 역할을 하도록 설계되었다. '원자력 발전', '유전자 편집 기술' 등 교과서의 다양한 사례를 탐색하고 토론하는 과정에서 비판적 사고력과 민주 시민으로서의 역량을 함양할 수 있다.

● 일반적 특징

- 학생의 사전 경험에서 출발하여 새로운 개념을 구성하게 함
- 학생 스스로 현상을 탐색하고, 자신의 언어로 설명하며, 배운 지식을 새로운 상황에 적용하여 심화시킴
- 과학적 탐구 과정 기반: 학생들이 직접 탐구를 통해 개념을 형성하고 확장하는 학습 모형
- 구성주의 학습 이론 반영: 선행 경험과 새로운 지식을 연결하여 학습자가 의미를 스스로 구성
- 학습 단계적 구조(5E): 참여(Engage) → 탐색(Explore) → 설명(Explain) → 정교화(Elaborate) → 평가(Evaluate)
- 적극적·탐구적 학습: 단순 지식 습득이 아니라 문제 해결력, 탐구력, 과학적 태도 함양에 효과적

● 적합한 수업 활동 유형 및 이유

- 실험 관찰: 탐색·검증 단계에서 실험·관찰을 통한 개념 형성 가능
- 문제 풀이: 개념 이해 후 다양한 응용문제 해결·정교화 활동에 적합
- 조사 해석: 자료를 분석·해석하여 개념 정교화·적용에 활용
- 융합교육(STEAM): 실제 문제 상황 제시 후 탐색→설명→응용 흐름에 부합
- 이유: 5E 모형은 탐구 활동 → 개념 형성 → 적용·확장의 순환적 구조이므로, 탐구 중심 수업 유형과 가장 잘 맞음

● 적용 전략(방략) & 팁

| 교사 측면                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 학생 측면                                                                                                                                                                                                                                                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>● Engage 단계에서 학생 생활과 연결된 문제 제시로 흥미 유발</li> <li>● Explore 단계에서는 충분한 탐색 시간과 도구 제공</li> <li>● Explain 단계에서 학생 설명을 우선하고, 교사는 개념 정리·보완 역할</li> <li>● Elaborate 단계에서는 새로운 상황 제시로 개념 적용 기회 제공</li> <li>● Evaluate 단계에서 수행·자기·동료 평가를 적절히 활용</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 제시된 문제 상황을 적극적으로 인식하고 탐구 과정에 참여</li> <li>● 실험·탐색 과정에서 협력·의사소통 능력을 발휘</li> <li>● 자신의 탐구 결과를 설명하고, 동료 설명을 경청하며 개념을 명확화</li> <li>● 응용 활동에서 배운 개념을 새로운 상황에 적용해 문제해결</li> <li>● 평가 과정에서 스스로 학습 과정을 성찰</li> </ul> |

● 5E 순환학습 수업 흐름도

| 단계              | 주요 활동                                                                                                                                                           |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Engage (참여)     | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 실생활 사례·시연·질문으로 흥미·호기심을 자극하고 선개념을 드러낸다. (K-W-L, 설문)</li> <li>● 학습 목표·성공 기준을 공유하고, 탐구 문제·예상 과제 범위를 명료화한다.</li> </ul>     |
| ↓               |                                                                                                                                                                 |
| Explore (탐색)    | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 학생 주도 조사/실험/모형 조작으로 아이디어를 시험하고 자료를 수집한다.</li> <li>● 교사는 안전·도구 사용·과정 코칭을 제공하되 직접 설명은 최소화한다. (발견 기회 보장)</li> </ul>       |
| ↓               |                                                                                                                                                                 |
| Explain (설명)    | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 학생이 결과를 말·글·그래프로 설명하고, 핵심 개념·용어를 스스로 정리한다.</li> <li>● 교사는 학생 설명을 바탕으로 정확한 개념화와 오개념 교정을 수행한다. (미니 강의)</li> </ul>        |
| ↓               |                                                                                                                                                                 |
| Elaborate (정교화) | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 새로운 맥락·복합 문제에 개념을 적용하여 전이 가능성을 높인다. (프로젝트, 사례 분석)</li> <li>● 다른 교과(수·기·공·예)와 융합 적용을 통해 범용성과 깊이를 확장한다.</li> </ul>       |
| ↓               |                                                                                                                                                                 |
| Evaluate (평가)   | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 형성평가(관찰, 구두 질문, 출구티켓)와 수행·지필 등 다양한 평가로 이해·과정·태도를 점검한다.</li> <li>● 루브릭 기반 개별 환류와 보정학습 계획을 제시하여 다음 학습으로 연결한다.</li> </ul> |

● 주제 예시 : 상대성 이론으로 본 미래주의 미술

- 5E 모형은 '미래주의 미술'이라는 시각적이고 구체적인 탐구 대상에서 출발하여(탐색 단계), 학생들이 스스로 '시간과 속도'에 대한 문제의식을 느낀 후, 그에 대한 설명으로 상대성 이론을 접하게 한다(설명 단계). 이는 어려운 과학 이론을 일방적으로 주입하는 것보다 학생들의 지적 수용도를 훨씬 높일 수 있는 가장 효과적인 접근 방식이다.
- 성취기준 [12과사02-03]은 과학과 문화의 관련성을 추론하는 능력을 요구한다. 5E 모형은 학생들이 먼저 미래주의 작품을 분석하며 자신만의 해석을 시도하고(탐색), 이후 상대성 이론이라는 새로운 관점을 학습한 뒤(설명), 자신의 초기 해석과 과학적 개념을 융합하여 새로운 결론을 도출하는(정교화) 과정을 거친다. 이 과정 자체가 바로 추론 능력을 체계적으로 훈련시키는 활동이다.

● 일반적 특징

- 특정 문제 상황에 대해 다양한 아이디어를 생성하고, 최적의 해결책을 찾아 적용하며, 그 과정을 성찰하는 구조화된 창의성 계발 모형으로 '문제 발견 → 아이디어 발견 → 해결안 발견 → 수용안 발견'의 단계로 진행
- 창의적 사고 강조: 단순한 문제해결을 넘어 다양한 해결 방안을 모색하는 창의적 사고 촉진
- 문제 중심 학습: 실제적이고 복잡한 문제 상황에서 시작해 탐색·해결 과정을 경험
- 수렴적+발산적 사고의 균형: 아이디어를 폭넓게 산출(발산적 사고)하고, 실행 가능한 대안을 선택(수렴적 사고)
- 과정 중심 학습: 정답 지향이 아닌 문제 정의, 탐색, 해결, 실행의 과정을 중시
- 협력적 탐구: 모두 협동을 통해 다양한 관점을 공유하며 문제를 해결

● 적합한 수업 활동 유형 및 이유

- 토의 토론: 아이디어 발산 및 수렴 과정에 적합
- 조사 해석: 문제해결을 위한 근거 자료 수집·분석 과정 필요
- 이유: CPS는 문제 인식 → 아이디어 산출 → 실행 방안 도출이라는 흐름을 가지므로, 창의적 발상과 협력적 탐구를 요구하는 수업 유형에 적합

● 적용 전략(방략) & 팁

| 교사 측면                                                                                                                                                                                                                                | 학생 측면                                                                                                                                                                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>● 문제 상황을 모호하면서도 흥미롭게 제시해 여러 해결 가능성을 열어두기</li> <li>● 브레인스토밍 등 발산적 사고 기법을 활용할 수 있는 장치 마련</li> <li>● 학생들의 아이디어를 평가·비판하기보다 확산·수용하는 분위기 조성</li> <li>● 최종 해결안 도출 시 실행 가능성·적용성을 고려 하도록 안내</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 아이디어를 자유롭게 제시하고 동료의 의견을 존중</li> <li>● 자료 조사 및 분석을 통해 아이디어를 구체화·실행 가능하게 조정</li> <li>● 협동적 의사소통을 통해 합의된 해결 방안을 도출</li> <li>● 실행 후 성찰을 통해 창의적 문제 해결 과정 자체를 학습</li> </ul> |

● 창의적 문제해결(CPS) 학습 모형 수업 흐름도

| 단계      | 주요 활동                                                                                                                                                                   |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 문제 발견   | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 상황을 넓게 탐색해 핵심 과제를 정의·재정의한다.(5W1H, Why-Why, 관점 전환)</li> <li>● 요구조건·제약을 정리하고 문제 진술문(How might we...?)으로 수업 목표를 명료화한다.</li> </ul> |
| ↓       |                                                                                                                                                                         |
| 아이디어 발견 | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 평가 보류 원칙 아래 발산적 사고를 적용한다(브레인스토밍, SCAMPER, 속성 열거, 유추/비유)</li> <li>● 아이디어를 스케치·포스트잇으로 시각화하고 군집화·테마화로 아이디어 지도를 만든다.</li> </ul>    |
| ↓       |                                                                                                                                                                         |
| 해결안 발견  | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 효과성·실행가능성·비용·시간·영향(윤리·환경) 등 평가 기준을 세워 수립한다.</li> <li>● 의사결정 매트릭스/점투표로 우선안을 선택하고 프로토타입·실험계획을 구체화한다.</li> </ul>                  |
| ↓       |                                                                                                                                                                         |
| 수용안 발견  | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 이해관계자 분석을 바탕으로 실행 계획(역할·일정·자원·리스크)을 수립한다.</li> <li>● 파일럿 적용→피드백 반영→최종안 확정 및 성과 지표·모니터링 체계를 마련한다.</li> </ul>                    |

● 주제 예시 : 인공지능 작곡으로 만나는 과학과 예술

- 과학의 심미적 가치 목표에 가장 부합: 이 수업의 핵심은 'AI 작곡'이라는 행위를 통해 과학과 예술의 융합이 주는 아름다움을 느끼는 것이다. CPS 모형은 학생들을 문제 해결사가 아닌 창작자의 위치에 놓음으로써, 아이디어를 내고(아이디어 발견), AI로 구현하며(해결안 발견), 결과물을 공유하고 성찰하는(수용안 발견) 창작의 전 과정을 주도적으로 경험하게 한다. 이는 기술의 사회적 문제에 집중하는 STS 모형보다 창작의 즐거움과 심미적 가치를 체험하는 데 더 효과적이다.
- STS 모형의 장점 포괄: CPS 모형은 STS 모형의 장점까지 흡수할 수 있다. 문제 발견 단계에서 "과학기술이 음악에 미친 영향은 무엇이며, AI의 등장은 어떤 변화를 가져올까?"라는 질문을 통해 STS의 문제의식을 다룰 수 있다. 또한, 수용안 발견 단계에서 AI 창작물의 저작권, 예술가의 역할 등 사회적 쟁점에 대해 토론하며 STS의 실행 목표를 달성할 수 있다.
- 학생 주도적 활동 극대화: 이 모형은 "AI로 베토벤의 '운명'을 재해석한다면?"이라는 흥미로운 문제를 제시하고, "어떤 장르로 바꿀까?"(아이디어), "어떤 가사를 넣을까?"(아이디어), "AI에 어떻게 명령할까?"(해결안) 등 모든 과정을 학생들의 창의적인 선택과 판단에 맡긴다. 이는 교육과정에서 강조하는 학생의 능동적 참여를 최고 수준으로 이끌어낼 수 있다.

● 일반적 특징

- 학습자들이 특정 주제나 실제적인 문제에 대해 장기간에 걸쳐 탐구하며 심층적인 학습을 진행하는 교수·학습 모형. 최종적으로 구체적인 결과물이나 발표, 문제 해결책 등을 산출해 내는 것을 목표로 함
- 실제 문제 중심 학습: 교과 개념을 단순 암기하는 것이 아니라 실제적이고 복잡한 문제를 해결하는 과정에서 학습
- 학습자 주도적 탐구: 학생이 스스로 문제를 정의하고 자료를 탐색하여 해결책을 모색
- 협력학습 기반: 모둠 활동을 통해 역할 분담, 협업, 상호작용이 강조
- 산출물 제작: 문제해결 결과로 보고서, 포트폴리오, 발표 자료 등 구체적 산출물을 생성
- 융합적 사고 촉진: 지식과 기술을 통합하여 실제 생활·사회 문제 해결로 연결

● 적합한 수업 활동 유형 및 이유

- 조사 해석: 문제 해결을 위한 자료 탐색·분석이 필수
- 토의 토론: 해결 방안을 논의하고 의견을 조율
- 실험 관찰: 가설 검증·실험을 통해 문제 해결 과정 심화
- 융합교육(STEAM): 실제 문제 해결을 위한 다양한 교과·지식 융합
- 이유: PBL은 현실성 있는 문제 해결 → 탐구·협력 → 산출물 제작 과정을 요구하므로, 조사·탐구와 협력 활동을 포함한 수업 유형과 적합

● 적용 전략(방략) & 팁

| 교사 측면                                                                                                                                                                                                    | 학생 측면                                                                                                                                                                                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>● 실제적이고 학생 생활과 밀접한 문제 상황 제시</li> <li>● 탐구 활동을 지원할 수 있는 자료·도구·시간 충분히 제공</li> <li>● 산출물 제작 과정에서 형성평가와 피드백을 지속적으로 제공</li> <li>● 문제해결 과정보다 결과만 강조하지 않도록 유의</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 문제를 자신의 과제로 인식하고 주도적으로 참여</li> <li>● 협력적 역할 분담과 책임 있는 참여 필요</li> <li>● 탐구 과정에서 실패나 수정도 학습의 일부로 받아들이기</li> <li>● 최종 산출물은 과정+결과를 반영하도록 제작</li> </ul> |

● 프로젝트 기반(PBL) 수업 흐름도

| 단계          | 주요 활동                                                                                                                                                                                                                                     |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 문제 정의       | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 실생활·지역사회 맥락에서 도전적 과제(Driving Question)를 설정하고 범위·제약(시간·예산·안전·윤리)을 명확히 한다.</li> <li>● 선개념·필요지식(K-W-L)을 점검하고 성공 기준(루브릭의 핵심 지표)과 산출물 형태를 합의한다.</li> </ul>                                            |
| ↓           |                                                                                                                                                                                                                                           |
| 계획 수립       | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 역할 분담(리더·기록·자료·품질관리 등)과 타임라인/마일스톤을 설계한다.</li> <li>● 정보·자원·전문가·장비 목록을 작성하고 위험요인·대응 계획(리스크 매트릭스)을 마련한다.</li> <li>● 조사 방법·평가 방식(형성평가 체크포인트)·증거 수집 방식(포트폴리오)을 결정한다.</li> </ul>                       |
| ↓           |                                                                                                                                                                                                                                           |
| 실행 및 개발     | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 조사·실험·인터뷰·프로토타입 제작/코딩·시뮬레이션을 통해 반복적 개발(Iteration)을 수행한다.</li> <li>● 주기적 스탠드업/중간 점검으로 문제를 진단하고, 피벗·개선 사항을 반영해 품질을 높인다.</li> <li>● 과정을 증거화(노트, 사진·영상, 버전 로그, 데이터 시트)하여 학습 추적 가능성을 확보한다.</li> </ul> |
| ↓           |                                                                                                                                                                                                                                           |
| 결과물 발표 및 공유 | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 수집한 근거를 종합해 구체적·체계적 해결책(창의적 설계)을 마련한다.</li> <li>● 모둠 내 협업·의사소통을 통해 실행 가능한 방안을 확정한다.</li> </ul>                                                                                                   |
| ↓           |                                                                                                                                                                                                                                           |
| 평가 및 피드백    | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 설계에 따라 실험·제작을 실행하고 산출물(UCC, 카드뉴스, 포스터, 보고서 등)을 완성한다.</li> <li>● 과정에서 정교성, 끈기, 개방성, 협력·소통·공감 역량을 함양한다.</li> </ul>                                                                                 |

● 주제 예시 : 현실과 가상의 경계에서, VR과 AR로 미래 사회 디자인하기

- 과학문화 콘텐츠 제작이라는 하나의 핵심 프로젝트를 수행하는 과정에서, VR/AR의 과학적 원리를 자연스럽게 탐구하고, 콘텐츠를 직접 기획하고 제작하며, 완성된 결과물을 바탕으로 사회·윤리적 쟁점을 토론하는 활동이 유기적으로 연결되어 수업 목표 전체를 통합적으로 달성할 수 있다.
- 학생들이 스스로 탐구 질문을 만들고, 정보(과학 원리, 활용 사례)를 수집하며, 창의적인 아이디어를 실제 콘텐츠로 구현하는 전 과정을 주도하며, 이 과정에서 겪는 문제 해결 경험은 학생들의 학습에 대한 자기 효능감과 주도성을 극대화할 수 있다.
- 단순히 교과서 속 지식을 암기하는 것을 넘어, VR/AR 기술이라는 실제적이고 현대적인 도구를 활용해 자신들의 생각을 표현하는 과학문화 콘텐츠를 창작하게 되며, 이는 학생들이 과학기술을 단순한 학습 대상이 아닌, 세상과 소통하는 유의미한 도구로 인식하게 만들 수 있다.





## 제 II 장

# 도움자료

---

01. 영화를 활용한 그리스 과학탐구
  02. 두 천재의 세계관으로 만나는 양자역학 논쟁
  03. 작품 속 과학 원리로 만나는 르네상스와 과학혁명
  04. 과학기술의 양면성 토론하기
  05. 역사 속 감염병 대응 백서 제작하기
  06. 상대성 이론으로 본 미래주의 미술
  07. 과학기술의 발자취를 따라 미래 모빌리티 기획하기
  08. 과학 용어로 읽는 우리 시대 문화 코드
  09. 인공지능 작곡으로 만나는 과학과 예술
  10. 현실과 가상의 경계에서, VR과 AR로 미래 사회 디자인하기
-



# 01

## 명화를 활용한 그리스 과학 탐구

### 1

### 단원 개요

|     |            |      |                    |
|-----|------------|------|--------------------|
| 과목  | 과학의 역사와 문화 | 영역   | (1) 과학과 문명의 탄생과 통합 |
| 학년군 | 고등학교 2~3학년 | 세부영역 | 그리스 문명과 과학         |

|      |       |                                                                                               |
|------|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 교육과정 | 성취 기준 | [12과사01-02]<br>고대 그리스 철학자의 과학적 사고나 주장 등을 조사하고, 그리스 문명이 고대에서 현대에 이르기까지 인간의 삶에 미친 영향을 설명할 수 있다. |
|      | 탐구 활동 | -                                                                                             |

|      |                   |
|------|-------------------|
| 학습주제 | 명화를 활용한 그리스 과학 탐구 |
|------|-------------------|

|       |                   |
|-------|-------------------|
| 수업 모형 | 전문가 협력(Jigsaw) 학습 |
|-------|-------------------|

|      |       |                                                                                          |
|------|-------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| 학습목표 | 총괄목표  | 명화 '아테네 학당'을 통해 고대 그리스 철학자들의 과학적 사고와 그것이 후대에 미친 영향을 탐구하고, 과학과 예술의 융합적 가치를 내면화하는 태도를 기른다. |
|      | 지식·이해 | '아테네 학당'에 묘사된 주요 철학자(플라톤, 아리스토텔레스 등)의 핵심적인 과학 사상(우주관, 물질관 등)을 설명할 수 있다.                  |
|      | 과정·기능 | '아테네 학당' 속 인물들의 자세, 소품, 위치 등을 단서로 하여 그들의 사상을 추론하고, 추가 자료를 활용하여 자신의 추론을 논리적으로 발표할 수 있다.   |
|      | 가치·태도 | 고대 그리스의 자유로운 토론 문화가 과학적 사고의 발전에 기여했음을 이해하고, 현대 사회의 문제 해결을 위해 개방적이고 협력적으로 토론하는 태도를 지닌다.   |

## 2

## 교수·학습 활동 및 평가 계획

## 가. 교수·학습 활동 적용 모형

| 수업 모형 | 전문가 협력(Jigsaw) 학습                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 특징    | <ul style="list-style-type: none"> <li>전체 학습 주제를 여러 하위 주제로 나누어 각 모둠의 학생들이 한 가지 주제에 대한 전문가가 된 후, 원래 모둠으로 돌아가 서로를 가르쳐주며 직소 퍼즐처럼 전체 지식을 완성해 나가는 학생 주도적 협력 학습 모형이다.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 적용 이유 | <ul style="list-style-type: none"> <li>학생들이 '아테네 학당'에 등장하는 '플라톤', '아리스토텔레스', '피타고라스' 등 특정 인물이나 '그리스의 우주관'과 같은 특정 개념에 대한 전문가가 되어 깊이 있는 탐구를 진행할 수 있다.</li> <li>방대한 그리스 철학자들의 사상을 모든 학생이 개별적으로 학습하는 것은 비효율적이다. 이 모형을 통해 각자 맡은 부분의 전문가가 되어 지식을 공유함으로써, 제한된 시간 안에 다양한 내용을 효율적으로 학습할 수 있다.</li> <li>각 분야의 전문가(인물, 과학 사상, 사회 배경 등)들이 다시 모여 "왜 그리스 시대에 과학적 사고가 탄생했을까?"와 같은 큰 질문에 대한 답을 함께 완성하는 과정 자체가 바로 '융합적 사고'를 훈련하는 가장 실제적인 활동이다.</li> </ul> |

## 나. 평가 계획

| 평가 유형  | 적용 방법                                                                                                                                  |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 관찰평가   | 교사는 [체크리스트]를 활용하여 학생의 활동을 체계적으로 관찰하고 평가한다.                                                                                             |
| 동료평가   | 모둠별 결과 발표 및 공유 시, 다른 모둠의 발표 내용과 보고서의 완성도, 메시지 전달력, 창의성 등을 [동료평가표]를 활용하여 상호 평가하도록 한다. 이를 통해 학생들은 책임감을 기르고 서로에게 건설적인 피드백을 제공하는 능력을 함양한다. |
| 활동지 평가 | 최종적으로 제출된 [활동지]를 [평가기준표]에 따라 채점하여, 명화 속 과학 원리 이해도, 사회문화적 배경 분석 능력, 융합적 사고력 등 총괄 목표 도달도를 종합적으로 평가한다.                                    |

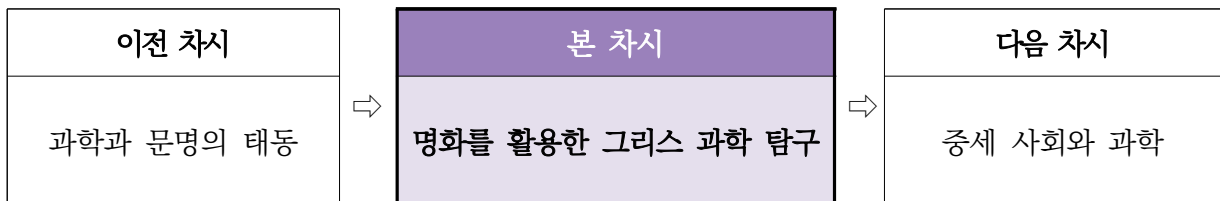
## 3

## 수업 평가 흐름도

## ■ 학습 주제: 명화를 활용한 그리스 과학 탐구

| 단계           | 교수·학습 활동 | 평가<br>주체 | 평가 방법                              |
|--------------|----------|----------|------------------------------------|
| 1<br>2<br>차시 | 도입       | -        | -                                  |
|              | 전개       | 교사       | 관찰평가<br>[체크리스트]                    |
|              | 정리       | 교사<br>동료 | 관찰평가<br>[체크리스트]<br>동료평가<br>[동료평가표] |
|              | 정리       | 교사       | 활동지 평가<br>[평가기준표]                  |

## ■ 수업 연계도



## 가. 수업 지도안

| 단계          | 교수·학습 활동                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 도구 및 자료                                                                                                                                                                              |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 도입<br>(10분) |  <b>호기심 유발 및 문제 인식</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- PPT 화면에 라파엘로의 '아테네 학당'을 제시하며 학생들의 시선을 집중시킨다.</li> <li>- "이 그림은 르네상스 시대의 작품인데, 왜 고대 그리스 철학자들이 주인공일까요? 이 그림 속에는 어떤 과학의 비밀이 숨겨져 있을까요?"와 같은 발문으로 학생들의 호기심을 자극한다.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  PPT<br> 작품이미지 |
|             |  <b>작품 감상 및 자유 토의</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- '아테네 학당'을 자유롭게 감상하고 그림의 특징, 인물들의 모습에 대한 첫인상과 생각을 모둠별로 나눈다.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                      |
|             |  <b>학습 목표 및 활동 안내</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 오늘의 학습 주제와 목표를 안내하고, 최종적으로 '아테네 학당'을 통해 그리스 과학의 특징과 의미를 분석하는 [활동지(1), (2)]를 완성할 것임을 알린다.</li> <li>- 전문가 협력 학습(Jigsaw)의 전체 과정을 안내하고 학습 동기를 고취한다.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  Jigsaw활동<br>안내 자료                                                                              |
| 전개<br>(70분) | <b>[활동 1] Jigsaw 전문가 모둠 탐구</b><br> <b>전문가 그룹 과제 제시 및 활동 안내</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 학생들을 4개의 전문가 그룹(①플라톤과 아리스토텔레스, ②피타고라스와 유클리드, ③원자론과 자연 철학자, ④사회문화적 배경)으로 나누고, 탐구 과제가 담긴 [활동지(1)]를 배부한다.</li> </ul>  "여러분은 이제 각 분야의 최고 전문가입니다. 원래 모둠원들을 완벽하게 이해시킬 수 있도록 '1분 명강의'를 준비해 봅시다."라고 안내하며 과제 목표를 명확히 한다.<br> <b>전문가 학습 수행</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 각 전문가 모둠으로 이동하여, [활동지(1)]과 디지털 기기를 활용해 주제를 심층 탐구하고 토의한다.</li> <li>- 원래 모둠에 돌아가 설명할 핵심 내용(핵심 개념, 대표 인물, 그림 속 단서 등)을 구조화하여 정리한다.</li> </ul><br> <b>관찰평가(1)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 교사는 모둠을 순회하며 [체크리스트]를 활용하여 학생들의 자기주도적 탐구 태도와 핵심 원리 분석력을 관찰·평가하고 학생 수준별로 맞춤형 피드백을 한다.</li> </ul> | <b>[활동지(1)]</b><br><br> 스마트기기<br><br><b>[체크리스트]</b>                                             |

|                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                             |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                     | <p><b>[활동 2] Jigsaw 원래 모둠 협력 학습</b></p> <p> <b>협력 학습 촉진</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 학생들이 원래 모둠으로 복귀하도록 안내하고, 각 전문가가 책임감을 갖고 설명하도록 독려한다.</li> <li>- 모둠원들이 서로 활발하게 질문하고 답하며 지식을 통합할 수 있도록 순회하며 지도한다.</li> </ul> <p> <b>지식 공유 및 통합</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 각 전문가가 돌아가며 자신의 탐구 내용을 발표하고 모둠원들의 질문에 답변한다.</li> <li>- 전문가들의 지식을 종합하여 '아테네 학당'에 담긴 그리스 과학의 특징과 의의를 탐구하고, [활동지(2)]를 협력하여 완성한다.</li> </ul> <p> <b>관찰평가(2)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 교사는 [체크리스트]를 활용하여 학생들의 의사소통 능력, 협력적 문제 해결 과정을 관찰·평가하고 학생 수준별로 맞춤형 피드백을 한다.</li> </ul> <p><b>[활동 3] 모둠별 탐구 결과 발표 및 공유</b></p> <p> <b>발표 진행 및 피드백 독려</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 모둠별로 완성한 [활동지(2)]의 핵심 내용을 바탕으로 발표하도록 안내한다.</li> <li>- 다른 모둠의 발표를 경청하며 [동료평가표]를 작성하고, 건설적인 피드백을 주고받도록 격려한다.</li> </ul> <p> <b>발표 및 동료평가</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 모둠별 탐구 결과를 발표하고 다른 모둠의 질문에 답한다.</li> <li>- 다른 모둠의 발표를 듣고 [동료평가표]에 근거하여 핵심 내용과 장점을 기록하고, 질문이나 의견을 제시한다.</li> </ul> <p> <b>동료평가</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 학생들은 [동료평가표]를 활용하여 발표의 논리성, 설득력 등을 상호 평가한다.</li> </ul> | <p><b>【활동지(2)】</b></p> <p><b>【체크리스트】</b></p> <p> <b>발표 자료</b></p> <p><b>【동료평가표】</b></p> |
| <p>정리<br/>(10분)</p> | <p> <b>최종 정리 및 총평</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 학생들의 발표와 동료평가 내용을 종합하여 모둠별 활동의 우수 사례를 칭찬하며 수업 전체를 정리한다.</li> <li>- "고대 그리스의 자유로운 토론 문화가 과학 발전에 어떤 영향을 주었을까요?"와 같은 발문으로 학생들의 사고를 확장한다.</li> </ul> <p> <b>학습 성찰 및 과제 제출</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 전체 토의에 참여하며 학습 내용을 최종적으로 내면화하고, 완성된 [활동지(2)]를 제출한다.</li> </ul> <p> <b>활동지 평가</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 교사는 제출된 [활동지(2)]를 [평가기준표]에 따라 최종 평가한다.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <p><b>【평가기준표】</b></p>                                                                                                                                                       |

## 나-1. 활동지(1): Jigsaw 전문가 탐구 보고서

### 나의 전문 분야: '아테네 학당' 속 과학자 탐구

( )학년 ( )반 ( )번 모둠명: ( ) 이름: ( )

#### 목표

- '아테네 학당'에 등장하는 그리스 철학자의 과학 사상과 시대적 배경을 깊이 있게 탐구할 수 있다.
- 자신이 탐구한 내용을 다른 사람에게 명확하고 논리적으로 설명할 수 있다.

#### 탐구하기

✓ [Mission 1] 내 전문 분야 마스터하기: 나는야 아테네 학당의 최고 전문가!

👉 자신이 속한 전문가 모둠의 주제를 확인하고, 그림 속 단서와 제공된 자료를 활용하여 핵심 내용을 조사·정리해 봅시다.

| 나의 전문가 주제                 | 핵심 탐구 질문 및 내용 정리                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| [□전문가(1)]<br>플라톤과 아리스토텔레스 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 그림 중앙에서 두 인물은 왜 한 명은 <b>하늘</b>을, 다른 한 명은 <b>땅</b>을 가리키고 있을까요? 이 손짓이 상징하는 두 철학자의 <b>세계관(진리를 탐구하는 방식)</b>을 서술해 봅시다.</li> <li>2. 플라톤의 <b>4원소설</b>과 아리스토텔레스의 <b>4원소 변환설</b>은 각각 물질을 어떻게 설명했나요?</li> <li>3. 두 철학자의 <b>우주관(천동설)</b>은 어떤 공통점과 차이점이 있었는지 조사해 봅시다.</li> </ol> |
| [□전문가(2)]<br>피타고라스와 유클리드  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 그림 속 <b>피타고라스</b>는 무엇을 열심히 기록하고 있나요? 그가 '만물의 근원은 수(數)'라고 주장한 이유는 무엇일까요?</li> <li>2. <b>유클리드</b>는 왜 '기하학의 아버지'라고 불릴까요? 그의 저서 「원론」이 후대 과학 발전에 어떤 영향을 주었는지 조사해 봅시다.</li> <li>3. '아테네 학당' 그림 전체에 적용된 <b>원근법</b>은 이들의 어떤 수학적 원리(예: 비례, 도형)와 관련이 있을지 추론해 봅시다.</li> </ol>   |

|                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>[□ 전문가(3)]</p> <p><b>원자론과 자연 철학자</b></p> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>데모크리토스</b>가 주장한 '더 이상 쪼갤 수 없는 입자'는 무엇이며, 그의 원자론은 왜 당시에는 받아들여지기 어려웠을까요?</li> <li>2. 최초의 자연 철학자 <b>탈레스</b>는 왜 만물의 근원을 물이라고 생각했을까요? 그의 생각이 신화적 설명과 다른 점은 무엇인가요?</li> <li>3. 그림 속 다른 자연 철학자(예: 헤라클레이토스, 디오게네스 등)를 한 명 선택하여 그의 핵심 사상을 간략히 조사해 봅시다.</li> </ol>                                                                          |
| <p>[□ 전문가(4)]</p> <p><b>사회문화적 배경</b></p>    | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 고대 그리스의 지리적 환경(분절된 해안, 섬)은 거대한 강(나일강) 중심의 이집트 문명과 비교할 때 어떤 차이점이 있었나요? 이러한 개방적 지리 환경이 해상 무역과 다양한 문화 교류에 어떤 영향을 주었는지 조사해 보세요.</li> <li>2. 그리스의 폴리스(도시 국가)에서 발달한 민주주의와 아고라의 토론 문화는, 신화가 아닌 합리적 근거를 찾는 과학적 사고(로고스)의 발전에 어떻게 기여했나요?</li> <li>3. 이 그림이 그려진 <b>르네상스 시대</b>에 왜 고대 그리스 문화가 다시 주목받게 되었는지 <b>인문주의</b>와 관련하여 설명해 봅시다.</li> </ol> |

✓ **[Mission 2] 1분 명강의 준비하기: 모듬원을 완벽하게 이해시켜라!**

- [Mission 1]에서 탐구한 내용을 바탕으로, 원래 모듬원들에게 설명할 '1분 명강의'를 아래와 같이 요약해 봅시다.

👉 1. 내 전문 분야의 핵심 단어 3가지: (                    ), (                    ), (                    )

👉 2. 이것만은 꼭! 핵심 설명 요약

(예: 플라톤은 눈에 보이지 않는 완벽한 '이데아'의 세계가 진리라고 믿어 하늘을 가리켰고, 아리스토텔레스는 우리가 경험하는 현실 세계를 관찰해야 진리를 알 수 있다고 믿어 땅을 가리켰습니다. 이 차이가 두 사람의 과학 탐구 방식의 차이를 만들었습니다.)

## 나-2. 활동지(2): Jigsaw 모둠 종합 보고서

### 붓과 컴퍼스로 그린 우주: '아테네 학당'에 숨겨진 그리스 과학의 비밀

( )학년 ( )반 ( )번 모둠명: ( ) 이름: ( )

#### 목표

- '아테네 학당'에 나타난 고대 그리스 철학자들의 과학 사상을 비교하여 설명할 수 있다.
- 고대 그리스의 사회문화적 배경이 과학적 사고방식의 탄생에 미친 영향을 분석하여 발표할 수 있다.

#### 탐구하기

✓ [Mission 1] 전문가들의 지식을 하나로 모아라!

👉 우리 모둠 전문가들의 설명을 듣고, '아테네 학당'으로 대표되는 고대 그리스 과학의 특징을 아래 표에 정리해 봅시다.

| 구분                              | 관찰 대상&탐구 방법 | 대표 인물 및 주장 | 사회문화적 배경 |
|---------------------------------|-------------|------------|----------|
| 물질관<br>(세상은 무엇으로 이루어져 있는가?)     |             |            |          |
| 우주관<br>(우주는 어떤 모습이고 어떻게 움직이는가?) |             |            |          |
| 탐구의 기반<br>(진리를 찾는 방법은 무엇인가?)    |             |            |          |

✓ [Mission 2] 생각을 깊게, 시야를 넓게!

- 지금까지 탐구한 내용을 바탕으로, 아래 질문에 대한 우리 모두의 생각을 정리해 봅시다.

- 👉 1. '아테네 학당'의 중앙에 있는 플라톤과 아리스토텔레스는 진리를 탐구하는 방식에서 큰 차이를 보였습니다. 만약 이 두 사람이 '새는 왜 날 수 있는가?'라는 질문을 탐구한다면, 각각 어떤 방식으로 접근할지 그들의 사상적 차이점(이성 vs 경험)이 드러나도록 구체적으로 서술해 봅시다.

- 👉 2. 라파엘로는 왜 르네상스 시대에 고대 그리스 철학자들이 한자리에 모여 자유롭게 토론하는 모습을 상상하여 그렸을까요? 인문주의 사상과 당시 사회 분위기를 바탕으로, 라파엘로가 이 그림을 통해 전하고 싶었던 메시지가 무엇이었는지 추론하여 서술해 봅시다.

✓ [Mission 3] 동료와 함께 성장하기: 건설적인 피드백 주고받기

- 다른 모두의 발표를 감상하고, 아래 표에 본받을 점과 제안할 점을 구체적으로 작성하여 공유해 봅시다.

|       |  |
|-------|--|
| 평가 모두 |  |
| 본받을 점 |  |
| 제안할 점 |  |

## 다-1. 예시 답안 및 채점 기준(1)

### 나의 전문 분야: '아테네 학당' 속 과학자 탐구

( )학년 ( )반 ( )번 모둠명: ( ) 이름: ( )

#### 목표

- '아테네 학당'에 등장하는 그리스 철학자의 과학 사상과 시대적 배경을 깊이 있게 탐구할 수 있다.
- 자신이 탐구한 내용을 다른 사람에게 명확하고 논리적으로 설명할 수 있다.

#### 탐구하기

✓ [Mission 1] 내 전문 분야 마스터하기: 나는야 아테네 학당의 최고 전문가!

👉 자신이 속한 전문가 모듬의 주제를 확인하고, 그림 속 단서와 제공된 자료를 활용하여 핵심 내용을 조사·정리해 봅시다.

| 나의 전문가 주제                 | 핵심 탐구 질문 및 내용 정리                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| [□전문가(1)]<br>플라톤과 아리스토텔레스 | <ol style="list-style-type: none"> <li>그림 중앙에서 두 인물은 왜 한 명은 하늘을, 다른 한 명은 땅을 가리키고 있을까요?<br/>이 손짓이 상징하는 두 철학자의 세계관(진리를 탐구하는 방식)을 서술해 봅시다.<br/>플라톤은 눈에 보이지 않는 완벽하고 이상적인 세계(이데아)가 진리라고 믿어 하늘을 가리켰다. 반면 그의 제자 아리스토텔레스는 우리가 직접 보고 만질 수 있는 현실 세계를 경험하고 관찰해야 진리를 알 수 있다고 믿어 땅을 가리켰다. 이는 각각 이성 중심의 탐구와 경험 중심의 탐구를 상징한다.</li> <li>플라톤의 4원소설과 아리스토텔레스의 4원소 변환설은 각각 물질을 어떻게 설명했나요?<br/>플라톤은 세상이 물, 불, 흙, 공기의 4원소로 이루어져 있으며, 각 원소는 완벽한 기하학적 모양(정다면체)을 가진다고 주장했다. 아리스토텔레스는 여기에 네 가지 성질(뜨거움, 차가움, 건조함, 습함)을 추가하여, 한 원소가 다른 원소로 변할 수 있다고 설명했다.</li> <li>두 철학자의 우주관(천동설)은 어떤 공통점과 차이점이 있었는지 조사해 봅시다.<br/>두 사람 모두 지구가 우주의 중심이라는 천동설을 주장했으며, 천체는 완벽한 원 운동을 한다고 믿었다. 다만, 아리스토텔레스는 우주를 달 기준으로 천상계와 지상계로 나누고, 각 세계가 다른 원소와 운동 법칙을 따른다고 더 구체화했다.</li> </ol> |
| [□전문가(2)]<br>피타고라스와 유클리드  | <ol style="list-style-type: none"> <li>그림 속 피타고라스는 무엇을 열심히 기록하고 있나요? 그가 '만물의 근원은 수(數)'라고 주장한 이유는 무엇일까요?<br/>피타고라스는 음악의 화음이 현의 길이의 간단한 정수비로 표현되는 것을 발견하고, 세상의 모든 것이 수학적 질서로 이루어져 있다고 믿었다. 그래서 우주의 조화와 원리를 수와 기하학으로 탐구하는 데 몰두했다.</li> <li>유클리드는 왜 '기하학의 아버지'라고 불릴까요? 그의 저서 「원론」이 후대 과학 발전에 어떤 영향을 주었는지 조사해 봅시다.<br/>유클리드는 「원론」에서 몇 가지 정의와 공리만으로 수많은 기하학 명제들을 논리적으로 증명하는 연역적 증명 체계를 완성했다. 이 방식은 이후 뉴턴을 비롯한 모든 과학자들이 자신의 이론을 증명하는 학문의 표준이 되었다.</li> <li>'아테네 학당' 그림 전체에 적용된 원근법은 이들의 어떤 수학적 원리(예: 비례, 도형)와 관련이 있을지 추론해 봅시다.<br/>르네상스 시대에 부활한 원근법은 피타고라스의 비례 개념과 유클리드의 도형(삼각형) 원리를 기반으로 한다. 멀리 있는 것은 작게, 가까이 있는 것은 크게 그리는 수학적 규칙을 적용하여 2차원 평면에 3차원의 공간감을 만들어냈다.</li> </ol>                                                                |

|                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|--------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>[□ 전문가(3)]</p> <p>원자론과 자연 철학자</p> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>데모크리토스</b>가 주장한 '더 이상 쪼갤 수 없는 입자'는 무엇이며, 그의 원자론은 왜 당시에는 받아들여지기 어려웠을까요?<br/>데모크리토스는 세상이 더 이상 쪼갤 수 없는 입자인 원자와 텅 빈 공간으로 이루어져 있다고 주장했다. 하지만 당시에는 눈에 보이지 않는 입자와 진공의 존재를 실험적으로 증명할 수 없었고, 아리스토텔레스와 같은 주류 철학자들이 반대했기 때문에 받아들여지기 어려웠다.</li> <li>2. 최초의 자연 철학자 <b>탈레스</b>는 왜 만물의 근원을 물이라고 생각했을까요?<br/>그의 생각이 신화적 설명과 다른 점은 무엇인가?<br/>탈레스는 모든 생명체에 물이 필수적이고, 물이 고체(얼음), 액체, 기체(수증기)로 상태를 바꾸는 것을 보고 만물의 근원이라 생각했다. 그의 주장이 중요한 이유는 제우스 같은 신이 아니라, 자연 현상 안에서 세상의 근본 원인을 찾으려 한 최초의 시도였기 때문이다.</li> <li>3. 그림 속 다른 자연 철학자(예: 헤라클레이토스, 디오게네스 등)를 한 명 선택하여 그의 핵심 사상을 간략히 조사해 봅시다.<br/>디오게네스: 계단에 비스듬히 누워 있는 인물로, 모든 인위적인 관습을 버리고 자연 그대로의 삶을 사는 것이 진정한 행복이라고 주장한 전유학과 철학자이다.</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <p>[□ 전문가(4)]</p> <p>사회문화적 배경</p>    | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 고대 그리스의 지리적 환경(분절된 해안, 섬)은 거대한 강(나일강) 중심의 이집트 문명과 비교할 때 어떤 차이점이 있었나요? 이러한 개방적 지리 환경이 해상 무역과 다양한 문화 교류에 어떤 영향을 주었는지 조사해 보세요.<br/>이집트는 나일강이라는 거대하고 비옥한 강을 중심으로 통일 왕국을 이룬 반면, 고대 그리스는 산지가 많고 척박한 해안가와 섬들로 이루어져 지리적으로 분절되어 있었습니다. 이로 인해 이집트가 안정적이고 폐쇄적인 농경 문화를 발전시킨 것과 달리, 그리스는 부족한 자원을 해결하기 위해 일찍부터 해상 무역에 나설 수밖에 없었습니다. 이 과정에서 이집트, 페니키아 등 선진 문물과 다양한 사상을 접하게 되었고, 개방적인 교류 속에서 기존의 지식을 맹목적으로 수용하기보다 비판적으로 검토하는 학문적 분위기가 형성될 수 있었습니다.</li> <li>2. 그리스의 폴리스(도시 국가)에서 발달한 민주주의와 아고라의 토론 문화는, 신화가 아닌 합리적 근거를 찾는 과학적 사고(로고스)의 발전에 어떻게 기여했나요?<br/>아테네와 같은 그리스의 폴리스(도시 국가)는 시민들이 아고라 광장에 모여 공공의 문제를 직접 토론하고 결정하는 민주주의가 발달했습니다. 왕이나 사제의 일방적인 명령이 아닌, 동등한 시민들을 설득하기 위해서는 신화나 권위가 아닌 합리적인 근거가 필요했습니다. 이러한 토론 문화는 '왜?'라는 질문을 자유롭게 던지고, 다양한 주장을 비판적으로 검토하는 분위기를 만들었습니다. 이는 자연 현상을 설명할 때도 '제우스의 분노'와 같은 신화적 설명(미토스)에서 벗어나, '물'이나 '원자' 같은 자연 안의 원인(로고스)을 찾으려는 과학적 사고가 탄생하는 중요한 사회적 토대가 되었습니다.</li> <li>3. 이 그림이 그려진 <b>르네상스 시대</b>에 왜 고대 그리스 문화가 다시 주목받게 되었는지 <b>인문주의</b>와 관련하여 설명해 봅시다.<br/>르네상스 시대는 신 중심의 중세에서 벗어나 인간의 가치와 이성을 재발견하려는 인문주의가 확산되던 시기였다. 인문주의자들은 인간의 잠재력을 최고로 발휘했던 고대 그리스·로마 문화를 가장 이상적인 모델로 생각했고, 그 시대의 철학, 예술, 과학을 적극적으로 연구하고 부활시키려 했다.</li> </ol> |

✓ [Mission 2] 1분 명강의 준비하기: 모둠원을 완벽하게 이해시켜라!

- [Mission 1]에서 탐구한 내용을 바탕으로, 원래 모둠원들에게 설명할 '1분 명강의'를 아래와 같이 요약해 봅시다.

👉 1. 내 전문 분야의 핵심 단어 3가지: (                    ), (                    ), (                    )

👉 2. 이것만은 꼭! 핵심 설명 요약

(예: 플라톤은 눈에 보이지 않는 완벽한 '이데아'의 세계가 진리라고 믿어 하늘을 가리켰고, 아리스토텔레스는 우리가 경험하는 현실 세계를 관찰해야 진리를 알 수 있다고 믿어 땅을 가리켰습니다. 이 차이가 두 사람의 과학 탐구 방식의 차이를 만들었습니다.)

## 다-2. 예시 답안 및 채점 기준(2)

### 붓과 컴퍼스로 그린 우주: '아테네 학당'에 숨겨진 그리스 과학의 비밀

( )학년 ( )반 ( )번 모둠명: ( ) 이름: ( )

#### 목표

- '아테네 학당'에 나타난 고대 그리스 철학자들의 과학 사상을 비교하여 설명할 수 있다.
- 고대 그리스의 사회문화적 배경이 과학적 사고방식의 탄생에 미친 영향을 분석하여 발표할 수 있다.

#### 탐구하기

✓ [Mission 1] 전문가들의 지식을 하나로 모아라!

👉 우리 모둠 전문가들의 설명을 듣고, '아테네 학당'으로 대표되는 고대 그리스 과학의 특징을 아래 표에 정리해 봅시다.

| 구분                                     | 관찰 대상&탐구 방법                                                             | 대표 인물 및 주장                                                              | 사회문화적 배경                                                      |
|----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| <b>물질관</b><br>(세상은 무엇으로 이루어져 있는가?)     | 자연 현상을 관찰하고 그 근본이 되는 물질(원소)에 대해 사유함. 논리적 추론(4원소설)과 직관적 통찰(원자론)을 통해 탐구함  | 탈레스(물), 엠페도클레스(4원소), 데모크리토스(원자), 플라톤/아리스토텔레스(4원소)                       | 신화적 설명에서 벗어나 자연 안에서 합리적인 원인을 찾으려는 지적 탐구 분위기를 형성함              |
| <b>우주관</b><br>(우주는 어떤 모습이고 어떻게 움직이는가?) | 천체의 움직임을 관찰하고 기하학과 수학을 이용하여 우주의 구조를 설명하려 함. 완벽함과 조화를 중시하여 원운동은 기본으로 설정함 | 피타고라스(수학적 우주), 플라톤/아리스토텔레스(지구 중심의 천동설), (그리스 천문학을 집대성한) 프톨레마이오스(지중원 모델) | 농업과 항해에 필요한 천문 지식의 발달. 우주의 질서를 통해 인간 사회의 질서를 이해하려는 철학적 경향을 가짐 |
| <b>탐구의 기반</b><br>(진리를 찾는 방법은 무엇인가?)    | 논리적 증명과 연역적 추론을 중시함(이성주의). 동시에 실제 자연 현상을 관찰하고 분류하는 경험적 탐구도 이루어짐         | 플라톤/유클리드(이성, 논리), 아리스토텔레스(경험, 관찰), 소크라테스(질문과 토론)                        | 자유로운 비판과 토론이 가능한 아테네의 민주주의 사회. 다양한 문명이 교류하며 지식이 확장됨           |

## ✓ [Mission 2] 생각을 깊게, 시야를 넓게!

- 지금까지 탐구한 내용을 바탕으로, 아래 질문에 대한 우리 모두의 생각을 정리해 봅시다.

- 👉 1. '아테네 학당'의 중앙에 있는 플라톤과 아리스토텔레스는 진리를 탐구하는 방식에서 큰 차이를 보였습니다. 만약 이 두 사람이 '새는 왜 날 수 있는가?'라는 질문을 탐구한다면, 각각 어떤 방식으로 접근할지 그들의 사상적 차이점(이성 vs 경험)이 드러나도록 구체적으로 서술해 봅시다.

플라톤은 새의 '날개'라는 이데아(본질)에 집중할 것입니다. 그는 실제 새를 관찰하기보다, 완벽한 날개란 어떤 기하학적 구조를 가져야만 하늘을 날 수 있는지 이성적으로 사고하고 수학적으로 증명하려 할 것입니다. 그에게 중요한 것은 눈에 보이는 불완전한 새가 아니라, '날개'라는 완벽한 본질 그 자체이기 때문입니다. 반면, 아리스토텔레스는 수많은 종류의 새를 직접 경험하고 관찰하여 비교 분석할 것입니다. 그는 새의 깃털 구조, 뼈의 무게, 날갯짓의 방식 등 구체적인 데이터를 수집하고 분류하여 '새가 나는 일반적인 원리'를 귀납적으로 찾아내려 할 것입니다. 그에게 진리는 현실 세계에 대한 꼼꼼한 관찰을 통해서만 얻을 수 있기 때문입니다.

- 👉 2. 라파엘로는 왜 르네상스 시대에 고대 그리스 철학자들이 한자리에 모여 자유롭게 토론하는 모습을 상상하여 그렸을까요? 인문주의 사상과 당시 사회 분위기를 바탕으로, 라파엘로가 이 그림을 통해 전하고 싶었던 메시지가 무엇이였을지 추론하여 서술해 봅시다.

(예시 답안) 라파엘로가 '아테네 학당'을 그린 르네상스 시대는 신 중심의 중세에서 벗어나 인간의 이성과 개인의 능력을 재발견하려는 인문주의 열풍이 불던 시기였습니다. 당시 피렌체와 같은 도시들은 무역으로 부를 축적한 신흥 부유층이 예술과 학문을 후원하며 자유로운 지적 탐구 분위기가 조성되었습니다. 라파엘로는 이러한 시대적 배경 속에서, 특정 권위에 얽매이지 않고 자유로운 토론과 탐구를 통해 진리를 찾아 나섰던 고대 그리스의 모습을 가장 이상적인 학문의 전당으로 제시하고 싶었을 것입니다. 즉, 이 그림은 단순히 과거 인물을 나열한 것이 아니라, "우리 시대도 고대 그리스처럼 인간의 이성을 믿고 자유롭게 탐구하여 새로운 황금기를 열자!"라는 르네상스 시대의 정신과 염원을 담은 굳센 메시지라고 할 수 있습니다.

## ✓ [Mission 3] 동료와 함께 성장하기: 건설적인 피드백 주고받기

- 다른 모두의 발표를 감상하고, 아래 표에 본받을 점과 제안할 점을 구체적으로 작성하여 공유해 봅시다.

|       |                                                                                               |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 평가 모두 | (예시) 소크라테스처럼                                                                                  |
| 본받을 점 | (예시 답안) 아리스토텔레스의 경험주의를 설명할 때, 그가 실제로 500종이 넘는 동물을 해부하고 관찰했다는 구체적인 사례를 들어주어 주장의 설득력이 매우 높았습니다. |
| 제안할 점 | (예시 답안) 플라톤의 이데아 개념이 조금 추상적이어서 어려웠는데, '그림자'와 '실체'의 비유를 들어 설명해주었다면 더 쉽게 이해할 수 있었을 것 같습니다.      |

## 라. 평가 기준

### [체크리스트]

| 평가 영역 | 평가 요소       | 평가 기준                                                       | 척도 |   |   |
|-------|-------------|-------------------------------------------------------------|----|---|---|
|       |             |                                                             | 상  | 중 | 하 |
| 과정·기능 | 자기주도적 탐구 능력 | 디지털 기기와 자료를 활용하여 맡은 주제의 핵심 원리를 주도적으로 탐구하고 분석하는가?            |    |   |   |
|       | 협력적 의사소통    | 자신이 학습한 내용을 다른 사람에게 명확히 설명하고, 동료의 의견을 경청하며 협력적으로 지식을 통합하는가? |    |   |   |
| 가치·태도 | 과제 집착력      | 맡은 역할에 책임감을 갖고, 완성도 높은 결과물을 만들기 위해 끝까지 적극적으로 참여하는가?         |    |   |   |
|       | 융합적 사고 시도   | 과학, 예술, 사회문화적 배경을 연결하여 현상을 다각적으로 이해하고 표현하려는 태도를 보이는가?       |    |   |   |

### 👉 [평가기준표] 활동지(1)

| 미션  | 채점 요소             | 척도 | 평가 기준                                                                 |
|-----|-------------------|----|-----------------------------------------------------------------------|
| 1   | 핵심 내용 이해도 및 정리 능력 | 상  | 전문가 주제에 대한 핵심 질문의 답을 참고 자료를 바탕으로 정확하고 논리적으로 모두 서술함. '1분 명강의' 요약이 체계적임 |
| 2-1 |                   | 중  | 핵심 질문에 대한 답을 대부분 작성했으나, 일부 설명이 부족하거나 '1분 명강의' 요약이 다소 미흡함              |
| 2-2 |                   | 하  | 내용에 오류가 있거나, 질문의 의도와 다른 내용을 서술함                                       |

### 👉 [평가기준표] 활동지(2)

| 미션 | 채점 요소          | 척도 | 평가 기준                                                                                  |
|----|----------------|----|----------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 지식의 통합성 및 정확성  | 상  | 네 명의 전문가를 유기적으로 연결하여, 각 주제(물질관, 우주관 등)에 대한 그리스 과학의 특징을 정확하고 논리적으로 모두 서술함               |
|    |                | 중  | 각 주제의 특징을 대부분 정확하게 서술했으나, 지식 간의 연결성이 다소 부족하거나 일부 내용이 누락됨                               |
|    |                | 하  | 내용에 오류가 있거나, 지식의 통합이 거의 이루어지지 않고 단편적인 사실만 나열함                                          |
| 2  | 융합적 사고 및 분석 능력 | 상  | 두 철학자의 사상적 차이를 문제 상황에 매우 창의적이고 구체적으로 적용하여 서술했으며, 그림을 그린 화가의 의도를 시대적 배경과 연결하여 논리적으로 분석함 |
|    |                | 중  | 두 철학자의 차이점과 화가의 의도를 서술했으나, 근거가 다소 미흡하거나 분석의 깊이가 부족함                                    |
|    |                | 하  | 질문의 의도를 제대로 파악하지 못했거나, 서술 내용이 논리적이지 못함                                                 |

### [동료평가표] 모둠내/모둠간

| 평가 항목    | 평가 기준                                                          | 척도 |   |   |
|----------|----------------------------------------------------------------|----|---|---|
|          |                                                                | 상  | 중 | 하 |
| 내용의 명확성  | 발표 내용이 주제에 부합하며, '명화 속 과학 원리'와 '사회문화적 배경'을 명확하고 이해하기 쉽게 설명했는가? |    |   |   |
| 발표의 설득력  | 두 시대의 특징을 연결하는 논리가 타당하며, 구체적인 근거와 예시를 통해 설득력 있게 주장을 전달했는가?     |    |   |   |
| 창의성 및 흥미 | 자료 해석이나 표현 방식이 독창적이고 흥미로웠으며, 새로운 관점을 제시했는가?                    |    |   |   |
| 협력적 태도   | 발표 과정에서 모둠원들의 역할 분담이 적절하고, 서로 협력하는 모습이 돋보였는가?                  |    |   |   |

### 생활기록부 '과목별 세부능력 및 특기사항' 작성 예시

'명화를 활용한 그리스 과학 탐구' 프로젝트에서 '아리스토텔레스' 전문가 역할을 맡아, '아테네 학당' 속 인물의 손짓과 자세 등 시각적 단서를 바탕으로 그의 경험주의적 사상을 추론해내는 뛰어난 자료 해석 능력을 보여줌. 원래 모둠 활동에서 플라톤의 이성주의와 아리스토텔레스의 경험주의를 명확히 비교 설명하여 모둠원들이 그리스 과학의 두 가지 핵심 흐름을 이해하는 데 결정적인 역할을 하는 등 뛰어난 협력적 의사소통 능력을 발휘함. 나아가 그림이 그려진 르네상스 시대의 인문주의가 아리스토텔레스의 '인간 경험 중심' 사상과 맞닿아 있음을 연결하며, 과학적 사고의 발전이 사회·문화적 배경과 상호작용함을 깊이 있게 통찰하는 융합적 사고력이 돋보임

### 마. 학생 수준별 수업 및 활동 자료 피드백

### 학생 수준별 수업 활동 안내 예시

| 수준 | 학습자 특성                                                                                                                    | 수업 안내 예시                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 상  | <ul style="list-style-type: none"> <li>개념 이해가 빠르고, 자료 간의 연관성을 깊이 있게 파악하며 자기 주도적 심화 탐구 능력이 뛰어남</li> </ul>                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>플라톤과 현대 천문학자가 시공을 초월하여 만났다고 가정하고, '우주를 탐구하는 가장 올바른 방법'이라는 주제로 서로의 생각을 묻고 답하는 가상 토론회 대본을 작성하는 과제를 제시함</li> <li>이를 통해 고대 철학의 이성주의와 현대 과학의 경험주의를 단순 비교하는 것을 넘어, 각 시대의 과학적 탐구 방법론의 전제와 한계까지 깊이 있게 탐구하도록 유도함</li> </ul> |
| 중  | <ul style="list-style-type: none"> <li>기본적인 탐구 활동은 잘 수행하나, 특정 철학자의 사상과 당시 사회 문화적 배경을 연결하여 종합적으로 해석하는 데 어려움을 겪음</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>'피타고라스가 '수'를 중요하게 생각한 것과 '아테네 학당'에 사용된 '원근법'은 어떤 수학적 관련이 있을까요?', '아테네의 '민주주의 토론 문화'는 왜 여러 철학자들이 서로 다른 주장을 펼치는 데 도움이 되었을까요?' 등 각 전문가 영역을 연결하는 질문 카드를 제공하여, 종합적 사고를 할 수 있도록 지원함</li> </ul>                           |

|   |                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 하 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 방대한 텍스트나 복잡한 시각 자료에서 핵심 정보를 찾아내는 데 어려움을 느끼거나, 자신의 역할을 정리하여 발표하는 것을 어려워함</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 전문가 활동 시 각 인물의 핵심 단어(예: 플라톤-이데아, 이성/아리스토텔레스-경험, 관찰)가 설명된 카드를 제공하여 정보 탐색의 부담을 줄여줌</li> <li>- 원래 모둠 발표 시, "제가 맡은 전문 분야는 <b>(인물 이름)</b>입니다. 이 사람의 가장 중요한 생각은 <b>(핵심 단어)</b>이고, 그림에서는 <b>(그림 속 특징)</b>으로 표현되었습니다."와 같은 문장 틀을 제공하여 발표에 대한 자신감을 심어줌</li> </ul> |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

### 학생 수준별 피드백 방안

| 수준 | 학생의 특징 또는 행동                                                                                                                                                     | 피드백 예시                                                                                                                                                                                                                    |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 상  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 고대 그리스의 원자론과 현대 물리학의 입자물리학을 연결하는 등, 주어진 과제를 넘어 스스로 지식을 확장하여 질문하거나 새로운 주장을 펼침</li> </ul>                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 고대 원자론과 현대 입자물리학을 연결하다니, 정말 놀라운 통찰력이네요! 그렇다면, 데모크리토스의 원자가 '더 이상 쪼갤 수 없는 것'이라고 생각했던 것과 달리, 현대 과학은 원자도 양성자, 중성자, 쿼크로 쪼갤 수 있음을 밝혔어요. 이러한 '과학 지식의 잠정성'에 대해 어떻게 생각하나요?</li> </ul>     |
| 중  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• '플라톤이 하늘을 가리키는 것은 이데아를 상징한다'는 사실은 정확히 찾아냈으나, 그 생각이 당시 사회에 왜 중요한 과학적 사고의 전환이었는지(신화적 설명과의 차이점) 연결하여 설명하는 데 주저함</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 플라톤이 '이데아'를 중요하게 생각했다는 점을 정확히 찾아주었네요. 아주 좋은 출발이에요. 그렇다면 우리 '사회문화 배경' 전문가 친구가 설명해준 당시 사람들의 생각(신화적 세계관)과 비교했을 때, 플라톤처럼 '눈에 보이지 않는 원리'를 이성적으로 찾으려 한 시도는 어떤 점에서 큰 변화였을까요?</li> </ul> |
| 하  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 모둠 내에서 '아테네 학당' 속 피타고라스의 위치를 찾아내는 등 주어진 역할은 성실히 수행하나, 전체적인 탐구의 흐름을 이해하지 못하고 자신의 활동이 왜 중요한지 인식하지 못함</li> </ul>           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 우리 모둠 발표 자료에 들어갈 피타고라스의 모습을 정말 정확하게 찾아주었군요! 덕분에 친구들이 그림의 어느 부분에 집중해야 할지 바로 알 수 있었어요. 이렇게 정확한 자료를 찾아주는 역할이 없었다면, 우리 모듬의 설명이 훨씬 헛갈렸을 거예요. 정말 결정적인 역할을 훌륭하게 해냈어요!</li> </ul>        |

## 1. [도입] 호기심 유발을 위한 시각 자료

## || 구글 아트 앤 컬처 - 라파엘로의 '아테네 학당' 이미지

- 내용: 세계적인 박물관들이 소장한 작품을 초고해상도로 제공하는 구글의 플랫폼입니다. 확대 기능을 통해 그림 속 인물들의 표정, 소품, 배경의 건축 양식까지 세밀하게 관찰할 수 있습니다.
- 활용: 수업 도입부에서 전체 화면으로 이 이미지를 제시하여 학생들의 시선을 압도하고 흥미를 유발합니다. 특히 Jigsaw 전문가 활동 시, 학생들이 각자 맡은 인물을 확대하여 관찰하며 그림 속 단서를 직접 찾아내는 탐정이 된 듯한 몰입감을 제공할 수 있습니다.
- 링크: <https://artsandculture.google.com/asset/pai-raphael-school-of-athens/lAFNRIOOCRb9UA?hl=ko> (Google Arts & Culture)

## 2. [전개] 전문가 활동을 위한 학생용 참고 자료

## || (공통자료) 위키백과 - 아테네 학당 (그림 속 인물 해설)

- 내용: 그림에 등장하는 주요 인물들이 누구로 추정되는지, 그림의 어떤 위치에 있는지 번호와 함께 상세히 설명되어 있어, 학생들이 자신의 전문가 역할을 찾는 데 효과적인 가이드가 됩니다.
- 활용: 모든 전문가 모듈에게 기본 자료로 제공하여, 학생들이 자신이 맡은 인물 외에 다른 철학자들은 누구인지 전체적인 그림을 파악하고, 자신의 탐구 주제에 더 깊이 집중할 수 있도록 돕습니다.
- 링크: [https://ko.wikipedia.org/wiki/%EC%95%84%ED%85%8C%EB%84%A4\\_%ED%95%99%EB%8B%B9](https://ko.wikipedia.org/wiki/%EC%95%84%ED%85%8C%EB%84%A4_%ED%95%99%EB%8B%B9)

## || 전문가 ① (플라톤/아리스토텔레스): 유튜브 CrashCourse - Plato and Aristotle

- 내용: 빠르고 감각적인 애니메이션을 통해 플라톤의 이데아론(이상주의)과 아리스토텔레스의 경험론(현실주의)을 명확하게 대조하여 설명합니다. 플라톤이 수학과 이성을 통해 완벽한 '형상(Forms)'을 탐구한 반면, 아리스토텔레스는 생물을 직접 관찰하고 분류하며 현실 세계에서 지식을 찾으려 한 과정을 시각적으로 보여줍니다.
- 활용: '플라톤'과 '아리스토텔레스' 전문가 학생들이 두 철학자의 근본적인 세계관 차이를 직관적으로 이해하도록 돕습니다. '아테네 학당' 속 두 인물의 손짓이 단순한 동작이 아니라, 세상을 이해하는 두 가지 위대한 방법론(연역법과 귀납법)을 상징함을 명확하게 설명할 수 있도록 지도합니다.
- 링크: <https://youtu.be/rh0fxJkvL44?si=fYOMB28nrVJHy69W> (설정-자막-한국어 자동번역)

## || 전문가 ② (피타고라스와 유클리드): 유튜브 EBS컬렉션 - '유클리드의 원론' 입문하기

- 내용: 유클리드의 「원론」이 어떻게 '정의', '공리', '공준'이라는 최소한의 약속에서 출발하여 수많은 수학적 명제들을 빈틈없이 증명해내는 논리의 체계를 만들었는지 차분하게 설명합니다. 단순한 공식이 아닌, '증명'이라는 과학적 방법론의 원형을 보여줍니다.
- 활용: '피타고라스'와 '유클리드' 전문가 학생들이 수학을 '답을 구하는 계산'이 아닌 '진리를 증명하는 논리적 과정'으로 이해하도록 지도합니다. 이를 통해, '아테네 학당' 속 기하학에 몰두한 인물들의 모습이 단순히 도형을 그리는 것이 아니라, 우주의 합리적 질서를 탐구하는 철학적 행위였음을 깨닫게 합니다.
- 링크: [https://youtu.be/NLBn2Vlo3lE?si=rOo0lX\\_I\\_0\\_XBBK9](https://youtu.be/NLBn2Vlo3lE?si=rOo0lX_I_0_XBBK9)

### || 전문가 ③ (원자론과 자연철학자): 유튜브 인문학이랑 - 소크라테스 이전 자연철학자들

- 내용: "만물의 근원(아르케)은 무엇인가?"라는 질문을 중심으로, 탈레스의 '물'부터 아낙시만드로스의 '아페이론', 엠페도클레스의 '4원소설', 데모크리토스의 '원자론'에 이르기까지 자연철학자들의 다양한 주장과 그 논리적 근거를 체계적으로 정리해주는 강의 영상입니다.
- 활용: '원자론' 전문가 학생들이 고대 그리스 과학이 '하나의 근본 원리로 세상 만물을 설명하려는 시도'였음을 이해하도록 돕습니다. 특히 4원소설과 원자론이 어떻게 서로를 비판하며 발전했는지 파악하게 하여, 과학 지식이 단번에 완성되는 것이 아니라 논쟁을 통해 정교화되는 과정임을 알게 합니다.
- 링크: <https://youtu.be/NhrEx2bUTR8?si=uzlc5vSK67RXQxzR>

### || 전문가 ④ (사회문화적 배경): 유튜브 인문학이랑 - 서구 문명의 뿌리 고대 아테네의 시작

- 내용: 페르시아 전쟁 이후 아테네가 어떻게 델로스 동맹의 맹주가 되어 경제적 번영을 이루고, 시민들이 직접 정치에 참여하는 민주주의를 꽃피웠는지 그 역사적 과정을 설명합니다. 특히 시민들이 아고라에 모여 자유롭게 토론하고 비판하던 사회적 분위기를 생생하게 전달합니다.
- 활용: '사회문화적 배경' 전문가 학생들이 '아테네 학당'으로 상징되는 지적 대폭발이 왜 하필 아테네에서 일어날 수 있었는지 그 필연성을 이해하도록 지도합니다. 경제적 풍요와 정치적 자유가 어떻게 학문과 예술 발전의 토양이 되었는지 연결하여, 과학의 발전이 사회와 분리될 수 없음을 통찰하게 합니다.
- 링크: <https://youtu.be/ePUESAD0LQs?si=QVhQANrRd-1yMMSu>

# 02

## 두 천재의 세계관으로 만나는 양자역학 논쟁

### 1

### 단원 개요

|     |            |      |                    |
|-----|------------|------|--------------------|
| 과목  | 과학의 역사와 문화 | 영역   | (1) 과학과 문명의 탄생과 통합 |
| 학년군 | 고등학교 2~3학년 | 세부영역 | 과학자의 신념과 과학 지식 형성  |

|      |       |                                                                       |
|------|-------|-----------------------------------------------------------------------|
| 교육과정 | 성취 기준 | [12과사01-05]<br>과학 지식의 형성 과정에서 과학자의 신념이나 세계관이 영향을 준 사례를 조사하여 발표할 수 있다. |
|      | 탐구 활동 | -                                                                     |

|      |                         |
|------|-------------------------|
| 학습주제 | 두 천재의 세계관으로 만나는 양자역학 논쟁 |
|------|-------------------------|

|       |          |
|-------|----------|
| 수업 모형 | 개념 변화 학습 |
|-------|----------|

|      |       |                                                                                                                           |
|------|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 학습목표 | 총괄목표  | 아인슈타인과 보어의 양자역학 논쟁 사례를 통해, 과학 지식이 서로 다른 신념과 세계관의 대립과 논쟁을 통해 구성되는 과정을 이해하고, 과학적 쟁점에 대해 비판적으로 사고하며 합리적인 의사소통에 참여하는 태도를 기른다. |
|      | 지식·이해 | 양자역학의 불확정성과 확률적 세계관에 대한 아인슈타인(결정론적 반박)과 보어(상보성 원리를 통한 확률론적 해석)의 핵심 주장을 각각 설명할 수 있다.                                       |
|      | 과정·기능 | 두 과학자의 논쟁과 관련된 역사적 자료를 탐색하여 자신의 입장을 정하고, 논리적 근거를 바탕으로 가상의 재판(토론) 형식으로 주장을 펼칠 수 있다.                                        |
|      | 가치·태도 | 과학 지식의 잠정성을 이해하고, 위대한 과학자들 사이에도 이견이 존재할 수 있음을 인정하며, 복잡한 문제에 대해 열린 마음으로 소통하는 과학적 태도를 함양한다.                                 |

## 2

## 교수·학습 활동 및 평가 계획

## 가. 교수·학습 활동 적용 모형

| 수업 모형 | 개념 변화 학습                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 특징    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 학생들이 이미 가지고 있는 생각을 과학적인 개념으로 변화시키는 데 초점을 맞춘 수업 모형이다.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 적용 이유 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 대부분의 학생은 아인슈타인처럼 '세상은 예측가능하다.'라는 결정론적 세계관을 가지고 있다. 이 모형은 학생들의 생각을 수업의 출발점으로 삼아, 보어와의 논쟁이라는 <b>인지 갈등</b>을 통해 기존 생각의 한계를 스스로 깨닫게 한다. '세계관의 대립'이라는 수업 주제의 본질을 가장 잘 구현한다. 이 수업은 정답 암기가 아니라, 과학 지식이 대립하는 신념 속에서 역동적으로 구성되는 과정을 체험하는 것이 핵심이다. 개념 변화 학습 모형은 이 과정을 학생들이 그대로 따라가며 사고하도록 설계되어 있다.</li> <li>• STS 모형이나 토론 학습만으로는 자칫 찬반 논쟁에만 머무를 수 있다. 하지만 개념 변화 학습 모형의 '개념 응용 및 변화 검토' 단계를 통해, 학생들은 토론으로 재구성한 새로운 관점(양자역학적 세계관)을 '슈뢰딩거의 고양이'나 '이중 슬릿 실험'과 같은 새로운 상황에 적용해 볼 수 있다. 이 과정에서 학생들은 자신이 무엇을 알게 되었고 생각이 어떻게 변했는지 스스로 확인하며, 단순한 의견 교환을 넘어선 깊이 있는 학습을 완성할 수 있다.</li> </ul> |

## 나. 평가 계획

| 평가 유형  | 적용 방법                                                                                                                                                       |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 관찰평가   | 교사는 [체크리스트]를 활용하여, 개념 변화 학습 모형의 '갈등 상황 경험' 및 '개념 재구성' 단계에서 학생들이 두 과학자의 세계관을 탐색하고 자신의 입장을 정립하는 전 과정(자료 분석, 모둠 토의, 발표 등)에 얼마나 자기주도적이고 협력적으로 참여하는지를 관찰하고 평가한다. |
| 동료평가   | 최종 가상 재판(토론) 활동 시, [동료평가표]를 활용하여 상대 팀의 주장과 근거가 얼마나 논리적이고 설득력이 있는지, 그리고 토론에 얼마나 진지하고 존중하는 태도로 참여하는지를 상호 평가하도록 한다.                                            |
| 활동지 평가 | 학생들이 최종적으로 제출한 활동지를 [평가기준표]에 따라 채점하여 총괄 목표 도달도를 종합적으로 평가한다.                                                                                                 |

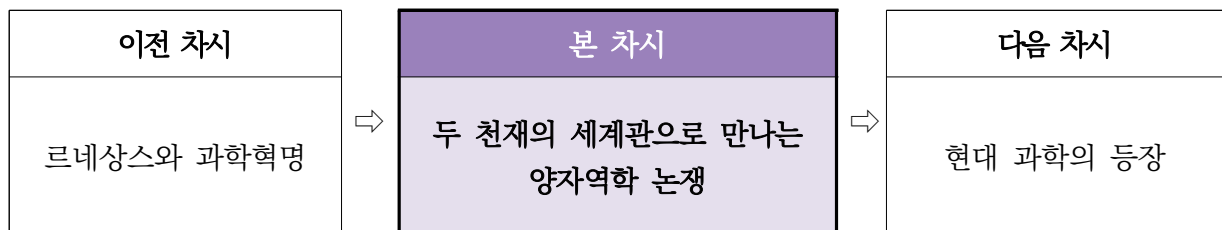
## 3

## 수업 평가 흐름도

## ■ 학습 주제: 두 천재의 세계관으로 만나는 양자역학 논쟁

| 단계                    | 교수·학습 활동                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 평가 주체    | 평가 방법                              |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|------------------------------------|
| 1<br>~<br>2<br>차<br>시 | <b>개념 표현</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>일상 속 현상(예: "공은 던지면 정해진 궤도로 날아간다") 제시 및 발문</li> <li>'세상의 모든 현상은 정확히 예측 가능할까?'에 대한 자유 토의</li> <li>학습 목표 확인 및 '가상 재판' 활동 안내</li> </ul>                                                                                                       | -        | -                                  |
|                       | <b>갈등 상황 경험</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>[활동 1] 아인슈타인 vs 보어, 양자역학 논쟁 탐구               <ul style="list-style-type: none"> <li>모둠 내 아인슈타인 팀과 보어 팀으로 역할 분담</li> <li>제공된 자료(영상, 텍스트)를 활용하여 각 과학자의 핵심 주장과 그 근거가 되는 세계관(결정론 vs 확률론)을 탐구하고 [활동지(1)] 작성</li> </ul> </li> </ul>          | 교사       | 관찰평가<br>[체크리스트]                    |
|                       | <b>새로운 개념 구성 및 평가</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>[활동 2] 가상 재판: "신은 주사위 놀이를 하는가?"               <ul style="list-style-type: none"> <li>각 팀이 준비한 [활동지(1)]을 바탕으로 입론 및 반론 진행</li> <li>상대측 논거에 대한 비판적 질문 및 우리 팀 논리 방어</li> <li>다른 모둠의 토론을 참관하며 [동료평가표] 작성 및 피드백</li> </ul> </li> </ul> | 교사<br>동료 | 관찰평가<br>[체크리스트]<br>동료평가<br>[동료평가표] |
|                       | <b>개념 응용 및 변화 검토</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>[활동 3] 최종 판결 및 성찰               <ul style="list-style-type: none"> <li>토론 결과를 바탕으로 슈뢰딩거의 고양이 사고 실험을 어떤 관점으로 해석할 수 있을지 [활동지(2)]에 서술</li> <li>논쟁 전후 자신의 생각이 어떻게 변했는지 성찰 알지 작성</li> </ul> </li> </ul>                                | 교사       | 활동지 평가<br>[평가기준표]                  |

## ■ 수업 연제도



## 가. 수업 지도안

| 단계                                | 교수·학습 활동                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 도구 및 자료                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 개념 표현<br>도입 (10분)<br>각 드러내기       | <p> <b>동기 유발: 예측 가능한 세상 vs 예측 불가능한 세상</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 야구공을 던지는 영상과 전자의 움직임을 나타내는 영상을 차례로 보여주며 발문한다.</li> <li>- “야구공의 궤적은 정확히 예측할 수 있는데, 전자의 위치는 왜 확률로만 이야기할까요? 과연 세상의 모든 현상은 정확히 예측 가능할까요?”</li> </ul> <p> <b>영상 시청 및 자유 토의</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 두 영상의 차이점을 이야기하며, 예측 가능성에 대한 자신의 직관적인 생각을 자유롭게 발표하고 공유한다.</li> <li>- 학생들의 생각을 자유롭게 발표하도록 유도하며, 대부분의 학생이 가진 '결정론적 세계관'이라는 기존 생각(오개념)을 수면 위로 드러내고 확인한다.</li> </ul> <p> <b>학습 목표 및 활동 안내</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 오늘의 학습 목표와 '두 천재의 끝나지 않은 재판'이라는 수업 활동을 안내하며, 아인슈타인과 보어의 입장에서 양자역학 논쟁에 참여할 것임을 예고한다.</li> </ul>                                                                       | <p> PPT</p> <p> 영상자료</p>                                                                      |
| 갈등 상황 경험<br>전개 (70분)<br>상반된 관점 탐구 | <p><b>[활동 1] 아인슈타인 vs 보어, 양자역학 논쟁 탐구</b></p> <p> <b>활동 안내 및 자료 제공</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 모둠을 '아인슈타인 팀(결정론)'과 '보어 팀(확률론)'으로 나누고, 각 팀의 주장을 정리할 [활동지(1)]을 배부한다.</li> <li>- 각 과학자의 세계관과 주장을 담은 참고 자료(짧은 영상, 핵심 쟁점이 요약된 텍스트)를 제시하고, '가상 재판'의 변호사가 되어 상대를 설득할 논리를 구축하도록 안내한다.</li> </ul> <p> <b>팀별 협력 탐구 및 토론 준비</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 각 팀은 맡은 과학자의 입장에서 그의 핵심 주장(결정론 vs 확률론)과 그 근거가 되는 세계관을 탐구한다.</li> <li>- 탐구한 내용을 [활동지(1)]에 정리하며 다음 단계의 '가상 재판'을 위한 핵심 논거와 예상 반박 질문을 마련한다.</li> </ul> <p> <b>관찰평가(1)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 교사는 모둠을 순회하며 학생들의 자료 해석 능력, 협력적 토의 태도, 핵심 논거 구성 과정 등을 [체크리스트]를 활용해 관찰하여 평가하고 학생 수준별로 맞춤형 피드백을 한다.</li> </ul> | <p><b>[활동지(1)]</b></p> <p> 참고 영상<br/>및 텍스트<br/>자료</p> <p> 스마트기기</p> <p><b>[체크리스트]</b></p> |

|                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                              |
|---------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| <p>새로운 개념 구성 및 평가</p>                 | <p><b>[활동 2] 가상 재판: "신은 주사위 놀이를 하는가?"</b></p> <p> <b>재판 진행 및 중재</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- "인간의 관측과 무관하게 세상은 객관적으로 실재하며, 모든 현상은 예측 가능한가?"라는 논제로 가상 재판을 시작한다.</li> <li>- 각 팀에게 입론(각 2분), 반론(각 3분), 최종 변론(각 1분)의 기회를 부여하고, 학생들이 논점에서 벗어나지 않도록 중재한다.</li> </ul> <p> <b>입론 발표 및 자유 토론</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- [활동지(1)]을 바탕으로 각 팀의 대표 변호사가 입론을 발표한다.</li> <li>- 상대측 논리의 허점을 파고드는 비판적 질문을 던지고, 자신들의 논리를 방어하며 치열하게 토론에 참여한다.</li> <li>- 배심원 역할을 맡은 학생들은 다른 모둠의 재판을 관전하며 [동료평가표]를 작성한다.</li> </ul> <p> <b>동료평가 및 관찰평가(2)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 학생들은 다른 모둠의 주장에 대해 논리성, 설득력, 토론 태도 등을 [동료평가표]에 근거하여 상호 평가한다.</li> <li>- 교사는 학생들의 논리적 사고력, 비판적 질문 능력, 경청 및 존중의 태도를 [체크리스트]로 관찰·평가하고 학생 수준별로 맞춤형 피드백을 한다.</li> </ul> | <p><b>[동료평가표]</b></p> <p><b>[체크리스트]</b></p>  |
| <p>정리<br/>(10분)<br/>개념 응용 및 변화 검토</p> | <p><b>[활동 3] 최종 판결 및 성찰</b></p> <p> <b>최종 과제 안내 및 총평</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 치열했던 재판 내용을 종합하여, 슈뢰딩거의 고양이 사고 실험을 아인슈타인과 보어의 관점에서 각각 어떻게 해석할 수 있을지 [활동지(2)]에 서술하도록 안내한다.</li> <li>- 토론 과정에서 돋보였던 논리나 태도를 칭찬하며 학습 활동을 정리한다.</li> </ul> <p> <b>해석 적용 및 성찰 일지 작성</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 재판을 통해 새롭게 이해하게 된 관점을 바탕으로 슈뢰딩거의 고양이에 대한 해석을 [활동지(2)]에 작성한다.</li> <li>- 수업 전 자신의 생각과 재판 후의 생각을 비교하며 성찰 일지를 작성하고 제출한다.</li> </ul> <p> <b>활동지 평가</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 교사는 최종 제출된 [활동지(1), (2)]를 [평가기준표]에 따라 종합적으로 평가하여 학생들의 개념 변화 정도를 확인한다.</li> </ul>                                                                                                                                                        | <p><b>[활동지(2)]</b></p> <p><b>[평가기준표]</b></p> |

## 나-1. 활동지(1)

### 두 천재의 끝나지 않은 재판, 증거를 수집하라!

( )학년 ( )반 ( )번 모둠명: ( ) 이름: ( )

#### 목표

- 양자역학 논쟁에 담긴 아인슈타인과 보어의 핵심 주장(세계관)과 그 근거를 깊이 있게 탐구할 수 있다.
- 자신이 탐구한 내용을 다른 사람에게 명확하고 논리적으로 설명할 수 있다.

#### 탐구하기

✓ [Mission 1] 나는 ( 아인슈타인 / 보어 ) 팀의 최고 변호사다!

👉 자신이 속한 팀(아인슈타인 또는 보어)의 주장을 확인하고, 가상 재판에서 상대를 완벽하게 반박하기 위한 핵심 증거와 논리를 아래 항목에 따라 조사하여 정리해 봅시다.

| 나의 소속팀                                               | 핵심 탐구 질문 및 증거 정리                                                                    |
|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| [아인슈타인팀]<br>결정론적 세계관<br>("신은 주사위<br>놀이를 하지<br>않는다!") | 1. 아인슈타인은 왜 "달은 내가 보지 않을 때도 저기 있다."라고 믿었을까요?<br>그의 '결정론'과 '국소적 실재론'이라는 신념을 설명해 봅시다. |
|                                                      | 2. 보어의 '확률론'에 대해 아인슈타인이 제기한 핵심적인 반박(EPR 역설 등)은 무엇이었는지 조사하고, 그 논리를 정리해 봅시다.          |
|                                                      | 3. 우리 팀의 최종 변론을 위한 핵심 주장과 근거를 정리해 봅시다.                                              |

| 나의 소속팀                                        | 핵심 탐구 질문 및 증거 정리                                                                                                                                                                                                            |
|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>[보어팀]</b><br/>확률론적 세계관<br/>(상보성 원리)</p> | <p>1. 보어는 왜 "관측하기 전까지는 전자의 위치를 확정할 수 없다."라고 주장했을까요?<br/>그의 '상보성 원리'와 '확률적 해석'을 설명해 봅시다.</p> <p>2. 아인슈타인의 '결정론'에 대해 보어가 제기한 핵심적인 반박(관측의 역할 등)은 무엇이었는지 조사하고, 그 논리를 정리해 봅시다.</p> <p>3. 우리 팀의 최종 변론을 위한 핵심 주장과 근거를 정리해 봅시다.</p> |

✓ **[Mission 2] 1분 최종 변론 준비하기: 배심원단을 설득하라!**

- [Mission 1]의 탐구 내용을 바탕으로, 모둠원들에게 설명하고 배심원단을 설득할 '1분 최종 변론'을 아래와 같이 요약해 봅시다.

- 👉 1. 내 주장의 핵심 단어 3가지: (                    ), (                    ), (                    )
- 👉 2. 이것만은 꼭! 최종 변론 요약

## 나-2. 활동지(2)

### 최종 판결 및 성찰 기록지

( )학년 ( )반 ( )번 모둠명: ( ) 이름: ( )

#### 목표

- 과학 지식의 잠정성을 이해하고, 위대한 과학자들 사이에도 이견이 존재할 수 있음을 인정하며, 복잡한 문제에 대해 열린 마음으로 소통하는 과학적 태도를 함양한다.

#### 탐구하기

##### ✓ [Mission 1] 생각을 깊게, 시야를 넓게!

- 지금까지 탐구하고 토론한 내용을 바탕으로, 아래 질문에 대한 자신의 생각을 정리해 봅시다.

- 👉 1. 슈뢰딩거의 고양이 사고 실험은 '관측 행위'가 결과에 미치는 영향을 보여주는 유명한 예시입니다. 이 고양이가 상자 안에 '죽어 있으면서 동시에 살아있는 상태'로 존재한다는 보어의 해석에 대해 아인슈타인은 어떻게 반박했을지, 두 과학자의 세계관을 근거로 구체적으로 서술해 봅시다.

- 👉 2. 이 수업을 통해 과학 지식의 본질과 과학자의 태도에 대해 새롭게 깨닫거나 느낀 점이 있다면 자유롭게 서술해 봅시다.

✓ [Mission 2] 나의 생각 정리하기: 최종 성찰 일지

- 오늘의 학습과 토론 활동 전반을 되돌아보며, 아래 질문에 대한 자신의 생각을 진솔하게 작성해 봅시다.

👉 1. 수업 전 나의 생각: 수업 전, 과학 지식은 어떻게 만들어진다고 생각했나요?

👉 2. 수업 후 새롭게 깨달은 점: 아인슈타인과 보어의 논쟁을 통해 과학적 사실이나 과학적 신념에 대해 생각이 어떻게 바뀌었나요?

👉 3. 가장 인상 깊었던 주장과 그 이유: 오늘 재판(토론)에서 가장 기억에 남는 주장은 무엇이었으며, 왜 인상 깊었나요?

✓ [Mission 3] 동료와 함께 성장하기: 건설적인 피드백 주고받기

- 다른 모듈의 토론 발표를 감상하고, 아래 표에 본받을 점과 제안할 점을 구체적으로 작성하여 공유해 봅시다.

|       |  |
|-------|--|
| 평가 모듈 |  |
| 본받을 점 |  |
| 제안할 점 |  |

## 다-1. 예시 답안 및 채점 기준(1)

### 두 천재의 끝나지 않은 재판, 증거를 수집하라!

( )학년 ( )반 ( )번 모둠명: ( ) 이름: ( )

#### 목표

- 양자역학 논쟁에 담긴 아인슈타인과 보어의 핵심 주장(세계관)과 그 근거를 깊이 있게 탐구할 수 있다.
- 자신이 탐구한 내용을 다른 사람에게 명확하고 논리적으로 설명할 수 있다.

#### 탐구하기

✓ [Mission 1] 나는 ( 아인슈타인 / 보어 ) 팀의 최고 변호사다!

👉 자신이 속한 팀(아인슈타인 또는 보어)의 주장을 확인하고, 가상 재판에서 상대를 완벽하게 반박하기 위한 핵심 증거와 논리를 아래 항목에 따라 조사하여 정리해 봅시다.

| 나의 소속팀                                               | 핵심 탐구 질문 및 증거 정리                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| [아인슈타인팀]<br>결정론적 세계관<br>("신은 주사위<br>놀이를 하지<br>않는다!") | <p>1. 아인슈타인은 왜 "달은 내가 보지 않을 때도 저기 있다."라고 믿었을까요?<br/>그의 '결정론'과 '국소적 실재론'이라는 신념을 설명해 봅시다.<br/>아인슈타인은 우주의 모든 현상에는 명확한 원인이 있으며, 이 원인을 알면 미래를 정확히 예측할 수 있다고 믿었습니다(결정론). 또한, 어떤 물체는 우리가 관측하지 않더라도 객관적인 물리량(위치, 속도 등)을 실제로 가지고 있으며, 멀리 떨어진 사건이 즉각적으로 다른 사건에 영향을 줄 수 없다고 생각했습니다.(국소적 실재론) 따라서 달은 인간의 관측 여부와 상관없이 객관적으로 그 자리에 존재해야만 했습니다.</p> <p>2. 보어의 '확률론'에 대해 아인슈타인이 제기한 핵심적인 반박(EPR 역설 등)은 무엇이었는지 조사하고, 그 논리를 정리해 봅시다.<br/>아인슈타인은 EPR 역설을 통해 양자역학의 불완전성을 지적했습니다. 두 입자가 얽혀 있을 때, 한 입자의 상태를 측정하면 즉시 다른 입자의 상태가 결정되는 것은 '유령 같은 원격 작용'이며, 이는 정보가 빛보다 빨리 전달될 수 없다는 자신의 이론에 위배된다고 주장했습니다. 그는 이를 통해 우리가 아직 발견하지 못한 '숨은 변수'가 있을 것이라고 반박했습니다.</p> <p>3. 우리 팀의 최종 변론을 위한 핵심 주장과 근거를 정리해 봅시다.<br/>주장: 양자역학의 확률론적 해석은 불완전하며, 세상은 객관적 실재에 기반한 인과법칙을 따른다.<br/>근거: (1) 거시 세계의 모든 현상은 명확한 인과관계를 따른다.<br/>(2) '유령 같은 원격 작용'은 국소성의 원리를 위배한다.<br/>(3) 확률은 우리의 무지를 나타낼 뿐, 현상의 본질이 아니다.</p> |

| 나의 소속팀                               | 핵심 탐구 질문 및 증거 정리                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>[보어팀]</b><br>확률론적 세계관<br>(상보성 원리) | <p>1. 보어는 왜 "관측하기 전까지는 전자의 위치를 확정할 수 없다."라고 주장했을까요?<br/>           그의 '상보성 원리'와 '확률적 해석'을 설명해 봅시다.</p> <p>보어는 미시 세계에서는 입자와 파동이라는, 고전역학적으로는 서로 모순되는 두 가지 성질이 동시에 존재하며 서로를 보완한다고 보았습니다.(상보성 원리)<br/>           어떤 성질이 나타날지는 '관측' 행위가 결정하며, 관측하기 전에는 모든 가능성이 확률적으로 중첩되어 있다고 설명했습니다(확률적 해석). 따라서 전자는 관측하기 전까지 특정 위치에 있는 것이 아니라, 여러 위치에 동시에 존재할 확률만을 가집니다.</p> <p>2. 아인슈타인의 '결정론'에 대해 보어가 제기한 핵심적인 반박(관측의 역할 등)은 무엇이었는지 조사하고, 그 논리를 정리해 봅시다.</p> <p>보어는 아인슈타인의 비판에 대해, 미시 세계에서는 측정 대상과 측정 장치를 분리해서 생각할 수 없다고 반박했습니다. 즉 '관측'이라는 행위 자체가 물리적 현실을 결정하는 필수적인 요소라고 주장했습니다. 달이 존재하는지 아닌지를 이야기하려면, '달을 본다'는 관측 행위가 반드시 포함되어야 한다고 생각했습니다.</p> <p>3. 우리 팀의 최종 변론을 위한 핵심 주장과 근거를 정리해 봅시다.</p> <p>주장: 미시 세계는 고전적 인과율이 아닌 확률과 상보성의 원리가 지배하며, 관측 행위가 현실을 결정한다.</p> <p>근거: (1) 이중 슬릿 실험은 전자가 관측 여부에 따라 입자성과 파동성을 모두 보여준다.<br/>           (2) 불확정성 원리에 의해 위치와 운동량을 동시에 정확히 측정하는 것은 불가능하다.<br/>           (3) 거시 세계의 상식이 미시 세계에 그대로 적용될 수 없다.</p> |

### ✓ [Mission 2] 1분 최종 변론 준비하기: 배심원단을 설득하라!

- [Mission 1]의 탐구 내용을 바탕으로, 모둠원들에게 설명하고 배심원단을 설득할 '1분 최종 변론'을 아래와 같이 요약해 봅시다.

👉 1. 내 주장의 핵심 단어 3가지: 아인슈타인팀 ( 결정론 ), ( 국소적 실재론 ), ( 숨은 변수 )  
 보어팀 (상보성), ( 확률 ), ( 관측의 역할 )

👉 2. 이것만은 꼭! 최종 변론 요약

아인슈타인 팀: 존경하는 재판장님, 아인슈타인의 신념처럼 이 세계는 명확한 인과법칙에 따라 움직입니다. 우리가 아직 모를 뿐, 숨겨진 변수가 존재하며 '확률'이라는 개념은 우리의 불완전한 지식을 가리는 것에 불과합니다. 관측하지 않는다고 달이 사라지지 않듯, 미시 세계 또한 객관적 실재로서 존재해야 마땅합니다.

보어 팀: 존경하는 재판장님, 아인슈타인의 고전적 세계관은 위대하지만 미시 세계에서는 더 이상 유효하지 않습니다. 이중 슬릿 실험이 증명하듯, '관측'이라는 행위 자체가 현실을 결정합니다. 미시 세계는 'A이거나 B이다'가 아니라 'A이면서 동시에 B일 수 있는' 확률의 세계이며, 이것이 바로 양자역학이 보여주는 새로운 진실입니다.

## 다-2. 예시 답안 및 채점 기준(2)

### 최종 판결 및 성찰 기록지

( )학년 ( )반 ( )번 모둠명: ( ) 이름: ( )

#### 목표

- 과학 지식의 잠정성을 이해하고, 위대한 과학자들 사이에도 이견이 존재할 수 있음을 인정하며, 복잡한 문제에 대해 열린 마음으로 소통하는 과학적 태도를 함양한다.

#### 탐구하기

##### ✓ [Mission 1] 생각을 깊게, 시야를 넓게!

- 지금까지 탐구하고 토론한 내용을 바탕으로, 아래 질문에 대한 자신의 생각을 정리해 봅시다.

- 👉 1. 슈뢰딩거의 고양이 사고 실험은 '관측 행위'가 결과에 미치는 영향을 보여주는 유명한 예시입니다. 이 고양이가 상자 안에 '죽어 있으면서 동시에 살아있는 상태'로 존재한다는 보어의 해석에 대해 아인슈타인은 어떻게 반박했을지, 두 과학자의 세계관을 근거로 구체적으로 서술해 봅시다.

아인슈타인은 슈뢰딩거의 고양이가 '죽어 있으면서 동시에 살아있는 상태'라는 보어의 해석에 대해 "말도 안 되는 소리"라고 반박했을 것입니다. 그의 결정론적 세계관에 따르면, 상자를 열어보기 전에도 고양이의 상태는 '죽었거나' 혹은 '살았거나' 둘 중 하나로 이미 결정되어 있어야 합니다. 방사성 원자의 붕괴 여부는 우리가 모를 뿐, 이미 정해진 물리 법칙에 따라 결정된 사건입니다. 따라서 상자 속 고양이의 운명은 우리의 '관측' 행위와는 무관하게 객관적으로 실재해야 한다고 주장했을 것입니다. '살아있으면서 죽어있는' 모순된 상태는 양자역학이 아직 불완전하다는 증거라고 생각했을 것입니다.

- 👉 2. 이 수업을 통해 과학 지식의 본질과 과학자의 태도에 대해 새롭게 깨닫거나 느낀 점이 있다면 자유롭게 서술해 봅시다.

저는 과학 법칙이란 실험으로 증명된 절대적인 진리라고만 생각했습니다. 하지만 아인슈타인과 보어의 논쟁을 보면서, 같은 현상을 두고도 과학자의 신념과 세계관에 따라 전혀 다른 해석이 가능하다는 것을 알게 되어 충격적이었습니다. 특히 아인슈타인이 자신의 직관과 신념을 끝까지 굽히지 않았다는 점이 인상 깊었습니다. 이를 통해 과학 지식이란 고정된 것이 아니라, 끊임없이 대립하고 논쟁하며 더 나은 설명을 찾아가는 '과정'이라는 것을 깨달았습니다. 또한, 상대방의 주장을 존중하면서도 자신의 신념을 논리적으로 펼치는 두 과학자의 태도를 통해, 비판적인 질문과 열린 토론이 과학 발전에 얼마나 중요한지 느낄 수 있었습니다.

## ✓ [Mission 2] 나의 생각 정리하기: 최종 성찰 일지

- 오늘의 학습과 토론 활동 전반을 되돌아보며, 아래 질문에 대한 자신의 생각을 진솔하게 작성해 봅시다.

### 👉 1. 수업 전 나의 생각: 수업 전, 과학 지식은 어떻게 만들어진다고 생각했나요?

과학 지식은 천재 과학자가 실험을 통해 아무도 몰랐던 사실을 '발견'하면, 그것이 그대로 진리가 된다고 생각했습니다. 과학자들 사이의 의견 차이는 실험 결과가 명확하지 않아서 생기는 일시적인 문제일 것이라고 생각했습니다.

### 👉 2. 수업 후 새롭게 깨달은 점: 아인슈타인과 보어의 논쟁을 통해 과학적 사실이나 과학적 신념에 대해 생각이 어떻게 바뀌었나요?

같은 실험 결과를 두고도 해석이 완전히 달라질 수 있다는 점이 놀라웠습니다. 과학 지식은 단순히 발견되는 것이 아니라, 과학자의 신념과 철학이라는 '틀'을 통해 '해석'되고 만들어진다는 것을 알게 되었습니다. 과학자의 신념이 때로는 새로운 발견의 동기가 되지만, 때로는 새로운 이론을 받아들이는 데 장애물이 될 수도 있다는 점을 깨달았습니다.

### 👉 3. 가장 인상 깊었던 주장과 그 이유: 오늘 재판(토론)에서 가장 기억에 남는 주장은 무엇이었으며, 왜 인상 깊었나요?

아인슈타인 팀의 "신은 주사위 놀이를 하지 않는다"는 주장이 가장 인상 깊었습니다. 이는 과학적 근거라기보다는 우주가 아름답고 질서정연해야 한다는 굳센 '신념'처럼 느껴졌기 때문입니다. 이 주장을 통해 과학이 차가운 숫자와 공식만으로 이루어진 것이 아니라, 세상을 이해하려는 인간의 뜨거운 열망과 철학이 담겨 있다는 것을 느낄 수 있었습니다.

## ✓ [Mission 3] 동료와 함께 성장하기: 건설적인 피드백 주고받기

- 다른 모듈의 토론 발표를 감상하고, 아래 표에 본받을 점과 제안할 점을 구체적으로 작성하여 공유해 봅시다.

| 평가 모듈 | 하이젠베르크처럼 모듈                                                                                                                           |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 본받을 점 | '불확정성 원리'를 설명할 때, 단순히 개념만 나열하는 것이 아니라 '어두운 방에서 손전등으로 빠르게 움직이는 공을 찾는 상황'에 비유하여 설명해 준 점이 매우 인상 깊었습니다. 어려운 개념을 직관적으로 이해하는 데 큰 도움이 되었습니다. |
| 제안할 점 | 보어의 '상보성 원리'를 설명할 때, 그 개념이 나오게 된 철학적 배경(예: 동양 철학의 음양 사상과의 유사성)에 대한 설명이 추가되었다면, 보어의 세계관을 더 깊이 있게 이해할 수 있었을 것 같습니다.                     |

## 라. 평가 기준

### [체크리스트]

| 평가 영역 | 평가 요소       | 평가 기준                                                           | 척도 |   |   |
|-------|-------------|-----------------------------------------------------------------|----|---|---|
|       |             |                                                                 | 상  | 중 | 하 |
| 과정·기능 | 자기주도적 탐구 능력 | 제공된 자료를 바탕으로 맡은 과학자의 세계관과 핵심 논거를 주도적으로 탐구하고 분석하는가?              |    |   |   |
|       | 협력적 의사소통    | 자신의 탐구 내용을 모둠원에게 명확히 설명하고, 동료의 의견을 경청하며 협력적으로 토론에 참여하는가?        |    |   |   |
| 가치·태도 | 비판적 사고      | 두 과학자의 신념 차이가 과학 지식 해석에 미치는 영향을 비판적으로 분석하고 논쟁의 핵심을 인식하는가?       |    |   |   |
|       | 개방적 태도      | 자신의 기존 생각과 다른 관점을 존중하고, 과학 지식의 잠정성을 수용하며 토론에 임하는 개방적인 태도를 보이는가? |    |   |   |

### 👉 [평가기준표] 활동지(1)

| 미션              | 채점 요소           | 척도 | 평가 기준                                                      |
|-----------------|-----------------|----|------------------------------------------------------------|
| 1<br>2-1<br>2-2 | 핵심 내용 이해도 및 분석력 | 상  | 아인슈타인과 보어의 세계관 및 핵심 주장을 참고 자료에 근거하여 매우 정확하고 깊이 있게 분석하여 서술함 |
|                 |                 | 중  | 핵심 내용을 대부분 정확하게 서술했으나, 일부 분석의 깊이가 부족하거나 근거 제시가 미흡함         |
|                 |                 | 하  | 내용에 오류가 있거나, 질문의 의도와 다른 내용을 서술함                            |

### 👉 [평가기준표] 활동지(2)

| 미션         | 채점 요소          | 척도 | 평가 기준                                                     |
|------------|----------------|----|-----------------------------------------------------------|
| 1-1<br>1-2 | 융합적 사고 및 적용 능력 | 상  | 두 과학자의 세계관을 '슈뢰딩거의 고양이'라는 새로운 상황에 매우 창의적이고 논리적으로 적용하여 분석함 |
|            |                | 중  | 두 과학자의 관점을 적용했으나, 분석의 깊이가 다소 부족하거나 논리적 연결성이 부족함           |
|            |                | 하  | 질문의 의도를 제대로 파악하지 못했거나, 서술 내용이 논리적이지 못함                    |

| 미션  | 채점 요소              | 척도 | 평가 기준                                                            |
|-----|--------------------|----|------------------------------------------------------------------|
| 2-1 | 개념<br>변화의<br>성찰 수준 | 상  | (서술형2, 성찰일지) 과학 지식의 본질과 과학자의 태도에 대한 자신의 생각 변화를 매우 구체적이고 진솔하게 서술함 |
| 2-2 |                    | 중  | 자신의 생각 변화를 서술했으나, 그 과정이나 이유에 대한 설명이 다소 피상적이거나 부족함                |
| 2-3 |                    | 하  | 성찰 내용이 없거나, 수업 내용과 관련 없는 내용을 서술함                                 |

#### [동료평가표] 모둠내/모둠간

| 평가 항목     | 평가 기준                                             | 척도 |   |   |
|-----------|---------------------------------------------------|----|---|---|
|           |                                                   | 상  | 중 | 하 |
| 주장의 논리성   | 주장이 명확하며, 제시된 근거가 주장을 효과적으로 뒷받침하는가?               |    |   |   |
| 근거의 타당성   | 주장의 근거로 제시한 과학적·역사적 사실이 타당하고 신뢰할 만한가?             |    |   |   |
| 비판적 반론    | 상대측 주장의 핵심을 파악하고, 논리적인 질문으로 토론의 깊이를 더했는가?         |    |   |   |
| 협력적 토론 태도 | 다른 사람의 의견을 존중하고 경청하며, 건설적인 대안을 함께 모색하려는 태도를 보였는가? |    |   |   |

#### 생활기록부 '과목별 세부능력 및 특기사항' 작성 예시

'두 천재의 세계관으로 만나는 양자역학 논쟁' 수업에서 아인슈타인과 보어의 대립을 통해 과학자의 신념이 과학 지식의 해석에 미치는 영향을 탐구함. 가상 재판에서 보어 측 변호인 역할을 맡아, '상보성 원리'가 고전적 세계관의 한계를 인정하는 철학적 태도임을 주장하며 깊이 있는 통찰력을 보여줌. 특히 아인슈타인의 결정론을 존중하면서도 이중 슬릿 실험을 근거로 미시 세계의 확률론적 해석이 필요함을 논리적으로 설득하는 비판적 사고력이 돋보임. 나아가 '관측이 현실을 규정한다'는 관점을 '슈뢰딩거의 고양이' 문제에 창의적으로 적용하여 설명하며, 복잡한 과학 쟁점을 다각적으로 분석하는 융합적 사고 역량을 증명함

#### 마. 학생 수준별 수업 및 활동 자료 피드백

#### 학생 수준별 수업 자료 및 활동

| 수준 | 학습자 특성                                                                                                        | 수업 자료 및 활동                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 상  | <ul style="list-style-type: none"> <li>개념 이해가 빠르고, 두 과학자의 철학적 배경까지 깊이 있게 파악하며 자기주도적 심화 탐구 능력이 뛰어남.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>현대 과학의 딜레마인 '인공지능의 판단 과정을 인간이 완벽히 이해할 수 없는 문제'에 대해, 아인슈타인(결정론: "결정론적 알고리즘이 숨어있을 뿐이다")과 보어(상보성: "우리는 질문과 결과만 알 수 있을 뿐, 그 과정은 확률적으로 존재한다")라면 어떻게 토론했는지 상상의 대본을 작성하는 과제를 제시함</li> <li>이를 통해 양자역학 논쟁의 핵심 철학을 현대 기술 문제에 창의적으로 적용하고 확장하도록 유도함</li> </ul> |

|   |                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 중 | <ul style="list-style-type: none"> <li>결정론과 확률론이라는 각 과학자의 주장은 파악하나, 이것이 왜 '세계관'의 대립인지 그 철학적 의미를 연결하는 데 어려움을 겪음.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>'아인슈타인이 "신은 주사위 놀이를 하지 않는다"고 말한 것은 그의 어떤 믿음을 보여줄까요?', '보어의 상보성 원리는 우리가 세상을 어떻게 바라봐야 한다고 말하는 것일까요?' 등 각 과학자의 주장을 그들의 근본적인 신념 및 세계관과 연결하도록 돕는 질문 카드를 제공하여 종합적 사고를 할 수 있도록 지원함</li> </ul>                                   |
| 하 | <ul style="list-style-type: none"> <li>방대한 텍스트나 영상 자료에서 핵심 주장을 찾아내거나, 자신의 역할을 정리하여 토론의 근거로 제시하는 것을 어려워함</li> </ul>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>전문가 활동 시 각 과학자의 핵심 단어(예: 아인슈타인-결정론, 국소 실재론/보어-상보성, 확률)와 그에 대한 쉬운 설명이 담긴 카드를 제공하여 정보 탐색의 부담을 줄여줌</li> <li>가상 재판 입론 시, "저희는 [아인슈타인/보어] 팀입니다. 저희는 ...라고 주장합니다. 그 근거는 첫째, ...입니다."와 같은 문장 틀을 제공하여 발표에 대한 자신감을 심어줌</li> </ul> |

### 학생 수준별 피드백 방안

| 수준 | 학생의 특징 또는 행동                                                                                                                                                   | 피드백 예시                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 상  | <ul style="list-style-type: none"> <li>보어의 상보성 원리를 설명하며, 이를 단순히 물리 현상으로만 보지 않고 당대의 다른 학문(철학, 심리학 등)과 연결하려는 등, 주어진 과제를 넘어 스스로 지식을 확장하여 질문함</li> </ul>           | <ul style="list-style-type: none"> <li>보어의 상보성 원리가 당대의 다른 사상과도 연결될 수 있다고 생각하다니, 정말 놀라운 통찰력이에요! 사실 많은 학자가 보어의 사상이 키에르케고르의 실존주의 철학이나 윌리엄 제임스의 심리학에서 영향을 받았다고 분석합니다. 그렇다면, 과학 이론이 이처럼 동시대의 철학이나 심리학과 영향을 주고받는다는 관점에서, 아인슈타인의 '결정론'은 어떤 철학적 배경에서 나왔다고 볼 수 있을까요? 과학이 정말 순수하게 독립적인 학문일 수 있을지 함께 이야기해볼까요?</li> </ul> |
| 중  | <ul style="list-style-type: none"> <li>'아인슈타인이 확률을 싫어했다'는 사실은 정확히 찾아냈으나, 그 이유를 그의 '결정론적 세계관'과 연결하여 설명하는 데 주저함</li> </ul>                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>아인슈타인이 확률을 싫어했다는 점을 정확히 찾아주었네요. 그렇다면, 그 이유가 무엇일까요? 우리 팀이 탐구한 그의 '결정론적 세계관' 카드에 힌트가 있지 않을까요? 그의 과학적 주장이 어떤 신념에서 나왔는지 연결해서 설명해 보면 주장이 훨씬 설득력 있을 거예요.</li> </ul>                                                                                                          |
| 하  | <ul style="list-style-type: none"> <li>모둠 내에서 발표 자료에 들어갈 1927년 솔베이 회의 사진을 찾는 등 주어진 역할은 성실히 수행하나, 자신의 활동이 토론의 논거와 어떻게 연결되는지 파악하지 못하고 토론에 소극적인 모습을 보임</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>우리 팀 발표 자료에 들어갈 솔베이 회의 사진을 정말 잘 찾아주었군요! 이 사진 한 장 덕분에 두 천재가 얼마나 많은 과학자들 앞에서 치열하게 토론했는지 생생하게 느껴져요. 이렇게 정확한 시각 자료가 없었다면 재판 분위기가 살지 않았을 거예요. 토론의 분위기를 만드는 정말 중요한 역할을 해줬어요!</li> </ul>                                                                                      |

### 1. [도입] 호기심 유발 및 논쟁의 서막을 여는 영상

#### || YTN사이언스 - "닐슨 보어와 아인슈타인의 논쟁"

- 내용: 20세기 초반 물리학의 두 거인, 아인슈타인과 보어가 양자역학을 두고 벌였던 세기의 논쟁을 3분 내외의 짧은 영상으로 압축하여 보여줍니다. '신은 주사위 놀이를 하지 않는다'는 아인슈타인의 주장과 "신에게 이래라저래라 하지 말라"는 보어의 반박을 중심으로, 솔베이 회의에서의 치열했던 분위기를 생생하게 전달합니다.
- 활용: 수업 도입부에서 이 영상을 시청하며, 위대한 과학자들 사이에서도 하나의 과학적 사실을 두고 얼마나 치열한 '세계관의 대립'이 있었는지 보여주며 학생들의 흥미를 유발합니다. 영상 시청 후 "여러분은 신이 주사위를 던진다고 생각하나요?" 와 같은 질문을 통해, 정답이 없는 이 논쟁에 학생들이 몰입하도록 유도합니다.
- 링크: <https://youtu.be/laAvBO1z-Io?si=BJWJMDHUCHDoL2Fu>

### 2. [전개] 팀별 심층 탐구 자료

#### || (아인슈타인 팀용) 리뷰영이 - "양자역학 박살내려고 무려 3년을 연구한 천재 과학자 아인슈타인"

- 내용: 철저히 아인슈타인의 시각에서 양자역학의 불완전성을 파고드는 영상입니다. 그의 신념인 '국소적 실재론'과 '결정론'을 알기 쉽게 설명하고, 이를 지키기 위해 어떻게 'EPR 역설(유령 같은 원격 작용)'이라는 굳센 논리적 무기를 만들어냈는지 상세히 보여줍니다.
- 활용: [활동 1]에서 아인슈타인 팀에게 제공하여, 그의 주장이 단순한 억지가 아닌, 자신이 쌓아 올린 물리학 체계와 세계관을 지키려는 치열한 논리적 투쟁이었음을 이해시킵니다. 이 영상을 통해 '가상 재판'에서 보어 팀의 확률론을 공격할 핵심 논거를 탄탄하게 구축하도록 지도합니다.
- 링크: <https://youtu.be/cht4EW0zvAk?si=W0M9Zdy0Z7wbhe0t>

#### || (보어 팀용) 리뷰영이 - "신이 존재하지 않는다는 결정적인 증거: 양자역학"

- 내용: 양자역학의 '비결정성'과 '확률론'이 왜 기존의 결정론적 세계관(신이 모든 것을 계획했다는 관점)과 충돌하는지를 도발적인 질문을 통해 풀어내는 영상입니다. 이중 슬릿 실험, 양자 터널 효과 등의 예시를 통해 '관측' 행위가 현실을 결정한다는 코펜하겐 해석의 핵심을 명확하게 전달합니다.
- 활용: [활동 1]에서 보어 팀에게 제공하여, 양자역학이 단순히 공식을 넘어 세상을 이해하는 방식을 어떻게 근본적으로 바꾸었는지 이해하도록 합니다. 영상의 논리를 바탕으로 아인슈타인의 '숨은 변수' 주장을 반박하고, 확률론적 세계관의 타당성을 설득력 있게 주장하도록 지도합니다.
- 링크: <https://youtu.be/OTXU-uRxOQI?si=AZ3B3fhJ4fWOTMuo>

### 3. [정리] '개념 적용' 활동을 위한 참고 자료

#### || 위키백과 - "코펜하겐 해석"

- 내용: 보어를 중심으로 한 코펜하겐 학파가 주장한 양자역학의 표준 해석(상보성, 비결정성, 관측의 역할 등)의 핵심 원칙들이 간결하게 정리되어 있습니다.
- 활용: [활동 3]에서 '슈뢰딩거의 고양이'에 대한 해석을 서술한 후, 학생들이 자신들의 해석이 코펜하겐 해석의 어떤 원칙과 연결되는지 스스로 확인하고 개념을 최종적으로 정교화하는 데 활용하도록 안내합니다.
- 링크: [https://ko.wikipedia.org/wiki/%EC%BD%94%ED%8E%9C%ED%95%98%EA%B2%90\\_%ED%95%B4%EC%84%9D](https://ko.wikipedia.org/wiki/%EC%BD%94%ED%8E%9C%ED%95%98%EA%B2%90_%ED%95%B4%EC%84%9D)

# 03

## 작품 속 과학 원리로 만나는 르네상스와 과학혁명

### 1

### 단원 개요

|     |            |      |                   |
|-----|------------|------|-------------------|
| 과목  | 과학의 역사와 문화 | 영역   | (1) 과학 문명의 탄생과 통합 |
| 학년군 | 고등학교 2~3학년 | 세부영역 | 르네상스와 과학혁명        |

|      |       |                                                                             |
|------|-------|-----------------------------------------------------------------------------|
| 교육과정 | 성취 기준 | [12과사01-04]<br>르네상스와 과학혁명이 일어난 사회문화적 배경을 조사하고, 과학과 예술 사이의 융합적 사례를 설명할 수 있다. |
|      | 탐구 활동 | 르네상스와 과학혁명 시기의 예술 작품에 포함된 과학적 원리 분석하기                                       |

|      |                            |
|------|----------------------------|
| 학습주제 | 작품 속 과학 원리로 만나는 르네상스와 과학혁명 |
|------|----------------------------|

|       |                   |
|-------|-------------------|
| 수업 모형 | 전문가 협력(jigsaw) 학습 |
|-------|-------------------|

|      |       |                                                                                                                    |
|------|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 학습목표 | 총괄목표  | 르네상스와 과학혁명 시기 예술 작품과 과학적 발견에 나타난 '관찰과 표현'의 의미를 과학, 사회, 문화적 맥락에서 통합적으로 이해하고, 이를 바탕으로 과학과 예술의 융합적 가치를 내면화하는 태도를 기른다. |
|      | 지식·이해 | 르네상스 예술(원근법, 해부학)과 과학혁명기 과학(천문 관측, 광학 실험)에 적용된 과학적 원리를 비교하여 설명할 수 있다.                                              |
|      | 과정·기능 | 두 시대의 대표적인 예술 작품과 과학 자료를 분석하여, 각 시대의 사회문화적 배경이 '관찰과 표현 방식'에 미친 영향을 조사하고 발표할 수 있다.                                  |
|      | 가치·태도 | 과학과 예술이 서로에게 영감을 주는 융합적 활동임을 인식하고, 현대 사회의 문제해결을 위해 다양한 학문을 연결하려는 개방적인 태도를 지닌다.                                     |

## 가. 교수·학습 활동 적용 모형

| 수업 모형 | 전문가 협력(Jigsaw) 학습                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 특징    | <ul style="list-style-type: none"> <li>전체 학습 주제인 '작품 속 과학 원리'를 '르네상스 원근법', '갈릴레이의 달 스케치' 등 여러 하위 주제로 나누어 각 모듈의 학생들이 한 가지 주제에 대한 '전문가'가 되고, 이후 원래 모듈로 돌아가 서로를 가르쳐주며 직소 퍼즐처럼 전체 지식을 완성해나가는 학생 주도적 협력 학습 모형이다.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 적용 이유 | <ul style="list-style-type: none"> <li>이 수업은 단순히 작품을 감상하는 것을 넘어, 그 안에 담긴 과학 원리와 사회적 배경을 연결해야 한다. Jigsaw 모형을 통해 학생들은 '원근법'이라는 과학 원리를 탐구하는 전문가와 '인문주의'라는 사회적 배경을 탐구하는 전문가로 나누어 깊이 있게 학습한 후, 다시 모여 "왜 르네상스 시대 예술가들은 원근법에 집중했는가?"라는 질문에 대한 답을 함께 완성할 수 있다. 이는 단편적 지식을 유기적인 맥락으로 엮어내는 데 가장 효과적인 구조이다.</li> <li>르네상스와 과학혁명이라는 두 시대의 방대한 예술 작품과 과학 자료(다빈치의 해부도, 갈릴레이의 스케치 등)를 모든 학생이 개별적으로 탐구하기에는 시간이 부족하다. Jigsaw 모형은 각자 맡은 작품의 전문가가 되어 깊이 있게 분석한 후 공유함으로써, 제한된 시간 안에 다양한 사례를 효율적으로 학습할 수 있게 한다.</li> <li>이 수업의 핵심은 '과학과 예술의 융합'을 이해하는 것이다. Jigsaw 모형의 마지막 단계에서, 학생들은 각자 학습한 내용을 기계적으로 합치는 것이 아니라 '관찰과 표현'이라는 공통 주제를 중심으로 재구성하고 토론하며 새로운 의미를 창출해야 한다. 이 과정 자체가 바로 '융합적 사고'를 훈련하는 가장 실제적인 활동이다.</li> </ul> |

## 나. 평가 계획

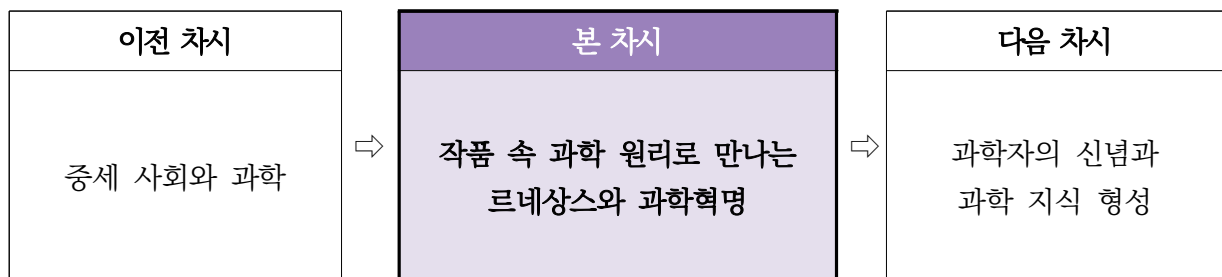
| 평가 유형  | 적용 방법                                                                         |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------|
| 관찰평가   | 교사는 [체크리스트]를 활용하여 학생의 활동을 체계적으로 관찰하고 평가한다.                                    |
| 동료평가   | 모듈별 산출물 발표 및 공유 시, 다른 모듈의 콘텐츠 완성도, 메시지 전달력, 창의성 등을 [동료평가표]를 활용하여 상호 평가하도록 한다. |
| 활동지 평가 | 학생들이 최종적으로 제출한 활동지를 [평가기준표]에 따라 채점하여 총괄 목표 도달도를 종합적으로 평가한다.                   |

### 3 수업 평가 흐름도

■ 학습 주제: 작품 속 과학 원리로 만나는 르네상스와 과학혁명

| 단계                    | 교수·학습 활동 | 평가 주체    | 평가 방법                              |
|-----------------------|----------|----------|------------------------------------|
| 1<br>~<br>2<br>차<br>시 | 도입       | -        | -                                  |
|                       | 전개       | 교사       | 관찰평가<br>[체크리스트]                    |
|                       | 정리       | 교사<br>동료 | 관찰평가<br>[체크리스트]<br>동료평가<br>[동료평가표] |
|                       | 정리       | 교사       | 활동지 평가<br>[평가기준표]                  |

■ 수업 연계도



## 가. 수업 지도안

| 단계          | 교수·학습 활동                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 도구 및 자료                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 도입<br>(10분) | <p> <b>호기심 유발 및 동기 부여</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 르네상스 시대의 '최후의 만찬'과 과학혁명기 갈릴레이의 '달 관측 스케치'를 나란히 제시하며 발문한다.(전혀 달라 보이는 두 그림의 공통점은 무엇일까요?)</li> <li>- 학생들이 자유롭게 의견을 나누면, '과학 원리를 활용한 현실적 표현'이라는 공통점을 이끌어낸다.</li> </ul> <p> <b>그림 비교 및 의견 공유</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 두 이미지를 비교 관찰하고, 그림의 공통점에 대한 자신의 생각을 자유롭게 발표한다.</li> </ul> <p> <b>학습 목표 및 활동 안내</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 학습 주제와 목표를 안내하고, 오늘 수업이 전문가 협력 학습(Jigsaw) 방식으로 진행될 것임을 설명한다.</li> <li>- 전문가 협력 학습(Jigsaw) 방식과 최종 목표([활동지(2)] 완성)를 안내하며 학습 동기를 고취한다.</li> </ul>                                                                                                                                                    | <p> PPT</p> <p> 작품이미지</p> <p> Jigsaw활동<br/>안내 자료</p> |
| 전개<br>(70분) | <p><b>[활동 1] Jigsaw 전문가 모둠 탐구</b></p> <p> <b>전문가 그룹 과제 제시 및 활동 안내</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 학생들을 4개의 전문가 그룹으로 나누고, 탐구 과제가 담긴 [활동지(1) 전문가용]을 배부한다.</li> </ul> <p> "여러분은 이제 각 분야의 최고 전문가입니다. 원래 모둠원들을 완벽하게 이해시킬 수 있도록 1분 설명 자료를 만들어 봅시다."라고 안내하며 과제 목표를 명확히 한다.</p> <p> <b>전문가 학습 수행</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 각 전문가 모둠으로 이동하여, [활동지(1)]과 디지털 기기를 활용해 주제를 심층 탐구하고 토의한다.</li> <li>- 원래 모둠에 돌아가 설명할 핵심 내용(개념, 대표 작품, 원리)을 구조화하여 정리한다.</li> </ul> <p> <b>관찰평가(1)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 교사는 모둠을 순회하며 [체크리스트]를 활용하여 학생들의 자기주도적 탐구 태도와 핵심 원리 분석력을 관찰·평가하고 학생 수준별로 맞춤형 피드백을 한다.</li> </ul> | <p><b>【활동지(1)】</b></p> <p> 스마트기기</p> <p><b>【체크리스트】</b></p>                                                                                                                                                                 |

|                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                            |
|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                            | <p><b>[활동 2] Jigsaw 원래 모둠 협력 학습</b></p> <p> <b>협력 학습 촉진</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 학생들이 원래 모둠으로 복귀하도록 안내하고, 각 전문가가 책임감을 갖고 설명하도록 독려한다.</li> </ul> <p> <b>지식 공유 및 통합</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 각 전문가가 돌아가며 자신의 탐구 내용을 발표하고 모둠원들의 질문에 답변한다.</li> <li>- 전문가들의 지식을 종합하여 관찰과 표현 방식의 시대적 변화와 그 이유를 탐구하고, [활동지(2) 모둠 종합용]을 협력하여 완성한다.</li> </ul> <p> <b>관찰평가(2)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 교사는 모둠 활동을 순회하며 [체크리스트]를 활용하여 의사소통 능력, 협력적 문제 해결 과정을 관찰·평가하고 학생 수준별로 맞춤형 피드백을 한다.</li> </ul> <p><b>[활동 3] 모둠별 탐구 결과 발표 및 공유</b></p> <p> <b>탐구 결과 발표</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 완성한 [활동지(2)]를 바탕으로, 작품 속 과학 원리와 사회문화적 배경을 연결하여 탐구 결과를 발표한다.</li> <li>- 다른 모듬의 발표를 경청하며 [동료평가표]에 근거하여 핵심 내용과 장점을 기록하고, 건설적인 질문이나 의견을 제시한다.</li> </ul> <p> <b>동료평가</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 학생들은 [동료평가표]를 활용하여 발표의 논리성, 설득력 등을 상호 평가한다.</li> </ul> | <p><b>【활동지(2)】</b></p> <p><b>【체크리스트】</b></p> <p> <b>발표 자료</b></p> <p><b>【동료평가표】</b></p> |
| <p><b>정리</b><br/>(10분)</p> | <p> <b>최종 성찰 및 학습 내용 정리(총평, 심화 발문)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 학생들의 발표와 동료평가 내용을 종합하여 모듬별 활동의 우수 사례를 칭찬하고 수업 전체를 정리한다.</li> <li>- "과학과 예술의 융합이 현대 사회에 주는 시사점은 무엇일까요?"와 같은 발문으로 학생들의 사고를 확장한다.</li> </ul> <p> <b>학습 성찰 및 과제 제출</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 토의에 참여하며 학습 내용을 최종적으로 내면화하고, 완성된 [활동지(2)]를 제출한다.</li> </ul> <p> <b>활동지 평가</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 교사는 제출된 [활동지(2)]를 [평가기준표]에 따라 최종 평가한다.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <p><b>【활동지 평가】</b></p>                                                                                                                                                     |

## 나-1. 활동지(1): Jigsaw 전문가 탐구 보고서

### 나의 전문 분야: 작품 속 과학 원리 탐구

( )학년 ( )반 ( )번 모둠명: ( ) 이름: ( )

#### 목표

- 르네상스와 과학혁명 시기의 예술 작품 또는 과학 자료에 담긴 과학적 원리와 사회문화적 배경을 깊이 있게 탐구할 수 있다.
- 자신이 탐구한 내용을 다른 사람에게 명확하고 논리적으로 설명할 수 있다.

#### 탐구하기

✓ [Mission 1] 내 전문 분야 마스터하기: 나는야 르네상스 & 과학혁명 전문가!

👉 자신이 속한 전문가 모듬의 주제를 확인하고, 아래 항목에 따라 핵심 내용을 조사하여 정리해 봅시다.

| 나의 전문가 주제                           | 핵심 탐구 질문 및 내용 정리                                                                                                                                                                       |
|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| [□전문가(1)]<br>르네상스 예술과<br>원근법/명암법    | 1. 원근법이란 무엇이며, 이 기법이 왜 르네상스 시대에 중요하게 여겨졌을까요?<br>(인문주의와 관련하여)<br><br>2. 레오나르도 다빈치의 '최후의 만찬'에는 원근법이 어떻게 적용되었는지 소실점을 찾아 설명해 봅시다.<br><br>3. 명암법(키아로스쿠로)은 작품에 어떤 효과를 주는지 설명해 봅시다.(또는 공기원근법) |
| [□전문가(2)]<br>르네상스 예술과<br>해부학/인체 비례론 | 1. 르네상스 예술가들이 인체 해부에 몰두했던 이유는 무엇일까요?<br><br>2. 미켈란젤로의 '다비드상'에는 인체 해부학 지식이 어떻게 반영되었는지 구체적인 근육 표현을 중심으로 설명해 봅시다.<br><br>3. 레오나르도 다빈치가 탐구한 '인체 비례론'은 그의 작품에 어떤 영향을 주었나요?                  |

|                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>[□전문가(3)]</p> <p><b>과학혁명기 과학자의 관찰과 스케치</b></p>  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 갈릴레오 갈릴레이가 망원경으로 달을 관찰하고 그린 스케치는 당시 사람들에게 왜 큰 충격을 주었을까요? (아리스토텔레스의 우주관과 비교하여)</li> <li>2. 아이작 뉴턴은 프리즘을 통해 빛에 대해 무엇을 발견했으며, 그의 광학 실험은 어떤 점에서 중요한가요?</li> <li>3. 과학혁명기 스케치와 르네상스 회화는 '대상을 관찰하고 표현한다'는 점에서 어떤 공통점과 차이점이 있을까요?</li> </ol> |
| <p>[□전문가(4)]</p> <p><b>르네상스/과학혁명의 사회문화적 배경</b></p> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 인문주의 사상이 르네상스 예술가들의 인간과 자연에 대한 표현 방식에 어떤 영향을 주었을까요?</li> <li>2. 메디치 가문과 같은 신흥 부유 계층의 후원이 예술과 과학 발전에 어떤 역할을 했는지 설명해 봅시다.</li> <li>3. 인쇄술의 발달과 과학 아카데미(왕립학회 등)의 등장이 과학혁명기의 지식 공유와 발전에 어떻게 기여했나요?</li> </ol>                             |

✓ [Mission 2] 1분 명강의 준비하기: 모둠원을 완벽하게 이해시켜라!

- [Mission 1]에서 탐구한 내용을 바탕으로, 원래 모둠원들에게 설명할 '1분 명강의'를 아래와 같이 요약해 봅시다.

👉 1. 내 전문 분야의 핵심 단어 3가지: (                    ), (                    ), (                    )

👉 2. 이것만은 꼭! 핵심 설명 요약

(예: 원근법이란 3차원의 공간을 2차원 평면에 수학적으로 표현하는 방법으로, 소실점을 활용합니다. <최후의 만찬>에서는 예수의 뒤쪽 창문으로 모든 선이 모이도록 하여 공간감과 함께 주제를 강조했습니다.)

## 나-2. 활동지(2): Jigsaw 모둠 종합 보고서

### 붓과 망원경, 세계를 그린다: 르네상스와 과학혁명의 융합

( )학년 ( )반 ( )번 모둠명: ( ) 이름: ( )

#### 목표

- 르네상스 예술과 과학혁명기 과학에 적용된 과학적 원리를 비교하여 설명할 수 있다.
- 두 시대의 대표적인 예술 작품과 과학 자료를 분석하여, 사회문화적 배경이 '관찰과 표현 방식'에 미친 영향을 조사하고 발표할 수 있다.

#### 탐구하기

##### ✓ [Mission 1] 전문가들의 지식을 하나로 모아라!

👉 우리 모둠 전문가들의 설명을 듣고, 각 시대의 관찰과 표현 방식에 대한 핵심 내용을 아래 표에 정리해 봅시다.

| 구분                     | □ 르네상스 시대 (예술가의 캔버스) | □ 과학혁명기 (과학자의 스케치북) |
|------------------------|----------------------|---------------------|
| 관찰 대상                  |                      |                     |
| 주요 도구                  |                      |                     |
| 표현 방식의 특징<br>(과학원리 포함) |                      |                     |
| 사회문화적 배경               |                      |                     |

##### ✓ [Mission 2] 생각을 깊게, 시야를 넓게!

- 지금까지 탐구한 내용을 바탕으로, 아래 질문에 대한 우리 모듬의 생각을 정리해 봅시다.

👉 1. 르네상스 시대의 원근법과 과학혁명 시대의 천문 관측은 서로 다른 분야처럼 보이지만, 세상을 이해하려는 태도에서 중요한 공통점을 가집니다. 두 활동이 어떤 공통된 철학적 배경(생각의 바탕) 위에서 이루어졌는지 인간의 이성과 경험이라는 핵심 단어를 사용하여 서술해 봅시다.

- 👉 2. 레오나르도 다빈치는 "화가는 자연의 모든 것을 모방해야 한다."라고 말했습니다. 만약 다빈치가 현대에 다시 태어나 VR/AR 기술을 접한다면, 이 기술을 사용하여 어떤 과학문화 콘텐츠를 만들고 싶어 할지 상상하여 구체적으로 서술해 봅시다.

✓ [Mission 3] 동료와 함께 성장하기: 건설적인 피드백 주고 받기

- 다른 모듈의 발표를 감상하고, 아래 표에 본받을 점과 제안할 점을 구체적으로 작성하여 공유해 봅시다.

|       |  |
|-------|--|
| 평가 모듈 |  |
| 본받을 점 |  |
| 제안할 점 |  |

|       |  |
|-------|--|
| 평가 모듈 |  |
| 본받을 점 |  |
| 제안할 점 |  |

## 다-1. 예시 답안 및 채점 기준(1)

### 나의 전문 분야: 작품 속 과학 원리 탐구

( )학년 ( )반 ( )번 모둠명: ( ) 이름: ( )

#### 목표

- 르네상스와 과학혁명 시기의 예술 작품 또는 과학 자료에 담긴 과학적 원리와 사회문화적 배경을 깊이 있게 탐구할 수 있다.
- 자신이 탐구한 내용을 다른 사람에게 명확하고 논리적으로 설명할 수 있다.

#### 탐구하기

✓ [Mission 1] 내 전문 분야 마스터하기: 나는야 르네상스 & 과학혁명 전문가!

👉 자신이 속한 전문가 모듬의 주제를 확인하고, 아래 항목에 따라 핵심 내용을 조사하여 정리해 봅시다.

| 나의 전문가 주제                           | 핵심 탐구 질문 및 내용 정리                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| [□전문가(1)]<br>르네상스 예술과<br>원근법/명암법    | <ol style="list-style-type: none"> <li>원근법이란 무엇이며, 이 기법이 왜 르네상스 시대에 중요하게 여겨졌을까요?<br/>(인문주의와 관련하여)<br/>원근법: 3차원의 공간과 사물을 수학적 비례에 따라 2차원 평면에 사실적으로 표현하는 기법. 신 중심 세계관에서 벗어나 인간의 시선으로 세계를 합리적으로 이해하려는 인문주의 사상이 반영되었기 때문에 중요하게 여겨짐</li> <li>레오나르도 다빈치의 '최후의 만찬' 에는 원근법이 어떻게 적용되었는지 소실점을 찾아 설명해 봅시다.<br/>'최후의 만찬'에는 1점 투시 원근법이 적용됨. 그림 속 모든 건축물(천장의 선, 벽의 선 등)의 연장선이 예수의 머리 뒤쪽에 있는 하나의 점(소실점)으로 모이도록 설계됨</li> <li>명암법(키아로스쿠로) 은 작품에 어떤 효과를 주는지 설명해 봅시다.(또는 공기원근법)<br/>명암법(키아로스쿠로): 빛과 어둠의 대비를 강하게 하여 사물의 입체감과 질감을 극적으로 표현하는 기법. 작품에 사실성과 극적인 긴장감을 더해줌</li> </ol>                                 |
| [□전문가(2)]<br>르네상스 예술과<br>해부학/인체 비례론 | <ol style="list-style-type: none"> <li>르네상스 예술가들이 인체 해부에 몰두했던 이유는 무엇일까요?<br/>(예시 답안) 신이 아닌 '인간' 자체의 아름다움을 탐구하는 인문주의의 영향으로, 인체의 구조를 정확히 이해하고 사실적으로 표현하려는 열망이 강해졌기 때문임. 또한, 인체 비례의 수학적 조화 속에서 완벽한 아름다움을 찾고자 함</li> <li>미켈란젤로의 '다비드상' 에는 인체 해부학 지식이 어떻게 반영되었는지 구체적인 근육 표현을 중심으로 설명해 봅시다.<br/>전투를 앞둔 긴장된 순간의 인체를 표현하기 위해, 목의 흉쇄유돌근, 팔의 혈관, 등과 복부의 근육 등 해부학적으로 정확한 근육의 움직임과 긴장 상태를 매우 사실적으로 묘사함</li> <li>레오나르도 다빈치가 탐구한 '인체 비례론'은 그의 작품에 어떤 영향을 주었나요?<br/>다빈치는 인체를 소우주로 보고, 인체의 각 부분이 수학적 비례와 조화를 이룬다고 생각함. 이러한 탐구는 '인체 비례도'에 잘 나타나 있으며, 그의 회화 작품 속 인물들이 안정적이고 조화로운 구도를 갖추게 하는 바탕이 됨</li> </ol> |

|                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>[□전문가(3)]</p> <p><b>과학혁명기 과학자의 관찰과 스케치</b></p>  | <ol style="list-style-type: none"> <li>갈릴레이 갈릴레이가 망원경으로 달을 관찰하고 그린 스케치는 당시 사람들에게 왜 큰 충격을 주었을까요? (아리스토텔레스의 우주관과 비교하여)<br/>아리스토텔레스의 우주관에서는 달이 완벽하게 매끄러운 구체라고 믿었으나, 갈릴레이의 스케치는 달 표면이 울퉁불퉁한 산과 분화구로 이루어져 있음을 보여줌. 이는 천상계가 완벽하다는 기존의 믿음을 '관찰'이라는 명백한 증거로 반박한 것이기에 큰 충격을 줌</li> <li>아이작 뉴턴은 프리즘을 통해 빛에 대해 무엇을 발견했으며, 그의 광학 실험은 어떤 점에서 중요한가요?<br/>뉴턴은 프리즘 실험을 통해 백색광(햇빛)이 단일한 색이 아니라 여러 가지 색의 빛이 합쳐진 것임을 발견함. 이는 빛의 본질에 대한 이해를 높였을 뿐만 아니라, 실험을 통해 자연 현상의 원리를 체계적으로 탐구하는 근대 과학의 방법론을 제시했다는 점에서 중요함</li> <li>과학혁명기 스케치와 르네상스 회화는 '대상을 관찰하고 표현한다'는 점에서 어떤 공통점과 차이점이 있을까요?<br/>(공통점) 두 시대 모두 대상을 감각과 경험에 의존하여 눈에 보이는 대로 사실적으로 기록하고 표현하려 노력함. (차이점) 르네상스 회화는 미적 아름다움을 위해 대상을 재구성하는 반면, 과학 혁명기 스케치는 주관을 배제하고 관찰된 사실을 최대한 객관적으로 묘사하고 기록하는 것을 목표로 함</li> </ol> |
| <p>[□전문가(4)]</p> <p><b>르네상스/과학혁명의 사회문화적 배경</b></p> | <ol style="list-style-type: none"> <li>인문주의 사상이 르네상스 예술가들의 '인간'과 '자연'에 대한 표현 방식에 어떤 영향을 주었을까요?<br/>신 중심에서 벗어나 인간 개인의 가치와 잠재력을 중시하게 되면서, 예술가들은 신화나 종교 속 인물이 아닌 실제 살아있는 인간의 모습과 감정, 그리고 주변의 자연을 사실적으로 표현하는 데 집중하게 됨</li> <li>메디치 가문과 같은 신흥 부유 계층의 후원이 예술과 과학 발전에 어떤 역할을 했는지 설명해 봅시다.<br/>메디치 가문 등은 금융업으로 축적한 부를 예술가와 과학자들에게 적극적으로 후원함. 이를 통해 예술가와 과학자들은 경제적 안정 속에서 자유롭게 창작과 탐구 활동에 몰두할 수 있었고, 이는 르네상스의 문화적 부흥을 이끄는 중요한 원동력이 됨</li> <li>인쇄술의 발달과 과학 아카데미(왕립학회 등)의 등장이 과학혁명기의 지식 공유와 발전에 어떻게 기여했나요?<br/>구텐베르크의 활판 인쇄술은 지식과 정보가 이전보다 훨씬 빠르고 넓게 확산되도록 함. 또한, 왕립학회와 같은 과학자 공동체의 등장은 과학자들이 서로의 연구 성과를 공유하고 토론하며 집단적으로 지식을 발전시키는 체계적인 연구 문화를 만들어 과학혁명을 촉진함</li> </ol>                                                                                    |

### ✓ [Mission 2] 1분 명강의 준비하기: 모둠원을 완벽하게 이해시켜라!

- [Mission 1]에서 탐구한 내용을 바탕으로, 원래 모둠원들에게 설명할 '1분 명강의'를 아래와 같이 요약해 봅시다.

👉 1. 내 전문 분야의 핵심 단어 3가지: (                    ), (                    ), (                    )

👉 2. 이것만은 꼭! 핵심 설명 요약:

(예: 원근법이란 3차원의 공간을 2차원 평면에 수학적으로 표현하는 방법으로, 소실점을 활용합니다. <최후의 만찬>에서는 예수의 뒤쪽 창문으로 모든 선이 모이도록 하여 공간감과 함께 주제를 강조했습니다.)

## 다-2. 예시 답안 및 채점 기준(2)

### 붓과 망원경, 세계를 그린다: 르네상스와 과학혁명의 융합

( )학년 ( )반 ( )번 모둠명: ( ) 이름: ( )

#### 목표

- 르네상스 예술과 과학혁명기 과학에 적용된 과학적 원리를 비교하여 설명할 수 있다.
- 두 시대의 대표적인 예술 작품과 과학 자료를 분석하여, 사회문화적 배경이 '관찰과 표현 방식'에 미친 영향을 조사하고 발표할 수 있다.

#### 탐구하기

##### ✓ [Mission 1] 전문가들의 지식을 하나로 모아라!

- 👉 우리 모둠 전문가들의 설명을 듣고, 각 시대의 '관찰과 표현 방식'에 대한 핵심 내용을 아래 표에 정리해 봅시다.

| 구분                    | □ 르네상스 시대 (예술가의 캔버스)                           | □ 과학혁명기 (과학자의 스케치북)                                        |
|-----------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| 관찰 대상                 | 인간의 몸, 자연 풍경, 성서 속 장면                          | 달, 행성, 별, 빛, 미시 세계                                         |
| 주요 도구                 | 인간의 눈, 해부용 칼, 붓, 캔버스                           | 망원경, 현미경, 프리즘, 스케치북                                        |
| 표현방식의 특징<br>(과학원리 포함) | 수학적 원근법, 해부학적 인체 비례를 통해 대상을 사실적이고 입체적으로 표현하려 함 | 망원경으로 관측한 사실을 바탕으로 대상을 정밀하고 객관적으로 묘사하려 함<br>(예: 달 표면의 분화구) |
| 사회문화적 배경              | 인문주의(인간 중심 사상),<br>신흥 부유 계층의 예술 후원             | 경험주의 철학(관찰 중시), 인쇄술 발달,<br>과학 아카데미를 통한 지식 공유               |

##### ✓ [Mission 2] 생각을 깊게, 시야를 넓게!

- 지금까지 탐구한 내용을 바탕으로, 아래 질문에 대한 우리 모듬의 생각을 정리해 봅시다.

- 👉 1. 르네상스 시대의 '원근법'과 과학혁명 시대의 '천문 관측'은 서로 다른 분야처럼 보이지만, 세상을 이해하려는 태도에서 중요한 공통점을 가집니다. 두 활동이 어떤 공통된 철학적 배경(생각의 바탕) 위에서 이루어졌는지 '인간의 이성'과 '경험'이라는 핵심 단어를 사용하여 서술해 봅시다.

르네상스의 원근법과 과학혁명의 천문 관측은 모두 신이나 고전의 권위에 의존하지 않고, 인간의 이성과 경험을 통해 세계의 질서를 파악하려는 공통된 철학적 배경을 가집니다. 르네상스 예술가들은 직접 경험하는 시각 세계를 인간의 이성(수학적 원리)을 통해 캔버스에 재현하려 했습니다. 마찬가지로 과학혁명기 과학자들은 망원경이라는 도구를 통해 직접 경험한 관측 결과를 바탕으로, 우주가 수학적 법칙이라는 인간의 이성으로 설명될 수 있음을 증명하고자 했습니다. 즉, 두 활동 모두 '인간 스스로의 힘으로 세계를 이해할 수 있다'는 근대적 사고방식의 출발점이라는 공통점이 있습니다.

- 👉 2. 레오나르도 다빈치는 "화가는 자연의 모든 것을 모방해야 한다."라고 말했습니다. 만약 다빈치가 현대에 다시 태어나 VR/AR 기술을 접한다면, 이 기술을 사용하여 어떤 '과학문화 콘텐츠'를 만들고 싶어 할지 상상하여 구체적으로 서술해 봅시다.

만약 다빈치가 VR/AR 기술을 접한다면, 그는 인체를 가장 사실적으로 탐구하고 교육할 수 있는 '가상 해부학 실험실' 콘텐츠를 만들 것입니다. 사용자는 VR 기기를 쓰고 실제 사람 크기의 3D 인체 모델을 자유롭게 회전시키고 확대하며 근육의 움직임, 혈액의 흐름, 신경계의 작동을 눈앞에서 생생하게 관찰할 수 있습니다. AR 기술을 활용해서는, 사용자가 자신의 팔에 스마트폰을 비추면 피부 아래의 뼈와 근육 구조가 겹쳐 보이도록 하여, 해부학 지식을 직관적으로 학습하는 교육용 앱을 개발할 것입니다. 다빈치는 이 기술들을 통해 자신이 평생 탐구했던 '인간'이라는 소우주를 모든 사람이 가장 완벽하게 관찰하고 이해할 수 있도록 만드는 데 활용했을 것입니다.

✔ [Mission 3] 동료와 함께 성장하기: 건설적인 피드백 주고 받기

- 다른 모듈의 발표를 감상하고, 아래 표에 본받을 점과 제안할 점을 구체적으로 작성하여 공유해 봅시다.

| 평가 모듈 | 갈릴레이처럼 모듈                                                                                                                                       |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 본받을 점 | 과학혁명기 과학자들의 스케치가 '객관적 사실 기록'을 중시했다는 점을 발표할 때, 갈릴레이의 달 스케치와 실제 달 표면 사진을 비교해서 보여준 점이 매우 인상 깊었습니다. 주장을 뒷받침하는 구체적인 시각 자료를 활용해서 이해가 정말 잘 되었습니다.      |
| 제안할 점 | 르네상스 시대의 사회문화적 배경으로 '인문주의'를 설명해주셨는데, 인문주의가 구체적으로 예술가들의 작품 활동에 어떤 영향을 주었는지(예: 신이 아닌 인간의 모습에 집중하게 된 이유) 조금 더 연결해서 설명 해주시면 발표의 설득력이 더욱 높아질 것 같습니다. |

| 평가 모듈 | 다빈치처럼 모듈                                                                                                                                        |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 본받을 점 | 르네상스 예술가들이 사용한 원근법의 원리를 설명할 때, 어려운 수학 공식을 나열하는 대신 〈최후의 만찬〉 그림에 직접 소실점을 표시하고 선을 그어 보여주셔서 원리를 직관적으로 이해할 수 있었습니다. 어려운 개념을 쉽게 설명하는 능력이 뛰어나다고 생각합니다. |
| 제안할 점 | '해부학'이 르네상스 미술에 미친 영향을 설명해주셨는데, 단순히 사실적인 표현이 가능해졌다는 점 외에, 혹시 해부학 연구가 당시 사회나 종교적으로 어떤 논란이나 의미를 가졌는지에 대한 배경 설명이 추가된다면 더 흥미로운 발표가 될 것 같습니다.        |

## 라. 평가 기준

### [체크리스트]

| 평가 영역 | 평가 요소       | 평가 기준                                                       | 척도 |   |   |
|-------|-------------|-------------------------------------------------------------|----|---|---|
|       |             |                                                             | 상  | 중 | 하 |
| 과정·기능 | 자기주도적 탐구 능력 | 디지털 기기와 자료를 활용하여 맡은 주제의 핵심 원리를 주도적으로 탐구하고 분석하는가?            |    |   |   |
|       | 협력적 의사소통    | 자신이 학습한 내용을 다른 사람에게 명확히 설명하고, 동료의 의견을 경청하며 협력적으로 지식을 통합하는가? |    |   |   |
| 가치·태도 | 과제 집착력      | 맡은 역할에 책임감을 갖고, 완성도 높은 결과물을 만들기 위해 끝까지 적극적으로 참여하는가?         |    |   |   |
|       | 융합적 사고 시도   | 과학, 예술, 사회문화적 배경을 연결하여 현상을 다각적으로 이해하고 표현하려는 태도를 보이는가?       |    |   |   |

### 📌 [평가기준표] 활동지(1)

| 미션              | 채점 요소             | 척도 | 평가 기준                                                                 |
|-----------------|-------------------|----|-----------------------------------------------------------------------|
| 1<br>2-1<br>2-2 | 핵심 내용 이해도 및 정리 능력 | 상  | 전문가 주제에 대한 핵심 질문의 답을 참고 자료를 바탕으로 정확하고 논리적으로 모두 서술함. '1분 명강의' 요약이 체계적임 |
|                 |                   | 중  | 핵심 질문에 대한 답을 대부분 작성했으나, 일부 설명이 부족하거나 '1분 명강의' 요약이 다소 미흡함              |
|                 |                   | 하  | 내용에 오류가 있거나, 질문의 의도와 다른 내용을 서술함                                       |

### 📌 [평가기준표] 활동지(2)

| 미션 | 채점 요소         | 척도 | 평가 기준                                                                          |
|----|---------------|----|--------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 지식의 통합성 및 정확성 | 상  | 르네상스와 과학혁명의 특징(관찰 대상, 도구, 표현 방식, 배경)을 정확히 이해하고, 네 전문가의 지식을 유기적으로 연결하여 완벽하게 서술함 |
|    |               | 중  | 각 시대의 특징을 대부분 정확하게 서술했으나, 지식 간의 연결성이 다소 부족함                                    |
|    |               | 하  | 일부 내용에 오류가 있거나, 지식의 통합이 거의 이루어지지 않고 단편적인 사실만 나열함                               |

| 미션         | 채점 요소          | 척도 | 평가 기준                                                                                    |
|------------|----------------|----|------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2-1<br>2-2 | 융합적 사고 및 분석 능력 | 상  | 두 시대의 공통된 철학적 배경을 핵심 단어를 사용하여 논리적으로 분석하고, VR/AR 기술을 활용한 다빈치의 활동을 매우 창의적이고 구체적으로 상상하여 서술함 |
|            |                | 중  | 두 시대의 공통점을 서술했으나 근거가 다소 미흡하거나, 다빈치의 활동에 대한 상상의 구체성이 다소 부족함                               |
|            |                | 하  | 관점의 특성을 거의 드러내지 못하고 상상이 추상적이거나 단편적임                                                      |

#### [동료평가표] 모둠내/모둠간

| 평가 항목    | 평가 기준                                                          | 척도 |   |   |
|----------|----------------------------------------------------------------|----|---|---|
|          |                                                                | 상  | 중 | 하 |
| 내용의 명확성  | 발표 내용이 주제에 부합하며, '작품 속 과학 원리'와 '사회문화적 배경'을 명확하고 이해하기 쉽게 설명했는가? |    |   |   |
| 발표의 설득력  | 두 시대의 특징을 연결하는 논리가 타당하며, 구체적인 근거와 예시를 통해 설득력 있게 주장을 전달했는가?     |    |   |   |
| 창의성 및 흥미 | 자료 해석이나 표현 방식이 독창적이고 흥미로웠으며, 새로운 관점을 제시했는가?                    |    |   |   |
| 협력적 태도   | 발표 과정에서 모둠원들의 역할 분담이 적절하고, 서로 협력하는 모습이 돋보였는가?                  |    |   |   |

#### 생활기록부 '과목별 세부능력 및 특기사항' 작성 예시

'작품 속 과학 원리로 만나는 르네상스와 과학혁명' 프로젝트에서 '르네상스 원근법' 전문가 역할을 맡아, 수학적 원리를 예술 작품에 적용하여 분석하는 탁월한 융합적 사고력을 보여줌. 특히, 원래 모둠에서 '최후의 만찬'의 소실점을 예시로 들어 핵심 개념을 명확히 설명하여 모둠원들의 이해를 이끌어내는 뛰어난 의사소통 능력을 발휘함. 나아가 과학혁명기 갈릴레이의 달 스케치와 르네상스 원근법의 공통점으로 '관찰을 통한 이성적 세계관의 표현'이라는 독창적 관점을 제시하여, 과학과 예술의 상호작용을 깊이 있게 통찰하는 비판적 사고력이 돋보임

## 마. 학생 수준별 수업 및 활동 자료 피드백

### 학생 수준별 수업 자료 및 활동

| 수준 | 학습자 특성                                                                                                                         | 수업 자료 및 활동                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 상  | <ul style="list-style-type: none"> <li>개념 이해가 빠르고, 자료 간의 연관성을 깊이 있게 파악하며 자기 주도적 심화 탐구 능력이 뛰어남</li> </ul>                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>레오나르도 다빈치와 갈릴레오 갈릴레이가 시공을 초월하여 만났다고 가정하고, '관찰과 표현'이라는 주제로 서로의 업적에 대해 묻고 답하는 가상 인터뷰 대본을 작성하는 과제를 제시함</li> <li>이를 통해 두 시대의 과학과 예술을 단순 비교하는 것을 넘어, 각 인물의 철학과 신념까지 깊이 있게 탐구하도록 유도함</li> </ul>                                            |
| 중  | <ul style="list-style-type: none"> <li>기본적인 탐구 활동은 잘 수행하나, 예술 작품에 숨겨진 과학 원리와 당시 사회문화적 배경을 연결하여 종합적으로 해석하는 데 어려움을 겪음</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>'인문주의 사상은 왜 예술가들이 신이 아닌 인간의 몸에 관심을 갖게 만들었을까요?', '망원경의 발명은 왜 완벽한 친구라는 아리스토텔레스의 생각을 무너뜨렸을까요?' 등 각 전문가 영역을 연결하는 질문 카드를 제공하여, 종합적 사고를 할 수 있도록 지원함</li> </ul>                                                                             |
| 하  | <ul style="list-style-type: none"> <li>방대한 텍스트나 복잡한 시각 자료에서 핵심 정보를 찾아내는 데 어려움을 느끼거나, 자신의 역할을 정리하여 발표하는 것을 어려워함</li> </ul>      | <ul style="list-style-type: none"> <li>전문가 활동 시, 각 주제의 핵심 단어(예: 원근법, 소실점, 해부학, 망원경, 인문주의)가 설명된 카드를 제공하여 정보 탐색의 부담을 줄여줌</li> <li>원래 모둠 발표 시, "제가 맡은 전문 분야는 <b>(주제)</b>입니다. 가장 중요한 개념은 <b>(핵심 단어)</b>이고, 그 예시는 <b>(작품/사례)</b>입니다." 와 같은 문장 틀을 제공하여 발표에 대한 자신감을 심어줌</li> </ul> |

### 학생 수준별 피드백 방안

| 수준 | 학생의 특징 또는 행동                                                                                                                                       | 피드백 예시                                                                                                                                                                                                                               |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 상  | <ul style="list-style-type: none"> <li>르네상스의 원근법과 현대 컴퓨터 그래픽의 3D 렌더링 기술을 연결하는 등, 주어진 과제를 넘어 스스로 지식을 확장하여 질문하거나 새로운 주장을 펼침</li> </ul>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>르네상스의 원근법과 현대 CG 기술의 원리를 연결하다니, 정말 놀라운 통찰력입니다! 그렇다면, '카메라 옵스큐라'가 오늘날 우리가 사용하는 카메라의 조상이라고 볼 수 있는데, 이처럼 '대상을 사실적으로 재현하려는 인간의 욕망'이 과학 기술 발전에 어떤 영향을 미쳤을지 함께 이야기해볼까요?</li> </ul>                  |
| 중  | <ul style="list-style-type: none"> <li>'갈릴레이가 망원경으로 달을 관측했다'는 사실은 정확히 찾아냈으나, 그 관측이 당시 사회에 왜 그렇게 큰 충격을 주었는지(과학적, 종교적 의미) 연결하여 설명하는 데 주저함</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>갈릴레이가 울퉁불퉁한 달의 표면을 정확하게 그려냈다는 점을 잘 찾아주었네요. 당시 사람들은 달이 아리스토텔레스의 말처럼 완벽한 구라고 믿었는데, 이 스케치를 보고 어떤 생각이 들었을까요? 우리 '사회문화 배경' 전문가 친구가 설명해 준 내용에서 힌트를 얻어볼 수 있을까요?</li> </ul>                           |
| 하  | <ul style="list-style-type: none"> <li>모둠 내에서 자료 검색이나 그림 찾기 등 주어진 역할은 성실히 수행하나, 전체적인 탐구의 흐름을 이해하지 못하고 자신의 활동이 왜 중요한지 인식하지 못함</li> </ul>            | <ul style="list-style-type: none"> <li>우리 모둠 발표 자료에 들어갈 &lt;다비드상&gt; 사진을 정말 선명한 것으로 찾아주었군요! 덕분에 우리 모둠원 모두가 미켈란젤로가 근육을 얼마나 사실적으로 표현했는지 바로 알 수 있었어요. 이렇게 정확한 시각 자료가 없었다면, 해부학의 중요성을 설명하기 훨씬 어려웠을 거예요. 정말 중요한 역할을 훌륭하게 해냈어요!</li> </ul> |

### 1. [도입] 호기심 유발을 위한 시각 자료

#### || 레오나르도 다빈치의 <최후의 만찬>

- 내용: 그림 속 건축물의 모든 선들이 예수 머리 뒤쪽으로 모이는 완벽한 1점 투시 원근법을 시각적으로 확인할 수 있어, 르네상스 회화에 적용된 수학적 질서를 보여주기에 가장 효과적인 자료입니다.
- 링크: [https://ko.wikipedia.org/wiki/%EC%B5%9C%ED%9B%84%EC%9D%98\\_%EB%A7%8C%EC%B0%AC\\_\(%EB%A0%88%EC%98%A4%EB%82%98%EB%A5%B4%EB%8F%84\\_%EB%8B%A4\\_%EB%B9%88%EC%B9%98\)](https://ko.wikipedia.org/wiki/%EC%B5%9C%ED%9B%84%EC%9D%98_%EB%A7%8C%EC%B0%AC_(%EB%A0%88%EC%98%A4%EB%82%98%EB%A5%B4%EB%8F%84_%EB%8B%A4_%EB%B9%88%EC%B9%98))

#### || 갈릴레오 갈릴레이의 <달 관측 스케치>

- 내용: 1610년 저서 『시데레우스 눈치우스』에 실린 실제 스케치로, 울퉁불퉁한 분화구와 명암이 사실적으로 묘사되어 있습니다. '완벽하고 매끄러운 천구'라는 아리스토텔레스의 우주관을 관찰이라는 증거로 반박한 굳센 시각 자료로 활용할 수 있습니다.

### 2. [전개] Jigsaw 활동 안내 자료 (PPT 슬라이드 예시)

- 활용 방법: 아래의 단계별 설명과 그림을 PPT 슬라이드로 제작하여 학생들에게 Jigsaw 활동의 전체적인 흐름을 시각적으로 안내합니다.
  - [1단계] 원래 모둠 구성: 4인 1조로 '원래 모둠'을 구성하고, 각자 1번부터 4번까지 '전문가 번호'를 부여받습니다.
  - [2단계] 전문가 모둠으로 이동: 같은 번호를 가진 학생들끼리 모여 '전문가 모둠'을 형성합니다. (예: 1번 전문가들은 모두 1번 테이블로)
  - [3단계] 전문가 학습: 전문가 모둠에서 [활동지(1)]을 활용하여 자신의 주제를 마스터하고, 원래 모둠원들을 어떻게 가르칠지 논의합니다.
  - [4단계] 원래 모둠으로 복귀 및 설명: 다시 원래 모둠으로 돌아와, 1번 전문가부터 4번 전문가까지 순서대로 자신이 학습한 내용을 다른 모둠원들에게 설명합니다.
  - [5단계] 종합 및 발표 준비: 모든 전문가의 설명을 종합하여 [활동지(2)]를 완성하고, 모둠 발표를 준비합니다.

### 3. [전개] 전문가 활동을 위한 학생용 참고 사이트

#### || 전문가 1 (원근법/명암법): 마사초의 '성 삼위일체'

- 내용: 원근법의 종류와 역사 부분을 함께 읽고, 마사초의 '성 삼위일체' 작품에서 소실점이 어떻게 활용되었는지 분석하여, 원근법이 단순한 감각이 아닌 수학적 원리임을 이해하도록 지도합니다.
- 링크: <https://terms.naver.com/entry.naver?docId=976209&cid=46702&categoryId=46753>

#### || 전문가 2 (해부학/인체 비례론): Royal Collection Trust '레오나르도 다빈치 해부학 노트'

- 내용: 여러 해부도를 넘겨보며, 다빈치가 인체의 구조(뼈, 근육, 혈관 등)를 얼마나 세밀하게 관찰했는지 파악하고, 이것이 그의 그림에 어떻게 사실성을 부여했는지 생각해 보도록 지도합니다.

### || 전문가 3 (과학자의 관찰과 스케치): NASA '갈릴레이의 발견'

- 내용: 갈릴레이의 스케치에 나타난 달 표면의 명암과 분화구 묘사에 주목하여, 이것이 왜 '완벽한 천구'라는 기존의 믿음을 깨뜨리는 충격적인 증거였는지 토론하도록 안내합니다.
- 링크: <https://solarsystem.nasa.gov/people/1547/galileo-galilei/>

### || 전문가 4 (사회문화적 배경): World History Encyclopedia '르네상스 인문주의'

- 내용: 본문에서 '인문주의(Humanism)'와 '메디치 가문(Medici family)'과 같은 핵심 단어를 중심으로, 당시 사회가 예술과 과학에 무엇을 요구하고 지원했는지 파악하도록 지도합니다. (※ 영어 자료이므로, 웹 브라우저 번역 기능 활용 안내)
- 링크: [https://www.worldhistory.org/Renaissance\\_Humanism/](https://www.worldhistory.org/Renaissance_Humanism/)

# 04

## 과학기술의 양면성 토론하기

### 1

### 단원 개요

|     |            |      |                 |
|-----|------------|------|-----------------|
| 과목  | 과학의 역사와 문화 | 영역   | (2) 변화하는 과학과 세계 |
| 학년군 | 고등학교 2~3학년 | 세부영역 | 과학기술의 빛과 그림자    |

|      |       |                                                                         |
|------|-------|-------------------------------------------------------------------------|
| 교육과정 | 성취 기준 | [12과사02-06]<br>산업혁명 이후 나타난 과학기술이 인류 문명에 미친 긍정적 효과와 부정적 효과에 대해 토론할 수 있다. |
|      | 탐구 활동 | -                                                                       |

|      |                |
|------|----------------|
| 학습주제 | 과학기술의 양면성 토론하기 |
|------|----------------|

|       |                  |
|-------|------------------|
| 수업 모형 | 과학-기술-사회(STS) 학습 |
|-------|------------------|

|      |       |                                                                                                        |
|------|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 학습목표 | 총괄목표  | 과학기술이 사회에 미치는 양면성을 구체적인 사례를 통해 이해하고, 균형 잡힌 시각으로 사회적 쟁점을 분석하고 토론하여 과학기술 발전에 책임감 있게 참여하는 민주 시민의 태도를 기른다. |
|      | 지식·이해 | 산업혁명 이후 과학기술이 인류의 삶에 가져온 긍정적, 부정적 영향을 구체적인 사례를 들어 설명할 수 있다.                                            |
|      | 과정·기능 | 과학기술과 관련된 사회적 딜레마 상황에 대해 자신의 입장을 정하고, 신뢰할 수 있는 자료를 바탕으로 논리적인 근거를 마련하여 토론할 수 있다.                        |
|      | 가치·태도 | 과학기술의 사회적 책임을 인식하고, 복잡한 문제에 대해 다양한 관점을 존중하며 합리적인 해결방안을 모색하려는 책임감 있는 시민 의식을 함양한다.                       |

## 2

## 교수·학습 활동 및 평가 계획

## 가. 교수·학습 활동 적용 모형

| 수업 모형 | 과학-기술-사회(STS) 학습                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 특징    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 학생들의 실제 삶과 밀접한 사회적 문제를 중심으로, 이와 관련된 과학 원리를 탐구하고 기술적 해결방안을 모색하는 과정을 통해 종합적인 문제해결 능력을 기르는 수업 모형이다.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 적용 이유 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• STS 학습 모형은 과학, 기술, 사회의 상호 관계에 대한 교육을 목적으로 한다. '과학기술의 양면성'이라는 주제는 과학기술이 사회에 미치는 긍정적, 부정적 영향을 탐색하는 것이 핵심이므로, 이 모형의 목표와 완벽하게 일치한다.</li> <li>• 학생들이 과학기술의 양면성이라는 사회적 딜레마를 인식하고, 다양한 관점에서 정보를 탐색하며, 최종적으로 자신의 입장을 정립하여 토론하는 활동을 체계적으로 담아낼 수 있다. 이는 단순한 찬반 논쟁을 넘어, 대안을 모색하는 책임감 있는 의사결정 능력을 길러준다.</li> <li>• 이 모형은 학생들이 과학기술과 관련된 사회 문제를 스스로 발견하고 해결 방안을 모색하는 주체적인 역할을 하도록 설계되었다. '원자력 발전', '유전자 편집 기술' 등 교과서의 다양한 사례를 탐색하고 토론하는 과정에서 비판적 사고력과 민주 시민으로서의 역량을 함양할 수 있다.</li> </ul> |

## 나. 평가 계획

| 평가 유형  | 적용 방법                                                                                                                                           |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 관찰평가   | 교사는 [체크리스트]를 활용하여, STS 학습 모형의 탐색, 설명 및 해결 방안 제시 단계에서 학생들이 사회적 문제를 인식하고 해결방안을 모색하는 전 과정(자료 수집, 모둠 토의, 발표 등)에 얼마나 자기주도적이고 협력적으로 참여하는지를 관찰하고 평가한다. |
| 활동지 평가 | 학생들이 최종적으로 제출한 활동지를 [평가기준표]에 따라 채점하여 총괄 목표 도달도를 종합적으로 평가한다.                                                                                     |
| 동료평가   | 최종 찬반 토론 활동 시, [동료평가표]를 활용하여 다른 모둠의 주장과 근거가 얼마나 논리적이고 설득력이 있는지, 그리고 토론에 얼마나 진지하고 존중하는 태도로 참여하는지를 상호 평가하도록 한다.                                   |

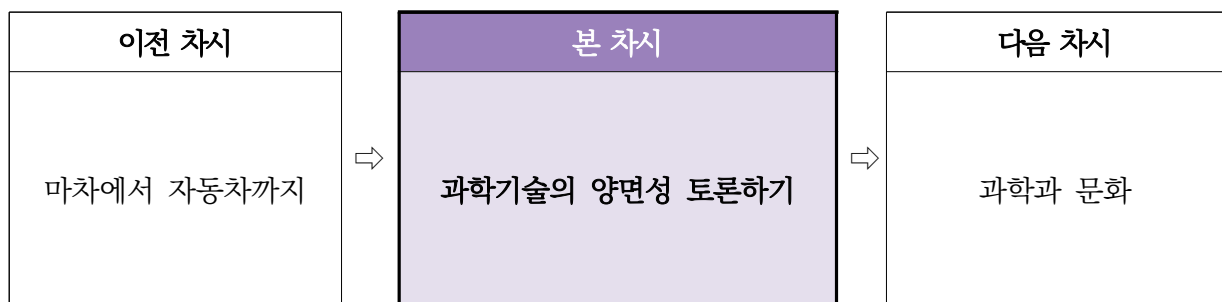
## 3

## 수업 평가 흐름도

## ■ 학습 주제: 과학기술의 양면성 토론하기

| 단계                    | 교수·학습 활동                                                                                                                                                                                                                   | 평가 주체        | 평가 방법                              |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|------------------------------------|
| 1<br>~<br>2<br>차<br>시 | 문제로<br>의<br>초대                                                                                                                                                                                                             | -            | -                                  |
|                       | 탐색 <ul style="list-style-type: none"> <li>• [활동 1] 과학기술의 명과 암 탐색 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 화학 비료와 화학 무기의 과학적 원리 및 사회적 영향 분석</li> <li>- 토론 입장을 정하기 위한 모듈별 협력 탐구 및 [활동지(1)] 작성</li> </ul> </li> </ul>         | 교사           | 관찰평가<br>[체크리스트]                    |
|                       | 설명<br>및<br>해결방<br>안<br>제시 <ul style="list-style-type: none"> <li>• [활동 2] 딜레마 찬반 토론 및 대안 모색 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 입론서 기반 찬반 토론 실시</li> <li>- 상대측 논거에 대한 비판적 질문 및 반박</li> </ul> </li> </ul>              | 교사<br><br>동료 | 관찰평가<br>[체크리스트]<br>동료평가<br>[동료평가표] |
|                       | 실행 <ul style="list-style-type: none"> <li>• [활동 3] 미래를 위한 가이드라인 제작 및 공유 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 토론 결과를 바탕으로 합리적인 대안 제시(과학자의 사회적 책임 가이드라인)</li> <li>- 전체 활동 과정에 대한 성찰 및 [활동지(2)] 작성</li> </ul> </li> </ul> | 교사           | 활동지 평가<br>[평가기준표]                  |

## ■ 수업 연계도



## 가. 수업 지도안

| 단계                       | 교수·학습 활동                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 도구 및 자료                                                                                                                                                                                                                                            |
|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 도입<br>(10분)<br>문제의<br>초대 | <p> <b>호기심 유발 및 문제 인식</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- '비료와 독가스를 만든 과학자, 프리츠 하버' 관련 영상을 제시하며 과학기술의 양면성을 시각적으로 소개한다.</li> <li>- "인류를 구원한 공로와 대량 학살에 기여한 과오를 동시에 가진 과학자에게 노벨상을 수여하는 것은 과연 옳은 일이었을까요?"라는 핵심 질문으로 학생들의 흥미를 유발하고 문제 상황에 몰입시킨다.</li> </ul> <p> <b>영상 시청 및 생각 나누기</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 영상을 시청한 후, 교사의 질문에 대해 짝 또는 모둠별로 자유롭게 자신의 첫인상과 생각을 나눈다.</li> </ul> <p> <b>학습 목표 및 전체 활동 안내</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 오늘의 학습 목표와 '과학기술의 양면성'이라는 주제를 안내한다.</li> <li>- STS 학습 모형의 단계에 따라 토론을 통해 '과학자의 사회적 책임 가이드라인'을 만드는 것이 최종 목표임을 안내한다.</li> </ul>       | <p> PPT</p> <p> 영상자료</p>                                                     |
| 전개<br>(60분)<br>탐색        | <p><b>[활동 1] 과학기술의 명(明)과 암(暗) 탐색</b></p> <p> <b>활동 안내 및 자료 제공</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- [활동지(1)]을 배부하고, 하버-보슈법의 빛(화학 비료)과 그림자(화학 무기) 측면을 탐색하도록 안내한다.</li> <li>- 교과서와 참고 기사를 제시하며 신뢰도 있는 정보 탐색 방법을 안내한다.</li> </ul> <p> <b>모둠별 협력 탐구 및 토론 준비</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 모둠 내에서 '빛'과 '그림자' 역할을 분담하여 관련 과학 원리와 사회·역사적 영향을 깊이 있게 탐색한다.</li> <li>- 탐색한 내용을 [활동지(1)]에 정리하며 다음 단계의 토론을 위한 핵심 논거를 마련한다.</li> </ul> <p> <b>관찰평가(1)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 교사는 모둠을 순회하며 학생들의 자료 탐색 능력, 협력적 토의 태도 등을 [체크리스트]를 활용해 관찰·평가하고 학생 수준별로 맞춤형 피드백을 한다.</li> </ul> | <p><b>[활동지(1)]</b></p> <p> 참고 기사</p> <p> 스마트기기</p> <p><b>[체크리스트]</b></p> |

|                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                    |
|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| <p>설<br/>명<br/>및<br/>해<br/>결<br/>방<br/>안<br/>제<br/>시</p> | <p><b>[활동 2] 딜레마 찬반 토론</b></p> <p> <b>토론 논제 제시 및 진행</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- "인류에게 막대한 이익을 주었지만, 비윤리적 목적으로도 사용된 과학기술의 개발은 정당화될 수 있는가?"라는 논제를 제시하고 토론 규칙을 안내한다.</li> <li>- 학생들이 논점에서 벗어나지 않고 근거에 기반한 토론을 할 수 있도록 중재하고, 필요시 추가 질문을 던진다.</li> </ul> <p> <b>입론 발표 및 자유 토론</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- [활동지(1)]에 정리한 내용을 바탕으로 각 입장을 대표하여 1분 입론을 발표한다.</li> <li>- 상대측 논거의 허점을 파고드는 비판적 질문을 던지고, 자신들의 논리를 방어하며 치열하게 토론에 참여한다.</li> </ul> <p> <b>관찰평가(2) 및 동료평가</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 교사는 학생들의 논리적 사고력, 비판적 질문 능력 등을 관찰·평가하고 학생 수준별로 맞춤형 피드백을 한다.</li> <li>- 학생들은 다른 모둠의 토론을 관전하며 [동료평가표]를 작성한다.</li> </ul> | <p>   토론 규칙<br/>안내 자료</p> <p><b>【체크리스트】</b><br/><b>【동료평가표】</b></p> |
| <p>정<br/>리<br/>(20<br/>분)</p> <p>실<br/>행</p>             | <p><b>[활동 3] 미래를 위한 가이드라인 제작 및 성찰</b></p> <p> <b>최종 과제 안내 및 총평</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 치열했던 토론 내용을 종합하여, 미래 과학자들이 지켜야 할 '사회적 책임 가이드라인'을 만들도록 안내한다.</li> <li>- 토론 과정에서 돋보였던 논리나 태도를 칭찬하며 학습 활동을 정리한다.</li> </ul> <p> <b>가이드라인 제작 및 성찰</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 토론을 통해 새롭게 알게 된 점, 바뀐 생각 등을 바탕으로 [활동지(2)]에 우리 모둠만의 '과학자 가이드라인' 3~5개 조항을 작성한다.</li> <li>- 전체 활동에 대한 성찰 일지를 작성하고 제출한다.</li> </ul> <p> <b>활동지 평가</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 교사는 최종 제출된 [활동지(1), (2)]를 [평가기준표]에 따라 종합적으로 평가한다.</li> </ul>                                                                                            | <p><b>【활동지(2)】</b></p> <p><b>【평가기준표】</b></p>                       |

## 나-1. 활동지(1): STS 탐구 보고서

### STS 탐구 보고서 - 과학기술의 빛과 그림자

( )학년 ( )반 ( )번 모둠명: ( ) 이름: ( )

#### 목표

- 과학기술(하버-보슈법)이 인류의 삶에 가져온 긍정적 영향과 부정적 영향을 구체적인 사례를 들어 설명할 수 있다.
- 과학기술과 관련된 사회적 딜레마 상황에 대해 자신의 입장을 정하고, 신뢰할 수 있는 자료를 바탕으로 논리적인 근거를 마련할 수 있다.

#### 탐구하기

✓ [Mission 1] 프리츠 하버, 그의 빛과 그림자를 탐색하라!

👉 우리 모둠이 맡은 역할(빛 또는 그림자)에 따라, 프리츠 하버의 '하버-보슈법'이 인류 사회에 미친 영향을 아래 표에 조사하여 정리해 봅시다.

| 구분                  | 빛(明): 인류를 구원한 화학 비료 | 그림자(暗): 대량 학살을 부른 화학 무기 |
|---------------------|---------------------|-------------------------|
| 과학적 원리              |                     |                         |
| 사회에 미친 긍정적 영향       |                     |                         |
| 사회에 미친 부정적 영향       |                     |                         |
| 핵심 근거 자료 (기사, 통계 등) |                     |                         |

✓ [Mission 2] 우리의 입장을 결정하고, 토론을 준비하라!

- [Mission 1]의 탐구 내용을 바탕으로, 아래 논제에 대한 우리 모둠의 최종 입장을 정하고, 입론의 핵심 근거를 3가지로 정리해 봅시다.

〈토론 논제〉

"인류에게 막대한 이익을 주었지만, 동시에 비윤리적 목적으로 사용된  
과학기술(하버-보슈법)의 개발은 정당화될 수 있는가?"

👉 우리 모둠의 최종 입장

( 찬성 / 반대 )

✓ 주장:

👉 핵심 근거(1)

👉 핵심 근거(2)

👉 핵심 근거(3)

## 나-2. 활동지(2): 최종 성찰 및 토론 기록지

### 최종 성찰 및 토론 기록지

( )학년 ( )반 ( )번 모둠명: ( ) 이름: ( )

#### 목표

- 과학기술의 사회적 책임을 인식하고, 복잡한 문제에 대해 다양한 관점을 존중하며 합리적인 해결 방안을 모색하려는 책임감 있는 시민 의식을 함양한다.

#### 탐구하기

#### ✓ [Mission 1] 동료와 함께 성장하기: 건설적인 피드백 주고받기

- 다른 모듬의 토론 발표를 감상하고, 아래 표에 본받을 점과 제안할 점을 구체적으로 작성하여 공유해 봅시다.

| 평가 모듬 |  |
|-------|--|
| 본받을 점 |  |
| 제안할 점 |  |

|       |  |
|-------|--|
| 평가 모듬 |  |
| 본받을 점 |  |
| 제안할 점 |  |

✓ [Mission 2] 생각을 깊게, 시야를 넓게!

- 지금까지 탐구하고 토론한 내용을 바탕으로, 아래 질문에 대한 자신의 생각을 정리해 봅시다.

- 👉 1. 프리츠 하버는 "평화 시에 과학자는 인류의 것이지만, 전쟁 시에는 조국의 것이다."라는 말을 남겼습니다. 이 말에 대한 자신의 생각을 '과학자의 사회적 책임'이라는 관점에서 찬성 또는 반대의 입장을 정하고, 구체적인 근거를 들어 서술해 봅시다.

- 👉 2. 만약 당신이 현대의 '프리츠 하버'가 되어 인류에게 엄청난 혜택을 줄 수 있지만, 동시에 대량 살상 무기로 사용될 가능성이 매우 높은 기술(예: 인공지능 자율살상무기, 유전자 편집 기술 등)을 개발했다고 가정해 봅시다. 당신은 이 기술을 세상에 공개할 것인가요? 아니면 폐기할 것인가요? 한 가지 입장을 선택하고, 그 선택이 미래 사회에 미칠 영향을 고려하여 자신의 결정을 정당화해 봅시다.

✓ [Mission 3] 미래를 위한 약속: 과학자의 사회적 책임 가이드라인 만들기

- 👉 지금까지의 탐구와 토론 내용을 종합하여, 미래 사회의 과학자들이 연구 윤리 딜레마에 직면했을 때 반드시 지켜야 할 사회적 책임 가이드라인을 3가지 구체적인 행동 수칙으로 만들어 봅시다.

| 우리 모두가 제안하는 과학자의 사회적 책임 가이드라인 |  |
|-------------------------------|--|
| 제1조<br>( )의 원칙                |  |
| 제2조<br>( )의 원칙                |  |
| 제3조<br>( )의 원칙                |  |

## 다-1. 예시 답안 및 채점 기준(1)

### STS 탐구 보고서 - 과학기술의 빛과 그림자

( )학년 ( )반 ( )번 모둠명: ( ) 이름: ( )

#### 목표

- 과학기술(하버-보슈법)이 인류의 삶에 가져온 긍정적 영향과 부정적 영향을 구체적인 사례를 들어 설명할 수 있다.
- 과학기술과 관련된 사회적 딜레마 상황에 대해 자신의 입장을 정하고, 신뢰할 수 있는 자료를 바탕으로 논리적인 근거를 마련할 수 있다.

#### 탐구하기

✓ [Mission 1] 프리츠 하버, 그의 빛과 그림자를 탐색하라!

👉 우리 모둠이 맡은 역할(빛 또는 그림자)에 따라, 프리츠 하버의 '하버-보슈법'이 인류 사회에 미친 영향을 아래 표에 조사하여 정리해 봅시다.

| 구분                  | 빛(明): 인류를 구원한 화학 비료                                                                                      | 그림자(暗): 대량 학살을 부른 화학 무기                                                                                                                       |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 과학적 원리              | 공기 중의 질소( $N_2$ )와 수소( $H_2$ )를 고온·고압 상태에서 촉매를 이용해 반응시켜 암모니아( $NH_3$ )를 대량으로 합성하는 화학 반응이다.               | 하버-보슈법으로 생산된 암모니아는 질산( $HNO_3$ )의 원료가 되며, 이는 폭약(TNT) 제조의 핵심 물질이다. 또한, 하버는 염소( $Cl_2$ )가스의 비중이 공기보다 무거워 바닥에 가라앉는 성질을 이용해 참호전에서 효과적인 독가스로 활용했다. |
| 사회에 미친 긍정적 영향       | 인공적인 질소 고정을 통해 화학 비료의 대량 생산 시대를 열었다. 이로 인해 20세기 농업 생산량이 폭발적으로 증가하여 '녹색 혁명'을 이끌었고, 수십억 인구를 기아의 위기에서 구해냈다. | 없었다.                                                                                                                                          |
| 사회에 미친 부정적 영향       | 질소 비료의 과다 사용으로 인한 토양 산성화와 하천의 부영양화 등 환경오염 문제를 야기했다.                                                      | 제1차 세계대전 당시, 개발된 독가스는 이프르 전투 등에서 사용되어 약 5,000명의 군인을 즉사시키고 수만 명에게 끔찍한 후유증을 남기는 등 비인도적인 대량 살상을 초래했다.                                            |
| 핵심 근거 자료 (기사, 통계 등) | 20세기 세계 인구 변화 그래프, 하버-보슈법 이후 곡물 생산량 변화 통계 등                                                              | 제1차 세계대전 독가스 피해 사진 자료, 이프르 전투 관련 다큐멘터리 등                                                                                                      |

✓ [Mission 2] 우리의 입장을 결정하고, 토론을 준비하라!

- [Mission 1]의 탐구 내용을 바탕으로, 아래 논제에 대한 우리 모두의 최종 입장을 정하고, 입론의 핵심 근거를 3가지로 정리해 봅시다.

〈토론 논제〉

"인류에게 막대한 이익을 주었지만, 동시에 비윤리적 목적으로 사용된 과학기술(하버-보슈법)의 개발은 정당화될 수 있는가?"

👉 우리 모두의 최종 입장

( 찬성 / 반대 )

- ✓ 주장: (예시) 기술 자체는 가치중립적이며, 인류의 진보를 위한 과학자의 순수한 탐구와 개발은 사회적 활용과 분리하여 평가받아야 하므로 정당화될 수 있다.

👉 핵심 근거(1)

**과학기술의 본질적 양면성과 활용의 책임:** 하버-보슈법으로 만든 암모니아는 식량 증산을 위한 '비료'도 될 수 있고, 전쟁을 위한 '폭약'도 될 수 있다. 이는 과학기술이 본질적으로 선악을 담고 있지 않으며, 그 가치는 사회가 어떻게 활용하느냐에 따라 결정된다는 것을 보여준다. 따라서 개발 행위 자체를 비난할 수는 없다.

👉 핵심 근거(2)

**과학자의 본질적 역할은 진리 탐구:** 과학자의 제1의 역할은 자연의 원리를 탐구하고 인류 지식의 지평을 넓히는 것이다. 프리츠 하버는 공중 질소 고정이라는, 당시 인류의 오랜 숙제를 해결했다. 그의 과학적 성과는 인류의 생존 문제를 해결한 위대한 업적으로, 전쟁에서의 활용 문제와는 별개로 평가받아야 마땅하다.

👉 핵심 근거(3)

**시대적 상황의 고려 필요성:** 제1차 세계대전은 국가의 모든 역량을 총동원하는 '총력전'의 시대였다. 당시 과학자들 역시 자국의 승리를 위해 연구하는 것을 당연한 의무로 여겼다. 하버의 행동을 현대의 윤리적 잣대로만 평가하는 것은 당시의 시대적 특수성을 무시하는 것일 수 있다.

## 다-2. 예시 답안 및 채점 기준(2)

### 최종 성찰 및 토론 기록지

( )학년 ( )반 ( )번 모둠명: ( ) 이름: ( )

#### 목표

- 과학기술의 사회적 책임을 인식하고, 복잡한 문제에 대해 다양한 관점을 존중하며 합리적인 해결방안을 모색하려는 책임감 있는 시민 의식을 함양한다.

#### 탐구하기

#### ✓ [Mission 1] 동료와 함께 성장하기: 건설적인 피드백 주고받기

- 다른 모둠의 토론 발표를 감상하고, 아래 표에 본받을 점과 제안할 점을 구체적으로 작성하여 공유해 봅시다.

| 평가 모둠 | 아인슈타인처럼                                                                                    |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| 본받을 점 | '과학자의 연구 자체는 가치중립적이며, 기술의 활용은 사회의 책임'이라는 주장을 뒷받침하기 위해 원자력 발전의 사례를 추가로 제시한 점이 매우 설득력 있었습니다. |
| 제안할 점 | 화학 무기가 제1차 세계대전의 양상을 어떻게 바꾸었는지에 대한 구체적인 통계 자료나 사상자 수치를 제시했다면 주장의 심각성이 더욱 와닿았을 것 같습니다.      |

|       |  |
|-------|--|
| 평가 모둠 |  |
| 본받을 점 |  |
| 제안할 점 |  |

✓ [Mission 2] 생각을 깊게, 시야를 넓게!

- 지금까지 탐구하고 토론한 내용을 바탕으로, 아래 질문에 대한 자신의 생각을 정리해 봅시다.

- 👉 1. 프리츠 하버는 "평화 시에 과학자는 인류의 것이지만, 전쟁 시에는 조국의 것이다."라는 말을 남겼습니다. 이 말에 대한 자신의 생각을 '과학자의 사회적 책임'이라는 관점에서 찬성 또는 반대의 입장을 정하고, 구체적인 근거를 들어 서술해 봅시다.

(찬성 예시) 하버의 말에 일부 동의한다. 과학자도 자신이 속한 국가의 국민으로서 국가적 위기 상황에서는 조국을 위해 헌신할 의무가 있다고 생각한다. 하버가 독가스를 개발한 것은 전쟁을 빨리 끝내 더 많은 희생을 막기 위한 애국심의 발로였을 수 있다. 다만, 그 방법이 비인도적이었다는 점은 비판받아야 하며, 과학자는 자신의 연구가 가져올 윤리적 문제에 대해 항상 성찰해야 한다는 전제가 필요하다.

(반대 예시) 하버의 말에 동의하지 않는다. 과학자는 국적을 떠나 인류 보편의 가치를 우선해야 할 사회적 책임이 있다. 그의 연구는 수많은 생명을 앗아가는 비인도적인 결과를 낳았으며, 이는 '조국을 위한다'는 명분으로 정당화될 수 없다. 과학의 힘이 클수록, 그 힘이 인류 전체에 미칠 영향을 먼저 고려하는 윤리 의식이 과학자의 가장 중요한 덕목이라고 생각한다.

- 👉 2. 만약 당신이 현대의 '프리츠 하버'가 되어 인류에게 엄청난 혜택을 줄 수 있지만, 동시에 대량 살상 무기로 사용될 가능성이 매우 높은 기술(예: 인공지능 자율살상무기, 유전자 편집 기술 등)을 개발했다고 가정해 봅시다. 당신은 이 기술을 세상에 공개할 것인가요? 아니면 폐기할 것인가요? 한 가지 입장을 선택하고, 그 선택이 미래 사회에 미칠 영향을 고려하여 자신의 결정을 정당화해 봅시다.

(공개 예시) 기술을 세상에 공개하겠다. 기술 자체는 가치중립적이며, 그 활용은 사회의 몫이라고 생각한다. 이 기술이 인류에게 줄 수 있는 긍정적인 혜택(예: 난치병 치료, 테러 방지 등)을 포기할 수는 없다. 대신, 기술의 오용을 막기 위해 국제적인 감시 기구를 만들고 엄격한 법적, 제도적 장치를 마련할 것을 강력하게 제안할 것이다. 기술의 위험성을 투명하게 공개하고, 사회적 합의를 통해 통제 방안을 함께 만들어나가는 것이 과학자로서의 책임이라고 생각한다.

(폐기 예시) 기술을 폐기하겠다. 아무리 엄격한 통제 장치를 마련하더라도, 인간의 이기심이나 실수로 인해 해당 기술이 대량 살상 무기로 사용될 가능성을 완전히 배제할 수는 없다. 한번 세상에 나온 기술은 통제가 불가능하며, 그로 인해 발생할 수 있는 끔찍한 비극의 책임을 감당할 수 없다. 인류에게 주는 혜택이 아무리 크더라도, 인류의 생존 자체를 위협할 수 있는 기술이라면 개발하지 않는 것이 과학자의 올바른 윤리적 선택이라고 생각한다.

✓ [Mission 3] 미래를 위한 약속: 과학자의 사회적 책임 가이드라인 만들기

- 👉 지금까지의 탐구와 토론 내용을 종합하여, 미래 사회의 과학자들이 연구 윤리 딜레마에 직면했을 때 반드시 지켜야 할 사회적 책임 가이드라인을 3가지 구체적인 행동 수칙으로 만들어 봅시다.

| 우리 모두가 제안하는 과학자의 사회적 책임 가이드라인 |                                                                                                 |
|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 제1조<br>(투명성)의<br>원칙           | 자신의 연구가 사회에 미칠 수 있는 긍정적, 부정적 영향을 숨기지 않고, 연구 초기 단계부터 시민 사회에 투명하게 공개하고 소통해야 한다.                   |
| 제2조<br>(인류보편가치우선)의<br>원칙      | 자신의 연구가 특정 국가나 집단의 이익을 넘어, 인류의 보편적 가치(생명 존중, 평화 등)를 훼손할 가능성이 있을 경우, 연구를 즉시 중단하거나 방향을 재검토해야 한다.  |
| 제3조<br>(사전예방)의<br>원칙          | 기술 개발이 완료된 후가 아닌, 연구 기획 단계에서부터 법률가, 윤리학자, 시민 대표가 참여하는 '기술영향평가'를 의무적으로 시행하여 잠재적 위험을 사전에 예방해야 한다. |

## 라. 평가 기준

### [체크리스트]

| 평가 영역 | 평가 요소       | 평가 기준                                                          | 척도 |   |   |
|-------|-------------|----------------------------------------------------------------|----|---|---|
|       |             |                                                                | 상  | 중 | 하 |
| 과정·기능 | 자기주도적 탐구 능력 | 교과서, 디지털 자료 등을 활용하여 맡은 주제(빛/그림자)의 핵심 논거를 주도적으로 탐구하고 분석하는가?     |    |   |   |
|       | 협력적 의사소통    | 자신의 입장을 논리적으로 설명하고, 동료의 의견을 경청하며 협력적으로 더 나은 대안(가이드라인)을 만들어가는가? |    |   |   |
| 가치·태도 | 과제 집착력      | 맡은 역할에 책임감을 갖고, 완성도 높은 결과물을 만들기 위해 끝까지 적극적으로 참여하는가?            |    |   |   |
|       | 비판적 사고 시도   | 과학기술의 양면성을 비판적으로 분석하고, 과학자의 사회적 책임에 대해 깊이 있게 성찰하는 태도를 보이는가?    |    |   |   |

### 👉 [평가기준표] 활동지(1)

| 미션     | 채점 요소           | 척도 | 평가 기준                                                             |
|--------|-----------------|----|-------------------------------------------------------------------|
| 1<br>2 | 핵심 내용 이해도 및 분석력 | 상  | 과학기술(하버-보수법)의 긍정적, 부정적 영향을 과학적 원리와 사회적 맥락에 근거하여 매우 정확하고 깊이 있게 분석함 |
|        |                 | 중  | 핵심 내용을 대부분 정확하게 서술했으나, 일부 분석의 깊이가 부족하거나 근거 제시가 미흡함                |
|        |                 | 하  | 내용에 오류가 있거나, 질문의 의도와 다른 내용을 서술함                                   |

### 👉 [평가기준표] 활동지(2)

| 미션         | 채점 요소         | 척도 | 평가 기준                                                        |
|------------|---------------|----|--------------------------------------------------------------|
| 2-1<br>2-2 | 주장의 논리성 및 타당성 | 상  | 자신의 주장을 뒷받침하는 근거를 명확하고 논리적으로 제시했으며, 반대 입장을 고려한 균형 잡힌 서술이 돋보임 |
|            |               | 중  | 주장을 서술했으나, 근거가 다소 미흡하거나 논리적 연결성이 부족함                         |
|            |               | 하  | 주장이 명확하지 않거나, 근거 없이 감정적으로 서술함                                |

| 미션 | 채점 요소              | 척도 | 평가 기준                                                   |
|----|--------------------|----|---------------------------------------------------------|
| 3  | 창의적<br>대안 제시<br>능력 | 상  | 토론 내용을 종합하여, 과학자의 사회적 책임을 구체적이고 실천 가능한 형태로 매우 창의적으로 제시함 |
|    |                    | 중  | 토론 내용을 바탕으로 합리적인 가이드라인을 제시했으나, 독창성이 다소 부족함              |
|    |                    | 하  | 제시된 가이드라인이 토론 내용과 연관성이 부족하거나 실효성이 낮음                    |

#### [동료평가표]

| 평가 항목     | 평가 기준                                             | 척도 |   |   |
|-----------|---------------------------------------------------|----|---|---|
|           |                                                   | 상  | 중 | 하 |
| 내용의 타당성   | 주장의 근거로 제시한 과학적·역사적 사실이 타당하고 신뢰할 만한가?             |    |   |   |
| 주장의 논리성   | 근거를 바탕으로 자신의 주장을 명확하고 설득력 있게 전달했는가?               |    |   |   |
| 비판적 질문    | 상대측 주장의 핵심을 파악하고, 논리적인 질문으로 토론의 깊이를 더했는가?         |    |   |   |
| 협력적 토론 태도 | 다른 사람의 의견을 존중하고 경청하며, 건설적인 대안을 함께 모색하려는 태도를 보였는가? |    |   |   |

#### 생활기록부 '과목별 세부능력 및 특기사항' 작성 예시

'과학기술의 양면성 토론하기' 수업에서 '프리즈 하버' 사례를 중심으로 과학자의 사회적 책임이라는 딜레마를 탐구함. 토론 과정에서 '기술의 가치중립성'을 주장하며 과학적 성과와 사회적 활용을 분리해서 평가해야 한다는 균형 잡힌 시각을 보여줌. 특히 역사적 자료를 근거로 자신의 주장을 논리적으로 전개하는 비판적 사고력이 돋보임. 나아가 토론 결과를 종합하여 '연구 과정의 투명성 확보 및 기술영향평가 의무화'를 포함한 '과학자의 사회적 책임 가이드라인'을 제시하며, 복잡한 사회 문제를 해결하기 위한 구체적 대안을 모색하는 융합적 사고력을 증명함

## 마. 학생 수준별 수업 및 활동 자료 피드백

### 학생 수준별 수업 자료 및 활동

| 수준 | 학습자 특성                                                                                                                                | 수업 자료 및 활동                                                                                                                                                                                                                      |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 상  | <ul style="list-style-type: none"> <li>제시된 딜레마 상황을 깊이 있게 이해하고, 이를 현대 사회의 다른 과학기술 문제와 연결하여 비판적으로 사고하는 능력이 뛰어남</li> </ul>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>하버-보수법과 같이 인류에게 큰 혜택과 동시에 위협이 될 수 있는 현대의 '듀얼유스 기술'(예: AI, 유전자 편집 기술) 중 하나를 선정하여, 잠재적 위험성을 분석하고 이를 평화적으로 활용하기 위한 구체적인 국제 규제 및 정책을 제안하는 보고서를 작성하는 과제를 제시함</li> </ul>                       |
| 중  | <ul style="list-style-type: none"> <li>과학기술의 긍정적, 부정적 사실 관계는 잘 파악하나, 이를 종합하여 자신의 논리를 구성하거나 딜레마 상황에 대한 가치 판단을 내리는 데 어려움을 겪음</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>'과학자의 연구는 순수한 진리 탐구이며, 그 결과물의 활용은 사회의 책임이다. 이 주장에 동의하는가?', '국가의 이익과 인류의 보편적 가치가 충돌할 때 과학자는 어떤 선택을 해야 하는가?' 등 찬반 양측의 논리를 심화시킬 수 있는 질문 카드를 제공하여, 다각적인 사고를 통해 자신의 주장을 정교화하도록 지원함</li> </ul> |
| 하  | <ul style="list-style-type: none"> <li>방대한 텍스트 자료에서 핵심 정보를 찾아내거나, 자신의 생각을 논리적으로 구조화하여 토론의 근거로 제시하는 것을 어려워함</li> </ul>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>'우리측 핵심 주장', '예상 근거1(과학적 사실)', '예상 근거2(사회적 영향)', '상대측 예상 반박 및 우리측 재반박' 등의 항목으로 구성된 구조화된 표를 제공하여, 정보 탐색의 부담을 줄이고 토론의 핵심 논거를 체계적으로 정리할 수 있도록 지원함</li> </ul>                                |

### 학생 수준별 피드백 방안

| 수준 | 학생의 특징 또는 행동                                                                                                                                                                | 피드백 예시                                                                                                                                                                                                                                     |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 상  | <ul style="list-style-type: none"> <li>하버의 사례를 넘어, 현대 AI 자율살상무기나 유전자 편집 기술의 윤리 문제까지 확장하여 질문하거나 자신의 의견을 제시함</li> </ul>                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>하버의 딜레마를 현대 AI 자율살상무기 문제와 연결하다니, 정말 깊이 있는 통찰입니다! 그렇다면, 하버의 시대와 지금의 과학자에게 요구되는 '사회적 책임'의 무게는 같을까요, 다를까요? 현대 사회에서는 과학자의 윤리적 책임을 강제하기 위해 어떤 제도적 장치(예: 연구윤리위원회)가 필요한지 함께 이야기해볼까요?</li> </ul>            |
| 중  | <ul style="list-style-type: none"> <li>'화학 비료가 식량을 증산했다', '독가스가 사람을 죽였다' 등 개별적인 사실은 정확히 찾아내지만, 이를 '과학자의 딜레마'라는 핵심 주제와 연결하여 자신의 주장으로 발전시키는 것을 주저함</li> </ul>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>화학 비료가 식량 생산을 늘렸고, 독가스가 많은 사람을 죽였다는 사실을 정확히 찾아주었네요! 아주 좋은 출발이에요. 그렇다면, 만약 당신이 하버라면 어떤 심정이었을까요? 애국심과 인류애라는 두 가지 가치가 충돌하는 이 상황이 바로 우리가 토론할 딜레마의 핵심입니다. 이 두 가치의 충돌 지점을 생각하며 주장을 다듬어보면 어떨까요?</li> </ul> |
| 하  | <ul style="list-style-type: none"> <li>모둠 내에서 제1차 세계대전의 사진 자료를 찾거나, 식량 생산량 통계 수치를 검색하는 등 주어진 역할은 성실히 수행하나, 자신의 활동이 모둠 전체의 논의에 어떻게 기여하는지 파악하지 못하고 토론에 소극적인 모습을 보임</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>우리 모둠의 주장을 뒷받침할 독가스의 참혹한 피해 사진을 정말 잘 찾아주었군요! 이 사진 한 장 덕분에 우리 주장의 설득력이 훨씬 높아졌어요. 이렇게 구체적인 증거를 찾아주는 역할이 없었다면, 우리 모둠의 주장은 힘을 잃었을 거예요. 토론에서 정말 결정적인 역할을 해냈어요!</li> </ul>                                |

## 1. [도입] 호기심 유발 및 문제 인식을 위한 영상 자료

## || 유튜브 - “비료와 독가스를 만든 프리츠 하버 | 인류의 구원자이자 학살자”

- 내용: 인류를 기아에서 구한 '공기의 연금술사'라는 영광과 '최초의 독가스 개발자'라는 오명을 동시에 지닌 과학자 프리츠 하버의 삶을 드라마틱하게 조명하는 영상입니다. 빠른 템포의 편집과 시각 자료를 통해 과학자의 윤리적 딜레마를 강렬하게 제시합니다.
- 활용: 수업 도입부에서 이 영상을 시청하며 학생들이 위대한 과학과 비윤리적 결과 사이의 충돌을 직관적으로 느끼게 합니다. 영상 시청 후 "만약 당신이 하버의 동료 과학자였다면, 그의 독가스 연구를 지지했을까요, 아니면 말렸을까요?"와 같은 구체적인 역할극 질문을 던져, 단순히 선악을 판단하는 것을 넘어 복잡한 상황에서의 의사결정 문제를 제기하며 토론의 문을 엽니다.
- 링크: <https://youtu.be/XFffOpclJcc?si=NiwYBBkndcrrLlXD>

## 2. [전개] '탐색' 활동을 위한 학생용 참고 기사

## || (빛 측면) 사이언스N사피엔스 - 공기로 빵을 만든 사람

- 내용: 하버-보슈법이 어떻게 '공중 질소 고정'이라는 당시 과학계의 난제를 해결했는지 과학적 원리를 설명하고, 이 기술이 댈러스 트랩을 극복하며 20세기 인구 폭발을 가능하게 한 '녹색 혁명'의 기반이 되었음을 상세히 다룹니다.
- 활용: [활동 1]에서 '빛' 역할을 맡은 모둠에게 제공하여, '화학 비료가 없었다면 현대 문명은 불가능했을 것'이라는 주장을 뒷받침할 과학적, 역사적 근거를 체계적으로 수집하도록 지도합니다. 기사 속 통계나 역사적 배경을 인용하여 주장의 신뢰도를 높이도록 안내합니다.
- 링크: <https://m.dongascience.com/news.php?idx=53357>

## || (그림자 측면) 네이버 블로그(은하수) - 화학무기 100년의 역사, 하버의 염소가스와 슈라더의 사린가스

- 내용: 제1차 세계대전 당시 프리츠 하버가 '조국을 위한다'는 신념으로 어떻게 염소 가스를 직접 개발하고 이프르 전투에서 살포했는지, 그리고 그 비인도적인 결과가 얼마나 참혹했는지를 구체적인 전투 상황과 함께 생생하게 서술합니다. 과학자의 신념이 어떻게 대량 살상으로 이어졌는지 보여주는 자료입니다.
- 활용: [활동 1]에서 '그림자' 역할을 맡은 모둠에게 제공하여, '과학자의 애국심이 비윤리적 연구를 정당화할 수 있는가'라는 쟁점에 대한 군센 반대 논거를 구성하도록 합니다. 특히 하버의 개인적인 신념과 그 결과 사이의 인과관계를 집중적으로 분석하도록 지도합니다.
- 링크: <https://m.blog.naver.com/kbs4547/221000087867>

## 3. [정리] '실행' 활동을 위한 참고 자료

## || 국가과학기술인력개발원(KIRD) - "과학기술인 연구윤리 현장"

- 내용: 현대 과학기술인들이 연구를 수행함에 있어 지켜야 할 사회적 책무, 윤리 규범 등을 구체적인 조항으로 제시하고 있습니다.
- 활용: [활동 3] '과학자의 사회적 책임 가이드라인' 제작 시, 학생들이 막연하게 구호만 외치는 것을 넘어 실제적인 규범을 만드는 데 참고할 수 있는 모델로 제시합니다. "만약 하버의 시대에 이런 현장이 있었다면 그의 선택은 달라졌을까요?"와 같은 질문으로 사고를 확장시킬 수 있습니다.
- 링크: <https://www.kird.re.kr/>

# 05

## 역사 속 감염병 대응 백서 제작하기

### 1

### 단원 개요

|     |            |      |                 |
|-----|------------|------|-----------------|
| 과목  | 과학의 역사와 문화 | 영역   | (2) 변화하는 과학과 세계 |
| 학년군 | 고등학교 2~3학년 | 세부영역 | 감염병 극복과 과학      |

|      |       |                                                                          |
|------|-------|--------------------------------------------------------------------------|
| 교육과정 | 성취 기준 | [12과사02-04]<br>감염병이 사회에 영향을 미친 대표적인 사례를 찾고, 과학이 사회 문제 해결에 기여함을 인식할 수 있다. |
|      | 탐구 활동 | -                                                                        |

|      |                     |
|------|---------------------|
| 학습주제 | 역사 속 감염병 대응 백서 제작하기 |
|------|---------------------|

|       |                  |
|-------|------------------|
| 수업 모형 | 과학-기술-사회(STS) 학습 |
|-------|------------------|

|      |       |                                                                                                 |
|------|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 학습목표 | 총괄목표  | 역사 속 주요 감염병 대응 사례에 나타난 과학의 사회적 역할을 통합적으로 이해하고, 이를 바탕으로 미래 공중 보건 위기에 책임감 있게 참여하는 민주 시민의 태도를 기른다. |
|      | 지식·이해 | 주요 감염병(페스트, 천연두, 콜레라 등)이 인류 사회에 미친 영향을 설명하고, 이를 극복하는 과정에서 세균설, 백신, 역학 등 과학의 결정적 역할을 설명할 수 있다.   |
|      | 과정·기능 | 역사적 감염병 대응의 성공 및 실패 사례를 조사·분석하여, 미래 신종 감염병에 대비하기 위한 과학적, 사회적 대응 방안을 담은 '백서'를 제작하여 제안할 수 있다.     |
|      | 가치·태도 | 과학이 사회 문제 해결에 기여하는 가치를 인식하고, 미래 공중 보건 위기 상황에서 공동체의 안전을 위해 능동적으로 참여하려는 책임감 있는 자세를 지닌다.           |

## 2

## 교수·학습 활동 및 평가 계획

## 가. 교수·학습 활동 적용 모형

| 수업 모형 | 과학-기술-사회(STS) 학습                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 특징    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 학생들의 실제 삶과 밀접한 사회적 문제를 중심으로, 이와 관련된 과학 원리를 탐구하고 기술적 해결방안을 모색하는 과정을 통해 종합적인 문제해결 능력을 기르는 수업 모형이다.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 적용 이유 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 과학의 발견(세균설, 백신)이 기술적 발전(공중 보건 시스템)으로 이어져 사회의 위기를 극복해 온 과정을 다루는 전형적인 STS 주제이다. 따라서 과학, 기술, 사회의 상호작용을 탐구하는 이 모형의 목표와 완벽하게 일치한다.</li> <li>• STS 모형의 단계는 '백서 제작' 프로젝트 과정을 논리적으로 구현하는 최적의 경로를 제공한다. 학생들은 감염병이라는 사회 문제 인식에서 출발하여, 역사 속 과학적 대응 사례를 탐색하고, 이를 바탕으로 미래를 위한 제언을 담은 백서를 제작하는 실행 단계에 이름으로써 성취기준이 요구하는 능동적 문제 해결 자세를 자연스럽게 체득할 수 있다.</li> <li>• 이 모형은 학생들이 과학적 사실(백신의 원리)뿐만 아니라, 그 기술이 적용되는 과정에서 발생한 사회적 쟁점(방역과 개인의 자유)까지 종합적으로 탐색하도록 유도한다. 이를 통해 학생들은 과학기술을 다각적이고 균형 잡힌 시각으로 바라보는 책임감 있는 민주 시민의 소양을 기를 수 있다.</li> </ul> |

## 나. 평가 계획

| 평가 유형  | 적용 방법                                                                                                                                                 |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 관찰평가   | 교사는 [체크리스트]를 활용하여, STS 학습 모형의 탐색 단계에서 학생들이 역사 속 감염병 사례를 조사하고 과학의 역할을 분석하는 과정을 관찰하며, 해결방안 제시 단계의 모둠 토의에서 미래 대응 방안을 모색하며 보여주는 책임감 있는 참여 자세를 종합적으로 평가한다. |
| 동료평가   | 최종 '백서' 발표 및 공유 단계에서 [동료평가표]를 활용하여, 다른 모둠의 발표 내용이 역사적 사실과 과학 원리에 근거했는지, 제안하는 해결방안이 논리적이고 설득력이 있는지, 그리고 토론에 임하는 존중과 협력의 자세를 상호 평가하도록 한다.               |
| 활동지 평가 | 학생들이 최종적으로 제출한 활동지를 [평가기준표]에 따라 채점하여 총괄 목표 도달도를 종합적으로 평가한다.                                                                                           |

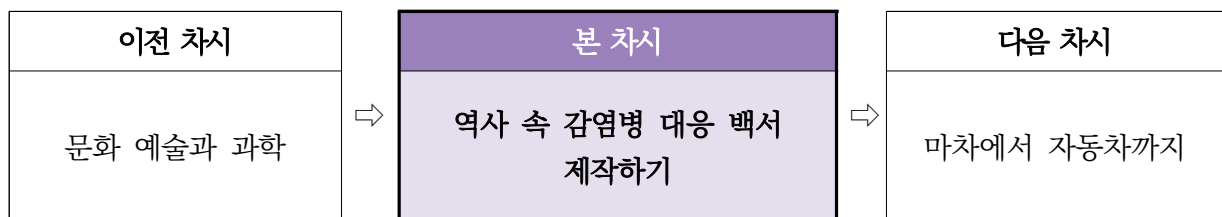
## 3

## 수업 평가 흐름도

## ■ 학습 주제: 역사 속 감염병 대응 백서 제작하기

| 단계                    | 교수·학습 활동                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 평가<br>주체     | 평가 방법                                |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------------------------------|
| 1<br>2<br>3<br>차<br>시 | <b>문제<br/>의<br/>초대</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>영상 시청을 통한 문제 상황 인식               <ul style="list-style-type: none"> <li>COVID-19, 스페인 독감 등 팬데믹 관련 영상 시청 후 “인류는 어떻게 위기를 극복했으며, 미래를 위해 무엇을 배워야 할까?”라는 핵심 질문으로 문제 상황 제시</li> </ul> </li> <li>학습 목표 확인 및 최종 과제(백서 제작) 안내</li> </ul>           | -            | -                                    |
|                       | <b>탐색</b> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>[활동 1] 역사 속 감염병 사례 탐구</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>모둠별로 특정 감염병(페스트, 천연두, 콜레라 등)을 맡아 사회·문화적 영향과 과학의 역할을 심층 조사</li> <li>백서의 기초 자료가 될 [활동지(1)] 작성</li> </ul> </li> </ul>                                                                 | 교사           | 관찰평가<br>[체크리스트]                      |
|                       | <b>설명<br/>및<br/>해결<br/>방안<br/>제시</b> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>[활동 2] 백서 핵심 내용 구성 및 제작</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>탐색 단계의 조사 내용을 바탕으로 과학적 대응의 공통 원리와 시대적 변화를 분석 및 토의</li> <li>미래 대응 방안을 포함한 백서의 개요 작성 및 제작</li> <li>전체 활동 과정에 대한 성찰 및 [활동지(2)] 작성</li> </ul> </li> </ul> | 교사           | 관찰평가<br>[체크리스트]                      |
|                       | <b>실행</b> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>[활동 3] 백서 발표 및 상호 피드백</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>완성된 ‘[활동지(2)] 역사 속 감염병 대응 백서’ 발표 및 공유</li> <li>전체 활동 성찰 및 학습 내용 정리</li> </ul> </li> </ul>                                                                                          | 동료<br><br>교사 | 동료평가<br>[동료평가표]<br>활동지 평가<br>[평가기준표] |

## ■ 수업 연계도



## 가. 수업 지도안

| 단계                                                    | 교수·학습 활동                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 도구 및 자료                                                                      |
|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| 문<br>제<br>로<br>의<br>초<br>대<br><br>도<br>입<br>(10<br>분) | <p> <b>호기심 유발 및 문제 인식</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- COVID-19 팬데믹 당시의 사회상과 역사 속 팬데믹(페스트, 스페인 독감 등) 장면을 교차 편집한 영상을 제시하며 발문한다.</li> <li>- "인류는 어떻게 이러한 대위기에서 살아남았고, 우리는 미래의 '팬데믹 X'를 막기 위해 역사로부터 무엇을 배워야 할까요?"</li> </ul> <p> <b>영상 시청 및 생각 나누기</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 영상을 시청하며 감염병이 사회에 미치는 영향을 직관적으로 느낀다.</li> <li>- 교사의 질문에 대해 짝 또는 모둠별로 자신의 생각과 느낌을 자유롭게 나눈다.</li> </ul> <p> <b>학습 목표 및 최종 과제 안내</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 오늘의 학습 목표를 안내하고, 최종 목표가 '역사 속 감염병 대응 백서'를 제작하는 것임을 명확히 제시한다.</li> <li>- STS 학습 모형의 단계에 따라 수업이 진행될 것임을 안내하며 학습 과정을 구조화한다.</li> </ul>                                | <p>   PPT</p> <p>   영상자료</p>                                                 |
| 전<br>개<br><br>탐<br>색<br>(90<br>분)                     | <p><b>[활동 1] 역사 속 감염병 사례 탐구</b></p> <p> <b>활동지 배부 및 탐색 안내</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- [활동지(1)]을 배부하고, 모둠별로 탐구할 역사적 감염병(①페스트, ②천연두, ③콜레라, ④스페인 독감)을 지정해 준다.</li> <li>- 교과서, 참고 기사 등 신뢰도 있는 자료를 바탕으로 '사회·문화적 영향'과 '과학의 역할' 두 측면을 깊이 있게 조사하도록 안내한다.</li> </ul> <p> <b>모둠별 협력 탐구 및 [활동지(1)] 작성</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 모둠원들과 역할을 분담하여 맡은 감염병 사례를 심층적으로 탐색한다.</li> <li>- 조사한 내용을 [활동지(1)]에 체계적으로 정리하며, 다음 단계인 백서 제작을 위한 핵심 논거를 마련한다.</li> </ul> <p> <b>관찰평가(1)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 교사는 모둠을 순회하며 [체크리스트]를 활용하여 학생들의 자료 탐색 능력, 협력적 토의 태도, 핵심 내용 분석 과정을 평가하고 학생 수준별 맞춤형 피드백을 한다.</li> </ul> | <p><b>[활동지(1)]</b></p> <p>   참고 기사</p> <p>   스마트기기</p> <p><b>[체크리스트]</b></p> |

|                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                    |
|------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| 설<br>명<br>및<br>해<br>결<br>방<br>안<br>의<br>제<br>시 | <p><b>[활동 2] 백서 핵심 내용 구성 및 제작</b></p> <p> <b>종합 분석 및 제작 안내</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 탐구한 내용을 바탕으로 '과학적 대응 방식의 발전 과정'이라는 큰 틀에서 종합하고, 미래를 위한 제언을 도출하도록 안내한다.</li> <li>- 최종 산출물이 될 [활동지(2)] 백서 템플릿을 제공하고 작성법을 안내한다.</li> </ul> <p> <b>토의 및 [활동지(2)] 백서 제작</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- [활동지(1)]의 내용을 바탕으로 역사적 교훈을 도출하고, 미래 감염병 대응을 위한 과학·사회적 제언을 토의한다.</li> <li>- 토의 결과를 [활동지(2)]에 '백서' 형식으로 논리적으로 작성한다.</li> </ul> <p> <b>관찰평가(2)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 교사는 백서 제작 과정에서 드러나는 학생들의 비판적 사고력, 융합적 문제 해결력 등을 [체크리스트]를 활용하여 평가하고 학생 수준별로 맞춤형 피드백을 한다.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <p><b>【활동지(2)】</b></p> <p><b>【체크리스트】</b></p>                       |
| 정<br>리<br><br>(50<br>분)<br><br>실<br>행          | <p><b>[활동 3] 백서 발표 및 상호 피드백</b></p> <p> <b>백서 발표 및 동료평가</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 완성된 [활동지(2)]를 바탕으로, 모둠별 '감염병 대응 백서'의 핵심 내용을 발표한다.</li> <li>- 다른 모둠의 발표를 경청하며 [동료평가표]에 근거하여 핵심 내용과 장점을 기록하고, 건설적인 질문이나 의견을 제시한다.</li> </ul> <p> <b>동료평가</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 학생들은 [동료평가표]를 활용하여 발표의 논리성, 설득력, 대안의 창의성 등을 상호 평가한다.</li> </ul> <p> <b>총평 및 심화 발문</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 학생들의 발표와 동료평가 내용을 종합하여 우수 사례를 칭찬하고 수업 전체의 핵심(과학의 사회적 역할)을 정리한다.</li> <li>- "미래의 팬데믹 상황에서 과학을 아는 시민으로서 우리는 어떤 역할을 해야 할까요?"와 같은 발문으로 학생들의 사고를 확장한다.</li> </ul> <p> <b>학습 성찰 및 과제 제출</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 토의에 참여하며 학습 내용을 최종적으로 내면화하고, 완성된 [활동지(2)]를 제출한다.</li> </ul> <p> <b>활동지 평가</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 교사는 최종 제출된 [활동지(2)]를 [평가기준표]에 따라 종합적으로 평가한다.</li> </ul> | <p><b>【활동지(2)】</b></p> <p><b>【동료평가표】</b></p> <p><b>【평가기준표】</b></p> |

## 나-1. 활동지(1): STS 탐구 보고서

### STS 탐구 보고서 - 역사 속 감염병 Case File

( )학년 ( )반 ( )번 모둠명: ( ) 이름: ( )

#### 목표

- 주요 감염병이 인류 사회에 미친 영향을 설명하고, 이를 극복하는 과정에서 과학의 결정적 역할을 설명할 수 있다.
- 역사적 감염병 대응 사례를 조사·분석하여, 최종 백서 제작을 위한 기초 자료를 마련할 수 있다.

#### 탐구하기

✓ [Mission 1] 우리 모듬의 팬데믹 사건 파일을 분석하라!

👉 우리 모듬에 배정된 역사적 감염병에 대해, 아래 항목에 따라 조사하여 정리해 봅시다.

| 구분                               | 조사 및 분석 내용                           |
|----------------------------------|--------------------------------------|
| 조사 대상<br>감염병                     | [모듬에 배정된 감염병 이름: 예) 콜레라]             |
| 과학적 원인<br>및 특징<br>(병원체 등)        | [감염병의 원인과 전파 방식 등을 과학적으로 서술]         |
| 사회·문화에<br>미친<br>부정적 영향           | [당시 사회에 어떤 부정적 영향을 미쳤는지 구체적으로 서술]    |
| 과학의 역할<br>및 대응                   | [이 문제를 해결하는 데 과학이 어떤 결정적 역할을 했는지 서술] |
| 핵심 근거<br>자료<br>(통계, 지도,<br>기록 등) | [조사 내용의 신뢰도를 보여주는 자료의 출처나 내용 요약]     |

✓ [Mission 2] 백서 작성을 위한 핵심 요점 정리하기

- [Mission 1]의 탐구 내용을 바탕으로, 최종 백서에 반영될 우리 모듬의 핵심 발견 사항(Key Finding)을 한 문장으로 정리하고, 이를 뒷받침할 핵심 근거 2가지를 요약해 붙인다.

〈핵심 발견(Key Finding)〉

- 우리 모듬이 탐구한 감염병 대응 사례의 가장 중요한 역사적 의의 또는 미래 팬데믹 대비를 위한 시사점

👉 핵심 근거(1) - 과학적 대응

👉 핵심 근거(2) - 사회적 변화

👉 핵심 근거(3) - 기타

## 나-2. 활동지(2)

### 역사 속 감염병 대응 백서 및 성찰 기록지

( )학년 ( )반 ( )번 모둠명: ( ) 이름: ( )

#### 목표

- 미래 신종 감염병에 대비하기 위한 과학적, 사회적 대응 방안을 담은 '백서'를 제작하여 제안할 수 있다.
- 과학이 사회 문제 해결에 기여하는 가치를 인식하고, 책임감 있는 자세를 지닌다.

#### 탐구하기

##### ✓ [Mission 1] 생각을 깊게, 시야를 넓게!

- 지금까지 탐구하고 토론한 내용을 바탕으로, 아래 질문에 대한 자신의 생각을 정리해 봅시다.

- 👉 1. 존 스노는 '미아즈마(독기설)'라는 당시의 지배적인 믿음에 맞서 데이터로 콜레라의 원인을 증명했습니다. 만약 오늘날 COVID-19와 같은 신종 감염병이 발생했을 때, 과학적으로 증명되지 않은 주장이 퍼진다면 '과학을 아는 시민'으로서 어떻게 행동해야 할지 자신의 생각을 서술해 봅시다.

- 👉 2. 백신 개발은 수많은 생명을 구했지만, 역사적으로 백신 접종을 둘러싼 사회적 갈등(예: 접종 거부 운동)도 존재했습니다. '개인의 선택의 자유'와 '공동체의 안전'이라는 가치가 충돌할 때, 과학기술의 사회적 적용은 어떤 원칙을 따라야 한다고 생각하는지 자신의 견해를 구체적인 근거를 들어 서술해 봅시다.

✓ [Mission 2] 미래를 위한 제언: 역사 속 감염병 대응 백서(白書) 완성하기

👉 지금까지 탐구하고 토론한 내용을 종합하여, 미래 세대를 위한 '역사 속 감염병 대응 백서'의 핵심 내용을 아래 표에 완성해 봅시다.

|     |                                   |
|-----|-----------------------------------|
| 제목  |                                   |
| 서론  | [우리는 왜 역사를 돌아봐야 하는가?]             |
| 본론1 | [역사 속 팬데믹과 과학의 대응] - 모듈별 탐구 내용 요약 |
| 본론2 | [역사로부터 얻은 교훈] - 성공과 실패의 원인 분석     |
| 결론  | [미래 팬데믹 X 대비를 위한 3대 원칙 제언]        |

✓ [Mission 3] 동료와 함께 성장하기: 건설적인 피드백 주고받기

- 다른 모듈의 발표를 감상하고, 아래 표에 본받을 점과 제안할 점을 구체적으로 작성하여 공유해 봅시다.

|       |  |
|-------|--|
| 평가 모듈 |  |
| 본받을 점 |  |
| 제안할 점 |  |

## 다-1. 예시 답안 및 채점 기준(1)

### STS 탐구 보고서 - 역사 속 감염병 Case File

( )학년 ( )반 ( )번 모둠명: ( ) 이름: ( )

#### 목표

- 주요 감염병이 인류 사회에 미친 영향을 설명하고, 이를 극복하는 과정에서 과학의 결정적 역할을 설명할 수 있다.
- 역사적 감염병 대응 사례를 조사·분석하여, 최종 백서 제작을 위한 기초 자료를 마련할 수 있다.

#### 탐구하기

✓ [Mission 1] 우리 모듬의 팬데믹 사건 파일을 분석하라!

👉 우리 모듬에 배정된 역사적 감염병에 대해, 아래 항목에 따라 조사하여 정리해 봅시다.

| 구분                               | 조사 및 분석 내용                                                                                                                                                                            |
|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 조사 대상<br>감염병                     | [모듬에 배정된 감염병 이름: 예) 콜레라]<br>콜레라 (Cholera)                                                                                                                                             |
| 과학적 원인<br>및 특징<br>(병원체 등)        | [감염병의 원인과 전파 방식 등을 과학적으로 서술]<br>콜레라균(Vibrio cholerae)에 오염된 물이나 음식을 섭취하여 발생하는 급성 설사 질환. 전파 속도가 매우 빠르고 심한 탈수로 사망에 이를 수 있음. 당시에는 '나쁜 공기 (미아즈마)'가 원인이라는 오개념이 지배적이었음                       |
| 사회·문화에<br>미친<br>부정적 영향           | [당시 사회에 어떤 부정적 영향을 미쳤는지 구체적으로 서술]<br>19세기 산업혁명기 도시의 비위생적 환경과 맞물려 폭발적으로 유행함. 런던에서만 수만 명이 사망하는 등 높은 사망률로 사회적 공포를 유발했으며, 이는 계층 갈등과 도시 기반 시설의 문제를 드러내는 계기가 됨                              |
| 과학의 역할<br>및 대응                   | [이 문제를 해결하는 데 과학이 어떤 결정적 역할을 했는지 서술]<br>존 스노가 사망자 발생 지역을 지도에 표시하는 역학 조사를 통해 특정 펌프의 물이 오염원임을 증명함. 이는 감염병의 원인을 과학적 데이터와 통계로 규명한 최초의 사례로, '근대 역학'의 시작이 됨. 이후 공중 보건법 제정 등 사회 시스템 개선으로 이어짐 |
| 핵심 근거<br>자료<br>(통계, 지도,<br>기록 등) | [조사 내용의 신뢰도를 보여주는 자료의 출처나 내용 요약]<br>- 존 스노의 1854년 런던 소호 지역 콜레라 사망자 분포 지도<br>- 에드윈 채드윅의 『대영 제국 노동 인구의 위생 상태에 대하여』 보고서 (1842)                                                           |

✓ [Mission 2] 백서 작성을 위한 핵심 요점 정리하기

- [Mission 1]의 탐구 내용을 바탕으로, 최종 백서에 반영될 우리 모듬의 핵심 발견 사항(Key Finding)을 한 문장으로 정리하고, 이를 뒷받침할 핵심 근거 2가지를 요약해 봅시다.

〈핵심 발견(Key Finding)〉

- 우리 모듬이 탐구한 감염병 대응 사례의 가장 중요한 역사적 의의 또는 미래 팬데믹 대비를 위한 시사점

콜레라 유행은 감염병의 원인을 미신이 아닌 과학적 데이터 분석으로 규명하는 '역학'을 탄생시켰고, 이는 현대 공중 보건 시스템의 기초가 되어 미래 팬데믹에 대한 과학적이고 데이터 기반의 접근이 필수적임을 시사한다.

👉 핵심 근거(1) - 과학적 대응

존 스노는 사망자 발생 지점을 지도에 표시하는 '공간 역학' 기법을 최초로 사용하여, 특정 펌프를 중심으로 사망자가 집중된다는 데이터 패턴을 발견하고 오염된 물이 원인임을 과학적으로 입증했다.

👉 핵심 근거(2) - 사회적 변화

존 스노의 과학적 증명과 채드윅의 보고서는 영국 사회가 상하수도 시설을 정비하고 '공중 보건법'을 제정하는 계기가 되어, 개인의 질병 문제를 사회 시스템으로 해결하는 패러다임의 전환을 이끌었다.

👉 핵심 근거(3) - 기타

## 다-2. 예시 답안 및 채점 기준(2)

### 역사 속 감염병 대응 백서 및 성찰 기록지

( )학년 ( )반 ( )번 모둠명: ( ) 이름: ( )

#### 목표

- 미래 신종 감염병에 대비하기 위한 과학적, 사회적 대응 방안을 담은 '백서'를 제작하여 제안할 수 있다.
- 과학이 사회 문제 해결에 기여하는 가치를 인식하고, 책임감 있는 자세를 지닌다.

#### 탐구하기

##### ✓ [Mission 1] 생각을 깊게, 시야를 넓게!

- 지금까지 탐구하고 토론한 내용을 바탕으로, 아래 질문에 대한 자신의 생각을 정리해 봅시다.

- 👉 1. 존 스노는 '미아즈마(독기설)'라는 당시의 지배적인 믿음에 맞서 데이터로 콜레라의 원인을 증명했습니다. 만약 오늘날 COVID-19와 같은 신종 감염병이 발생했을 때, 과학적으로 증명되지 않은 주장이 퍼진다면 '과학을 아는 시민'으로서 어떻게 행동해야 할지 자신의 생각을 서술해 봅시다.

먼저, 해당 주장의 근거가 무엇인지 비판적으로 살펴보겠습니다. 신뢰할 수 있는 과학 기관이나 전문가의 연구 결과인지, 아니면 개인의 경험이나 소문에 기반한 것인지 출처를 확인하는 것이 중요합니다. 그리고 SNS 등을 통해 선불리 해당 정보를 공유하거나 비난에 동참하기보다는, 공인된 기관(질병관리청 등)의 공식 발표나 교차 검증된 언론 보도를 기다리며 사실관계를 파악하는 신중한 태도를 유지하겠습니다. 또한, 주변 사람들이 잘못된 정보로 불안해한다면, 제가 아는 과학적 사실을 바탕으로 차분하게 설명하고 올바른 정보 채널을 알려주는 역할을 하겠습니다.

- 👉 2. 백신 개발은 수많은 생명을 구했지만, 역사적으로 백신 접종을 둘러싼 사회적 갈등(예: 접종 거부 운동)도 존재했습니다. '개인의 선택의 자유'와 '공동체의 안전'이라는 가치가 충돌할 때, 과학기술의 사회적 적용은 어떤 원칙을 따라야 한다고 생각하는지 자신의 견해를 구체적인 근거를 들어 서술해 봅시다.

과학기술의 사회적 적용은 '공동체 안전 우선의 원칙'을 따라야 한다고 생각합니다. 개인의 선택의 자유는 존중되어야 하지만, 그 선택이 타인의 생명과 건강, 그리고 사회 전체의 안정을 심각하게 위협할 수 있다면 제한될 수밖에 없습니다. 감염병 상황에서 백신 접종은 나 자신을 보호하는 동시에, 전파의 고리를 끊어 의료 체계가 붕괴되는 것을 막고 노약자 등 고위험군을 보호하는 굳센 사회적 안전망 역할을 하기 때문입니다. 따라서 국가는 과학적 근거를 바탕으로 백신의 효과와 안전성을 시민들에게 투명하게 공개하고 부작용에 대한 책임이 있다고 생각합니다.

✓ [Mission 2] 미래를 위한 제언: 역사 속 감염병 대응 백서(白書) 완성하기

👉 지금까지 탐구하고 토론한 내용을 종합하여, 미래 세대를 위한 '역사 속 감염병 대응 백서'의 핵심 내용을 아래 표에 완성해 봅시다.

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 제목  | 과거로부터의 경고: 미래 팬데믹 대비를 위한 과학적 대응 전략                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 서론  | [우리는 왜 역사를 돌아보아야 하는가?]<br>인류의 역사는 감염병과의 투쟁의 역사였다. 페스트가 중세의 사회 구조를 무너뜨렸고, 스페인 독감이 제1차 세계대전보다 더 많은 희생자를 낳았다. 역사는 반복되며, 신종 감염병 '팬데믹 X'는 언제든지 우리를 위협할 수 있다. 따라서 과거의 실패와 성공 사례를 면밀히 분석하여 미래를 대비하는 것은 우리의 역사적 책무이다.                                                                                                                                                                                      |
| 본론1 | [역사 속 팬데믹과 과학의 대응] - 모듬별 탐구 내용 요약<br>- (콜레라) 비위생적 도시 환경 속에서 유행했으며, 존 스노의 '역학'이라는 새로운 과학적 방법론으로 극복의 실마리를 찾았다.<br>- (천연두) 높은 치사율로 인류를 위협했으나, 에드워드 제너의 '백신' 개발을 통해 인류가 최초로 박멸한 감염병이 되었다.<br>... (이하 각 모듬의 탐구 내용 요약) ...                                                                                                                                                                               |
| 본론2 | [역사로부터 얻은 교훈] - 성공과 실패의 원인 분석<br>(성공 요인) 감염병 극복의 결정적 순간에는 항상 '과학적 사고의 전환'이 있었다. 미아즈마설을 데이터로 반박한 역학, 세균설의 확립, 백신의 개발 등 과학적 돌파구가 마련되었을 때 인류는 비로소 대응의 주도권을 잡을 수 있었다.<br>(실패 요인) 과학적 사실보다 미신과 공포가 앞설 때, 사회적 차별과 혐오가 만연할 때 대응은 실패했다. 또한, 초기 대응의 실패와 국제적 공조의 부재는 항상 피해를 키웠다.                                                                                                                             |
| 결론  | [미래 팬데믹 X 대비를 위한 3대 원칙 제언]<br>1. 과학 기반의 신속·투명한 소통: 위기 발생 시, 정부와 과학계는 모든 정보를 투명하게 공개하고, 가짜뉴스에 대응하며 과학적 사실에 기반한 단일한 메시지로 국민과 소통해야 한다.<br>2. 글로벌 데이터 공유 및 공조 시스템 구축: 바이러스 유전자 정보, 임상 데이터 등을 신속하게 공유하는 국제적 플랫폼을 구축하고, 백신 및 치료제 개발과 분배에 있어 선진국과 개발도상국이 협력하는 글로벌 공조 체계를 강화해야 한다.<br>3. 시민 과학 소양 교육 강화: 모든 시민이 감염병의 과학적 원리를 이해하고, 방역 정책의 필요성을 공감하며, 잘못된 정보를 비판적으로 분별할 수 있도록 평생 교육 차원에서 과학 소양 교육을 강화해야 한다. |

✓ [Mission 3] 동료와 함께 성장하기: 건설적인 피드백 주고받기

- 다른 모듬의 발표를 감상하고, 아래 표에 본받을 점과 제안할 점을 구체적으로 작성하여 공유해 봅시다.

|       |                                                                                                                                       |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 평가 모듬 | (예시) '천연두' 탐구 모듬                                                                                                                      |
| 본받을 점 | (예시) 제너의 '우두법'이 단순한 민간요법이 아니라, 가설 설정과 실험을 통해 증명된 과학적 성과임을 명확히 설명해 준 점이 인상 깊었습니다. 특히 '최초의 백신'이라는 역사적 의미를 잘 강조해서 이해가 쉬웠습니다.             |
| 제안할 점 | (예시) 우두법이 보급될 당시, 사람들의 반대는 없었는지 궁금합니다. 새로운 과학기술이 사회에 받아들여질 때 겪는 저항이나 갈등 사례를 추가로 조사해서 알려주면 '과학과 사회의 상호작용'이라는 측면을 더 깊이 이해할 수 있을 것 같습니다. |

## 라. 평가 기준

### [체크리스트]

| 평가 영역 | 평가 요소       | 평가 기준                                                                          | 척도 |   |   |
|-------|-------------|--------------------------------------------------------------------------------|----|---|---|
|       |             |                                                                                | 상  | 중 | 하 |
| 과정·기능 | 자기주도적 탐구 능력 | 교과서, 디지털 자료 등을 활용하여 맡은 감염병 사례의 핵심 정보를 주도적으로 탐구하고 분석하는가?                        |    |   |   |
|       | 협력적 의사소통    | 자신의 조사 내용을 명확히 설명하고, 동료의 의견을 경청하며 협력적으로 더 나은 대안(백서)을 만들어 가는가?                  |    |   |   |
| 가치·태도 | 과제 집착력      | 맡은 역할에 책임감을 갖고, 완성도 높은 결과물을 만들기 위해 끝까지 적극적으로 참여하는가?                            |    |   |   |
|       | 비판적 사고 시도   | 역사적 사실을 단순히 나열하는 것을 넘어, 과학적 대응의 의미와 한계를 비판적으로 분석하고, 미래 사회의 관점에서 성찰하는 태도를 보이는가? |    |   |   |

### 👉 [평가기준표] 활동지(1)

| 미션     | 채점 요소           | 척도 | 평가 기준                                                |
|--------|-----------------|----|------------------------------------------------------|
| 1<br>2 | 핵심 내용 이해도 및 분석력 | 상  | 역사적 사실과 과학 원리(세균설, 백신, 역학 등)를 매우 정확하고 깊이 있게 분석하여 서술함 |
|        |                 | 중  | 핵심 내용을 대부분 정확하게 서술했으나, 일부 분석의 깊이가 부족하거나 근거 제시가 미흡함   |
|        |                 | 하  | 내용에 오류가 있거나, 질문의 의도와 다른 내용을 서술함                      |

### 👉 [평가기준표] 활동지(2)

| 미션 | 채점 요소            | 척도 | 평가 기준                                                                 |
|----|------------------|----|-----------------------------------------------------------------------|
| 1  | 성찰의 진정성 및 가치 내면화 | 상  | (서술형 문항) 자신의 주장을 뒷받침하는 근거를 명확하고 논리적으로 제시했으며, 반대 입장을 고려한 균형 잡힌 성찰이 돋보임 |
|    |                  | 중  | 주장을 서술했으나, 근거가 다소 미흡하거나 논리적 연결성이 부족함                                  |
|    |                  | 하  | 주장이 명확하지 않거나, 근거 없이 감정적으로 서술함                                         |

| 미션 | 채점 요소           | 척도 | 평가 기준                                                              |
|----|-----------------|----|--------------------------------------------------------------------|
| 2  | 논리적 분석 및 문제 해결력 | 상  | 역사로부터 얻은 교훈을 논리적으로 분석하고, 이를 바탕으로 미래 대비 3대 원칙을 매우 창의적이고 실현 가능하게 제안함 |
|    |                 | 중  | 역사적 교훈을 바탕으로 합리적인 원칙을 제안했으나, 독창성이나 구체성이 다소 부족함                     |
|    |                 | 하  | 제시된 원칙이 탐구 내용과 연관성이 부족하거나 실효성이 낮음                                  |

#### [동료평가표] 모둠내/모둠간

| 평가 항목     | 평가 기준                                                 | 척도 |   |   |
|-----------|-------------------------------------------------------|----|---|---|
|           |                                                       | 상  | 중 | 하 |
| 내용의 타당성   | 발표 내용이 신뢰할 수 있는 역사적, 과학적 사실에 근거하고 있는가?                |    |   |   |
| 분석의 논리성   | 역사적 사례 분석을 통해 도출한 교훈과 미래 제안이 논리적으로 연결되는가?             |    |   |   |
| 제안의 창의성   | 미래 팬데믹 대비를 위한 3대 원칙이 독창적이고 실용적인 가치를 지니는가?             |    |   |   |
| 협력적 토론 태도 | 발표 과정에서 모둠원들의 역할 분담이 적절하고, 다른 의견을 존중하며 진지하게 토론에 임했는가? |    |   |   |

#### 생활기록부 '과목별 세부능력 및 특기사항' 작성 예시

'역사 속 감염병 대응 백서 제작하기' 수업에서 과학이 공중 보건 위기라는 사회 문제를 해결하는 과정을 탐구함. 특히 '콜레라' 사례 탐구에서 존 스노의 역학 조사 방식을 현대의 빅데이터 기반 감염 경로 추적과 비교 분석하며 역사적 사실로부터 현대적 의미를 이끌어내는 뛰어난 자료 분석 능력과 비판적 사고력을 보여줌. 나아가 '백서' 제작 과정에서 '과학적 사실의 투명한 공개와 시민 소양 교육의 중요성'을 미래 팬데믹 대응 원칙으로 제안하며, 복잡한 사회 문제에 대한 구체적인 해결방안을 모색하는 융합적 사고력을 증명함

## 마. 학생 수준별 수업 및 활동 자료 피드백

### 학생 수준별 수업 자료 및 활동

| 수준 | 학습자 특성                                                                                                                                                 | 수업 자료 및 활동                                                                                                                                                                                      |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 상  | <ul style="list-style-type: none"> <li>제시된 과제를 넘어, 역사적 감염병 대응 사례를 현대 사회의 다른 보건 문제(예: 항생제 내성, 기후 변화와 질병)와 연결하여 비판적으로 사고하는 능력이 뛰어남</li> </ul>            | <ul style="list-style-type: none"> <li>역사 속 과학적 대응 사례(백신, 역학)와 사회적 대응 사례(공중보건법, 국제 공조)를 분석하여, 미래 신종 감염병 발생 시 UN과 같은 국제기구가 즉시 시행해야 할 과학기술 정책과 사회 시스템 정책을 구체적으로 제안하는 보고서를 작성하는 과제를 제시함</li> </ul> |
| 중  | <ul style="list-style-type: none"> <li>개별 감염병 사례의 사실 관계(원인, 결과 등)는 잘 파악하나, 이를 종합하여 '과학 발전과 사회 변화'라는 거시적인 관점으로 연결하거나, 자신의 논리를 구성하는 데 어려움을 겪음</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>'제너의 백신은 어떻게 사람들의 '질병'에 대한 생각을 바꾸었을까?', '존 스노의 지도는 왜 총이나 칼보다 더 강력한 무기가 되었을까?' 등 각 사례의 핵심 의미를 연결해주는 질문 카드를 제공하여, 다각적인 사고를 통해 백서의 내용을 심화하도록 지원함</li> </ul> |
| 하  | <ul style="list-style-type: none"> <li>방대한 텍스트 자료에서 핵심 정보를 찾아내거나, 찾은 정보를 자신의 역할에 맞게 정리하여 모둠 활동에 기여하는 것을 어려워함</li> </ul>                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>'감염병 이름', '유행 시기 및 장소', '핵심 과학자/사건', '결정적 해결책(과학/기술)', '그로 인한 사회 변화' 등의 항목으로 구성된 구조화된 표를 제공하여, 정보 탐색의 부담을 줄이고 토론의 핵심 논거를 체계적으로 정리할 수 있도록 지원함</li> </ul>  |

### 학생 수준별 피드백 방안

| 수준 | 학생의 특징 또는 행동                                                                                                                            | 피드백 예시                                                                                                                                                                                                                                            |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 상  | <ul style="list-style-type: none"> <li>존 스노의 콜레라 지도를 현대의 빅데이터 기반 감염병로 추적 시스템과 연결하는 등, 시대를 초월한 통찰력 있는 분석을 제시함</li> </ul>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>존 스노의 지도와 현대의 GPS 추적 기술을 연결하다니, 정말 놀라운 통찰력입니다! 그렇다면, 두 기술 모두 '데이터'를 활용하지만, 그 과정에서 발생하는 '개인의 사생활 보호'라는 윤리적 문제의 무게는 어떻게 다를까요? 현대 사회에서는 기술의 효용성과 개인의 권리 사이의 균형을 맞추기 위해 어떤 사회적 합의가 필요할지 함께 이야기해볼까요?</li> </ul> |
| 중  | <ul style="list-style-type: none"> <li>'천연두는 제너가 우두법으로 해결했다'라는 사실 관계는 정확히 찾아내지만, 그 의미를 더 깊이 분석하거나 다른 사례와 연결하는 것을 주저함</li> </ul>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>제너가 우두법으로 천연두를 정복하는 데 기여했다는 핵심 사실을 정확히 찾아주었네요. 아주 좋은 출발이에요. 그렇다면, 이 발견이 왜 그렇게 위대했을까요? 당시 사람들은 질병을 '신의 벌'이라고 생각했는데, 제너의 발견이 그 생각을 어떻게 바꾸었는지 우리 '페스트'를 조사한 친구의 이야기와 연결해서 생각해볼까요?</li> </ul>                  |
| 하  | <ul style="list-style-type: none"> <li>모둠 내에서 자료 검색이나 그림 찾기 등 주어진 역할은 성실히 수행하나, 전체적인 탐구의 흐름을 이해하지 못하고 자신의 활동이 왜 중요한지 인식하지 못함</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>우리 모둠 백서에 들어갈 19세기 런던의 비위생적인 거리 사진을 정말 잘 찾아주었군요! 이 사진 한 장 덕분에 콜레라가 왜 그렇게 순식간에 퍼질 수밖에 없었는지 모듬원 모두가 바로 이해할 수 있었어요. 이렇게 생생한 시각 자료를 찾아주는 역할이 없었다면 우리 백서의 설득력이 훨씬 떨어졌을 거예요. 정말 결정적인 기여를 해냈어요!</li> </ul>        |

## 1. [도입] 문제 상황 인식을 위한 영상 자료

## || KBS 다큐 인사이트 - 바이러스 전쟁 1부: 바이러스 X

- 내용: 이 다큐멘터리는 스페인 독감부터 COVID-19까지 인류를 위협해 온 바이러스의 역사를 추적하며, 인수공통감염병의 출현 원인과 미래 '바이러스 X'의 가능성을 경고합니다. 특히 박쥐 등 야생 동물 서식지 파괴가 어떻게 신종 바이러스를 인간 사회로 불러오는지 생생하게 보여줍니다.
- 활용: 수업 도입부에서 5분 내외의 하이라이트 영상을 시청하며, 감염병이 더 이상 과거의 역사가 아닌 현재와 미래의 문제임을 직시하게 합니다. 영상 시청 후, "영상에서 경고하는 미래의 '팬데믹 X'를 막기 위해, 우리는 과거 역사로부터 무엇을 배울 수 있을까요?"라는 핵심 질문을 통해 학생들의 문제의식을 고취시키고 본 수업의 필요성을 강조합니다.
- 링크: [https://youtu.be/nynh-vTwsNo?si=td40w\\_uME2PSKC7](https://youtu.be/nynh-vTwsNo?si=td40w_uME2PSKC7)

## 2. [전개] '탐색' 활동을 위한 학생용 참고 사이트 및 영상

- ◆ 활용 방법: [활동지(1)] 작성을 위해 모듈별로 탐구할 감염병에 해당하는 자료를 안내합니다. 각 자료를 통해 과학적 원인, 사회적 영향, 과학의 역할을 균형 있게 탐색하도록 지도합니다.

## || ① 흑사병/스페인 독감 탐구 자료: EBS 글로벌 특선다큐 &lt;전염병의 습격&gt;

- 내용: 인류 역사상 최악의 팬데믹으로 꼽히는 흑사병과 스페인 독감이 어떻게 발생하여 전 세계로 퍼져나갔으며, 당시 사회를 어떻게 파괴했는지를 생생한 그래픽과 역사적 자료를 통해 보여줍니다. 특히 비위생적인 도시 환경, 전쟁과 같은 사회적 요인이 질병 확산에 미친 영향을 심도 있게 다룹니다.
- 지도Tip: 학생들이 '페스트'와 '스페인 독감'이라는 두 거대 팬데믹의 사회적 배경(전쟁, 도시화)과 결과(봉건제 붕괴, 공중보건 개념의 대두)를 비교 분석하여, 감염병이 인류 문명의 경로를 어떻게 바꾸었는지 거시적 관점에서 통찰하도록 지도합니다.
- 링크: <https://youtu.be/a1Yuf1B3URM?si=Rjj6rFf2WH3BIJad>

## || ② 천연두 탐구 자료: 질병관리청 국가건강정보포털 - "두창(천연두)"

- 내용: 국가기관인 질병관리청에서 제공하는 천연두의 원인, 증상, 역사 및 에드워드 제너의 우두법 개발 과정과 WHO의 천연두 박멸 선언까지 공신력 있는 정보를 제공합니다.
- 지도Tip: 제너의 '우두법'이 가설 설정-관찰-실험이라는 과학적 방법론의 승리임을 이해시킵니다. 인류가 '최초의 백신'이라는 과학적 성과를 통해 감염병을 완벽하게 정복한 유일한 사례로서 그 역사적 의의를 탐구하도록 안내합니다.
- 링크: <https://health.kdca.go.kr/healthinfo/> (사이트 접속 후 '두창' 또는 '천연두' 검색)

### ③ 콜레라 탐구 자료: The Story of Cholera (Global Health Media Project)

- 내용: 콜레라가 오염된 물을 통해 어떻게 전파되는지 쉽고 직관적인 애니메이션으로 설명하는 영상입니다. 특히 존 스노의 역학조사 사례처럼, 오염원(펌프) 하나를 통제하는 것(과학적 대응)이 어떻게 수많은 생명을 구하는지 명확하게 보여줍니다.(※영어 자료이므로, 유튜브 자동 번역 자막 기능 활용 안내)
- 지도Tip: 학생들이 이 영상을 통해 '역학 조사'와 '공중 보건'이라는 과학적 시스템의 중요성을 생생하게 이해하도록 지도합니다. "만약 스노가 없었다면 런던은 어떻게 되었을까?"와 같은 질문으로 과학자의 사회적 역할을 생각해보게 합니다.
- 링크: <https://youtu.be/jG1VNSCsP5Q?si=P6JR-rewwEnnQoRI>

### ④ COVID-19 탐구 자료: KBS 다큐 <바이러스와 국가 2부 - 바이러스가 묻다>

- 내용: COVID-19 팬데믹 200일간의 기록을 통해, 대한민국 사회가 겪었던 혼란과 대응 과정을 보여줍니다. 특히 드라이브 스루 선별진료소, 역학조사관들의 추적 등 'K-방역'의 과학기술적, 사회적 측면을 상세히 다룹니다.
- 지도Tip: 학생들이 과거의 역사적 사례들과 가장 최근의 팬데믹 대응을 비교하며, 과학기술이 어떻게 발전했고(예: mRNA 백신, 신속진단키트) 사회 시스템은 어떻게 변화했는지 '역사의 현재성' 관점에서 탐구하도록 지도합니다.
- 링크: [https://youtu.be/EJqR897raHI?si=Ijo0HGIv2YM\\_T7SI](https://youtu.be/EJqR897raHI?si=Ijo0HGIv2YM_T7SI)

# 06

## 상대성 이론으로 본 미래주의 미술

### 1

### 단원 개요

|     |            |      |                 |
|-----|------------|------|-----------------|
| 과목  | 과학의 역사와 문화 | 영역   | (2) 변화하는 과학과 세계 |
| 학년군 | 고등학교 2~3학년 | 세부영역 | 문화 예술과 과학       |

|      |      |                                                                             |
|------|------|-----------------------------------------------------------------------------|
| 교육과정 | 성취기준 | [12과사02-03]<br>현대 예술 작품이나 건축물에 과학적 원리가 적용된 사례를 조사하고, 과학과 문화의 관련성을 추론할 수 있다. |
|      | 탐구활동 | 상대성 이론의 관점에서 미래주의 예술 작품 분석하기                                                |

|      |                    |
|------|--------------------|
| 학습주제 | 상대성 이론으로 본 미래주의 미술 |
|------|--------------------|

|       |         |
|-------|---------|
| 수업 모형 | 5E 순환학습 |
|-------|---------|

|      |       |                                                                                                                                                                     |
|------|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 학습목표 | 총괄목표  | 상대성 이론이 제시한 새로운 시공간 개념과 미래주의 예술가들의 역동적 표현 방식을 비교 분석하여, 20세기 초 과학과 예술이 어떻게 서로 영향을 주고받으며 당대의 생각과 문화를 함께 형성했는지 통합적으로 이해하고, 현대 사회의 복잡한 문제를 해결하기 위해 융합적으로 사고하려는 태도를 기른다. |
|      | 지식·이해 | 상대성 이론의 핵심 개념(특수 상대성 이론 중심)과 미래주의 예술의 특징(속도, 역동성, 동시성)을 각각 설명할 수 있다.                                                                                                |
|      | 과정·기능 | 미래주의 예술 작품을 보고, 시간과 공간을 표현한 방식을 찾아 내어 상대성 이론의 개념과 연결하여 해석하고 그 결과를 발표할 수 있다.                                                                                         |
|      | 가치·태도 | 과학의 발전이 예술을 포함한 사회문화 전반에 미치는 영향을 인식하고, 과학과 예술의 융합이 새로운 가치를 창출할 수 있음을 이해하는 개방적인 태도를 지닌다.                                                                             |

## 2

## 교수·학습 활동 및 평가 계획

## 가. 교수·학습 활동 적용 모형

| 수업 모형 | 5E 순환학습                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 특징    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 학생들의 호기심을 자극하는 구체적인 예술 작품(참여)으로 시작하여, 작품에 나타난 표현 방식을 스스로 탐구하고 질문을 만들게 한 후(탐색), 교사의 안내에 따라 상대성 이론이라는 과학적 개념과 연결하여 현상을 명확하게 이해하고(설명), 이를 다른 예술 사조나 현대 기술에 적용하여 사고를 확장하며(정교화), 학습 과정 전반에 걸쳐 자신의 이해도를 점검하는(평가) 학생 주도적 탐구 학습 모형이다.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 적용 이유 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 5E 모형은 '미래주의 미술'이라는 시각적이고 구체적인 탐구 대상에서 출발하여(탐색 단계), 학생들이 스스로 '시간과 속도'에 대한 문제의식을 느낀 후, 그에 대한 설명으로 상대성 이론을 접하게 한다(설명 단계). 이는 어려운 과학 이론을 일방적으로 주입하는 것보다 학생들의 지적 수용도를 훨씬 높일 수 있는 가장 효과적인 접근 방식이다.</li> <li>• 성취기준 [12과사02-03]은 과학과 문화의 관련성을 추론하는 능력을 요구한다. 5E 모형은 학생들이 먼저 미래주의 작품을 분석하며 자신만의 해석을 시도하고(탐색), 이후 상대성 이론이라는 새로운 관점을 학습한 뒤(설명), 자신의 초기 해석과 과학적 개념을 융합하여 새로운 결론을 도출하는(정교화) 과정을 거친다. 이 과정 자체가 바로 추론 능력을 체계적으로 훈련시키는 활동이다.</li> <li>• 이 수업은 단순히 '미래주의=상대성 이론'이라는 공식을 암기하는 것이 목표가 아니다. 정교화 단계에서, 학생들은 배운 내용을 입체주의나 현대 영화의 특수 효과 등 다른 사례에 적용해 볼 수 있다. 이를 통해 20세기 초 과학과 예술이 '시간과 공간'이라는 공통의 화두를 각자의 방식으로 탐구하며 당대의 생각과 문화를 함께 형성했다는 더 넓은 맥락을 이해하게 되며, 이는 진정한 의미의 융합적 사고력 신장으로 이어진다.</li> </ul> |

## 나. 평가 계획

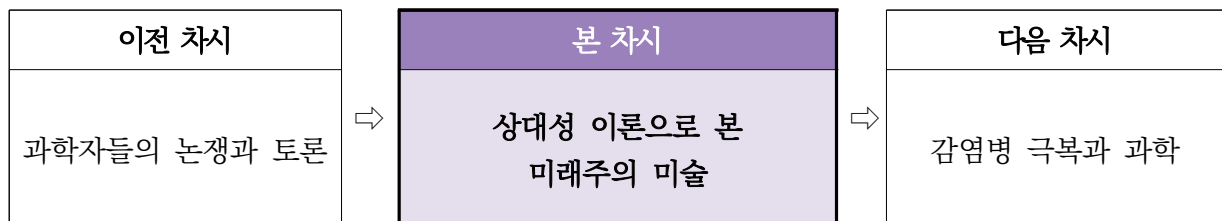
| 평가 유형  | 적용 방법                                                                         |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------|
| 관찰평가   | 교사는 [체크리스트]를 활용하여 학생의 활동을 체계적으로 관찰하고 평가한다.                                    |
| 동료평가   | 모둠별 산출물 발표 및 공유 시, 다른 모둠의 콘텐츠 완성도, 메시지 전달력, 창의성 등을 [동료평가표]를 활용하여 상호 평가하도록 한다. |
| 활동지 평가 | 학생들이 최종적으로 제출한 활동지를 [평가기준표]에 따라 채점하여 총괄 목표 도달도를 종합적으로 평가한다.                   |

### 3 수업 평가 흐름도

#### ■ 학습 주제: 상대성 이론으로 본 미래주의 미술

| 단계                    | 교수·학습 활동                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 평가 주체    | 평가 방법                              |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|------------------------------------|
| 1<br>~<br>2<br>차<br>시 | <b>도입</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>미래주의 작품 제시 및 발문을 통한 호기심 유발 및 동기유발</li> <li>학습 목표 확인 및 5E 순환 학습 모형 활동 안내</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | -        | -                                  |
|                       | <b>전개</b> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>[활동 1] 미래주의 작품 탐색</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>모둠별로 미래주의 작품들을 감상하며 '속도'와 '시간'을 표현한 시각적 특징을 자유롭게 탐구하고 [활동지(1)] 작성</li> </ul> </li> <li><b>[활동 2] 개념 설명 및 작품 심화 분석</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>학생들의 탐구 결과를 바탕으로 교사가 상대성 이론의 핵심 개념과 미래주의 특징을 연결하여 설명</li> <li>학습한 개념을 적용하여 특정 작품을 심층 분석하고 과학과 문화의 관련성을 [활동지(2)]에 서술</li> </ul> </li> <li><b>[활동 3] 모둠별 탐구 결과 발표 및 공유</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>[활동지]를 바탕으로 모둠별 분석 결과 발표</li> <li>다른 모듬의 발표를 듣고 [동료평가표]를 활용하여 상호 피드백</li> </ul> </li> <li>교사 총평 및 핵심 내용 정리</li> </ul> | 교사<br>동료 | 관찰평가<br>[체크리스트]<br>동료평가<br>[동료평가표] |
|                       | <b>정리</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>최종 성찰 및 정리               <ul style="list-style-type: none"> <li>'과학과 예술의 융합적 가치'에 대한 전체 토의</li> <li>학습 내용의 핵심을 재확인하고 차시 예고하며 수업 마무리</li> </ul> </li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 교사       | 활동지 평가<br>[평가기준표]                  |

#### ■ 수업 연계도



# 교수·학습 지도안

## 가. 수업 지도안

| 단계                  | 교수·학습 활동                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 도구 및 자료                                                                               |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>도입<br/>(10분)</p> | <p> <b>호기심 유발 및 동기 부여(그림 비교를 통한 문제 인식)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 20세기 초 빠르게 달리는 자동차를 찍은 '잔상이 남은 사진'과 미래주의 화가 자코모 발라의 &lt;목줄을 맨 개의 역동성&gt;을 나란히 제시하며 발문한다.</li> <li>- "여러분, 두 이미지는 모두 '빠른 움직임'을 담고 있습니다. 사진과 그림은 움직임을 표현하는 방식에서 어떤 차이가 있으며, 화가는 왜 이렇게 다리가 많은 개를 그렸을까요?"</li> </ul> <p> <b>그림 비교 및 의견 공유</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 두 이미지를 비교 관찰하고, 그림의 공통점과 차이점에 대한 자신의 생각을 자유롭게 발표한다.</li> </ul> <p> <b>학습 목표 및 활동 안내</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 학습 주제와 목표를 안내한다.</li> <li>- 5E 순환 학습 모형에 따라 진행될 수업의 전체 흐름과 최종 목표([활동지] 완성 및 발표)를 안내하며 학습 동기를 고취한다.</li> </ul>                             | <p> PPT</p> <p> 시각 자료</p><br><br><p> 5E 활동 안내 자료</p>                                  |
| <p>전개<br/>(70분)</p> | <p>[활동 1] 미래주의 작품 탐색</p> <p> <b>모듬 탐구 과제 제시</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 모듬별로 다양한 미래주의 작품들을 탐색하며 '시간과 속도'가 어떻게 표현되었는지 시각적 특징을 찾아 [활동지(1)]에 기록하도록 안내한다.</li> </ul> <p> 정답을 유도하기보다, '속도', '시간', '움직임'이라는 키워드만 제시하고 학생들이 자유롭게 작품의 공통점을 발견하도록 격려한다. '왜 이렇게 그렸을까?'라는 질문이 탐구의 원동력이 된다.</p> <p> <b>작품 분석 및 특징 발견</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 모듬별로 여러 미래주의 작품을 감상하고, 움직임을 표현하기 위해 사용된 공통적인 기법(예: 선의 반복, 형태의 분절, 역동적인 사선)을 토의하며 발견하고 [활동지(1)]에 기록한다.</li> </ul> <p>[활동 2] 개념 연결 및 심화 분석</p> <p> <b>탐구 결과 공유 및 개념 설명</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 학생들의 탐구 결과를 바탕으로 미래주의 예술의 특징(역동성, 동시성)을 정리한다.</li> </ul> | <p>[활동지(1)]</p> <p> 다양한 미래주의 작품 이미지</p><br><br><p>[활동지(2)]</p> <p> 개념 설명용 자료(PPT)</p> |

|                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                             |
|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 상대성 이론의 핵심 개념(시간과 공간의 상대성)을 학생들의 눈높이에 맞춰 설명하며, '절대적인 시간과 공간'이라는 고정관념이 깨지던 시대적 배경을 예술과 연결한다.</li> <li>- “여러분이 발견한 '잔상처럼 겹쳐 그리는 기법'은 바로 '동시성', 즉 여러 시간대의 모습을 한 화면에 담으려는 시도입니다. 이는 아인슈타인이 '시간은 관찰자에 따라 다르게 흐른다'고 생각했던 것과 비슷한 시대적 고민을 담고 있습니다.”</li> </ul> <p> <b>심화 분석 및 활동지 작성</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 학습한 개념을 바탕으로, 모둠별로 특정 작품을 깊이 있게 분석하고 '과학과 문화의 관련성'을 [활동지(2)]에 논리적으로 서술한다.</li> </ul> <p><b>[활동 3] 모둠별 탐구 결과 발표 및 공유</b></p> <p> <b>탐구 결과 발표</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 모둠별로 [활동지]를 바탕으로 '상대성 이론'의 관점에서 특정 미래주의 작품을 어떻게 새롭게 해석했는지 발표한다.</li> </ul> <p> <b>동료평가</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 학생들은 다른 모둠의 발표를 경청하며 [동료평가표]에 근거하여 분석의 타당성, 창의성, 설득력 등을 기록하고 건설적인 피드백을 제시한다.</li> </ul> <p> <b>교사 총평 및 피드백</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 학생들의 발표와 동료평가 내용을 종합하여 모둠별 활동의 우수 사례를 칭찬하고, 과학과 예술의 연결고리에 대한 보충 설명을 통해 이해를 심화시킨다.</li> </ul> <p> <b>관찰평가</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- '전개' 단계 전반에 걸쳐 학생들이 탐구하고 토론하는 과정을 [체크리스트]를 활용하여 관찰·평가하고 학생 수준별로 맞춤형 피드백을 한다.</li> </ul> | <p><b>[활동지(2)]</b></p> <p> <b>발표 자료</b><br/>(활동지, PPT 등)</p> <p><b>[동료평가표]</b></p> <p><b>[체크리스트]</b></p> |
| <p><b>정리</b><br/>(10분)</p> | <p> <b>최종 성찰 및 학습 내용 정리(심화 발문 및 전체 토의)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 학생들의 사고를 확장하는 질문을 통해 학습 내용을 내면화하도록 돕는다.</li> <li>- "오늘 우리는 과학 이론으로 그림을 해석해 보았습니다. 이처럼 과학과 예술이 서로에게 영감을 주는 또 다른 현대의 사례는 무엇이 있을까요?"</li> </ul> <p> <b>학습 성찰 및 과제 제출</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 전체 토의에 참여하며 '과학과 예술의 융합적 가치'를 내면화하고, 완성된 [활동지]를 제출한다.</li> <li>- 이후 제작한 산출물을 '미니 갤러리 워크'나 '온/오프라인 미니 갤러리 전시회' 등 활동에 참여하여 공유한다.</li> </ul> <p> <b>활동지 평가</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 교사는 제출된 [활동지]를 [평가 기준표]에 따라 최종 평가한다.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <p><b>[평가기준표]</b></p>                                                                                                                                                                       |

## 나-1. 활동지(1)

### 미래주의 작품 탐구 보고서

( )학년 ( )반 ( )번 모둠명: ( ) 이름: ( )

#### 목표

- 미래주의 예술 작품에 나타난 시간과 속도의 시각적 표현 특징을 스스로 발견하고 분석할 수 있다.
- 작품의 특징을 바탕으로, 미래주의 예술가들이 왜 그런 표현에 집중했는지 당시 사회 배경과 관련하여 추론할 수 있다.

#### 탐구하기

✓ [Mission 1] 미래주의 캔버스 속으로: 시간과 속도를 어떻게 그렸을까?

👉 우리 모둠에 주어진 미래주의 작품들을 자세히 살펴보고, 아래 질문에 대한 답을 토의하여 정리해 봅시다.

| 탐구 작품                                                              | 〈목줄을 맨 개의 역동성〉,<br>자코모 발라(1912)                                                    | 〈도시가 일어나다〉,<br>움베르토 보초니(1910)                                                        |
|--------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 작품 이미지                                                             |  |  |
| 1. 이 작품에서 빠르게 움직이는 느낌을 주기 위해 화가는 어떤 시각적 장치를 사용했나요? (최소 2가지 이상)     |                                                                                    |                                                                                      |
| 2. 이 작품은 하나의 순간을 담고 있나요, 아니면 여러 순간의 흐름을 담고 있나요? 그렇게 생각한 이유는 무엇인가요? |                                                                                    |                                                                                      |

✓ [Mission 2] 시대의 퍼즐 맞추기: 화가들은 왜 속도에 매료되었을까?

👉 [Mission 1]의 탐구 결과를 바탕으로, 20세기 초 미래주의 화가들이 시간과 속도라는 주제에 집착했던 이유가 무엇인지, 당시 사회·문화적 배경과 관련하여 우리 모둠의 가설을 세워봅시다.

## 나-2. 활동지(2): 융합 보고서

### 융합 보고서 - 상대성 이론의 눈으로 본 미래주의

( )학년 ( )반 ( )번 모둠명: ( ) 이름: ( )

#### 목표

- 상대성 이론의 핵심 개념과 미래주의 예술의 특징을 연결하여 설명할 수 있다.
- 과학과 예술이 시공간이라는 공통의 주제를 각자의 방식으로 탐구했음을 이해하고, 융합적 관점에서 새로운 해석을 도출할 수 있다.

#### 탐구하기

✓ [Mission 1] 서로 다른 두 개의 창: 과학과 예술은 시간을 어떻게 보았나?

👉 상대성 이론과 미래주의 예술이 시간과 공간을 어떻게 이해했는지 핵심 내용을 비교하여 정리해 봅시다.

| 구분            | 아인슈타인의 상대성 이론(과학의 창)                                       | 미래주의 예술(예술의 창)                                        |
|---------------|------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| '시간'에 대한 관점   | 시간은 절대적이지 않으며, 관찰자의 속도에 따라 상대적으로 흐른다(시간 팽창).<br>(정리)       | 과거의 정적인 시간 개념을 거부하고, 기계 시대의 속도와 역동적인 시간의 흐름 자체를 찬양한다. |
| '공간'에 대한 관점   | 공간은 절대적이지 않으며, 관찰자의 속도에 따라 상대적으로 변화한다(길이 수축).<br>(정리)      | 하나의 고정된 시점을 거부하고, 대상과 공간이 뒤섞이는 역동적인 장면을 표현하려 한다.      |
| '순간'을 표현하는 방식 | 서로 다른 속도로 움직이는 관찰자에게 두 사건의 동시는 다르게 관측된다(동시성의 상대성).<br>(정리) | 움직이는 대상의 여러 순간을 하나의 캔버스에 동시에 표현하여 시간의 흐름을 시각화한다.      |

✓ [Mission 2] 생각을 깊게, 시야를 넓게!

- 지금까지 탐구한 내용을 바탕으로, 아래 질문에 대한 우리 모듬의 생각을 정리해 봅시다.

👉 1. 아인슈타인과 미래주의 화가 자코모 발라가 시공을 초월하여 만났다고 상상해봅시다. 두 사람은 '빠르게 달리는 개'를 보며 '시간과 움직임'이라는 주제로 어떤 대화를 나누었는지, 각자의 관점(과학자, 예술가)이 잘 드러나도록 가상의 대화문을 작성해 봅시다.

- 👉 2. 20세기 초 미래주의 화가들은 '자동차'라는 최신 기술에서 예술적 영감을 얻었습니다. 만약 그들이 오늘날의 'AI(인공지능) 이미지 생성 기술'을 사용할 수 있었다면, '속도'와 '시간'이라는 주제를 표현하기 위해 어떤 새로운 예술 작품을 만들었는지 구체적으로 상상하여 서술해 봅시다.

✓ [Mission 3] 동료와 함께 성장하기: 건설적인 피드백 주고 받기

- 다른 모듈의 발표를 감상하고, 아래 표에 본받을 점과 제안할 점을 구체적으로 작성하여 공유해 봅시다.

|       |  |
|-------|--|
| 평가 모듈 |  |
| 본받을 점 |  |
| 제안할 점 |  |

|       |  |
|-------|--|
| 평가 모듈 |  |
| 본받을 점 |  |
| 제안할 점 |  |

## 다-1. 예시 답안 및 채점 기준(1)

### 미래주의 작품 탐구 보고서

( )학년 ( )반 ( )번 모둠명: ( ) 이름: ( )

#### 목표

- 미래주의 예술 작품에 나타난 시간과 속도의 시각적 표현 특징을 스스로 발견하고 분석할 수 있다.
- 작품의 특징을 바탕으로, 미래주의 예술가들이 왜 그런 표현에 집중했는지 당시 사회 배경과 관련하여 추론할 수 있다.

💎 "이 단계는 학생들이 '정답'을 찾는 것이 아니라, 작품을 보며 자유롭게 상상하고 '왜?'라는 질문을 스스로 던지게 하는 것이 중요합니다. 특히 [Mission 1]에서 학생들이 '잔상', '겹침', '분절된 움직임', '역동적인 선'과 같은 표현들을 스스로 발견할 수 있도록 충분한 관찰과 토의 시간을 제공해주세요."

#### 탐구하기

✓ [Mission 1] 미래주의 캔버스 속으로: 시간과 속도를 어떻게 그렸을까?

👉 우리 모둠에 주어진 미래주의 작품들을 자세히 살펴보고, 아래 질문에 대한 답을 토의하여 정리해 봅시다.

| 탐구 작품                                                              | 〈목줄을 맨 개의 역동성〉,<br>자코모 발라(1912)                                                                 | 〈도시가 일어나다〉,<br>움베르토 보초니(1910)                                                                                   |
|--------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 작품 이미지                                                             |              |                            |
| 1. 이 작품에서 빠르게 움직이는 느낌을 주기 위해 화가는 어떤 시각적 장치를 사용했나요? (최소 2가지 이상)     | 예) 개의 다리, 꼬리, 목줄을 여러 개 겹쳐서 그려 마치 잔상이 남는 것처럼 표현했습니다. 주인의 발도 여러 개로 그려 걷는 순간의 움직임을 보여줍니다.          | 예) 말과 사람, 건물들이 뒤섞여 소용돌이치는 듯한 구도를 사용했습니다. 붉고 노란색의 강렬한 색채와 힘차고 역동적인 붓 터치로 도시의 혼란스러운 에너지를 표현했습니다.                  |
| 2. 이 작품은 하나의 순간을 담고 있나요, 아니면 여러 순간의 흐름을 담고 있나요? 그렇게 생각한 이유는 무엇인가요? | 예) '여러 순간의 흐름'을 담고 있습니다. 개의 다리와 꼬리가 여러 개로 그려진 것은 1초라는 짧은 시간 동안 일어난 여러 동작을 한 화면에 동시에 담아냈기 때문입니다. | 예) '여러 순간의 흐름'을 담고 있습니다. 말의 움직임, 노동자들의 몸짓이 파편처럼 분해되고 재조합되어 있어, 한순간의 정지된 장면이 아니라 역동적인 도시의 탄생 과정 전체를 보여주는 것 같습니다. |

✓ [Mission 2] 시대의 퍼즐 맞추기: 화가들은 왜 속도에 매료되었을까?

👉 [Mission 1]의 탐구 결과를 바탕으로, 20세기 초 미래주의 화가들이 시간과 속도라는 주제에 집착했던 이유가 무엇인지, 당시 사회·문화적 배경과 관련하여 우리 모둠의 가설을 세워봅시다.

(예시 가설) 20세기 초는 자동차, 기차, 비행기와 같은 새로운 기계들이 등장하며 세상의 속도가 급격히 빨라지던 시기였을 것이다. 미래주의 화가들은 이러한 시대의 변화를 온몸으로 느끼고, 이전과는 완전히 다른 '속도감'과 '역동성'을 캔버스에 담아냄으로써 새로운 시대를 표현하고 싶었을 것이다.

## 다-2. 예시 답안 및 채점 기준(2)

### 융합 보고서 - 상대성 이론의 눈으로 본 미래주의

( )학년 ( )반 ( )번 모둠명: ( ) 이름: ( )

#### 목표

- 상대성 이론의 핵심 개념과 미래주의 예술의 특징을 연결하여 설명할 수 있다.
- 과학과 예술이 시공간이라는 공통의 주제를 각자의 방식으로 탐구했음을 이해하고, 융합적 관점에서 새로운 해석을 도출할 수 있다.

“이 단계에서는 학생들이 [활동지(1)]에서 발견한 예술적 특징을 '과학적 개념'이라는 새로운 틀로 재해석하도록 돕는 것이 핵심입니다. 특히 상대성 이론의 '동시성의 상대성' 개념을 설명하며, '절대적인 하나의 순간이란 없다'는 아이디어가 어떻게 미래주의 화가들의 '여러 순간을 한 화면에 담는 시도'와 철학적으로 연결될 수 있는지 토의를 유도해 주세요.”

#### 탐구하기

✓ [Mission 1] 서로 다른 두 개의 창: 과학과 예술은 시간을 어떻게 보았나?

👉 상대성 이론과 미래주의 예술이 시간과 공간을 어떻게 이해했는지 핵심 내용을 비교하여 정리해 봅시다.

| 구분            | 아인슈타인의 상대성 이론(과학의 창)                                                                                        | 미래주의 예술(예술의 창)                                        |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| '시간'에 대한 관점   | 시간은 절대적이지 않으며, 관찰자의 속도에 따라 상대적으로 흐른다(시간 팽창).<br>(정리) 과거의 정적인 시간 개념을 거부하고, 기계 시대의 속도와 역동적인 시간의 흐름 자체를 찬양한다.  | 과거의 정적인 시간 개념을 거부하고, 기계 시대의 속도와 역동적인 시간의 흐름 자체를 찬양한다. |
| '공간'에 대한 관점   | 공간은 절대적이지 않으며, 관찰자의 속도에 따라 상대적으로 변화한다(길이 수축).<br>(정리) 하나의 고정된 시점을 거부하고, 대상과 공간이 뒤섞이는 역동적인 장면을 표현하려 한다.      | 하나의 고정된 시점을 거부하고, 대상과 공간이 뒤섞이는 역동적인 장면을 표현하려 한다.      |
| '순간'을 표현하는 방식 | 서로 다른 속도로 움직이는 관찰자에게 두 사건의 동시는 다르게 관측된다(동시성의 상대성).<br>(정리) 움직이는 대상의 여러 순간을 하나의 캔버스에 동시에 표현하여 시간의 흐름을 시각화한다. | 움직이는 대상의 여러 순간을 하나의 캔버스에 동시에 표현하여 시간의 흐름을 시각화한다.      |

✓ [Mission 2] 생각을 깊게, 시야를 넓게!

- 지금까지 탐구한 내용을 바탕으로, 아래 질문에 대한 우리 모둠의 생각을 정리해 봅시다.

👉 1. 아인슈타인과 미래주의 화가 자코모 발라가 시공을 초월하여 만났다고 상상해봅시다. 두 사람은 '빠르게 달리는 개'를 보며 '시간과 움직임'이라는 주제로 어떤 대화를 나누었는지, 각자의 관점(과학자, 예술가)이 잘 드러나도록 가상의 대화문을 작성해 봅시다.

**발라:** "저 개를 보시오, 아인슈타인 박사! 저 역동적인 움직임이야말로 새로운 시대의 아름다움입니다. 나는 저 개의 다리와 꼬리가 남기는 시간의 잔상을 하나의 캔버스에 모두 담아내어 속도의 본질을 표현하고 싶습니다."

**아인슈타인:** "흥미롭군요, 발라 선생. 당신이 포착하려는 '시간의 잔상'은 제게는 '서로 다른 관성계에서 관측되는 동시성의 불일치'와 같게 들립니다. 당신이 캔버스에 여러 순간을 동시에 그리듯, 빠르게 달리는 기차 안의 관찰자와 밖의 관찰자는 번개가 치는 '순간'을 서로 다르게 인식하지요. 당신과 나는 서로 다른 언어를 쓰지만, 결국 '절대적인 시간'이라는 낡은 관념에 도전하고 있는 셈입니다."

- 👉 2. 20세기 초 미래주의 화가들은 '자동차'라는 최신 기술에서 예술적 영감을 얻었습니다. 만약 그들이 오늘날의 'AI(인공지능) 이미지 생성 기술'을 사용할 수 있었다면, '속도'와 '시간'이라는 주제를 표현하기 위해 어떤 새로운 예술 작품을 만들었는지 구체적으로 상상하여 서술해 봅시다.

미래주의 화가들은 AI에게 "빛의 속도로 도시를 관통하는 자동차의 시점에서 본, 시간이 왜곡되고 공간이 압축되는 풍경을 그려줘"라고 명령했을 것이다. AI는 단순히 자동차의 잔상을 그리는 것을 넘어, 상대성 이론의 '길이 수축'과 '시간 팽창' 효과를 시각적으로 구현한 초현실적인 이미지를 생성했을 것이다. 건물들은 진행 방향으로 납작하게 찌그러지고, 시계탑의 시간은 저마다 다르게 흐르는 모습이 담긴, 인간의 상상력과 과학적 계산, 그리고 AI의 생성 능력이 결합된 완전히 새로운 형태의 '속도 예술'이 탄생했을 것이다.

### ✓ [Mission 3] 동료와 함께 성장하기: 건설적인 피드백 주고 받기

- 다른 모듈의 발표를 감상하고, 아래 표에 본받을 점과 제안할 점을 구체적으로 작성하여 공유해 봅시다.

| 평가 모듈 | 아인슈타인처럼                                                                                                               |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 본받을 점 | 상대성 이론의 '시간 팽창' 개념을 미래주의 작품 속 인물의 '늘어난 형태'와 연결하여 설명한 점이 매우 창의적이고 설득력 있었습니다. 어려운 과학 개념을 시각적으로 잘 해석한 것 같습니다.            |
| 제안할 점 | '동시성'이라는 키워드를 발표에서 더 강조했다면, 미래주의와 상대성 이론의 철학적 공통점이 더 명확하게 드러났을 것 같습니다. 예를 들어, 작품 속 여러 장면이 '동시에' 존재한다는 점을 언급해주면 좋겠습니다. |

| 평가 모듈 | 발라처럼                                                                                                      |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 본받을 점 | 미래주의 작품뿐만 아니라 입체주의 작품까지 예시로 들어 과학과 예술의 관계를 더 폭넓게 설명해 준 점이 인상 깊었습니다. 덕분에 20세기 초의 시대적 분위기를 더 잘 이해할 수 있었습니다. |
| 제안할 점 | 발표 자료에 사용된 작품 이미지의 출처를 명확하게 밝혀주면 발표의 신뢰성이 더욱 높아질 것 같습니다.                                                  |

## 라. 평가 기준

### [체크리스트]

| 평가 영역 | 평가 요소       | 평가 기준                                                           | 척도 |   |   |
|-------|-------------|-----------------------------------------------------------------|----|---|---|
|       |             |                                                                 | 상  | 중 | 하 |
| 과정·기능 | 자기주도적 탐구 능력 | (탐색 활동) 제시된 작품 외에 추가 자료를 찾아보며, 미래주의 예술의 특징을 주도적으로 탐구하고 분석하는가?   |    |   |   |
|       | 협력적 의사소통    | (전체 활동) 모둠원의 의견을 경청하고 존중하며, 자신의 생각을 과학적·예술적 근거를 들어 논리적으로 설명하는가? |    |   |   |
| 가치·태도 | 과제 집착력      | (전체 활동) 맡은 역할에 책임감을 갖고, 완성도 높은 활동지를 만들기 위해 끝까지 적극적으로 참여하는가?     |    |   |   |
|       | 융합적 사고 시도   | (발표 및 토의) 과학, 예술, 사회문화적 배경을 연결하여 현상을 다각적으로 이해하고 표현하려는 태도를 보이는가? |    |   |   |

### 🍌 [평가기준표] 활동지(1)

| 미션     | 채점 요소      | 척도 | 평가 기준                                                                   |
|--------|------------|----|-------------------------------------------------------------------------|
| 1<br>2 | 탐구 및 추론 능력 | 상  | 미래주의 작품의 시각적 특징을 2가지 이상 구체적으로 찾아내고, 이를 당시 사회 배경과 논리적으로 연결하여 타당한 가설을 제시함 |
|        |            | 중  | 작품의 시각적 특징은 찾아냈으나, 사회 배경과의 연결이나 가설의 논리성이 다소 미흡함                         |
|        |            | 하  | 작품의 특징을 피상적으로만 서술하거나, 가설을 제시하지 못함                                       |

### 🍌 [평가기준표] 활동지(2)

| 미션         | 채점 요소                       | 척도 | 평가 기준                                                                            |
|------------|-----------------------------|----|----------------------------------------------------------------------------------|
| 1          | 개념 이해 및 적용 능력               | 상  | 상대성 이론과 미래주의의 핵심 개념을 정확히 이해하고, 둘의 관계를 표에 명확하게 비교 분석하여 서술함                        |
|            |                             | 중  | 핵심 개념에 대한 이해는 있으나, 둘의 관계를 비교 분석하는 내용이 일부 부정확하거나 피상적임                             |
|            |                             | 하  | 핵심 개념에 대한 이해가 부족하여, 표의 내용을 제대로 채우지 못함                                            |
| 2-1<br>2-2 | 융합적 사고 및 창의적 문제해결력 (서술형 문항) | 상  | 과학자와 예술가의 관점을 명확히 구분하여 창의적인 대화문을 작성하고, 현대 기술(AI)을 활용한 예술적 상상을 매우 구체적이고 논리적으로 서술함 |
|            |                             | 중  | 대화문과 AI 활용 상상을 서술했으며, 각 관점의 특성이 드러나지만, 구체성이나 논리적 연결이 다소 부족함                      |
|            |                             | 하  | 대화문과 AI 활용 상상을 서술했으나, 각 관점의 특성이 명확하지 않거나 상상의 구체성이 다소 부족함                         |

[동료평가표]

| 평가 항목    | 평가 기준                                                              | 척도 |   |   |
|----------|--------------------------------------------------------------------|----|---|---|
|          |                                                                    | 상  | 중 | 하 |
| 내용의 명확성  | 발표 내용이 주제에 부합하며, '미래주의 작품의 특징'과 '상대성 이론'을 명확하고 이해하기 쉽게 연결하여 설명했는가? |    |   |   |
| 발표의 설득력  | 작품 분석에 대한 근거가 타당하며, 구체적인 시각 자료와 논리적인 설명을 통해 설득력 있게 주장을 전달했는가?      |    |   |   |
| 창의성 및 흥미 | 자료 해석이나 표현 방식이 독창적이고 흥미로웠으며, 과학과 예술의 관계에 대한 새로운 관점을 제시했는가?         |    |   |   |
| 협력적 태도   | 발표 과정에서 모둠원들의 역할 분담이 적절하고, 서로 협력하는 모습이 돋보였는가?                      |    |   |   |

 생활기록부 '과목별 세부능력 및 특기사항' 작성 예시

'상대성 이론으로 본 미래주의 미술' 프로젝트에서 과학과 예술의 융합적 가치를 깊이 있게 탐구함. 특히 자코모 발라의 작품을 분석하며 '여러 시간대의 동시적 표현'이라는 특징을 스스로 발견하고, 이를 상대성 이론의 '동시성의 상대성' 개념과 연결하여 '절대적 시간이라는 고정관념에 대한 도전'이라는 독창적 관점으로 해석해내는 뛰어난 추론 능력을 보여줌. 나아가 AI 이미지 생성 기술을 활용한 현대적 미래주의 작품을 상상하여 서술하는 등, 학습한 내용을 새로운 맥락에 창의적으로 적용하는 역량이 돋보임

## 마. 학생 수준별 수업 및 활동 자료 피드백

### 학생 수준별 수업 자료 및 활동

| 수준 | 학습자 특성                                                                                                                         | 수업 자료 및 활동                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 상  | <ul style="list-style-type: none"> <li>개념 이해가 빠르고, 자료 간의 연관성을 깊이 있게 파악하며 자기주도적 심화 탐구 능력이 뛰어남</li> </ul>                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>20세기 초, '새로운 시공간'을 주제로 미래주의 화가(마리네티)와 입체주의 화가(피카소)가 가상 토론회를 연다고 가정한다.</li> <li>두 화가 중 한 명의 입장이 되어, "나의 예술이 상대성 이론이 보여준 시대정신을 더 잘 표현했다"라는 주제로 1분 발표 입장문을 작성하는 과제를 제시한다.</li> <li>이를 통해 두 예술 사조를 비교·분석하고, 과학과 예술의 관계를 더 깊이 있게 탐구하도록 유도한다.</li> </ul>              |
| 중  | <ul style="list-style-type: none"> <li>기본적인 탐구 활동은 잘 수행하나, 예술 작품에 숨겨진 과학 원리와 당시 사회문화적 배경을 연결하여 종합적으로 해석하는 데 어려움을 겪음</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>'자동차가 발명된 시대에, 화가들은 왜 '정지된 그림'으로 '속도'를 표현하는 것에 한계를 느꼈을까요?', '아인슈타인이 '시간은 관찰자에 따라 다르게 흐른다'고 했을 때, 이는 '하나의 장면에는 하나의 시간만 존재한다'는 기존의 생각과 어떻게 다른가요?' 등 예술과 과학, 사회를 연결하는 질문 카드를 제공하여 융합적 사고를 할 수 있도록 지원한다.</li> </ul>                                                 |
| 하  | <ul style="list-style-type: none"> <li>방대한 텍스트나 복잡한 시각 자료에서 핵심 정보를 찾아내는 데 어려움을 느끼거나, 자신의 역할을 정리하여 발표하는 것을 어려워함</li> </ul>      | <ul style="list-style-type: none"> <li>각 주제의 핵심 단어(예: 미래주의, 속도, 동시성, 상대성 이론)가 쉬운 설명과 함께 제시된 카드를 제공하여 정보 탐색의 부담을 줄여준다.</li> <li>발표 시, "제가 분석한 작품은 000입니다. 이 작품의 가장 큰 특징은 000이며, 이것은 000라는 미래주의의 특징을 보여줍니다. 저는 이 특징이 '시간은 절대적이지 않다'는 000 이론과 관련 있다고 생각합니다." 와 같은 문장 틀을 제공하여 발표에 대한 자신감을 심어준다.</li> </ul> |

### 학생 수준별 피드백 방안

| 수준 | 학생의 특징 또는 행동                                                                                                                                              | 피드백 예시                                                                                                                                                                                                                                        |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 상  | <ul style="list-style-type: none"> <li>미래주의와 현대 영화의 촬영 기법(고속 촬영, 모션 블러 등)을 연결하는 등, 주어진 과제를 넘어 스스로 지식을 확장하여 질문하거나 새로운 주장을 펼침</li> </ul>                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>미래주의와 현대 영화의 촬영 기법을 연결하다니 정말 예리한 분석입니다! 그렇다면, 미래주의 화가들이 '기계'와 '속도'를 긍정적으로만 바라본 것에 비해, 오늘날 영화에서는 기술을 비판적으로 보는 경우도 많은데, 이러한 관점의 차이는 왜 생겨났을까요?</li> </ul>                                                 |
| 중  | <ul style="list-style-type: none"> <li>'그림에서 개의 다리가 여러 개다'라는 시각적 특징은 정확히 찾아냈으나, 그것이 왜 '동시성'이라는 개념과 연결되는지, 더 나아가 상대성 이론과 어떤 관련이 있는지 설명하는 것을 주저함</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>그림에서 반복되는 선들을 통해 '움직임'을 표현한 것을 정확히 찾아냈네요. 아주 좋은 관찰입니다! 그렇다면, 화가가 '여러 순간'을 한 장면에 담으려고 한 이 시도가, '시간은 딱 하나로 정해진 것이 아니다'라는 상대성 이론의 생각과 어떻게 연결될 수 있을지 함께 이야기해볼까요?</li> </ul>                                |
| 하  | <ul style="list-style-type: none"> <li>모둠 내에서 자료 검색이나 그림 찾기 등 주어진 역할은 성실히 수행하나, 전체적인 탐구의 흐름을 이해하지 못하고 자신의 활동이 왜 중요한지 인식하지 못함</li> </ul>                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>우리 모둠 발표 자료에 들어갈 '목줄을 맨 개의 역동성' 그림을 정말 선명한 것으로 찾아주었군요! 덕분에 우리 모둠원 모두가 화가가 다리와 꼬리를 어떻게 여러 개로 그렸는지 바로 알 수 있었어요. 이렇게 정확한 시각 자료가 없었다면, '동시성'이라는 어려운 개념을 설명하기 훨씬 어려웠을 거예요. 정말 중요한 역할을 훌륭하게 해냈어요!</li> </ul> |

## 1. [도입] 호기심 유발을 위한 시각 자료

## ① 에티엔젤 마레의 '펠리컨의 비행' (1882, 시간연속사진)

- 내용: 빠르게 움직이는 펠리컨의 날갯짓이 시간의 흐름에 따라 여러 단계의 잔상으로 포착된 사진입니다. 과학적 관찰을 위해 발명된 이 사진 기법은 '움직임의 시각화'라는 측면에서 미래주의 회화와 직접적인 비교가 가능합니다.
- 활용법: 이 사진을 자코모 발라의 작품과 나란히 제시하여, "과학자와 화가는 '움직임'이라는 같은 대상을 어떻게 다른 방식으로 포착하고 표현했는가?"라는 질문으로 학생들의 탐구를 시작할 수 있습니다.

## ② 자코모 발라의 '목줄을 맨 개의 역동성'(1912)

- 내용: 수업의 핵심 탐구 대상이 되는 작품으로, 개의 다리, 꼬리, 목줄 등을 여러 개로 겹쳐 그려 시간의 흐름과 속도감을 표현한 미래주의의 대표작입니다.
- 활용법: 도입 단계에서 학생들의 호기심을 자극하는 발문용 핵심 자료로 활용합니다. 고화질 이미지로 세부를 확대하여 보여주면 학생들이 시각적 특징을 발견하는 데 도움이 됩니다.

## 2. [전개] 학생 탐구 활동을 위한 참고 사이트 및 영상

## ① 구겐하임 미술관 '미래주의' 소개(웹사이트)

- 내용: 세계적인 미술관인 구겐하임에서 제공하는 미래주의 예술 사조에 대한 핵심 설명과 대표 작품들을 볼 수 있는 공신력 있는 자료입니다.
- 활용법: 학생들이 [활동지(1)]을 작성할 때, 미래주의의 사회적 배경과 예술적 특징에 대한 정보를 얻는 탐색 자료로 안내할 수 있습니다. (※ 영어 자료이므로, 웹 브라우저 번역 기능 활용 안내)
- 링크: <https://www.guggenheim.org/artwork/movement/futurism>

## ② EBS '빛의 물리학 2부 - 시간은 상대적이다' (영상)

- 내용: 특수 상대성 이론의 핵심 개념인 '시간 팽창'과 '동시성의 상대성'을 CG와 비유를 통해 매우 쉽게 설명하는 영상입니다. (특히 16분 00초~23분 30초 구간)
- 활용법: [활동지(2)]를 작성하기 전, '설명(Explain)' 단계에서 해당 영상 부분을 학생들과 함께 시청하며 상대성 이론에 대한 이해도를 높일 수 있습니다. 어려운 개념을 시각적으로 풀어주어 학생들의 이해를 돕는 데 효과적입니다.
- 링크: <https://home.ebs.co.kr/docuprime/newReplayList?courseId=BP0PAPB0000000005&stepId=60055942>

# 07

## 과학기술의 발자취를 따라 미래 모빌리티 기획하기

### 1

### 단원 개요

|     |            |      |                 |
|-----|------------|------|-----------------|
| 과목  | 과학의 역사와 문화 | 영역   | (2) 변화하는 과학과 세계 |
| 학년군 | 고등학교 2~3학년 | 세부영역 | 마차에서 자동차까지      |

|      |          |                                                                                |
|------|----------|--------------------------------------------------------------------------------|
| 교육과정 | 성취<br>기준 | [12과사02-05]<br>과학기술이 교통수단의 발달에 미친 영향을 인식하고, 교통수단의 발전이 가져올 미래 사회의 변화를 예측할 수 있다. |
|      | 탐구<br>활동 | -                                                                              |

|      |                            |
|------|----------------------------|
| 학습주제 | 과학기술의 발자취를 따라 미래 모빌리티 기획하기 |
|------|----------------------------|

|       |                  |
|-------|------------------|
| 수업 모형 | 과학-기술-사회(STS) 학습 |
|-------|------------------|

|      |       |                                                                                                                             |
|------|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 학습목표 | 총괄목표  | 교통수단의 발달에 적용된 과학기술의 사회문화적 영향을 역사적 맥락에서 이해하고, 이를 바탕으로 미래 사회가 마주할 교통 문제를 예측하여 지속 가능한 사회 발전에 기여하는 미래 모빌리티를 창의적으로 기획하는 태도를 기른다. |
|      | 지식·이해 | 증기기관, 내연기관, 자율주행 기술 등 핵심 과학기술이 교통수단의 발달과 인류의 생활 방식(주거, 경제, 문화)에 미친 긍정적, 부정적 영향을 구체적인 사례를 들어 설명할 수 있다.                       |
|      | 과정·기능 | 과거와 현재의 교통 기술 발전 사례를 바탕으로 미래 사회의 교통 문제를 예측하고, 과학적 원리와 사회적 요구를 종합하여 창의적인 미래 모빌리티에 대한 해결방안을 구체적인 기획서 형태로 제안하고 발표할 수 있다.       |
|      | 가치·태도 | 기술 발전의 사회적 책임을 인식하고, 미래 모빌리티가 가져올 윤리적·환경적 쟁점에 대해 다양한 관점을 존중하며, 인간 중심의 지속 가능한 발전을 추구하려는 책임감 있는 시민 의식을 함양한다.                  |

## 2

## 교수·학습 활동 및 평가 계획

## 가. 교수·학습 활동 적용 모형

| 수업 모형 | 과학-기술-사회(STS) 학습                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 특징    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 학생들의 실제 삶과 밀접한 사회적 문제를 중심으로, 이와 관련된 과학 원리를 탐구하고 기술적 해결방안을 모색하는 과정을 통해 종합적인 문제해결 능력을 기르는 수업 모형이다.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 적용 이유 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 이 수업의 주제는 과학기술이 교통수단의 발달을 이끌고, 이것이 인류의 삶에 미친 영향을 탐구하는 것이다. 이는 과학, 기술, 사회의 상호 관계를 탐구하는 STS 모형의 핵심 목표와 정확히 일치한다.</li> <li>• 이 모형은 학생들이 교통 기술 발전의 양면성이라는 사회적 딜레마를 인식하고 (문제로의 초대), 다양한 관점에서 정보를 탐색하며(탐색), 최종적으로 미래 사회를 위한 대안을 모색하는(해결방안의 제시) 활동을 체계적으로 담아낼 수 있다. 이는 단순한 기술 습득을 넘어 책임감 있는 의사결정 능력을 길러준다.</li> <li>• 학생들이 과학기술과 관련된 사회 문제를 스스로 발견하고 해결방안을 모색하는 주체적인 역할을 하도록 설계되었다. 교과서의 다양한 사례(마차에서 자동차까지, 과학기술의 빛과 그림자)를 탐구하고 미래 모빌리티를 기획하는 과정에서 비판적 사고력과 민주 시민으로서의 역량을 함양할 수 있다.</li> </ul> |

## 나. 평가 계획

| 평가 유형  | 적용 방법                                                                                                                                                            |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 관찰평가   | 교사는 [체크리스트]를 활용하여, STS 학습 모형의 탐색, 설명 및 해결방안 제시 단계에서 학생들이 과거 교통 기술의 사회적 영향을 분석하고 미래 모빌리티 해결방안을 모색하는 전 과정(자료 수집, 모둠 토의, 발표 등)에 얼마나 자기주도적이고 협력적으로 참여하는지를 관찰하고 평가한다. |
| 동료평가   | 최종 기획안 발표 활동 시, [동료평가표]를 활용하여 다른 모둠의 제안이 얼마나 논리적이고 창의적인지, 그리고 발표와 토의에 얼마나 진지하고 존중하는 태도로 참여하는지를 상호 평가하도록 한다.                                                      |
| 활동지 평가 | 학생들이 최종적으로 제출한 활동지를 [평가기준표]에 따라 채점하여 총괄 목표 도달도를 종합적으로 평가한다.                                                                                                      |

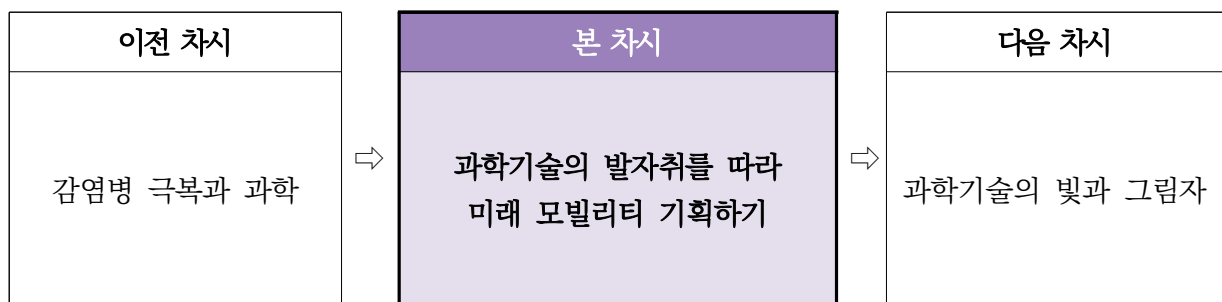
## 3

## 수업 평가 흐름도

## ■ 학습 주제: 과학기술의 발자취를 따라 미래 모빌리티 기획하기

| 단계                | 교수·학습 활동                  | 평가 주체    | 평가 방법                              |
|-------------------|---------------------------|----------|------------------------------------|
| 1<br>~<br>2<br>차시 | 문제로<br>의<br>초대            | -        | -                                  |
|                   | 탐색                        | 교사       | 관찰평가<br>[체크리스트]                    |
|                   | 설명<br>및<br>해결<br>방안<br>제시 | 교사<br>동료 | 관찰평가<br>[체크리스트]<br>동료평가<br>[동료평가표] |
|                   | 실행                        | 교사       | 활동지 평가<br>[평가기준표]                  |

## ■ 수업 연계도



## 가. 수업 지도안

| 단계                                            | 교수·학습 활동                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 도구 및 자료                                                                                                                                                                                                                                            |
|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 도입<br>(10<br>분)<br><br>문제<br>로<br>의<br>초<br>대 | <p> <b>호기심 유발 및 문제 인식</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ‘도로의 빛과 그림자’를 주제로 한 짧은 영상(마차에서 자율주행차까지의 발전, 교통체증, 환경오염 등)을 제시하며 학생들의 흥미를 유발한다.</li> <li>- “교통수단은 인류의 삶을 어떻게 바꾸었으며, 오늘날 우리는 어떤 새로운 문제에 직면해 있나요?”라는 핵심 질문을 통해 문제 상황을 인식시킨다.</li> </ul> <p> <b>영상 시청 및 생각 나누기</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 영상을 시청한 후, 모둠별로 교통수단의 발전이 가져온 긍정적, 부정적 변화에 대해 자유롭게 의견을 나눈다.</li> </ul> <p> <b>학습 목표 및 최종 과제 안내</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 오늘의 학습 목표를 안내하고, 최종 목표가 ‘미래 모빌리티 기획서’를 완성하는 것임을 제시하여 학습 동기를 고취시킨다.</li> </ul>                                                                                                                                             | <p> PPT</p> <p> 영상자료</p>                                                     |
| 전개<br>(70<br>분)<br><br>탐<br>색                 | <p><b>[활동 1] 교통수단의 과거와 현재 탐색하기</b></p> <p> <b>활동 안내 및 자료 활용 안내</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- [활동지(1)]을 배부하고, 모둠별로 대표적인 과거 교통수단(예: 자동차)이 등장하게 된 사회적 배경과 그 기술이 사회에 미친 영향을 긍정적과 부정적 측면에서 탐색하도록 안내한다.</li> <li>- 교사는 학생들이 탐색에 활용할 수 있는 몇 가지 핵심 참고 자료(뉴스 기사, 통계 자료 등)를 예시로 제시하거나, 참고 사이트 목록을 함께 제공한다.</li> </ul> <p> <b>협력적 자료 탐색 및 분석</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 모둠원들과 역할을 분담하여 교과서, 스마트 기기 등을 활용해 자료를 탐색하고, 교통수단의 발전이 사회(경제, 문화, 환경 등)에 미친 영향을 분석하여 [활동지(1)]에 정리한다.</li> </ul> <p> <b>관찰평가</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 교사는 모둠을 순회하며 [체크리스트]를 활용하여 학생들의 자기주도적 자료 탐색 능력, 협력적 토의 태도, 비판적 분석 능력(장·단점 분석)을 관찰·평가하고 학생 수준별로 맞춤형 피드백을 한다.</li> </ul> | <p><b>[활동지(1)]</b></p> <p> 참고 자료</p> <p> 스마트기기</p> <p><b>[체크리스트]</b></p> |

|                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                              |
|-------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| 설<br>명<br>및<br>해<br>결<br>방<br>안<br>제<br>시 | <p><b>[활동 2] 우리 모두의 미래 모빌리티 기획하기</b></p> <p> <b>과제 제시 및 토의 촉진</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- [활동 1]의 탐색 결과를 바탕으로, 해결하고 싶은 미래 사회의 교통 문제를 한 가지 정의하도록 안내한다.</li> <li>- “우리가 만들 미래 모빌리티는 어떤 과학기술을 사용하고, 어떤 사회적 가치를 담아야 할까요?”와 같은 발문으로 창의적 사고를 촉진한다.</li> </ul> <p> <b>미래 모빌리티 기획 및 발표</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 모듈별 토의를 통해 미래 모빌리티의 컨셉, 적용 기술, 기대 효과, 예상되는 문제점과 해결방안 등을 구체적으로 기획하여 [활동지(2)] 초안을 작성한다.</li> <li>- 완성된 기획안을 바탕으로 다른 모듈에게 우리의 아이디어를 발표하고 설득한다.</li> </ul> <p> <b>동료평가</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 다른 모듈의 발표를 경청하며 [동료평가표]를 활용하여 아이디어의 창의성, 논리성, 사회적 가치 등을 상호 평가하고 건설적인 피드백을 제공한다.</li> </ul> | <p><b>【활동지(2)】</b></p> <p><b>【동료평가표】</b></p> |
| 정<br>리<br>(10<br>분)                       | <p><b>[활동 3] 미래 모빌리티 기획서 최종 완성 및 공유</b></p> <p> <b>활동 정리 및 성찰 유도</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 모듈별 발표와 동료평가 내용을 종합하며, 과학기술 개발에 있어 사회적 책임과 균형 잡힌 시각의 중요성을 강조한다.</li> <li>- “오늘 활동을 통해 과학기술을 개발하고 사용하는 우리에게 어떤 책임이 필요하다고 느꼈나요?”와 같은 질문으로 학습 내용을 내면화하도록 돕는다.</li> </ul> <p> <b>기획서 수정 및 제출</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 토의에 참여하며 학습 내용을 최종적으로 내면화하고, 완성된 [활동지(2)]를 제출한다.</li> <li>- 동료들의 피드백을 반영하여 [활동지(2)]의 기획서를 최종적으로 수정·보완하고 제출한다.</li> </ul> <p> <b>활동지 평가</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 교사는 제출된 [활동지]를 [평가 기준표]에 따라 최종 평가한다.</li> </ul>                                                           | <p><b>【활동지(2)】</b></p> <p><b>【평가기준표】</b></p> |

## 나-1. 활동지(1): STS 탐구 보고서

### STS 탐구 보고서 - 과거의 길에서 미래를 보다

( )학년 ( )반 ( )번 모둠명: ( ) 이름: ( )

#### 목표

- 증기기관, 내연기관 등 핵심 과학기술이 교통수단의 발달과 인류의 생활 방식에 미친 긍정적, 부정적 영향을 구체적인 사례를 들어 설명할 수 있다.
- 과거 교통 기술의 발전 사례를 분석하여 미래 사회가 해결해야 할 문제를 추론할 수 있다.

#### 탐구하기

✓ [Mission 1] 시간여행자의 탐사 보고서: '자동차'는 세상을 어떻게 바꾸었나?

👉 우리는 시간여행자가 되어 20세기 인류 문명을 바꾼 위대한 발명품, 내연기관 자동차를 탐사하려고 합니다. 아래 항목에 따라 자동차가 인류 사회에 미친 영향을 긍정적, 부정적 측면에서 분석하고, 그 핵심 근거를 제시해 봅시다.

| 구분                                   | 탐사 내용 |
|--------------------------------------|-------|
| 핵심<br>과학·기술<br>원리                    |       |
| 사회의<br>긍정적 변화                        |       |
| 사회의<br>부정적 변화                        |       |
| 핵심 근거<br>자료<br>(교과서 내용,<br>통계, 기사 등) |       |

✓ [Mission 2] 미래를 향한 우리의 숙제: 핵심 질문 정의하기

- [Mission 1]의 탐구 내용을 바탕으로, 우리 모둠이 해결하고 싶은 미래의 교통 문제를 아래 질문에 답하며 구체화해 봅시다. 이 질문이 [활동지(2)]에서 우리 모둠이 기획할 미래 모빌리티의 출발점이 됩니다.

👉 [Step 1] 문제 영역 선택하기: 자동차가 남긴 부정적 측면 중에서 우리 모둠이 가장 시급하고 중요하다고 생각하는 문제 영역은 무엇인가요? (중복 선택 가능)

|                                                  |                                                     |                                                     |
|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> 환경 문제<br>(대기오염, 탄소배출 등) | <input type="checkbox"/> 안전 문제<br>(교통사고, 교통약자 위험 등) | <input type="checkbox"/> 사회 문제<br>(교통체증, 에너지 불평등 등) |
|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|

👉 [Step 2] 핵심 질문 만들기: 위에서 선택한 문제 영역을 바탕으로, 우리가 미래 모빌리티를 통해 해결하고자 하는 핵심 질문을 "우리는 어떻게 하면 \_\_\_\_\_ 문제를 해결하는 동시에, \_\_\_\_\_ 가치를 지킬 수 있을까?" 형식으로 완성해 봅시다.

[우리가 해결할 핵심 질문(1)]

[우리가 해결할 핵심 질문(2)]

[우리가 해결할 핵심 질문(3)]

## 나-2. 활동지(2)

### 미래 모빌리티 기획서

( )학년 ( )반 ( )번 모둠명: ( ) 이름: ( )

#### 목표

- 과거와 현재의 교통 기술 발전 사례를 바탕으로 미래 사회의 교통 문제를 해결하기 위한 창의적인 미래 모빌리티 기획서를 작성할 수 있다.
- 기술 발전의 사회적 책임을 인식하고, 인간 중심의 지속 가능한 발전을 추구하려는 태도를 지닌다.

#### 탐구하기

✓ [Mission 1] 우리 모듬의 미래 모빌리티 기획하기

👉 [활동지(1)]에서 도출한 미래 문제를 해결하기 위한 우리 모듬만의 창의적인 미래 모빌리티를 기획해 봅시다.

| 구분                                 | 우리 모듬의 기획안 |
|------------------------------------|------------|
| 해결할 미래 문제                          |            |
| 미래 모빌리티 이름                         |            |
| 핵심 아이디어 및 컨셉                       |            |
| 적용 과학·기술 원리                        |            |
| 기대 효과<br>(사회, 문화, 경제, 환경 등)        |            |
| 예상되는 부작용 및 해결방안<br>(사회적·윤리적·환경적 등) |            |



✓ [Mission 2] 생각을 깊게, 시야를 넓게!

- 지금까지 탐구하고 토론한 내용을 바탕으로, 아래 질문에 대한 자신의 생각을 정리해 봅시다.

- 👉 1. 자율주행 기술이 보편화된 사회를 상상해 봅시다. 기술 개발자, 기존 운수업 종사자, 교통 약자(장애인, 노인 등)의 입장에서 각각 어떤 기회와 위기가 찾아올지 구체적으로 서술하고, 이들 사이의 이해 관계가 충돌하는 지점은 무엇일지 서술하시오.

- 👉 2. 더 빠른 이동을 향한 인류의 욕망은 과학기술을 발전시켰지만, 동시에 환경오염과 에너지 고갈 문제를 낳았습니다. 미래 모빌리티를 개발하는 과학기술자에게 가장 필요한 사회적 책임은 무엇이라고 생각 하는지, 자신의 가치관을 바탕으로 구체적인 사례를 들어 서술하시오.

## 다-1. 예시 답안 및 채점 기준(1)

### STS 탐구 보고서 – 과거의 길에서 미래를 보다

( )학년 ( )반 ( )번 모둠명: ( ) 이름: ( )

#### 목표

- 증기기관, 내연기관 등 핵심 과학기술이 교통수단의 발달과 인류의 생활 방식에 미친 긍정적, 부정적 영향을 구체적인 사례를 들어 설명할 수 있다.
- 과거 교통 기술의 발전 사례를 분석하여 미래 사회가 해결해야 할 문제를 추론할 수 있다.

#### 탐구하기

✓ [Mission 1] 시간여행자의 탐사 보고서: '자동차'는 세상을 어떻게 바꾸었나?

👉 우리는 시간여행자가 되어 20세기 인류 문명을 바꾼 위대한 발명품, 내연기관 자동차를 탐사하려고 합니다. 아래 항목에 따라 자동차가 인류 사회에 미친 영향을 긍정적, 부정적 측면에서 분석하고, 그 핵심 근거를 제시해 봅시다.

| 구분                             | 탐사 내용                                                                                                                                                                                                                             |
|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 핵심 과학·기술 원리                    | 연료와 공기를 실린더 내에서 폭발시켜 얻은 에너지로 피스톤을 움직여 동력을 얻는다.                                                                                                                                                                                    |
| 사회의 긍정적 변화                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 개인의 이동성 혁명: 원하는 시간에 원하는 곳으로 갈 수 있는 자유를 부여하여 생활 환경을 획기적으로 넓힘</li> <li>• 도시 구조의 변화: 도심과 떨어진 교외 지역의 발달을 촉진함</li> <li>• 산업 발전: 철강, 석유화학, 정유 등 연관 산업을 성장시키고 새로운 일자리를 창출함</li> </ul>           |
| 사회의 부정적 변화                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 환경 문제: 배기가스로 인한 대기오염(미세먼지, 스모그)과 온실가스 배출로 지구 온난화를 가속화함</li> <li>• 에너지 문제: 화석 연료(석유)에 대한 의존도를 높여 자원 고갈 및 국제 분쟁의 원인이 됨</li> <li>• 사회 문제: 교통사고로 인한 인명 피해, 교통 체증으로 인한 사회적 비용이 발생함</li> </ul> |
| 핵심 근거 자료<br>(교과서 내용, 통계, 기사 등) | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 20세기 초 포드의 대량생산 방식 도입으로 '마이카 시대'가 열리며 미국인의 생활 양식이 변화함</li> <li>• 통계: 전 세계 수송 부문 온실가스 배출량의 70% 이상이 도로 교통(자동차, 트럭)에서 발생함</li> </ul>                                                        |

✓ [Mission 2] 미래를 향한 핵심 질문 정의하기

- [Mission 1]의 탐구 내용을 바탕으로, 우리 모둠이 해결하고 싶은 미래의 교통 문제를 아래 질문에 답하며 구체화해 봅시다. 이 질문이 [활동지(2)]에서 우리 모둠이 기획할 미래 모빌리티의 출발점이 됩니다.

👉 [Step 1] 문제 영역 선택하기: 자동차가 남긴 부정적 측면 중에서 우리 모둠이 가장 시급하고 중요하다고 생각하는 문제 영역은 무엇인가요? (중복 선택 가능)

|                                                  |                                                     |                                                     |
|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> 환경 문제<br>(대기오염, 탄소배출 등) | <input type="checkbox"/> 안전 문제<br>(교통사고, 교통약자 위험 등) | <input type="checkbox"/> 사회 문제<br>(교통체증, 에너지 불평등 등) |
|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|

👉 [Step 2] 핵심 질문 만들기: 위에서 선택한 문제 영역을 바탕으로, 우리가 미래 모빌리티를 통해 해결하고자 하는 핵심 질문을 "우리는 어떻게 하면 \_\_\_\_\_ 문제를 해결하는 동시에, \_\_\_\_\_ 가치를 지킬 수 있을까?" 형식으로 완성해 봅시다.

[우리가 해결할 핵심 질문(1)]

☒ 환경문제 ☒ 사회 문제

우리는 어떻게 하면 도시의 교통 체증과 환경오염 문제를 해결하는 동시에, 모든 사람이 차별 없이 누릴 수 있는 이동의 자유라는 가치를 지킬 수 있을까?

[우리가 해결할 핵심 질문(2)]

[우리가 해결할 핵심 질문(3)]

## 다-2. 예시 답안 및 채점 기준(2)

### 미래 모빌리티 기획서

( )학년 ( )반 ( )번 모둠명: ( ) 이름: ( )

#### 목표

- 과거와 현재의 교통 기술 발전 사례를 바탕으로 미래 사회의 교통 문제를 해결하기 위한 창의적인 미래 모빌리티 기획서를 작성할 수 있다.
- 기술 발전의 사회적 책임을 인식하고, 인간 중심의 지속 가능한 발전을 추구하려는 태도를 지닌다.

#### 탐구하기

✓ [Mission 1] 우리 모듬의 미래 모빌리티 기획하기

👉 [활동지(1)]에서 도출한 미래 문제를 해결하기 위한 우리 모듬만의 창의적인 미래 모빌리티를 기획해 봅시다.

| 구분                                 | 우리 모듬의 기획안                                                                                                                                                                                                              |
|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 해결할 미래 문제                          | 화석 연료 기반 자동차로 인한 환경오염과 대도시의 만성적인 교통 체증 문제                                                                                                                                                                               |
| 미래 모빌리티 이름                         | 에코-스트림 (Eco-Stream)                                                                                                                                                                                                     |
| 핵심 아이디어 및 컨셉                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>도심 지하와 상공에 구축된 전용 튜브 터널을 따라 움직이는 완전 자율주행 전기 포드(Pod) 시스템</li> <li>소유가 아닌 공유 기반으로, AI가 사용자의 호출에 따라 최적 경로로 포드를 실시간 배차</li> </ul>                                                    |
| 적용 과학·기술 원리                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>AI 기반 관제 시스템: 도시 전체의 교통 흐름을 분석하여 최적의 경로 설정 및 충돌 방지</li> <li>완전 자율주행 기술: 라이다, 레이더, 카메라 등 센서 융합 기술로 주변 환경 인식</li> <li>전기 동력 및 무선 충전: 배터리와 전기 모터로 구동하며, 정류장에서 무선으로 자동 충전</li> </ul> |
| 기대 효과<br>(사회, 문화, 경제, 환경 등)        | <ul style="list-style-type: none"> <li>(환경) 탄소 배출 제로, 미세먼지 문제 해결</li> <li>(사회) 교통사고 감소, 교통 약자의 이동권 보장, 운전 시간의 해방</li> <li>(경제) 교통 체증 해소로 인한 물류비용 및 사회적 비용 절감</li> </ul>                                                 |
| 예상되는 부작용 및 해결방안<br>(사회적·윤리적·환경적 등) | <ul style="list-style-type: none"> <li>(부작용) 운수업 종사자(버스, 택시 기사 등)의 대규모 일자리 감소</li> <li>(해결방안) 정부 주도의 재교육 프로그램을 통해 시스템 관제사, 유지보수 전문가 등 새로운 직업으로 전환 지원</li> </ul>                                                         |

✓ [Mission 2] 생각을 깊게, 시야를 넓게!

- 지금까지 탐구하고 토론한 내용을 바탕으로, 아래 질문에 대한 자신의 생각을 정리해 봅시다.

- 👉 1. 자율주행 기술이 보편화된 사회를 상상해 봅시다. 기술 개발자, 기존 운수업 종사자, 교통 약자(장애인, 노인 등)의 입장에서 각각 어떤 기회와 위기가 찾아올지 구체적으로 서술하고, 이들 사이의 이해관계가 충돌하는 지점은 무엇일지 서술하시오.

자율주행 사회는 각자의 입장에 따라 다른 기회와 위기를 가져올 것입니다. 기술 개발자에게는 새로운 시장을 창출하고 교통사고 없는 사회를 만든다는 자부심의 '기회'가 있지만, 사고 발생 시 책임 소재를 가려야 하는 윤리적, 법적 딜레마라는 '위기'에 직면할 것입니다. 기존 운수업 종사자에게는 일자리를 잃을 수 있다는 심각한 '위기'가 찾아오지만, 시스템 관제나 원격 지원 등 새로운 형태의 일자리가 생겨나는 '기회'도 있을 것입니다. 마지막으로 교통 약자에게는 이전에는 상상할 수 없었던 자유로운 이동권을 얻게 되는 엄청난 '기회'가 주어지지만, 만약 서비스 이용료가 너무 비싸거나 사용법이 복잡하다면 새로운 기술에서 소외되는 '위기'를 겪을 수도 있습니다.

- 👉 2. 더 빠른 이동을 향한 인류의 욕망은 과학기술을 발전시켰지만, 동시에 환경오염과 에너지 고갈 문제를 낳았습니다. 미래 모빌리티를 개발하는 과학기술자에게 가장 필요한 사회적 책임은 무엇이라고 생각 하는지, 자신의 가치관을 바탕으로 구체적인 사례를 들어 서술하시오.

미래 모빌리티를 개발하는 과학기술자에게 가장 필요한 사회적 책임은 '기술의 포용성(Inclusivity)'을 확보하는 것이라고 생각합니다. 과거 자동차의 발전은 부유층에게 교외의 쾌적한 삶이라는 혜택을 주었지만, 도심에 남겨진 저소득층은 자동차가 내뿜는 매연과 소음에 시달려야 했습니다. 이처럼 기술의 혜택이 특정 계층에게만 집중되고 그 부작용은 사회적 약자에게 전가되는 문제를 반복해서는 안 됩니다. 예를 들어, 자율주행 UAM(도심 항공 모빌리티)을 개발할 때, 단지 부유층을 위한 '하늘을 나는 택시'로 만드는 데 그쳐서는 안 됩니다. 과학기술자는 대중교통 시스템과 연계하여 장애인이나 노약자도 저렴하고 쉽게 이용할 수 있는 공공 서비스 모델을 함께 고민해야 합니다. 기술의 속도나 효율성만을 추구하는 것을 넘어, 그 기술이 사회의 불평등을 심화시키지 않고 모든 구성원을 이롭게 할 수 있도록 설계하는 것이야말로 미래 과학기술자의 진정한 사회적 책임일 것입니다.

## 라. 평가 기준

### [체크리스트]

| 평가 영역 | 평가 요소       | 평가 기준                                                             | 척도 |   |   |
|-------|-------------|-------------------------------------------------------------------|----|---|---|
|       |             |                                                                   | 상  | 중 | 하 |
| 과정·기능 | 자기주도적 탐구 능력 | 교과서, 디지털 자료 등을 활용하여 과거 교통수단의 사회적 영향을 주도적으로 탐구하고 분석하는가?            |    |   |   |
|       | 협력적 의사소통    | 자신의 의견을 논리적으로 설명하고, 동료의 의견을 경청하며 협력적으로 더 나은 대안(미래 모빌리티)을 만들어가는가?  |    |   |   |
| 가치·태도 | 과제 집착력      | 맡은 역할에 책임감을 갖고, 완성도 높은 결과물을 만들기 위해 끝까지 적극적으로 참여하는가?               |    |   |   |
|       | 융합적 사고 시도   | 과학기술, 사회, 환경, 윤리적 측면을 연결하여 미래 모빌리티 문제를 다각적으로 이해하고 표현하려는 태도를 보이는가? |    |   |   |

### 👉 [평가기준표] 활동지(1)

| 미션     | 채점 요소           | 척도 | 평가 기준                                                        |
|--------|-----------------|----|--------------------------------------------------------------|
| 1<br>2 | 핵심 내용 이해도 및 분석력 | 상  | 과거 교통수단의 긍정적, 부정적 영향을 과학적 원리와 사회적 맥락에 근거하여 매우 정확하고 깊이 있게 분석함 |
|        |                 | 중  | 핵심 내용을 대부분 정확하게 서술했으나, 일부 분석의 깊이가 부족하거나 근거 제시가 미흡함           |
|        |                 | 하  | 내용에 오류가 있거나, 질문의 의도와 다른 내용을 서술함                              |

### 👉 [평가기준표] 활동지(2)

| 미션 | 채점 요소         | 척도 | 평가 기준                                                        |
|----|---------------|----|--------------------------------------------------------------|
| 1  | 창의적 대안 제시 능력  | 상  | 탐구 내용을 종합하여, 미래 교통 문제를 해결할 수 있는 방안을 매우 창의적이고 구체적으로 제시함       |
|    |               | 중  | 탐구 내용을 바탕으로 합리적인 해결방안을 제시했으나, 독창성이 다소 부족함                    |
|    |               | 하  | 제시된 해결방안이 탐구 내용과 연관성이 부족하거나 실효성이 낮음                          |
| 2  | 주장의 논리성 및 타당성 | 상  | 자신의 주장을 뒷받침하는 근거를 명확하고 논리적으로 제시했으며, 반대 입장을 고려한 균형 잡힌 서술이 돋보임 |
|    |               | 중  | 주장을 서술했으나, 근거가 다소 미흡하거나 논리적 연결성이 부족함                         |
|    |               | 하  | 주장이 명확하지 않거나, 근거 없이 감정적으로 서술함                                |

## [동료평가표]

| 평가 항목     | 평가 기준                                         | 척도 |   |   |
|-----------|-----------------------------------------------|----|---|---|
|           |                                               | 상  | 중 | 하 |
| 내용의 창의성   | 미래 교통 문제에 대한 해결방안이 독창적이고 흥미로운가?               |    |   |   |
| 주장의 논리성   | 제시한 근거가 타당하며, 기획안의 내용을 명확하고 설득력 있게 전달했는가?     |    |   |   |
| 사회적 가치    | 제안된 모빌리티가 환경, 안전, 교통 약자 등 사회적 가치를 충분히 고려했는가?  |    |   |   |
| 협력적 발표 태도 | 발표 과정에서 모둠원들의 역할 분담이 적절하고, 서로 협력하는 모습이 돋보였는가? |    |   |   |

## 생활기록부 '과목별 세부능력 및 특기사항' 작성 예시

'과학기술의 발자취를 따라, 미래 모빌리티 기획하기' 수업에서 자동차의 발달이 가져온 사회 변화의 명암을 비판적으로 분석함. 이를 바탕으로 환경오염과 교통 체증 문제를 동시에 해결하기 위한 'AI 기반 지하 튜브 공유형 모빌리티'를 제안하는 창의적 문제 해결 능력을 보여줌. 특히 기술의 효율성뿐만 아니라 교통 약자의 접근성과 발생가능한 사회적 비용까지 고려한 구체적인 해결책을 제시하여, 과학기술과 사회적 가치를 아우르는 융합적 사고력과 책임감 있는 태도가 돋보임

## 마. 학생 수준별 수업 및 활동 자료 피드백

### 학생 수준별 수업 자료 및 활동

| 수준 | 학습자 특성                                                                                                                          | 수업 자료 및 활동                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 상  | <ul style="list-style-type: none"> <li>개념 이해가 빠르고, 자료 간의 연관성을 깊이 있게 파악하며 자기주도적 심화 탐구 능력이 뛰어남</li> </ul>                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>역사 속 과학적 대응 사례(백신, 역학)와 사회적 대응 사례(공중보건법, 국제 공조)를 분석하여, 미래 신종 감염병 발생 시 UN과 같은 국제기구가 즉시 시행해야 할 과학기술 정책과 사회 시스템 정책을 구체적으로 제안하는 보고서를 작성하는 과제를 제시함</li> </ul>                                                                             |
| 중  | <ul style="list-style-type: none"> <li>기본적인 탐구 활동은 잘 수행하나, 과거의 사회적 영향을 미래의 문제 해결 방안과 연결하여 종합적으로 해석하는 데 어려움을 겪음</li> </ul>       | <ul style="list-style-type: none"> <li>'마차의 느린 속도라는 문제는 증기기관차라는 해결책을 낳았습니다. 그렇다면 자동차의 환경오염이라는 문제는 어떤 기술적 해결책을 요구할까요?', '개인의 이동 자유라는 자동차의 장점은 어떻게 유지하면서 교통 체증이라는 단점을 해결할 수 있을까요?' 등 과거-현재-미래를 연결하는 질문 카드를 제공하여 종합적 사고를 할 수 있도록 지원함</li> </ul>                                |
| 하  | <ul style="list-style-type: none"> <li>방대한 텍스트나 복잡한 시각 자료에서 핵심 정보를 찾아내는 데 어려움을 느끼거나, 자신의 생각을 논리적으로 정리하여 발표하는 것을 어려워함</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>(탐색 활동 시) 각 교통수단의 핵심 단어(예: 증기기관, 컨베이어 벨트, 대기오염, 자율주행, UAM)가 설명된 카드를 제공하여 정보 탐색의 부담을 줄여줌</li> <li>(발표 활동 시) "저희 모듬이 해결하려는 미래 문제는 ( )입니다. 이를 해결하기 위한 저희의 모빌리티는 ( )이며, 이 기술의 핵심 원리는 ( )입니다." 와 같은 문장 틀을 제공하여 발표에 대한 자신감을 심어줌</li> </ul> |

 학생 수준별 피드백 방안

| 수준 | 학생의 특징 또는 행동                                                                                                                                                       | 피드백 예시                                                                                                                                                                                                                              |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 상  | <ul style="list-style-type: none"> <li>자율주행 기술의 단점을 넘어, 도시 전체의 교통 시스템(ITS)이나 스마트 시티 인프라와의 연계성까지 고려하여 질문하거나 새로운 대안을 제시함</li> </ul>                                  | <p>- 자율주행차를 넘어 도시 전체의 교통 시스템까지 연결하다니, 정말 놀라운 통찰력입니다! 그렇다면, 모든 교통수단이 연결되는 미래 도시에서는 '개인의 이동 정보'라는 빅데이터가 생성될 텐데요. 이 데이터를 활용해 더 편리한 사회를 만들 수도 있지만, 개인의 사생활을 침해할 위험도 있지 않을까요? 이 '편리함'과 '사생활 보호'라는 두 가치의 균형을 어떻게 맞출 수 있을지 함께 이야기해볼까요?</p> |
| 중  | <ul style="list-style-type: none"> <li>'증기기관차가 철도망을 확충시켰다.'라는 사실관계는 정확히 찾아냈으나, 그것이 당시 사회에 왜 그렇게 중요한 변화였는지(예: 지역 간 교류 활성화, 산업 발전 촉진) 연결하여 설명하는 데 주저함</li> </ul>     | <p>- 증기기관차가 철도를 따라 빠르게 이동했다는 점을 정확하게 찾아주었네요! 아주 좋은 시작이에요. 마차만 있던 시절과 비교하면, 이렇게 빠르고 대량으로 물건과 사람을 실어 나를 수 있게 된 것이 당시 사람들의 삶을 어떻게 바꾸었을까요? 우리 모둠의 탐구 자료에서 힌트를 얻어볼 수 있을까요?</p>                                                           |
| 하  | <ul style="list-style-type: none"> <li>모둠 내에서 인터넷으로 자동차 사진을 찾거나, 발표 자료에 그림을 삽입하는 등 주어진 역할은 성실히 수행하나, 자신의 활동이 모둠 전체의 논의에 왜 중요한지 인식하지 못하고 발표에 소극적인 모습을 보임</li> </ul> | <p>- 우리 모둠이 기획한 '에코-스트림'의 멋진 컨셉 이미지를 정말 잘 찾아주었군요! 덕분에 우리 모둠원 모두가 미래 모빌리티의 모습을 바로 상상할 수 있었어요. 이렇게 구체적인 시각 자료가 없었다면, 우리의 아이디어를 다른 사람들에게 설명하기 훨씬 어려웠을 거예요. 정말 중요한 역할을 훌륭하게 해냈어요!</p>                                                   |

## 1. [도입] 문제 상황 인식을 위한 영상 자료

## || YTN 사이언스 - "현대인의 필수품 자동차의 역사"

- 내용: 말이 끌던 수레에서부터 레오나르도 다빈치의 태엽 자동차, 최초의 휘발유 엔진 자동차인 벤츠의 '페이텐트 모터바겐', 그리고 포드의 대량생산을 통한 '마이카 시대'의 개막까지 자동차의 핵심적인 발전 과정을 압축적으로 보여주는 영상입니다. 기술 발전의 긍정적인 측면을 중심으로 제시합니다.
- 활용: 수업 도입부에서 이 영상을 시청하며 학생들에게 '빠르고 편리한 이동'을 향한 인류의 열망과 과학 기술의 역할을 보여주어 흥미를 유발합니다. 영상 시청 후 "자동차가 없었다면 우리의 삶은 지금과 어떻게 달랐을까요?", "영상에서 본 자동차의 발전이 오늘날 우리가 겪는 교통 문제(교통 체증, 환경오염 등)와는 어떤 관련이 있을까요?"와 같은 질문을 던져, 기술 발전의 긍정적, 부정적 측면을 함께 생각하게 함으로써 STS 모형의 '문제로의 초대' 단계를 효과적으로 시작할 수 있습니다.
- 링크: <https://youtu.be/9N9ru8eYzpQ?si=pknWcfRD1kgGJ5WU>

## 2. [전개] '탐색' 및 '해결방안 제시' 활동을 위한 참고 사이트

## || (탐색 활동용) 현대자동차그룹 '헤리티지' - 포니, 시대를 넘어 달리다

- 내용: 우리나라 최초의 독자 생산 모델인 '포니'의 개발 배경과 당시 사회문화적 의미를 상세히 다루고 있습니다. 자동차라는 기술이 단순한 이동수단을 넘어 한 국가의 산업과 국민의 자부심에 어떤 영향을 미쳤는지 보여주는 구체적인 사례입니다.
- 활용: [활동 1]에서 학생들이 자동차의 긍정적 영향 측면을 탐색할 때, 산업 발전과 문화적 영향에 대한 구체적인 근거 자료로 활용하도록 안내합니다. 학생들이 기술 발전의 사회적 맥락을 더 깊이 이해하는 데 도움을 줍니다.
- 링크: <https://www.hyundai.com/worldwide/ko/brand-journal/heritage/heritage-series-pony>

## || (해결방안 제시 활동용) 현대자동차그룹 HMG저널 - "UAM부터 자율주행까지, CES 2022에서 현대 자동차가 그리는 미래"

- 내용: 도심 항공 모빌리티(UAM), 로봇릭스, 자율주행 기술이 결합된 미래 모빌리티의 청사진을 구체적인 컨셉과 함께 제시하는 기사입니다. 학생들이 미래 기술을 상상하는 데 필요한 구체적인 아이디어와 과학적 근거를 제공합니다.
- 활용: [활동 2]에서 학생들이 '미래 모빌리티'를 기획할 때, 막연한 상상에 그치지 않도록 영감을 주는 자료로 제시합니다. "이 기사에 나온 AI, 로봇릭스, 친환경 에너지 기술 중 우리 모두의 문제를 해결하기 위해 어떤 기술을 어떻게 조합해 볼 수 있을까요?"라고 발문하여 창의적인 아이디어 구상을 촉진합니다.
- 링크: <https://www.hyundai.com/worldwide/ko/brand-journal/mobility-solution/ces-2022>

### 3. [정리] '실행' 활동을 위한 참고 자료

#### || YTN 사이언스 - "자율주행 차량, 사고 나면 누구 책임?"

- 내용: 자율주행차가 사고를 냈을 때, 그 책임이 운전자에게 있는지, 제조사에 있는지, 혹은 시스템 자체에 있는지 법률적, 윤리적 쟁점을 다루는 뉴스 영상입니다. 보험 문제와 관련 법규 마련의 시급성을 강조합니다.
- 활용: [활동 3]에서 학생들이 최종 기획서를 완성하고 성찰 활동을 할 때, 기술의 사회적 책임 문제를 구체적으로 다루도록 안내하는 자료로 활용합니다. "우리 모듬이 기획한 미래 모빌리티가 만약 사고를 낸다면, 그 책임은 누구에게 있을까요? 이를 예방하기 위한 정책이나 기술적 안전장치는 무엇이 필요할까요?"와 같은 질문을 통해 수업의 깊이를 더하고, 학습 목표인 책임감 있는 시민 의식을 함양하도록 돕습니다.
- 링크: <https://youtu.be/jViE70FrILA?si=VyQLFNSvmctvZHOa>

# 08

## 과학 용어로 읽는 우리 시대 문화 코드

### 1

### 단원 개요

|     |            |      |                |
|-----|------------|------|----------------|
| 과목  | 과학의 역사와 문화 | 영역   | (3) 과학과 인류의 미래 |
| 학년군 | 고등학교 2~3학년 | 세부영역 | 우리 주변의 과학 용어   |

|      |       |                                                                                 |
|------|-------|---------------------------------------------------------------------------------|
| 교육과정 | 성취 기준 | [12과사03-02]<br>일상생활이나 미디어에서 사용되는 과학 용어를 조사하고, 과학 용어가 우리 사회에 미치는 파급효과를 설명할 수 있다. |
|      | 탐구 활동 | -                                                                               |

|      |                       |
|------|-----------------------|
| 학습주제 | 과학 용어로 읽는 우리 시대 문화 코드 |
|------|-----------------------|

|       |          |
|-------|----------|
| 수업 모형 | 개념 변화 학습 |
|-------|----------|

|      |       |                                                                                                                                |
|------|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 학습목표 | 총괄목표  | 과학 용어 '바이러스'와 'میم'이 각각 '바이럴'과 '인터넷 밈'으로 사회문화적 의미가 확장되는 과정을 탐구하고, 이를 통해 과학 용어가 우리 사회에 미치는 파급효과를 비판적으로 분석하여 올바르게 활용하려는 태도를 기른다. |
|      | 지식·이해 | 생물학적 '바이러스'와 학술 용어 'میم'의 과학적 의미를 일상에서 사용되는 '바이럴 현상', '인터넷 밈'과 비교하여 설명할 수 있다.                                                  |
|      | 과정·기능 | 미디어 자료를 활용하여 '바이럴'과 'میم' 현상이 사회에 미치는 긍정적, 부정적 파급효과를 조사하고 발표할 수 있다.                                                            |
|      | 가치·태도 | 과학 용어가 사회문화적 맥락 속에서 갖는 영향력을 인식하고, 과학 지식을 올바르게 활용하려는 책임감 있는 자세를 가진다.                                                            |

## 가. 교수·학습 활동 적용 모형

| 수업 모형 | 개념 변화 학습                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 특징    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 학생들이 이미 가지고 있는 생각(오개념)을 과학적인 개념으로 변화시키는 데 초점을 맞춘 수업 모형이다.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 적용 이유 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 이 수업의 핵심은 생물학적 바이러스와 문화적 바이럴 현상, 학술적 밈과 인터넷 밈 사이의 유사성과 결정적 차이점을 비교하며 발생하는 인지적 갈등에 있다. "왜 우리는 이 현상을 '바이러스가 퍼진다'라고 말할까?", "리처드 도킨스가 말한 밈과 우리가 쓰는 밈은 무엇이 다를까?"와 같은 질문은 학생들의 고정 관념에 의문을 제기하고, 그 개념의 본질을 탐구하려는 강한 지적 호기심을 유발하는 데 이 모형이 가장 효과적이다.</li> <li>• 단순히 바이럴이나 밈의 사전적 의미를 전달하는 것을 넘어, 학생들이 '바이러스→은유적 확장→바이럴', '밈(학술)→기술문화적 변용→인터넷 밈'으로 이어지는 개념의 진화 과정을 스스로 재구성하도록 안내할 수 있다. 이는 새로운 개념 구성과 새로운 개념 평가 단계를 통해 각 용어의 과학적 맥락과 사회문화적 맥락을 연결하는 정교한 지식 체계를 구축하는 데 최적화된 모형이다.</li> </ul> |

## 나. 평가 계획

| 평가 유형  | 적용 방법                                                                                                                                       |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 관찰평가   | 교사는 [체크리스트]를 활용하여, 개념 변화 학습 모형의 명료화 교환 및 인지 갈등 유발 단계에서 학생들이 자신의 생각과 친구의 생각을 비교하고, 미디어 자료를 분석하며 토의하는 전 과정에 얼마나 적극적이고 협력적으로 참여하는지를 관찰하고 평가한다. |
| 동료평가   | 모둠별 '파급효과 분석' 발표 시, [동료평가표]를 활용하여 다른 모둠의 주장과 근거가 얼마나 논리적이고 설득력 있는지, 그리고 발표를 경청하고 존중하는 태도로 참여하는지를 상호 평가하도록 한다.                               |
| 활동지 평가 | 학생들이 최종적으로 제출한 활동지를 [평가기준표]에 따라 채점하여 총괄 목표 도달도를 종합적으로 평가한다. 특히 과학 용어와 일상 용어의 의미를 비교 분석한 내용과 사회적 파급효과를 논리적으로 서술했는지를 중점적으로 평가한다.              |

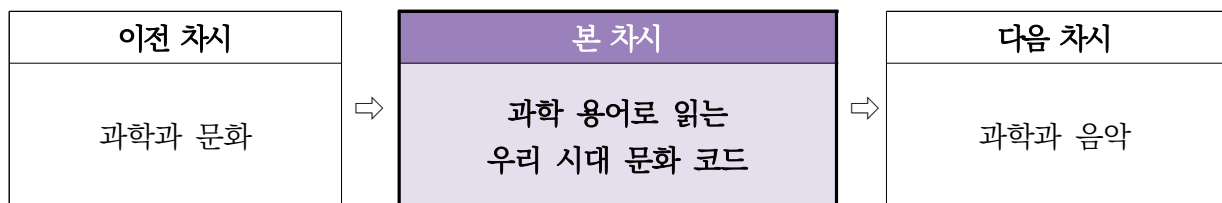
## 3

## 수업 평가 흐름도

## ■ 학습 주제: 과학 용어로 읽는 우리 시대 문화 코드

| 단계               | 교수·학습 활동                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 평가 주체    | 평가 방법                              |
|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|------------------------------------|
| 1<br>2<br>차<br>시 | <b>개념 표현</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>최신 바이럴 영상 또는 인터넷 밈 시청 후 발문</li> <li>바이럴과 밈에 대한 자신의 생각 자유롭게 표현하기</li> <li>학습 목표 확인 및 개념 변화 학습 과정 안내</li> </ul>                                                                                                                                                               | -        | -                                  |
|                  | <b>개념 명료화 및 인지 갈등 유발</b> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>[활동 1] 내 생각과 과학적 개념 비교하기</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>모둠별로 각자 생각하는 바이럴과 밈의 의미 공유 및 상호 피드백</li> <li>'바이러스의 전파 방식'과 '리처드 도킨스의 밈'에 대한 과학 자료(짧은 영상, 텍스트)를 제시</li> <li>[활동지(1)]를 활용하여 일상적 의미와 과학적 의미의 공통점과 차이점 분석 및 인지 갈등 경험</li> </ul> </li> </ul> | 교사       | 관찰평가<br>[체크리스트]                    |
|                  | <b>개념 재구성 및 평가</b> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>[활동 2] 과학 용어의 사회적 파급효과 분석 및 발표</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>토의를 통해 과학과 문화를 아우르는 재구성된 개념 정립</li> <li>특정 밈 현상이 사회에 미친 긍정적/부정적 파급효과를 미디어 자료를 통해 심층 분석 및 [활동지(2)] 작성</li> <li>모둠별 탐구 결과 발표 및 [동료평가표] 작성, 질의 응답</li> </ul> </li> </ul>                    | 교사<br>동료 | 관찰평가<br>[체크리스트]<br>동료평가<br>[동료평가표] |
|                  | <b>개념 변화 검토 및 성찰</b> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>[활동 3] 나의 생각 변화 추적하기</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>수업 전후 바이럴과 밈에 대한 자신의 생각이 어떻게 변화했는지 [활동지(2)]에 짧은 글로 작성 및 공유</li> <li>과학 용어가 사회에 미치는 영향력에 대해 전체 토의</li> <li>완성된 [활동지(2)] 제출하며 수업 마무리</li> </ul> </li> </ul>                                        | 교사       | 활동지 평가<br>[평가<br>기준표]              |

## ■ 수업 연계도



## 가. 수업 지도안

| 단계                             | 교수·학습 활동                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 도구 및 자료                                                                                                                                                                                                                                                     |
|--------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 개념 표현 (기존 생각 드러내기)<br>도입 (10분) | <p> <b>호기심 유발: 영상 제시 및 발문</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 최근 유행하는 바이럴 영상 또는 인터넷 밈을 제시하며 학생들의 흥미를 유발한다.</li> <li>- "이 영상이나 이미지는 왜 이렇게 순식간에 퍼져나갔을까요? 우리는 왜 이런 현상을 '바이러스가 퍼진다.' 혹은 '밈이 되었다'라고 표현할까요?"와 같은 질문을 통해 학생들의 사전 생각을 이끌어낸다.</li> </ul> <p> <b>영상 시청 및 자유 토의</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 제시된 영상을 시청하고 바이럴과 밈이라는 용어에 대해 자신이 평소에 가지고 있던 생각을 자유롭게 이야기하며 공유한다. (예: 그냥 웃겨서, 따라 하기 쉬워서 등)</li> </ul> <p> <b>학습 목표 및 활동 안내</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 오늘의 학습 목표와 '개념 변화 학습'의 전체 과정을 안내하며, 수업이 끝날 때 자신의 생각이 어떻게 변하는지 관찰해보자고 격려한다.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <p> PPT</p> <p> 영상자료</p>                                                              |
| 개념 명료화 및 인지 갈등 유발<br>전개 (70분)  | <p><b>[활동 1] 내 생각과 과학적 개념 비교하기</b></p> <p> <b>모둠 활동 안내 및 과학 자료 제시</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- [활동지(1)]을 배부하고, [Mission 1] 과제를 안내하며 모둠별로 각자 생각하는 바이럴과 밈의 의미를 공유하도록 안내한다.</li> <li>- '생물학적 바이러스의 전파 방식'에 대한 짧은 과학 영상과 '리처드 도킨스가 처음 제시한 밈의 학술적 의미'에 대한 텍스트 자료를 제시한다.</li> </ul> <p> <b>모둠 토의 및 과학적 개념 탐구</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 모둠 내에서 각자 생각하는 용어의 의미를 공유하고 [활동지(1)]에 정리한다.</li> <li>- 제시된 과학 자료를 탐구하며 '바이러스'와 '밈'의 과학적 의미와 핵심 특징(복제, 전파, 변이 등)을 분석하고 [활동지(1)]의 해당 칸을 채운다.</li> </ul> <p> 학생들이 일상적 의미와 과학적 의미의 공통점과 결정적 차이점을 스스로 발견하며 "어? 내가 알던 것과 다르네?"라는 인지적 갈등을 경험하도록 유도하는 것이 핵심이다.</p> <p> <b>관찰평가(1)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 교사는 모둠을 순회하며 학생들이 자신의 생각을 명료화하고, 과학 자료를 분석하며 토론하는 과정에 얼마나 적극적으로 참여하는지를 [체크리스트]를 활용해 관찰·평가하고 학생 수준별로 맞춤형 피드백을 한다.</li> </ul> | <p><b>[활동지(1)]</b></p> <p> 참고 영상 및 텍스트 자료</p> <p> 스마트기기</p> <p><b>[체크리스트]</b></p> |

|                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                  |
|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 개념재구성 및 평가                 | <p><b>[활동 2] 과학 용어의 사회적 파급효과 분석 및 발표</b></p> <p> <b>심화 탐구 과제 제시 및 안내</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- [활동지(2)]의 [Mission 2] 과제를 안내한다.</li> <li>- 특정 바이럴 현상이나 인터넷 밈이 우리 사회에 미친 긍정적·부정적 영향을 뉴스 기사 등 미디어 자료를 통해 심층적으로 분석하고 발표를 준비하도록 안내한다.</li> </ul> <p> <b>미디어 자료 탐색 및 발표 준비</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 모듈별로 특정 사례(예: 아이스 버킷 챌린지, 특정 챌린지 밈 등)를 선정한 후, 스마트 기기를 활용해 관련 미디어 자료를 탐색한다.</li> <li>- 탐색한 내용을 바탕으로 사회적 파급효과(긍정적·부정적)를 분석하여 [활동지(2)]에 정리하고, 모듈별 발표를 준비한다.</li> </ul> <p> <b>모듈별 탐구 결과 발표 및 상호 피드백</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 각 모듈은 탐구 결과를 발표하고, 다른 모듈의 발표를 경청하며 [동료평가표]를 작성한다.</li> <li>- 발표 내용에 대해 질의응답을 하며 과학 용어의 사회적 영향력에 대한 이해를 심화시킨다.</li> </ul> <p> <b>동료평가 및 관찰평가(2)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 학생들은 [동료평가표]를 활용하여 다른 모듈의 주장과 근거의 논리성, 설득력 등을 상호 평가한다.</li> <li>- 교사는 학생들의 비판적 자료 분석 능력, 협력적 토의 태도, 발표 및 질의응답 능력 등을 [체크리스트]로 관찰·평가하고 학생 수준별로 맞춤형 피드백을 한다.</li> </ul> | <p><b>【활동지(2)】</b></p> <p> <b>스마트기기</b></p> <p><b>【동료평가표】</b></p> <p><b>【동료평가표】</b></p> <p><b>【체크리스트】</b></p> |
| 정리<br>(10분)<br>개념변화검토 및 성찰 | <p><b>[활동 3] 나의 생각 변화 추적하기</b></p> <p> <b>성찰 활동 안내 및 총평</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- [활동지(2)]의 [Mission 3]을 안내하며, 수업 전과 후 바이럴과 밈에 대한 자신의 생각이 어떻게, 왜 변했는지 성찰하도록 안내한다.</li> <li>- 과학 용어가 사회문화적으로 확산될 때 우리가 가져야 할 태도에 대해 강조하며 수업을 마무리한다.</li> </ul> <p> <b>성찰 일지 작성 및 제출</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 수업을 통해 새롭게 이해하게 된 점을 바탕으로 자신의 개념이 어떻게 변화했는지 [활동지(2)]에 서술하고 완성된 활동지를 제출한다.</li> </ul> <p> <b>활동지 평가</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 교사는 최종 제출된 [활동지(1), (2)]를 [평가 기준표]에 따라 종합적으로 평가하여 학생들의 개념 변화 정도를 확인한다.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <p><b>【활동지(2)】</b></p> <p><b>【평가기준표】</b></p>                                                                                                                                                     |

## 나-1. 활동지(1)

### 바이러스와 밈, 어디까지 알고 있니?

( )학년 ( )반 ( )번 모둠명: ( ) 이름: ( )

#### 목표

- 바이러스와 밈의 일상적 의미와 과학적 의미를 비교하여 설명할 수 있다.
- 과학 용어가 사회문화적으로 변용되는 과정을 탐구하며 인지적 갈등을 경험하고, 개념을 재구성할 수 있다.

#### 탐구하기

✓ [Mission 1] 내 생각 꺼내기: 바이럴과 밈은 무슨 뜻일까?

👉 수업 도입부에서 본 영상과 평소 경험을 바탕으로, 바이럴과 밈의 의미와 사례를 자유롭게 적어봅시다.

| 용어(Term)   | 내가 생각하는 의미 | 내가 경험한 사례 |
|------------|------------|-----------|
| 바이럴(Viral) |            |           |
| 밈(Meme)    |            |           |

✓ [Mission 2] 과학자의 눈으로 다시 보기: 무엇이 같고 무엇이 다를까?

👉 선생님이 제시한 과학 자료를 탐구하고, 아래 표의 빈칸을 채워 일상적 의미와 과학적 의미를 비교해 봅시다.

| 구분    | 생물학적 바이러스 | 사회문화적 바이럴 현상 | 학술적 밈<br>(리처드 도킨스) | 인터넷 밈 |
|-------|-----------|--------------|--------------------|-------|
| 정의    |           |              |                    |       |
| 복제 방식 |           |              |                    |       |

|                          |                             |                                 |                                    |                                       |
|--------------------------|-----------------------------|---------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|
| 전파<br>매개체                | 공기, 체액, 접촉 등<br>물리적 매개체     | SNS, 온라인 커뮤니티,<br>메신저 등 디지털 플랫폼 | 언어, 책, 예술 작품 등<br>다양한 문화적 매개체      | SNS, 유튜브, 커뮤니티<br>등 디지털 플랫폼           |
| 변이<br>여부                 | 복제 과정에서 무작위<br>적인 돌연변이가 발생함 | 패러디, 재해석 등<br>의도적인 변형이 발생함      | 전달 과정에서 오류나<br>의도적 개선으로 변이가<br>발생함 | 원본을 바탕으로 창의<br>적인 변형이 매우 활발<br>하게 일어남 |
| 확산의<br>목적<br>(의도성<br>유무) |                             |                                 |                                    |                                       |

✓ [Mission 3] 생각의 충돌 지점 찾기: 결정적 차이는 무엇일까?

👉 [Mission 2] 활동을 통해 바이러스와 바이럴, 밈과 인터넷 밈이 근본적으로 어떻게 다른지, 가장 큰 차이점 한 가지를 의도성 또는 목적이라는 단어를 사용하여 서술해 봅시다.

## 나-2. 활동지(2)

### 파급효과 분석 및 성찰 보고서 - 과학 용어, 우리 사회를 어떻게 바꾸었나?

( )학년 ( )반 ( )번 모둠명: ( ) 이름: ( )

#### 목표

- 과학 용어가 사회문화적으로 활용되면서 나타나는 긍정적, 부정적 파급효과를 분석하고 발표할 수 있다.
- 수업 전후 자신의 생각이 어떻게 변화했는지 성찰하고, 과학 지식을 올바르게 활용하려는 책임감 있는 자세를 가진다.

#### 탐구하기

✓ [Mission 1] 우리 사회를 흔든 바이럴/밈 현상 탐구하기

👉 우리 모둠이 선정한 탐구 사례에 대해 조사하고, 사회에 미친 파급효과를 구체적으로 분석해 봅시다.

|                         |  |
|-------------------------|--|
| 탐구 사례                   |  |
| 과학 용어와의 연결점             |  |
| 긍정적 파급효과<br>(구체적 근거 포함) |  |
| 부정적 파급효과<br>(구체적 근거 포함) |  |

✓ [Mission 2] 생각을 깊게, 시야를 넓게!

- 지금까지 탐구하고 토론한 내용을 바탕으로, 아래 질문에 대한 자신의 생각을 정리해 봅시다.

- 👉 1. 과학 용어는 본래의 의미와 다르게 사회적으로 사용될 때 긍정적 효과와 부정적 효과를 모두 가집니다. '블랙홀'이라는 과학 용어가 '빠져나올 수 없는 매력' 또는 '모든 것을 빨아들이는 문제점' 등 긍정적 또는 부정적으로 사용되는 것처럼, 우리 모두가 탐구한 사례 외에 과학 용어가 사회적으로 활용되면서 생긴 긍정적 또는 부정적 효과의 사례를 한 가지 더 찾아 서술해 봅시다.

- 👉 2. 리처드 도킨스는 '밈은 유전자처럼 자기 복제를 통해 진화하며 인간의 뇌를 속주로 삼는다.'라고 했습니다. 이 말에 대한 자신의 생각을 '정보의 확산'과 '비판적 수용'이라는 관점에서 찬성 또는 반대의 입장을 정하고, 구체적인 근거를 들어 서술해 봅시다.

✓ [Mission 3] 나의 생각 변화 추적하기: 성찰 일지

- 👉 활동 전반을 되돌아보며 수업 전과 후 '밈'에 대한 자신의 생각이 어떻게 변했는지 아래 표에 작성해 봅시다.

| 구분                    | 나의 생각 |
|-----------------------|-------|
| 수업 전,<br>밈이란?         |       |
| 수업 후,<br>새롭게<br>깨달은 점 |       |

## 다-1. 예시 답안 및 채점 기준(1)

### 바이러스와 밈, 어디까지 알고 있니?

( )학년 ( )반 ( )번 모둠명: ( ) 이름: ( )

#### 목표

- 바이러스와 밈의 일상적 의미와 과학적 의미를 비교하여 설명할 수 있다.
- 과학 용어가 사회문화적으로 변용되는 과정을 탐구하며 인지적 갈등을 경험하고, 개념을 재구성할 수 있다.

#### 탐구하기

✓ [Mission 1] 내 생각 꺼내기: 바이럴과 밈은 무슨 뜻일까?

👉 수업 도입부에서 본 영상과 평소 경험을 바탕으로, 바이럴과 밈의 의미와 사례를 자유롭게 적어봅시다.

| 용어(Term)   | 내가 생각하는 의미                | 내가 경험한 사례                       |
|------------|---------------------------|---------------------------------|
| 바이럴(Viral) | 입소문이 나서 순식간에 확 퍼지는 것      | 친구들 사이에서 유행했던 'OO 챌린지' 댄스 영상    |
| 밈(Meme)    | 인터넷에서 유행하는 웃긴 사진(짤)이나 유행어 | 드라마 '더 글로리'의 "멋지다 연진아" 대사와 패러디물 |

✓ [Mission 2] 과학자의 눈으로 다시 보기: 무엇이 같고 무엇이 다를까?

👉 선생님이 제시한 과학 자료를 탐구하고, 아래 표의 빈칸을 채워 일상적 의미와 과학적 의미를 비교해 봅시다.

| 구분    | 생물학적 바이러스                   | 사회문화적 바이럴 현상                     | 학술적 밈 (리처드 도킨스)                            | 인터넷 밈                               |
|-------|-----------------------------|----------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------|
| 정의    | 숙주 세포에 기생하여 복제, 증식하는 감염성 입자 | 온라인 콘텐츠가 입소문을 통해 빠르게 확산되는 현상     | 유전자처럼 복제되며 사람 간에 전달되는 문화 요소 (사상, 선율, 패션 등) | 인터넷에서 모방과 변형을 통해 확산되는 이미지, 영상, 문구 등 |
| 복제 방식 | 숙주 세포의 복제 시스템을 이용해 스스로 복제   | 인간의 자발적인 '공유', '복사하기', '붙여넣기' 행위 | 인간의 모방을 통해 뇌에서 뇌로 복제                       | 사용자의 의도적인 '패러디', '리믹스', '재창작' 행위    |

|                 |                             |                                 |                                        |                                    |
|-----------------|-----------------------------|---------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------|
| 전파 매개체          | 공기, 체액, 접촉 등 물리적 매개체        | SNS, 온라인 커뮤니티, 메신저 등 디지털 플랫폼    | 언어, 책, 예술 작품 등 다양한 문화적 매개체             | SNS, 유튜브, 커뮤니티 등 디지털 플랫폼           |
| 변이 여부           | 복제 과정에서 무작위적인 돌연변이가 발생함     | 패러디, 재해석 등 의도적인 변형이 발생함         | 전달 과정에서 오류나 의도적 개선으로 변이가 발생함           | 원본을 바탕으로 창의적인 변형이 매우 활발하게 일어남      |
| 확산의 목적 (의도성 유무) | 의도성 없음. 오직 생물학적 생존과 번식이 목적임 | 의도성 있음. 재미, 공감, 정보 전달, 상업적 이익 등 | 의도성 없음. 유전자처럼 자기 복제 속성이 강한 문화 요소가 살아남음 | 의도성 있음. 재미, 소속감, 자기표현, 비판 등 다양한 목적 |

✓ [Mission 3] 생각의 충돌 지점 찾기: 결정적 차이는 무엇일까?

👉 [Mission 2] 활동을 통해 바이러스와 바이럴, 밈과 인터넷 밈이 근본적으로 어떻게 다른지, 가장 큰 차이점 한 가지를 의도성 또는 목적이라는 단어를 사용하여 서술해 봅시다.

가장 큰 차이점은 확산의 '의도성' 유무입니다. 생물학적 바이러스나 학술적 밈은 생존과 복제라는 속성 자체에 따라 특별한 목적 없이 확산되지만, 바이럴 현상이나 인터넷 밈은 재미, 공감, 비판 등 인간의 명확한 의도와 목적을 가지고 자발적인 참여를 통해 확산된다는 점에서 근본적인 차이가 있습니다.

## 다-2. 예시 답안 및 채점 기준(2)

### 파급효과 분석 및 성찰 보고서 - 과학 용어, 우리 사회를 어떻게 바꾸었나?

( )학년 ( )반 ( )번 모둠명: ( ) 이름: ( )

#### 목표

- 과학 용어가 사회문화적으로 활용되면서 나타나는 긍정적, 부정적 파급효과를 분석하고 발표할 수 있다.
- 수업 전후 자신의 생각이 어떻게 변화했는지 성찰하고, 과학 지식을 올바르게 활용하려는 책임감 있는 자세를 가진다.

#### 탐구하기

#### ✓ [Mission 1] 우리 사회를 흔든 바이럴/밈 현상 탐구하기

👉 우리 모둠이 선택한 탐구 사례에 대해 조사하고, 사회에 미친 파급효과를 구체적으로 분석해 봅시다.

|                      |                                                                                                                                                                                                                             |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 탐구 사례                | 2014년 아이스 버킷 챌린지                                                                                                                                                                                                            |
| 과학 용어와의 연결점          | 바이러스의 '전파(지목 방식)'와 '변이(다양한 방식의 참여)' 특징이 사회 현상에 적용된 대표적 사례임.                                                                                                                                                                 |
| 긍정적 파급효과 (구체적 근거 포함) | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 루게릭병에 대한 사회적 인식 증대: 이전까지 대중에게 잘 알려지지 않았던 루게릭병(ALS)의 인지도를 크게 높였고, 환자들의 고통에 공감하는 계기가 됨.</li> <li>• 기부 문화 확산: 챌린지 기간 동안 전 세계적으로 수천억 원의 기부금이 모여 루게릭병 연구와 환자 지원에 실질적인 도움을 줌.</li> </ul> |
| 부정적 파급효과 (구체적 근거 포함) | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 본질의 왜곡: 일부 참여자들이 루게릭병에 대한 이해 없이 단순히 재미나 유행으로만 참여하여 캠페인의 본래 취지를 흐림.</li> <li>• 참여 강요 및 과시 문화: 유명인들에게 참여를 강요하는 듯한 분위기가 형성되었고, 일부는 이를 자기 홍보의 수단으로 활용한다는 비판이 제기됨.</li> </ul>           |

✓ [Mission 2] 생각을 깊게, 시야를 넓게!

- 지금까지 탐구하고 토론한 내용을 바탕으로, 아래 질문에 대한 자신의 생각을 정리해 봅시다.

- 👉 1. 과학 용어는 본래의 의미와 다르게 사회적으로 사용될 때 긍정적 효과와 부정적 효과를 모두 가집니다. '블랙홀'이라는 과학 용어가 '빠져나올 수 없는 매력' 또는 '모든 것을 빨아들이는 문제점' 등 긍정적 또는 부정적으로 사용되는 것처럼, 우리 모두가 탐구한 사례 외에 과학 용어가 사회적으로 활용되면서 생긴 긍정적 또는 부정적 효과의 사례를 한 가지 더 찾아 서술해 봅시다.

'유전자'라는 과학 용어를 예로 들 수 있습니다. 긍정적으로는 "너는 개그 유전자를 타고났어"처럼 특정 재능이나 특징이 대물림되는 현상을 재미있게 표현하는 데 사용됩니다. 하지만 부정적으로는 '이기적 유전자'라는 책 제목이 오용되어 인간의 모든 이타적 행동을 이기심으로 환원하거나, 특정 행동을 '유전자 탓'으로 돌리며 개인의 책임을 회피하는 '유전자 결정론'과 같은 잘못된 인식을 강화하는 부작용도 낳았습니다.

- 👉 2. 리처드 도킨스는 '밈은 유전자처럼 자기 복제를 통해 진화하며 인간의 뇌를 숙주로 삼는다.'라고 했습니다. 이 말에 대한 자신의 생각을 '정보의 확산'과 '비판적 수용'이라는 관점에서 찬성 또는 반대의 입장을 정하고, 구체적인 근거를 들어 서술해 봅시다.

저는 도킨스의 말에 찬성합니다. 특히 '가짜뉴스'의 확산 과정을 보면 밈의 특성이 명확하게 드러납니다. 자극적인 가짜뉴스는 사실 여부와 상관없이 사람들의 불안감이나 호기심을 자극하며 '자기 복제'를 시작합니다. 사람들은 '비판적 수용' 과정 없이 '공유하기' 버튼을 누르며 가짜뉴스 밈을 퍼뜨리는 '숙주'가 됩니다. 이처럼 해로운 밈에 감염되지 않으려면, 우리 뇌에 바이러스에 대한 면역체계가 필요하듯, 정보를 비판적으로 분석하고 수용하는 '미디어 리터러시'라는 방어 체계를 반드시 갖추어야 한다고 생각합니다.

✓ [Mission 3] 나의 생각 변화 추적하기: 성찰 일지

👉 활동 전반을 되돌아보며 수업 전과 후 '밈'에 대한 자신의 생각이 어떻게 변했는지 아래 표에 작성해 봅시다.

| 구분                    | 나의 생각                                                                                                                                                                              |
|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 수업 전,<br>밈이란?         | 인터넷에서 유행하는 재미있는 '짤'이나 '유행어'라고만 생각했다. 단순히 웃고 즐기는 가벼운 놀이 문화라고 여겼다.                                                                                                                   |
| 수업 후,<br>새롭게<br>깨달은 점 | '밈'이 원래는 유전자처럼 복제되는 '문화의 단위'라는 깊은 학술적 의미가 있다는 것을 처음 알게 되었다. 내가 알던 인터넷 밈은 디지털 기술 덕분에 그 복제와 전파 속도가 극도로 빨라진 현대적 형태의 밈이라는 것을 깨달았다. 이제는 밈을 볼 때 '이것이 왜, 어떻게 복제되고 있을까?'라는 질문을 던지게 될 것 같다. |

## 라. 평가 기준

### [체크리스트]

| 평가 영역 | 평가 요소       | 평가 기준                                                                | 척도 |   |   |
|-------|-------------|----------------------------------------------------------------------|----|---|---|
|       |             |                                                                      | 상  | 중 | 하 |
| 과정·기능 | 자기주도적 탐구 능력 | 자신의 생각을 명확히 표현하고, 제시된 과학 자료의 핵심 내용을 주도적으로 탐구하고 분석하는가?                |    |   |   |
|       | 협력적 의사소통    | 자신의 탐구 내용을 모둠원에게 명확히 설명하고, 동료의 의견을 경청하며 협력적으로 토론에 참여하는가?             |    |   |   |
| 가치·태도 | 비판적 사고      | 미디어 자료를 비판적으로 분석하여 과학 용어의 사회적 파급효과에 대한 논리적인 근거를 마련하는가?               |    |   |   |
|       | 개방적 태도      | 자신의 기존 생각과 다른 관점을 존중하고, 과학 지식의 사회문화적 변용을 수용하며 토론에 임하는 개방적인 태도를 보이는가? |    |   |   |

### 👉 [평가기준표] 활동지(1)

| 미션 | 채점 요소           | 척도 | 평가 기준                                                                        |
|----|-----------------|----|------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 핵심 내용 이해도 및 분석력 | 상  | 과학 용어(바이러스, 밈)의 과학적 의미와 일상적 의미의 공통점과 차이점을 참고 자료에 근거하여 매우 정확하고 깊이 있게 분석하여 서술함 |
| 2  |                 | 중  | 핵심 내용을 대부분 정확하게 서술했으나, 일부 분석의 깊이가 부족하거나 근거 제시가 미흡함                           |
| 3  |                 | 하  | 내용에 오류가 있거나, 질문의 의도와 다른 내용을 서술함                                              |

### 👉 [평가기준표] 활동지(2)

| 미션       | 채점 요소            | 척도 | 평가 기준                                                                  |
|----------|------------------|----|------------------------------------------------------------------------|
| 2-1      | 사회적 파급효과 분석의 논리성 | 상  | 특정 사례가 사회에 미친 긍정적/부정적 영향을 미디어 자료 등 신뢰도 있는 근거를 바탕으로 매우 논리적이고 설득력 있게 분석함 |
|          |                  | 중  | 파급효과를 타당하게 서술했으나, 근거 제시가 다소 부족하거나 논리적 연결성이 부족함                         |
|          |                  | 하  | 질문의 의도를 제대로 파악하지 못했거나, 서술 내용이 논리적이지 못함                                 |
| 2-2<br>3 | 개념 변화의 성찰 수준     | 상  | 과학 용어의 사회적 확산과 변용에 대한 자신의 생각 변화를 수업 활동과 연결하여 매우 구체적이고 진솔하게 서술함         |
|          |                  | 중  | 자신의 생각 변화를 서술했으나, 그 과정이나 이유에 대한 설명이 다소 피상적이거나 부족함                      |
|          |                  | 하  | 성찰 내용이 없거나, 수업 내용과 관련 없는 내용을 서술함                                       |

[동료평가표] 모듈내/모듈간

| 평가 항목     | 평가 기준                                            | 척도 |   |   |
|-----------|--------------------------------------------------|----|---|---|
|           |                                                  | 상  | 중 | 하 |
| 주장의 논리성   | 주장이 명확하며, 제시된 근거(미디어 자료 등)가 주장을 효과적으로 뒷받침하는가?    |    |   |   |
| 분석의 타당성   | 과학 용어의 사회적 파급효과를 긍정적, 부정적 측면에서 균형 있고 타당하게 분석했는가? |    |   |   |
| 발표의 설득력   | 발표 내용이 이해하기 쉽고, 청중이 공감할 수 있도록 설득력 있게 전달했는가?      |    |   |   |
| 협력적 토론 태도 | 다른 사람의 의견을 존중하고 경청하며, 건설적인 질문과 피드백을 주고받는가?       |    |   |   |

 생활기록부 '과목별 세부능력 및 특기사항' 작성 예시

'과학 용어로 읽는 우리 시대 문화 코드' 수업에서 과학 용어 '밈'이 디지털 문화 속에서 변용되는 과정을 탐구함. 리처드 도킨스의 학술적 개념과 '인터넷 밈' 현상을 비교하며, 확산 과정에 인간의 '의도성'이 개입된다는 핵심적 차이를 명확히 설명하여 뛰어난 분석력을 보여줌. 나아가 '아이스 버킷 챌린지' 사례를 통해 밈의 사회적 파급효과를 긍정적, 부정적 측면에서 균형 있게 제시하여, 과학 개념을 사회문화 현상과 연결해 깊이 있게 통찰하는 융합적 사고력이 돋보임

마. 학생 수준별 수업 및 활동 자료 피드백

 학생 수준별 수업 자료 및 활동

| 수준 | 학습자 특성                                                                                                                       | 수업 자료 및 활동                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 상  | <ul style="list-style-type: none"> <li>개념 이해가 빠르고, 과학 용어의 사회적 변용 과정을 비판적으로 분석하며 심화 탐구 능력이 뛰어남</li> </ul>                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>최근 이슈가 되는 다른 과학 용어(예: 양자 도약, 블랙홀 등)를 하나 선정하여, 대중에게 긍정적 인식을 확산시킬 수 있는 '인터넷 밈'을 직접 창작(이미지, 짧은 영상 등)하고, 그 밈이 바이럴 되기 위한 구체적인 확산 전략(타겟 플랫폼, 변이 유도 방식 등)을 보고서로 작성하는 과제를 제시함</li> <li>이를 통해 과학 커뮤니케이션의 원리를 창의적으로 적용하고 확장하도록 유도함</li> </ul> |
| 중  | <ul style="list-style-type: none"> <li>과학적 의미와 일상적 의미의 차이는 파악하나, 이것이 왜 사회적으로 특정 파급효과를 낳는지 그 인과 관계를 연결하는 데 어려움을 겪음</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>'사람들은 왜 바이러스의 부정적 속성(전염성)을 마케팅에 긍정적으로 활용할까요?', '리처드 도킨스가 말한 밈의 '진화'와 인터넷 밈의 '유행'은 어떤 점에서 비슷하고 다를까요?' 등 과학적 속성과 사회문화적 현상을 연결하도록 돕는 질문 카드를 제공하여 종합적 사고를 할 수 있도록 지원함</li> </ul>                                                        |

|   |                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                        |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 하 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 방대한 미디어 자료에서 자신의 주장을 뒷받침할 핵심 근거를 찾아 내거나, 자신의 생각을 논리적으로 정리하여 발표하는 것을 어려워함</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 각 주제의 핵심 단어(예: 바이러스-복제, 전파 / 밈-모방, 변이)와 쉬운 설명이 담긴 카드를 제공하여 정보 탐색의 부담을 줄여줌</li> <li>- 모둠 발표 시, "저희는 000 밈이 사회에 긍정적 영향을 주었다고 생각합니다. 그 근거는 첫째, ...입니다."와 같은 문장틀을 제공하여 발표에 대한 자신감을 심어줌</li> </ul> |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

### 학생 수준별 피드백 방안

| 수준 | 학생의 특징 또는 행동                                                                                                                                             | 피드백 예시                                                                                                                                                                                                                       |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 상  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 밈의 개념을 수업에서 다룬 문화 유전자를 넘어 사회적 DNA로 재 해석하는 등, 주어진 과제를 넘어 스스로 지식을 확장하여 질문하거나 새로운 주장을 펼침</li> </ul>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 밈을 사회적 DNA로 연결하다니, 정말 놀라운 통찰력이네요! 그렇다면, 유전적 진화와 문화적 진화(밈의 진화)는 속도나 방향성 면에서 어떤 결정적 차이가 있을까요? 인공지능 기술의 발달이 미래의 밈 진화 속도를 어떻게 바꾸게 될지에 대해서도 함께 이야기해볼까요?</li> </ul>                       |
| 중  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• '아이스 버킷 챌린지'가 기부금을 많이 모았다는 사실은 정확히 찾아냈으나, 그 이유를 '바이러스의 전파 방식(지목)'이라는 과학적 은유와 연결하여 설명하는 데 주저함</li> </ul>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 아이스 버킷 챌린지가 엄청난 기부금을 모았다는 중요한 사실을 잘 찾아주었네요. 그렇다면 왜 이 캠페인이 다른 기부 운동보다 훨씬 빠르게 퍼져나갔을까요? 우리가 탐구한 '바이러스의 전파 방식' 카드에 힌트가 있지 않을까요? 과학적 원리와 사회 현상을 연결해서 설명해보면 주장이 훨씬 설득력 있을 거예요.</li> </ul> |
| 하  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 모둠 내에서 발표 자료에 들어갈 밈 이미지를 검색하는 등 주어진 역할은 성실히 수행하나, 자신의 활동이 토론의 논거와 어떻게 연결되는지 파악하지 못하고 토론에 소극적인 모습을 보임</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 우리 모둠 발표 자료에 딱 맞는 밈 이미지를 정말 잘 찾아주었군요! 이 이미지 하나 덕분에 우리 모둠의 주장이 훨씬 더 생생하게 느껴져요. 이렇게 정확한 시각 자료가 없었다면 발표가 훨씬 밋밋했을 거예요. 토론의 설득력을 높이는 정말 중요한 역할을 해줬어요!</li> </ul>                         |

## 1. [도입] 호기심 유발 및 개념 표현을 위한 영상 자료

## || 교양만두 - "드라마에서 은근슬쩍 광고를 하는 이유 | PPL의 역사"

- 내용: 현대 미디어에서 흔히 볼 수 있는 PPL(간접광고)이 어떻게 대중에게 자연스럽게 스며들고 유행을 만드는지, 그 역사와 원리를 재미있게 설명하는 영상입니다. 이는 '밈'이 특정 의도를 가지고 문화 속에 복제되고 전파되는 현상과 유사한 맥락을 가지고 있어 학생들의 흥미를 유발하기에 적합합니다.
- 활용: 수업 도입부에서 이 영상을 시청하며, 광고가 어떻게 의도적으로 문화 현상을 만들어내는지 보여줍니다. 이후 "광고가 유행을 만드는 것과 인터넷 '밈'이 퍼져나가는 것은 어떤 점에서 비슷할까요?"와 같은 질문을 통해, 학생들이 '의도성'과 '확산'이라는 키워드를 중심으로 '바이럴'과 '밈'에 대한 자신들의 초기 생각을 꺼내놓도록 유도합니다.
- 링크: [https://youtu.be/gXx6Bu5sZZw?si=z\\_5ra0Xgh90OaIsL](https://youtu.be/gXx6Bu5sZZw?si=z_5ra0Xgh90OaIsL)

## 2. [전개] '갈등 상황 경험'을 위한 과학적 개념 자료

## || (바이러스) EBS 재미있는 상식 - "과학자에게 듣는 바이러스 증식 방법"

- 내용: 바이러스가 스스로는 생명 활동을 할 수 없으며, 살아있는 숙주 세포에 침투해야만 복제가 가능하다는 핵심적인 생물학적 특징을 명확한 그래픽과 전문가의 설명으로 전달하는 영상입니다. 특히 바이러스의 복제 과정이 생존과 증식이라는 목적만을 가진 비의도적 과정임을 강조합니다.
- 활용: [활동지(1)]의 [Mission 2] 진행 시, '생물학적 바이러스'의 과학적 개념을 탐구하기 위한 자료로 제시합니다. 학생들이 이 영상을 통해 바이러스의 전파가 인간의 의도와 무관한 생물학적 메커니즘임을 이해하고, 이후 탐구할 '바이럴 현상'의 '의도성'과 명확한 차이점을 발견하며 인지적 갈등을 경험하도록 지도합니다.
- 링크: <https://youtu.be/iHAJrt88TkY?si=fqljYDlp4i6ORhOw>

## || (밈) tvN STORY - "리처드 도킨스의 밈(Meme)이란? 모방에 의해 전수되는 모든 것!"

- 내용: '이기적 유전자'의 저자 리처드 도킨스가 직접 등장하지는 않지만, 방송인들이 그의 이론을 대중의 눈높이에서 알기 쉽게 풀어주는 영상입니다. '밈'이 유전자(Gene)처럼 '모방'을 통해 전달되는 '문화의 단위'라는 학술적 의미를 다양한 예시(노래, 패션 등)를 통해 설명합니다.
- 활용: [활동지(1)]의 [Mission 2] 진행 시, '학술적 밈'의 개념 탐구 자료로 제시합니다. 학생들이 '문화 유전자'라는 비유를 중심으로, 밈 역시 유전자처럼 생존과 복제에 유리한 속성을 가진 것이 살아남는 비의도적 현상임을 이해하도록 돕습니다. 이를 통해 학생들이 흔히 사용하는 '인터넷 밈'과 본래 '밈'의 개념적 차이를 명확히 인식하도록 이끕니다.
- 링크: [https://youtu.be/ls\\_kbeiaWwI?si=yXSxiyqM2ep2f2tn](https://youtu.be/ls_kbeiaWwI?si=yXSxiyqM2ep2f2tn)

### 3. [전개] '개념 재구성'을 위한 심층 탐구 자료 분석 도구

#### || 한국언론진흥재단 빅카인즈(BIG Kinds)

- 내용: 국내 뉴스 기사를 기반으로 특정 키워드의 언급량, 연관어, 감성 분석 등을 제공하는 미디어 분석 도구입니다.
- 활용: [활동지(2)]의 [Mission 1] '파급효과 분석' 활동 시, 학생들이 특정 '바이럴' 또는 '밈' 현상에 대한 사회적 반응을 객관적인 데이터로 탐색하도록 안내합니다.
- 방법 안내
  - 1) 빅카인즈([www.bigkinds.or.kr](http://www.bigkinds.or.kr)) 접속
  - 2) 검색창에 탐구할 밈 키워드(예: "아이스 버킷 챌린지", "챌린지 밈") 입력
  - 3) 기간을 해당 밈이 유행했던 시기로 설정하고, 'IT과학'과 '사회' 카테고리를 선택하여 검색
  - 4) 검색된 기사들의 제목과 본문을 통해 긍정적(기부, 인식 개선 등), 부정적(부작용, 비판 등) 파급 효과에 대한 근거 자료를 수집하도록 지도합니다.
- 링크: [www.bigkinds.or.kr](http://www.bigkinds.or.kr)

# 09

## 인공지능 작곡으로 만나는 과학과 예술

### 1

### 단원 개요

|     |            |      |                |
|-----|------------|------|----------------|
| 과목  | 과학의 역사와 문화 | 영역   | (3) 과학과 인류의 미래 |
| 학년군 | 고등학교 2~3학년 | 세부영역 | 과학과 음악         |

|      |      |                                                                                                   |
|------|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 교육과정 | 성취기준 | [12과사03-03]<br>과학기술의 발전이 음악에 영향을 끼친 사례를 탐색하고 인공지능으로 음악을 창작하거나 로봇을 활용한 연주를 통해 과학의 심미적 가치를 느낄 수 있다. |
|      | 탐구활동 | -                                                                                                 |

|      |                      |
|------|----------------------|
| 학습주제 | 인공지능 작곡으로 만나는 과학과 예술 |
|------|----------------------|

|       |                   |
|-------|-------------------|
| 수업 모형 | 창의적 문제 해결(CPS) 학습 |
|-------|-------------------|

|      |       |                                                                                                                 |
|------|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 학습목표 | 총괄목표  | 과학기술의 발전이 음악사에 미친 영향을 탐색하고, 인공지능(AI)을 활용해 주체적으로 음악을 창작하는 과정을 통해 과학과 예술의 융합이 지닌 심미적, 사회적 가치를 비판적으로 성찰하는 태도를 기른다. |
|      | 지식·이해 | 축음기, 전자 악기, 인공지능(AI) 등 과학기술의 발전이 음악의 창작, 유통, 감상 문화를 어떻게 변화시켜 왔는지 그 사례를 들어 설명할 수 있다.                             |
|      | 과정·기능 | 인공지능 음악 창작 도구를 활용하여 자신만의 노래(가사, 멜로디)를 창작하고 발표할 수 있다.                                                            |
|      | 가치·태도 | 인공지능 창작물의 예술적 가치와 한계에 대해 토론하며, 과학기술 발전에 따른 사회적·윤리적 쟁점(저작권, 창의성 등)을 균형 잡힌 시각으로 바라보는 태도를 지닌다.                     |

## 가. 교수·학습 활동 적용 모형

| 수업 모형 | 창의적 문제 해결(CPS) 학습                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 특징    | <ul style="list-style-type: none"> <li>특정 문제 상황에 대해 다양한 아이디어를 생성하고, 최적의 해결책을 찾아 적용하며, 그 과정을 성찰하는 구조화된 창의성 계발 모형이다.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 적용 이유 | <ul style="list-style-type: none"> <li>이 수업의 핵심은 'AI 작곡'이라는 행위를 통해 과학과 예술의 융합이 주는 아름다움을 느끼는 것이다. 이 모형은 학생들을 문제 해결사가 아닌 창작자의 위치에 놓음으로써, 아이디어를 내고(아이디어 발견), AI로 구현하며(해결안 발견), 결과물을 공유하고 성찰하는(수용안 발견) 창작의 전 과정을 주도적으로 경험하게 한다. 이는 기술의 사회적 문제에 집중하는 STS 모형보다 창작의 즐거움과 심미적 가치를 체험하는 데 더 효과적이다.</li> <li>이 모형은 STS 모형의 장점까지 흡수할 수 있다. 문제 발견 단계에서 "과학기술이 음악에 미친 영향은 무엇이며, AI의 등장은 어떤 변화를 가져올까?"라는 질문을 통해 STS의 문제의식을 다룰 수 있다. 또한, 수용안 발견 단계에서 AI 창작물의 저작권, 예술가의 역할 등 사회적 쟁점에 대해 토론하며 STS의 실행 목표를 달성할 수 있다.</li> <li>이 모형은 "AI로 베토벤의 '운명'을 재해석한다면?"이라는 흥미로운 문제를 제시하고, "어떤 장르로 바꿀까?"(아이디어), "어떤 가사를 넣을까?"(아이디어), "AI에 어떻게 명령할까?"(해결안) 등 모든 과정을 학생들의 창의적인 선택과 판단에 맡긴다. 이는 교육과정에서 강조하는 학생의 능동적 참여를 최고 수준으로 이끌어낼 수 있다.</li> </ul> |

## 나. 평가 계획

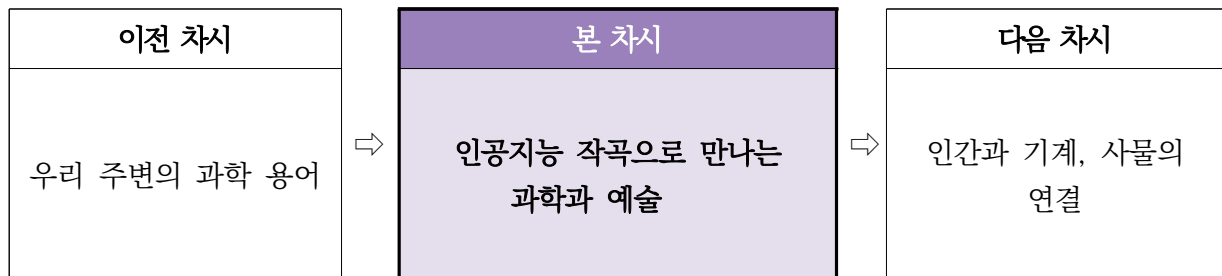
| 평가 유형  | 적용 방법                                                                                                                                                        |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 관찰평가   | 교사는 [체크리스트]를 활용하여, CPS 학습 모형의 '아이디어 발견' 및 '해결안 발견' 단계에서 학생들이 AI 작곡이라는 과제를 해결하는 전 과정(자료 탐색, 아이디어 회의, AI 활용 능력, 협력적 소통 등)에 얼마나 자기주도적이고 창의적으로 참여하는지를 관찰하고 평가한다. |
| 동료평가   | '수용안 발견' 단계의 모듈별 AI 창작곡 발표회에서 [동료평가표]를 활용하여 다른 모듈의 창작곡이 가진 주제 표현력, 독창성, 예술적 완성도 등을 상호 평가하고 건설적인 피드백을 공유하도록 한다.                                               |
| 활동지 평가 | 학생들이 최종적으로 제출한 활동지를 [평가기준표]에 따라 채점하여 총괄 목표 도달도를 종합적으로 평가한다.                                                                                                  |

### 3 수업 평가 흐름도

#### ■ 학습 주제: 인공지능 작곡으로 만나는 과학과 예술

| 단계                | 교수·학습 활동                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 평가 주체        | 평가 방법                                 |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------------------------|
| 1<br>~<br>2<br>차시 | <b>문제 발견</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• [활동 1] 서로 다른 시대, 두 개의 '운명' 교향곡 감상               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 영상 시청 및 토의를 통한 문제 상황 인식 (예: 베토벤의 '운명' vs AI가 재해석한 '운명')</li> <li>- 학습 목표 확인 및 CPS 활동 전체 안내</li> </ul> </li> </ul>                                      | -            | -                                     |
|                   | <b>아이디어 발견</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• [활동 2] AI 작곡을 위한 아이디어 탐색 및 구체화               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 모듈별 창작 음악의 주제, 장르, 가사 등 아이디어 회의</li> <li>- [활동지(1)] 작성을 통한 아이디어 구체화</li> </ul> </li> </ul>                                                              | 교사           | 관찰평가<br>[체크리스트]                       |
|                   | <b>해결안 발견</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• [활동 3] AI 활용 음악 창작               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 모듈별 아이디어를 바탕으로 AI에 프롬프트 입력 및 수정</li> <li>- 최종 창작물 완성 및 [활동지(1)] 기록</li> </ul> </li> </ul>                                                                            | 교사           | 관찰평가<br>[체크리스트]                       |
|                   | <b>수용안 발견</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• [활동 4] AI 음악 발표회 및 성찰               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 모듈별 창작곡 발표 및 제작 의도 공유</li> <li>- 다른 모듈 작품 감상 및 [동료평가표] 작성</li> <li>- AI 창작물의 예술적 가치와 사회·윤리적 쟁점 토의</li> <li>- 활동 전반에 대한 성찰 및 [활동지(2)] 최종 제출</li> </ul> </li> </ul> | 동료<br><br>교사 | 동료평가<br>[동료평가표]<br>활동지 평가<br>[평가 기준표] |

#### ■ 수업 연계도



## 가. 수업 지도안

| 단계                 | 교수·학습 활동                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 도구 및 자료                                                                       |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| 도입 (10분)<br>문제발견   | <p><b>[활동 1] 서로 다른 시대, 두 개의 '운명' 교향곡 감상</b></p> <p> <b>호기심 유발 및 문제 제시</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 베토벤의 '운명 교향곡' 1악장 일부를 들려주며 감상을 묻는다.</li> <li>- 이어서 Suno AI로 '운명'의 핵심 멜로디를 K-POP 장르로 재해석한 음원을 들려준다.</li> <li>- "두 번째 음악은 어떻게 만들어졌을까요? 과학기술이 없었다면 이 음악이 탄생할 수 있었을까요?"라는 발문으로 학생들의 호기심을 자극한다.</li> </ul> <p> <b>음악 감상 및 자유 토의</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 두 음악을 비교 감상하고, 과학기술이 음악에 미친 영향에 대해 자유롭게 의견을 나눈다.</li> </ul> <p> <b>학습 목표 및 활동 안내</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 수업 주제와 학습 목표를 제시하고, CPS 모형의 흐름에 따라 'AI 작곡가와 협업하여 우리만의 음악 만들기'라는 최종 목표를 안내하며 학습 동기를 부여한다.</li> </ul>                                                                                                               | <p> PPT</p> <p> 음원자료</p>                                                      |
| 전개 (60분)<br>아이디어발견 | <p><b>[활동 2] AI 작곡을 위한 아이디어 탐색 및 구체화</b></p> <p> <b>활동 안내 및 자료 제시</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- [활동지(1)]을 배부하고, 모둠별로 창작할 음악의 콘셉트를 정하도록 안내한다.<br/>(예시) 마리 퀴리의 삶을 주제로 한 발라드, 블랙홀의 신비를 표현한 힙합 등</li> <li>- 교과서와 참고자료를 활용해 음악 기술의 역사(축음기, 신시사이저 등)를 간략히 탐색하여 아이디어의 배경지식을 넓히도록 안내한다.</li> </ul> <p> <b>다양한 장르(K-POP, 록, 재즈 등)를 시도하도록 격려하여 AI가 장르적 특성을 얼마나 잘 구현하는지 비교하며 감상의 폭을 넓힐 수 있도록 지도한다.</b></p> <p> <b>모듬별 아이디어 회의 및 기록</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 모듬별로 창작할 노래의 주제, 장르, 분위기, 핵심 메시지가 담긴 가사를 구체적으로 논의하고 [활동지(1)]에 기록한다.</li> </ul> <p> <b>관찰평가(1)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 교사는 모듬별 아이디어 회의에서 학생들이 얼마나 창의적인 의견을 제시하고 협력적으로 토의하는지를 [체크리스트]를 활용하여 관찰·평가하고 학생 수준별로 맞춤형 피드백을 한다.</li> </ul> | <p><b>[활동지(1)]</b></p> <p> 교과서 및 참고자료</p> <p> 스마트기기</p> <p><b>[체크리스트]</b></p> |

|       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 해결안발견 | <div><b>[활동 3] AI를 활용한 음악 창작</b></div> <div> <b>AI 도구 사용법 안내</b></div> <div><ul style="list-style-type: none"><li>- Suno AI 사이트에 접속하여 가사와 음악 스타일 등 프롬프트를 입력하는 방법을 시연한다.</li></ul></div> <div><b>!!</b> 학생들이 유료 기능 결제를 유도하는 화면을 누르지 않도록 안내하고, 무료 버전의 생성 횟수 제한 내에서 활동을 완료할 수 있도록 시간을 관리한다.</div> <div> <b>AI와 협업하여 음악 창작</b></div> <div><ul style="list-style-type: none"><li>- [활동지(1)]에 정리한 아이디어를 바탕으로 Suno AI에 프롬프트를 입력한다.</li><li>- 최종 완성된 곡의 링크와 제작 과정을 [활동지(1)]에 기록한다.</li></ul></div> <div> <b>관찰평가(2)</b></div> <div><ul style="list-style-type: none"><li>- 교사는 학생들이 AI 도구를 활용하는지, 창작 과정에서 발생하는 문제에 대해 모둠원과 협력하여 해결하는지를 [체크리스트]를 활용하여 관찰·평가하고 학생 수준별로 맞춤형 피드백을 한다.</li></ul></div>                                                                                                                                  | <div> 스마트기기</div> <div> Suno AI 사이트</div> <div><b>[활동지(1)]</b></div> <div><b>[체크리스트]</b></div> |
|       | <div><b>[활동 4] AI 음악 발표회 및 성찰</b></div> <div> <b>발표회 진행 및 토의 촉진</b></div> <div><ul style="list-style-type: none"><li>- 모듬별로 창작곡을 발표하고 제작 의도와 과정을 공유하도록 안내한다.</li><li>- [활동지(2)]를 배부하여 동료평가와 최종 성찰을 진행하도록 안내한다.</li><li>- "AI가 만든 음악은 예술일까요?", "AI 창작물의 저작권은 누구에게 있어야 할까요?" 등 발문을 통해 전체 토의를 이끌며 과학기술의 사회·윤리적 쟁점을 다룬다.</li></ul></div> <div> <b>작품 발표, 상호 평가 및 최종 성찰</b></div> <div><ul style="list-style-type: none"><li>- 모듬별 창작곡을 발표하고, 다른 모듬의 발표를 경청하며 [활동지(2)]의 동료평가표를 작성한다.</li><li>- 전체 토의에 참여하며 AI 창작물의 가치와 한계에 대해 자신의 생각을 공유하고, 활동 전반에 대한 성찰을 [활동지(2)]에 최종 기록하여 제출한다.</li></ul></div> <div> <b>동료평가 및 활동지 평가</b></div> <div><ul style="list-style-type: none"><li>- 학생들은 다른 모듬의 발표를 듣고 창작곡의 주제 표현력, 독창성 등을 [동료평가표]에 근거하여 상호 평가한다.</li><li>- 교사는 최종 제출된 [활동지(1), (2)]를 [평가기준표]에 따라 종합적으로 평가한다.</li></ul></div> | <div> 모듬별 AI 창작곡</div> <div><b>[활동지(2)]</b></div> <div><b>[동료평가표]</b></div> <div><b>[동료평가표]</b></div> <div><b>[평가기준표]</b></div>                                                 |

## 나-1. 활동지(1)

### AI 작곡가와 협업하기 - 나의 노래 만들기 프로젝트

( )학년 ( )반 ( )번 모둠명: ( ) 이름: ( )

#### 목표

- 과학기술(축음기, AI 등)이 음악 창작 문화를 어떻게 변화시켰는지 설명할 수 있다.
- 인공지능 음악 창작 도구(Suno AI)를 활용하여 주어진 주제에 맞춰 자신만의 노래를 창작할 수 있다.

#### 탐구하기

##### ✓ [Mission 1] 아이디어 발견 - 창작의 씨앗 뿌리기

- 👉 우리 모둠은 AI 작곡가에게 어떤 영감을 줄까요? 과학의 역사 속 인물이나 사건, 개념을 주제로 AI와 함께 만들 노래의 청사진을 그려봅시다.

| 구분                                            | 우리 모듬의 아이디어 |
|-----------------------------------------------|-------------|
| 우리 모듬이 정한 주제                                  |             |
| 핵심 메시지/스토리<br>(노래를 통해 무엇을 이야기하고<br>싶나요?)      |             |
| 음악 장르/분위기<br>(어떤 스타일의 노래를<br>만들고 싶나요?)        |             |
| 핵심 가사 (1절 후렴)<br>(AI에게 알려줄 핵심 가사를<br>만들어봅시다.) |             |

##### ✓ [Mission 2] 해결안 발견 - AI와 함께 노래 완성하기

- 👉 이제 우리의 아이디어를 Suno AI에게 알려주고, 세상에 하나뿐인 노래를 만들어봅시다. AI와의 협업 과정을 꼼꼼히 기록해 주세요.

| 구분                               | 우리 모듬의 창작 과정 |
|----------------------------------|--------------|
| 최종 완성곡 Suno AI 링크                |              |
| 창작 과정 기록<br>(AI 프롬프트 수정 및 발전 과정) |              |

## 나-2. 활동지(2)

### AI 음악, 예술의 미래를 묻다 - 최종 성찰 및 토론 기록지

( )학년 ( )반 ( )번 모둠명: ( ) 이름: ( )

#### 목표

- 인공지능 창작물의 예술적 가치와 한계에 대해 토론하며 균형 잡힌 시각을 가질 수 있다.
- 과학기술 발전에 따른 사회·윤리적 쟁점을 책임감 있는 태도로 성찰할 수 있다.

#### 탐구하기

#### ✓ [Mission 1] 동료와 함께 성장하기 - 우리들의 AI 음악 감상회

- 다른 모둠은 AI와 어떻게 협업했을까요? 친구들의 작품을 감상하고, 본받을 점과 제안할 점을 구체적으로 작성하여 공유해 봅시다.

|       |  |
|-------|--|
| 평가 모둠 |  |
| 본받을 점 |  |
| 제안할 점 |  |

|       |  |
|-------|--|
| 평가 모둠 |  |
| 본받을 점 |  |
| 제안할 점 |  |

✓ [Mission 2] 생각을 깊게, 시야를 넓게! - 비판적 성찰하기

- 지금까지 탐구하고 토론한 내용을 바탕으로, 아래 질문에 대한 자신의 생각을 정리해 봅시다.

- ✎ 1. AI가 만든 음악은 창작일까요, 아니면 모방의 결과물일까요? 오늘 활동 경험을 바탕으로, AI 창작물을 예술 작품으로 인정할 수 있는지 자신의 생각을 구체적인 근거를 들어 서술해 봅시다.

- ✎ 2. 만약 미래에 모든 음악을 AI가 만들 수 있게 된다면, 인간 음악가의 역할은 어떻게 변해야 할까요? 과학기술의 발전 속에서 '인간의 창의성'이 계속해서 가치를 가지려면 어떤 노력이 필요할지 자신의 생각을 서술해 봅시다.

## 다-1. 예시 답안 및 채점 기준(1)

### AI 작곡가와 협업하기 - 나의 노래 만들기 프로젝트

( )학년 ( )반 ( )번 모둠명: ( ) 이름: ( )

#### 목표

- 과학기술(축음기, AI 등)이 음악 창작 문화를 어떻게 변화시켰는지 설명할 수 있다.
- 인공지능 음악 창작 도구(Suno AI)를 활용하여 주어진 주제에 맞춰 자신만의 노래를 창작할 수 있다.

#### 탐구하기

##### ✓ [Mission 1] 아이디어 발견 - 창작의 씨앗 뿌리기

- 👉 우리 모둠은 AI 작곡가에게 어떤 영감을 줄까요? 과학의 역사 속 인물이나 사건, 개념을 주제로 AI와 함께 만들 노래의 청사진을 그려봅시다.

| 구분                                         | 우리 모듬의 아이디어                                                   |
|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| 우리 모듬이 정한 주제                               | 마리 퀴리의 삶                                                      |
| 핵심 메시지/스토리<br>(노래를 통해 무엇을 이야기하고 싶나요?)      | 역경 속에서도 꺾이지 않는 과학에 대한 열정과 인류를 위한 희생 정신을 표현한다.                 |
| 음악 장르/분위기<br>(어떤 스타일의 노래를 만들고 싶나요?)        | 서정적이고 감동적인 발라드 (Lyrical & Touching Ballad)                    |
| 핵심 가사 (1절 후렴)<br>(AI에게 알려줄 핵심 가사를 만들어봅시다.) | 어둠 속 빛을 찾는 손길 / 보이지 않는 길을 향한 믿음 / 라듐의 푸른빛처럼 / 내 안의 열정은 꺼지지 않아 |

##### ✓ [Mission 2] 해결안 발견 - AI와 함께 노래 완성하기

- 👉 이제 우리의 아이디어를 Suno AI에게 알려주고, 세상에 하나뿐인 노래를 만들어봅시다. AI와의 협업 과정을 꼼꼼히 기록해 주세요.

| 구분                               | 우리 모듬의 창작 과정                                                                                                                                                                          |
|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 최종 완성곡 Suno AI 링크                | <a href="https://suno.com/song/xxxxxxxx-xxxx-xxxx-xxxx-xxxxxx">https://suno.com/song/xxxxxxxx-xxxx-xxxx-xxxx-xxxxxx</a>                                                               |
| 창작 과정 기록<br>(AI 프롬프트 수정 및 발전 과정) | 처음에는 '마리 퀴리 노래'라고 단순히 입력했더니 일반적인 위인전 내용만 나왔습니다. 그래서 2차 시도에서는 [Mission 1]에서 작성한 가사를 직접 입력하고, 스타일 프롬프트에 'sad and beautiful, piano ballad, female vocal'을 추가하여 원하는 감성적인 분위기를 만들 수 있었습니다. |

## 다-2. 예시 답안 및 채점 기준(2)

### AI 음악, 예술의 미래를 묻다 - 최종 성찰 및 토론 기록지

( )학년 ( )반 ( )번 모둠명: ( ) 이름: ( )

#### 목표

- 인공지능 창작물의 예술적 가치와 한계에 대해 토론하며 균형 잡힌 시각을 가질 수 있다.
- 과학기술 발전에 따른 사회·윤리적 쟁점을 책임감 있는 태도로 성찰할 수 있다.

#### 탐구하기

#### ✓ [Mission 1] 동료와 함께 성장하기 - 우리들의 AI 음악 감상회

- 다른 모둠은 AI와 어떻게 협업했을까요? 친구들의 작품을 감상하고, 본받을 점과 제안할 점을 구체적으로 작성하여 공유해 봅시다.

| 평가 모둠 | 뉴턴처럼 모둠                                                                                      |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 본받을 점 | '중력'이라는 추상적인 과학 개념을 '너에게 끌리는 힘'이라는 감성적인 가사로 풀어낸 점이 매우 창의적이었습니다. 힙합 비트와 과학적 가사의 조화가 인상 깊었습니다. |
| 제안할 점 | 랩 파트의 발음이 조금 더 명확하게 들리도록 AI에게 'clear pronunciation' 같은 프롬프트를 추가했다면 메시지 전달력이 더 높아졌을 것 같습니다.   |

| 평가 모둠 |  |
|-------|--|
| 본받을 점 |  |
| 제안할 점 |  |

✓ [Mission 2] 생각을 깊게, 시야를 넓게! - 비판적 성찰하기

- 지금까지 탐구하고 토론한 내용을 바탕으로, 아래 질문에 대한 자신의 생각을 정리해 봅시다.

- 👉 1. AI가 만든 음악은 창작일까요, 아니면 모방의 결과물일까요? 오늘 활동 경험을 바탕으로, AI 창작물을 예술 작품으로 인정할 수 있는지 자신의 생각을 구체적인 근거를 들어 서술해 봅시다.

AI가 만든 음악은 '인간과 협업한 창작'이라고 생각합니다. AI는 수많은 기존 음악 데이터를 학습하여 결과를 만들기 때문에 완벽한 무에서 유를 창조하는 것은 아니라는 점에서 '모방'의 성격이 있습니다. 하지만 오늘 활동에서 우리가 '마리 퀴리의 삶'이라는 주제와 구체적인 가사, 분위기를 제시했을 때 AI가 그에 맞는 독창적인 멜로디를 만들어낸 것처럼, 인간의 창의적인 '의도'가 반영되었을 때 비로소 새로운 작품이 탄생했습니다. 따라서 AI는 단순한 복제 도구가 아니라 인간의 창의성을 증폭시키는 새로운 파트너이며, 이러한 협업의 결과물은 새로운 형태의 '예술 작품'으로 충분히 인정받을 수 있다고 생각합니다.

- 👉 2. 만약 미래에 모든 음악을 AI가 만들 수 있게 된다면, 인간 음악가의 역할은 어떻게 변해야 할까요? 과학기술의 발전 속에서 '인간의 창의성'이 계속해서 가치를 가지려면 어떤 노력이 필요할지 자신의 생각을 서술해 봅시다.

미래에 인간 음악가의 역할은 '작곡가'나 '연주자'에서 'AI 음악 프로듀서'나 '큐레이터'로 변화할 것이라고 생각합니다. AI가 기술적으로 완벽한 음악을 대량 생산하더라도, 그 음악에 깊은 철학이나 삶의 경험에서 우러나오는 진정한 감동을 담는 것은 여전히 인간의 몫일 것입니다. 따라서 인간의 창의성은 단순히 새로운 멜로디를 만드는 것을 넘어, AI가 이해하지 못하는 복잡한 감정이나 사회적 메시지를 음악에 붙여넣고, AI가 만든 수많은 결과물 중에서 옥석을 가려 대중에게 새로운 의미를 부여하는 방향으로 그 가치를 증명해 나갈 것입니다. 결국 기술이 발전할수록 역설적으로 '인간다움'이 무엇인지에 대한 깊은 성찰이 인간 창의성의 핵심이 될 것입니다.

## 라. 평가 기준

### [체크리스트]

| 평가 영역 | 평가 요소       | 평가 기준                                                                 | 척도 |   |   |
|-------|-------------|-----------------------------------------------------------------------|----|---|---|
|       |             |                                                                       | 상  | 중 | 하 |
| 과정·기능 | 자기주도적 탐구 능력 | 모둠의 창작 주제를 정하기 위해 교과서, 참고 자료 등을 활용하여 주도적으로 아이디어를 탐색하고 발전 시키는가?        |    |   |   |
|       | 협력적 의사소통    | AI 창작 과정에서 발생하는 문제(예: 프롬프트 오류)에 대해 동료와 적극적으로 소통하며 협력적으로 해결책을 모색하는가?   |    |   |   |
| 가치·태도 | 비판적 사고      | 맡은 역할에 책임감을 갖고, AI 창작곡이라는 완성도 높은 결과물을 만들기 위해 끝까지 적극적으로 참여하는가?         |    |   |   |
|       | 개방적 태도      | AI 창작물의 예술적 가치와 사회·윤리적 쟁점을 연결하여, 과학기술과 문화를 다각적으로 이해하고 표현하려는 태도를 보이는가? |    |   |   |

### 👉 [평가기준표] 활동지(1)

| 미션     | 평가 요소           | 척도 | 평가 기준                                                        |
|--------|-----------------|----|--------------------------------------------------------------|
| 1<br>2 | 아이디어의 구체성 및 창의성 | 상  | 창작할 노래의 주제, 장르, 가사가 매우 구체적이고 독창적이며, AI 프롬프트 수정 과정이 논리적으로 기록됨 |
|        |                 | 중  | 아이디어가 대부분 구체적이거나, 창의성이 다소 부족하거나 프롬프트 수정 과정 기록이 미흡함           |
|        |                 | 하  | 아이디어가 추상적이거나, 활동지의 대부분 항목이 부실하게 작성됨                          |

### 👉 [평가기준표] 활동지(2)

| 미션  | 평가 요소           | 척도 | 평가 기준                                                                          |
|-----|-----------------|----|--------------------------------------------------------------------------------|
| 2-1 | 성찰 내용의 깊이 및 논리성 | 상  | AI 창작물을 '창작'과 '모방'의 양 측면에서 균형 있게 분석하고, 자신의 활동 경험을 근거로 매우 논리적으로 주장을 서술함         |
|     |                 | 중  | 자신의 주장을 서술했으나, 근거가 다소 미흡하거나 논리적 연결성이 부족함                                       |
|     |                 | 하  | 질문의 의도를 제대로 파악하지 못했거나, 근거 없이 감정적으로 서술함                                         |
| 2-2 | 창의적 대안 제시 능력    | 상  | AI 시대에 인간 음악가의 역할 변화를 매우 창의적으로 예측하고, '인간의 창의성'이 나아갈 방향에 대한 깊이 있는 대안을 구체적으로 제시함 |
|     |                 | 중  | 합리적인 대안을 제시했으나, 독창성이 다소 부족하거나 서술이 평이한 수준임                                      |
|     |                 | 하  | 제시된 대안이 질문의 핵심에서 벗어나 있거나, 내용이 논리적이지 못함                                         |

[동료평가표] 모둠내/모둠간

| 평가 요소   | 평가 기준                                                              | 척도 |   |   |
|---------|--------------------------------------------------------------------|----|---|---|
|         |                                                                    | 상  | 중 | 하 |
| 주제 표현력  | 창작곡의 가사와 멜로디가 모듬이 선정한 주제(예: 과학자, 과학 개념)를 명확하고 효과적으로 표현했는가?         |    |   |   |
| 예술적 독창성 | 기존의 노래를 단순히 모방하는 것을 넘어, AI를 활용하여 자신들만의 독창적인 스타일과 분위기를 창조했는가?       |    |   |   |
| 발표의 설득력 | AI와의 협업 과정과 창작 의도를 논리적으로 설명하고, 청중이 작품의 가치를 이해할 수 있도록 설득력 있게 전달했는가? |    |   |   |
| 협력적 태도  | 발표 과정에서 모듬원들의 역할 분담이 적절하고, 서로 협력하며 진지한 태도로 발표에 임했는가?               |    |   |   |

 생활기록부 '과목별 세부능력 및 특기사항' 작성 예시

'인공지능 작곡으로 만나는 과학과 예술' 수업에서 '마리 퀴리의 삶'이라는 과학적 주제를 예술적으로 재해석하는 과제를 주도적으로 수행함. 인공지능을 활용하여 곡을 만드는 과정에서 '서정적인 발라드', '애절한 여성 보컬' 등 구체적인 프롬프트를 반복적으로 수정 및 제안하여 모듬의 창작 목표를 달성하는 데 핵심적인 역할을 수행하며 뛰어난 문제 해결 능력을 보여줌. 나아가 최종 토론에서 '인공지능은 인간의 창의성을 보조하는 강력한 도구이지만, 그 결과물의 저작권과 윤리적 활용에 대한 사회적 합의가 선행되어야 한다'는 균형 잡힌 관점을 논리적으로 제시하여, 과학기술의 사회적 책임을 깊이 있게 성찰하는 비판적 사고력이 돋보임

## 마. 학생 수준별 수업 및 활동 자료 피드백

### 학생 수준별 수업 자료 및 활동

| 수준 | 학습자 특성                                                                                                                                               | 수업 자료 및 활동                                                                                                                                                                                                                                            |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 상  | <ul style="list-style-type: none"> <li>개념 이해가 빠르고, AI 도구 활용 능력이 뛰어나며 자기주도적으로 심화 탐구하려는 의지가 강함</li> </ul>                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>자신이 만든 AI 창작곡에 대해, 실제 음반 프로듀서가 되었다고 가정하고 ① 타겟 청중, ② 홍보 전략, ③ 이 곡이 사회에 미칠 긍정적 영향, ④ 예상되는 저작권 문제 및 해결 방안을 포함한 전문적인 보고서를 작성하는 과제를 제시함</li> <li>이를 통해 단순 창작을 넘어, 과학기술 창작물의 사회적 유통과 책임까지 깊이 있게 탐구하도록 유도함</li> </ul> |
| 중  | <ul style="list-style-type: none"> <li>기본적인 활동은 잘 수행하나, AI에게 보내는 프롬프트(명령어)를 창의적으로 구성하거나, 추상적인 토론 주제(예: 예술의 본질)에 대해 자신의 논리를 구성하는 데 어려움을 겪음</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>'분위기 카드'(예: 신비롭게, 경쾌하게, 장엄하게), '악기 카드'(예: 피아노, 신시사이저, 가야금), '장르 카드'(예: 시티팝, 록, 국악 크로스오버)를 제공하여, 학생들이 카드를 조합하며 창의적인 프롬프트를 만들 수 있도록 지원함</li> </ul>                                                               |
| 하  | <ul style="list-style-type: none"> <li>AI 도구 사용에 대한 막연한 두려움이 있거나, 자신의 아이디어를 가사나 글로 표현하는 것을 어려워함</li> </ul>                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>"태양은 뜨겁게 ( ), 별들은 밤하늘에 ( )"와 같이 핵심 과학 개념이 담긴 문장의 빈칸을 채우며 쉽게 가사를 완성할 수 있는 템플릿을 제공함</li> <li>모듬 활동 시 '아이디어 기록 담당', 'Suno AI 조작 담당', '발표 자료 정리 담당' 등 구체적인 역할 카드를 제공하여 모든 학생이 부담 없이 활동에 기여할 수 있도록 지원함</li> </ul>   |

### 학생 수준별 피드백 방안

| 수준 | 학생의 특징 또는 행동                                                                                                                      | 피드백 예시                                                                                                                                                                                                              |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 상  | <ul style="list-style-type: none"> <li>자신이 만든 AI 창작곡과 기존 대중음악의 코드 진행이나 사운드 디자인을 비교 분석하는 등, 주어진 과제를 넘어 스스로 지식을 확장하여 질문함</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>AI가 만든 곡의 코드 진행에서 K-POP의 특징을 발견했다니, 정말 놀라운 분석력입니다! 그렇다면, AI가 특정 장르의 '문법'은 완벽히 따라 할 수 있지만, 그 문법을 깨는 '혁신'은 과연 가능할까요? AI 시대에 '음악적 독창성'이란 무엇인지 함께 이야기해볼까요?</li> </ul>            |
| 중  | <ul style="list-style-type: none"> <li>'마리 퀴리'라는 주제는 잘 정했지만, "위대한 과학자"와 같은 추상적인 가사만 반복하여 프롬프트에 입력하고 결과물이 만족스럽지 않다고 느낌</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>'마리 퀴리'라는 좋은 주제를 잘 찾아주었네요! 혹시 교과서에서 본 그녀의 삶 중에 어떤 장면이 가장 인상 깊었나요? 예를 들어, '어두운 실험실에서 홀로 빛나는 라듐을 발견하는 장면'처럼 구체적인 이미지를 가사로 만들어 AI에게 알려주면 훨씬 더 감동적인 노래를 만들어주지 않을까요?</li> </ul>   |
| 하  | <ul style="list-style-type: none"> <li>모듬 활동 시 아이디어를 내는 것을 주저하고, 다른 친구가 Suno AI를 조작하는 것을 구경만 하거나 소극적인 태도를 보임</li> </ul>           | <ul style="list-style-type: none"> <li>아까 우리 모듬 노래의 제목으로 '푸른빛의 약속'이라는 멋진 아이디어를 내주었죠! 그 제목 덕분에 우리 노래의 주제가 훨씬 더 선명해졌어요. 이렇게 좋은 아이디어를 내는 역할이 없었다면, 아무리 AI 기술이 좋아도 좋은 곡이 나올 수 없었을 거예요. 정말 중요한 역할을 훌륭하게 해냈어요!</li> </ul> |

## 1. [도입] 호기심 유발을 위한 음원 자료

## || [자료 1] 베토벤, 교향곡 제5번 '운명' 1악장(Mandetriens - "Beethoven - Symphony No. 5 (Proms 2012)")

- 내용: 카라얀이 지휘하는 베를린 필하모닉의 연주 영상으로, 고전 음악의 정수를 느낄 수 있는 표준적인 자료입니다. 학생들에게 '인간이 만든 불멸의 악보'라는 개념을 상기시키는 데 활용합니다.
- 링크: <https://www.youtube.com/watch?v=jv2WJMVPQj8>

## || [자료 2] AI가 재해석한 '운명' 교향곡 (K-POP 버전)

- 내용: Suno AI를 활용하여 '운명' 교향곡의 핵심 모티프를 샘플링한 K-POP 스타일의 곡입니다. 과학기술이 예술을 어떻게 재창조할 수 있는지 보여주는 비교 자료입니다.
- 링크: <https://suno.com/s/KgKI625ArDRgzBvI>

## • 자료 활용 방법:

1. 먼저 [자료 1]을 약 1분간 들려주며 학생들에게 곡의 느낌과 분위기에 대해 질문합니다.
2. 이어서 [자료 2]를 들려주며, 원곡과의 차이점과 이 음악이 어떻게 만들어졌는지 질문을 던져 '문제 발견' 단계의 토의를 시작합니다.

## 2. [전개] '아이디어 발견' 활동을 위한 학생용 참고 사이트

## || [자료 1] 구글 아트 앤 컬처 - Music, Makers &amp; Machines (음악 기술의 역사)

- 내용: 축음기의 발명부터 신시사이저의 등장, 전자음악의 발전까지 음악 기술의 역사를 풍부한 시각 자료와 함께 탐색할 수 있는 온라인 전시입니다.
- 활용: 학생들이 모듈별로 접속하여 과학기술이 음악의 장르와 감상 문화를 어떻게 바꾸었는지 탐색하고, [활동지(1)] 작성을 위한 배경지식을 쌓도록 안내합니다.
- 링크: <https://artsandculture.google.com/project/music-makers-machines>

## || [자료 2] KISTI의 과학향기 - 과학 관련 교양 기사

- 내용: '블랙홀', 'DNA', '양자역학' 등 학생들이 노래의 주제로 삼을 만한 다양한 과학 개념들을 쉽고 재미있게 설명해주는 과학 교양 콘텐츠입니다.
- 활용: 과학적 주제를 정한 모둠이 해당 개념을 노래 가사로 어떻게 표현할지 영감을 얻기 위해 참고 하도록 안내합니다.
- 링크: <https://scent.kisti.re.kr/site/main/home>

### 3. [전개] '해결안 발견' 활동을 위한 AI 음악 창작 도구

#### || (기본) Suno AI

- 활용 방법
  1. [회원가입 및 접속] 구글, 디스코드, 마이크로소프트 계정으로 간편하게 로그인하도록 안내합니다.
  2. [모드 선택] 좌측의 'Create' 버튼을 누른 후, 'Custom Mode'를 활성화하여 가사와 음악 스타일을 직접 입력하도록 안내합니다.
  3. [프롬프트 입력]
    - 1) Lyrics(가사): [활동지(1)]에서 작성한 가사를 붙여넣습니다.
    - 2) Style of Music(음악 스타일): {(예시) sad and beautiful, piano ballad, female vocal}과 같이 장르, 분위기, 악기, 보컬 특성을 구체적으로 입력할수록 좋은 결과가 나옴을 강조합니다.
  4. [생성 및 선택] 'Create' 버튼을 누르면 보통 2개의 버전이 생성되며, 모듬원과 함께 들어보고 가장 마음에 드는 곡의 링크를 [활동지(1)]에 기록하도록 지도합니다.
- 링크: <https://suno.com/>

#### || (대체) Udio AI

- 소개: Suno와 유사한 AI 음악 생성 도구로, 더욱 풍부한 사운드와 세밀한 스타일 제어가 가능하다는 평가를 받습니다. Suno AI 접속 장애 시 활용할 수 있는 훌륭한 대체 도구입니다.
- 활용 방법
  1. [프롬프트 입력] 메인 화면의 입력창에 원하는 음악 스타일을 먼저 입력합니다.  
(예: K-POP, epic, dramatic, featuring the main melody of Beethoven's 5th symphony)
  2. [가사 추가] 'Create' 버튼을 누른 후, 생성된 음악 클립 하단의 'Add Lyrics'를 선택하여 직접 작성한 가사를 입력하거나 수정하도록 안내합니다.
  3. [확장 기능] Udio의 장점인 'Extend' 기능을 활용하여 생성된 음악의 앞이나 뒤에 새로운 부분을 추가하여 더 긴 길이의 곡을 만들 수 있음을 안내합니다.
- 링크: <https://www.udio.com/>

# 10

## 현실과 가상의 경계에서, VR과 AR로 미래 사회 디자인하기

### 1

### 단원 개요

|     |            |      |                |
|-----|------------|------|----------------|
| 과목  | 과학의 역사와 문화 | 영역   | (3) 과학과 인류의 미래 |
| 학년군 | 고등학교 2~3학년 | 세부영역 | 가상 현실과 증강 현실   |

|      |       |                                                                                            |
|------|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| 교육과정 | 성취 기준 | [12과사03-05]<br>가상 현실이나 증강 현실을 활용한 우리 주변의 사례를 조사하고, 이러한 기술이 미래 사회에 미칠 수 있는 영향에 대해 토론할 수 있다. |
|      | 탐구 활동 | 가상 현실이나 증강 현실을 이용한 과학문화 콘텐츠 제작하기                                                           |

|      |                                   |
|------|-----------------------------------|
| 학습주제 | 현실과 가상의 경계에서, VR과 AR로 미래 사회 디자인하기 |
|------|-----------------------------------|

|       |                 |
|-------|-----------------|
| 수업 모형 | 프로젝트 기반(PBL) 학습 |
|-------|-----------------|

|      |       |                                                                                                                     |
|------|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 학습목표 | 총괄목표  | 가상 현실(VR)과 증강 현실(AR)의 과학적 원리를 이해하고, 이를 창의적으로 활용하여 과학문화 콘텐츠를 제작하며, 기술이 야기할 사회·윤리적 쟁점에 대해 비판적으로 성찰하는 책임감 있는 태도를 함양한다. |
|      | 지식·이해 | 가상 현실(VR)과 증강 현실(AR)의 과학적 원리를 설명할 수 있다.                                                                             |
|      | 과정·기능 | 가상 현실(VR)과 증강 현실(AR) 기술을 활용하여 과학문화 콘텐츠를 기획하고 제작할 수 있다.                                                              |
|      | 가치·태도 | 가상 현실(VR)과 증강 현실(AR) 기술이 초래할 윤리적·사회적 쟁점을 비판적으로 성찰하고, 균형 있는 가치 판단을 통해 책임 있는 기술 수용 태도를 지닐 수 있다.                       |

## 2

## 교수·학습 활동 및 평가 계획

## 가. 교수·학습 활동 적용 모형

| 수업 모형 | 프로젝트 기반(PBL) 학습                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 특징    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 학생들이 현실 세계와 연결된 문제(VR/AR 기술의 사회적 영향)에 대한 지속적인 탐구 과정을 통해 구체적인 결과물(과학문화 콘텐츠)을 만들어내며 학습하는 학생 주도적 수업 모형이다.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 적용 이유 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 과학문화 콘텐츠 제작이라는 하나의 핵심 프로젝트를 수행하는 과정에서, VR/AR의 과학적 원리를 자연스럽게 탐구하고, 콘텐츠를 직접 기획하고 제작하며, 완성된 결과물을 바탕으로 사회·윤리적 쟁점을 토론하는 활동이 유기적으로 연결되어 수업 목표 전체를 통합적으로 달성할 수 있다.</li> <li>• 학생들이 스스로 탐구 질문을 만들고, 정보(과학 원리, 활용 사례)를 수집하며, 창의적인 아이디어를 실제 콘텐츠로 구현하는 전 과정을 주도하며, 이 과정에서 겪는 문제 해결 경험은 학생들의 학습에 대한 자기 효능감과 주도성을 극대화할 수 있다.</li> <li>• 단순히 교과서 속 지식을 암기하는 것을 넘어, VR/AR 기술이라는 실제적이고 현대적인 도구를 활용해 자신들의 생각을 표현하는 과학문화 콘텐츠를 창작하게 되며, 이는 학생들이 과학기술을 단순한 학습 대상이 아닌, 세상과 소통하는 유의미한 도구로 인식하게 만들 수 있다.</li> </ul> |

## 나. 평가 계획

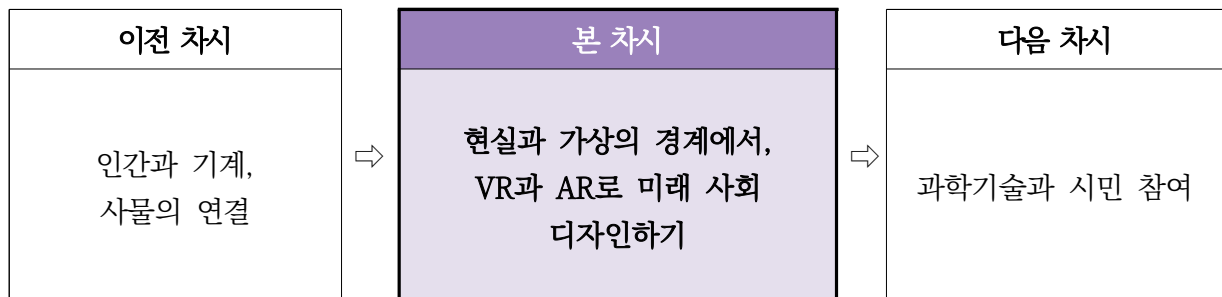
| 평가 유형  | 적용 방법                                                                         |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------|
| 관찰평가   | 교사는 [체크리스트]를 활용하여 학생의 활동을 체계적으로 관찰하고 평가한다.                                    |
| 동료평가   | 모듈별 산출물 발표 및 공유 시, 다른 모듈의 콘텐츠 완성도, 메시지 전달력, 창의성 등을 [동료평가표]를 활용하여 상호 평가하도록 한다. |
| 활동지 평가 | 학생들이 최종적으로 제출한 활동지를 [평가기준표]에 따라 채점하여 총괄 목표 도달도를 종합적으로 평가한다.                   |

### 3 수업 평가 흐름도

#### ■ 학습 주제: 현실과 가상의 경계에서, VR과 AR로 미래 사회 디자인하기

| 단계                    | 교수·학습 활동                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 평가 주체    | 평가 방법                                                   |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|---------------------------------------------------------|
| 1<br>~<br>2<br>차<br>시 | 도입                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | -        | -                                                       |
|                       | 전개                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 교사       | 관찰평가<br>[체크리스트]                                         |
|                       | 정리                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 교사<br>동료 | 관찰평가<br>[체크리스트]<br>활동지 평가<br>[평가기준표]<br>동료평가<br>[동료평가표] |
|                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>VR/AR 기술 활용 영상 시청 및 자유 토의</li> <li>학습 목표 확인 및 최종 프로젝트 과제 안내</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                |          |                                                         |
|                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>[활동 1] VR/AR 기술 탐구 및 과학문화 콘텐츠 기획 <ul style="list-style-type: none"> <li>과학적 원리 탐구 및 [활동지(1)] 작성</li> <li>콘텐츠 주제 선정 및 스토리보드 제작</li> </ul> </li> <li>[활동 2] 과학문화 콘텐츠 제작 및 동료 컨설팅 <ul style="list-style-type: none"> <li>VR/AR 플랫폼을 활용한 콘텐츠 제작</li> </ul> </li> <li>[활동 3] 결과물 발표 <ul style="list-style-type: none"> <li>모둠별 최종 VR/AR 콘텐츠 시연 및 발표</li> </ul> </li> </ul> |          |                                                         |
|                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>심화 토론 정리 <ul style="list-style-type: none"> <li>VR/AR 기술의 사회·윤리적 쟁점 토론</li> <li>[활동지(2)] 작성 및 제출</li> </ul> </li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                               |          |                                                         |

#### ■ 수업 연계도



## 가. 수업 지도안

| 단계           | 교수·학습 활동                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 도구 및 자료                                                                                                                                         |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 도입<br>(10분)  | <p> <b>호기심 유발 및 학습 동기 부여</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 최신 VR/AR 기술이 적용된 다양한 분야(의료, 공연, 문화유산 복원 등)의 영상을 제시한다.</li> <li>- "이 기술로 우리 사회의 어떤 문제를 해결하거나, 새로운 문화를 만들 수 있을까요?"와 같은 개방형 질문으로 학생들의 사고를 확장한다.</li> </ul> <p> <b>영상 시청 및 의견 공유</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 영상을 시청하고, VR/AR 기술로 변화될 미래 사회의 모습에 대해 자유롭게 상상하고 의견을 나눈다.</li> </ul> <p> <b>프로젝트 과제 제시</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 수업 주제(현실과 가상의 경계에서, VR과 AR로 미래 사회 디자인하기)와 최종 목표(과학문화 콘텐츠 제작 및 사회·윤리적 쟁점 토론)를 안내한다.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <p> 온라인질문<br/>게시판</p>                                        |
| 전개<br>(120분) | <p><b>[활동 1] VR/AR 기술 탐구 및 과학문화 콘텐츠 기획</b></p> <p> <b>활동지를 통한 과학 원리 탐구 안내</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 교과서와 보조자료를 활용하여 VR/AR의 개념과 핵심 과학 원리(디스플레이 기술, 센서 기술, 3D 모델링 등)를 안내하고, 학생들이 [활동지(1)]에 스스로 정리하도록 지도한다.</li> </ul> <p> <b>과학 원리 탐구 및 콘텐츠 기획</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 모둠별로 VR 또는 AR 기술을 활용하여 제작할 과학문화 콘텐츠의 주제를 선정하고 아이디어를 구체화한다.(예: 멸종위기 동물 가상 체험관, 미래형 친환경 도시 설계, 역사적 사건 증강현실 재현 등)</li> <li>- [활동지(1)]에 주제, 활용 기술, 핵심 메시지, 구체적인 장면 구성(스토리보드) 등을 작성하여 프로젝트 계획을 수립한다.</li> </ul> <p> 학생들이 기술 자체에 매몰되지 않고 '과학'과 '문화'가 융합된 주제, 즉 '우리 사회에 어떤 메시지를 던질 것인가?'에 초점을 맞추도록 격려할 수 있다.</p> <p> <b>관찰평가(1)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 교사는 학생들이 아이디어를 구체화하는 과정에서 탐구의 적극성, 창의적 사고력, 협력적 의사소통 능력 등을 [체크리스트]를 활용하여 관찰하고 평가하고 학생 수준별로 맞춤형 피드백을 한다.</li> </ul> | <p><b>[활동지(1)]</b></p> <p> 스마트기기</p> <p><b>[체크리스트]</b></p> |

|                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                    |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                     | <p><b>[활동 2] 과학문화 콘텐츠 제작 및 동료 컨설팅</b></p> <p> <b>VR/AR 콘텐츠 제작</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 수립한 계획에 따라, 가상현실 플랫폼(예: 코스페이스스, ZEP)이나 증강현실 앱을 활용하여 콘텐츠를 직접 제작한다.</li> </ul> <p> <b>제작 과정 지원</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 각 모둠을 순회하며 제작 과정에서 겪는 기술적, 내용적 어려움을 해결해주고, 창의적인 아이디어가 잘 구현되도록 조언한다.</li> </ul> <p> <b>관찰평가(2)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 교사는 디지털 리터러시, 문제 해결 능력, 과제 집착력을 [체크리스트]를 활용하여 관찰하여 평가하고 학생 수준별로 맞춤형 피드백을 한다.</li> </ul> <p> 모든 학생이 제작 과정에 참여할 수 있도록 모둠 내 역할을 명확히 분담하도록 지도한다. (예: 기획, 디자인, 기술 구현, 발표 등)</p> <p><b>[활동 3] 결과물 발표</b></p> <p> <b>제작 콘텐츠 피칭 발표</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 완성된 과학문화 콘텐츠를 전체 학생들 앞에서 시연하며 발표하고, 제작 의도와 과정, 콘텐츠에 담긴 사회·문화적 메시지를 설명한다.</li> </ul> | <p> 가상현실 플랫폼</p> <p> 증강현실 앱</p> <p><b>[체크리스트]</b></p> <p><b>[활동지(2)]</b></p> |
| <p>정리<br/>(20분)</p> | <p> <b>심화 토론 진행</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 학생들이 제작한 콘텐츠를 중심으로 "VR/AR 기술이 보편화된 미래는 유토피아일까, 디스토피아일까?" 라는 핵심 질문을 던지며 심화 토론을 이끌어 낸다.</li> </ul> <p> <b>심화 토론 참여 및 최종 성찰</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- [활동지(2)]에 VR/AR 기술이 초래할 윤리적·사회적 쟁점(예: 사생활 침해, 디지털 격차, 현실 왜곡, 일자리 문제 등)에 대한 자신의 생각을 논리적으로 서술하며 프로젝트를 마무리한다.</li> </ul> <p> <b>산출물 평가 및 동료평가</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 교사는 제출된 [활동지]와 [콘텐츠]를 평가기준표에 따라 종합적으로 평가하며, 학생들은 [동료평가표]를 통해 다른 모둠의 발표와 토론 태도를 평가한다.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <p><b>[평가기준표]</b></p> <p><b>[동료평가표]</b></p>                                                                                                                                                                                                        |

## 나-1. 활동지(1)

### VR/AR 과학문화 콘텐츠 기획서

( )학년 ( )반 ( )번 모둠명: ( ) 이름: ( )

#### 목표

- 가상 현실(VR)과 증강 현실(AR)의 과학적 원리를 설명할 수 있다.
- 가상 현실(VR)과 증강 현실(AR) 기술을 활용하여 과학문화 콘텐츠를 기획하고 제작할 수 있다.

#### 준비물

스마트 기기, 채색 도구

#### 문제 인식



- ☐ 만약 교과서 속 그림이 살아 움직인다면?
- ☐ 직접 가볼 수 없는 우주나 심해를 교실에서 탐험할 수 있다면?

VR/AR 기술은 더 이상 영화 속 이야기가 아닙니다. 이 기술은 우리의 학습, 문화, 소통 방식을 바꾸고 있습니다. 지금부터 우리는 VR/AR 기술의 과학적 원리를 탐구하고, 이 기술을 활용하여 세상에 의미 있는 메시지를 던지는 '과학문화 콘텐츠'를 직접 기획하고 제작하는 크리에이터가 되어 봅시다!

#### 탐구하기

##### ✓ 1. VR/AR 기술, 원리 탐구하기

- 👉 가상 현실(VR)과 증강 현실(AR)의 개념과 각각의 특징, 핵심 과학 원리를 우리 모둠의 언어로 정리해 봅시다.

| 구분     | 가상 현실(VR) | 증강 현실(AR) |
|--------|-----------|-----------|
| 개념     |           |           |
| 과학적 원리 |           |           |

✔ 2. 우리 모듬의 과학문화 콘텐츠 기획하기

👉 우리 모듬이 제작할 VR/AR 콘텐츠의 내용을 구체적으로 기획해 봅시다.

| 구분          | 내용                                                                      |   |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------|---|
| 콘텐츠 주제 및 대상 |                                                                         |   |
| 활용 기술       | <input type="checkbox"/> VR (가상 현실) <input type="checkbox"/> AR (증강 현실) |   |
| 핵심 메시지      |                                                                         |   |
| 스토리 보드      | 👉 콘텐츠의 주요 장면을 4컷 이상의 그림과 설명으로 표현해 봅시다.                                  |   |
|             |                                                                         |   |
|             | ①                                                                       | ② |
|             |                                                                         |   |
|             | ③                                                                       | ④ |
|             |                                                                         |   |
|             |                                                                         |   |
|             | ⑤                                                                       | ⑥ |

## 나-2. 활동지(2)

### 성찰 및 토론 기록지

( )학년 ( )반 ( )번 모둠명: ( ) 이름: ( )

#### 목표

- 가상 현실(VR)과 증강 현실(AR) 기술이 초래할 윤리적·사회적 쟁점을 비판적으로 성찰하고, 균형 있는 가치 판단을 통해 책임 있는 기술 수용 태도를 지닐 수 있다.

#### 탐구하기

##### ✓ 1. 동료 모둠 작품 감상 및 컨설팅

- 다른 모듬의 콘텐츠를 발표를 보고, 아래 기준에 따라 건설적인 피드백을 작성해 주세요.

|       |  |
|-------|--|
| 평가 모듬 |  |
| 본받을 점 |  |
| 제안할 점 |  |

##### ✓ 2. 미래 사회의 두 얼굴, 심화 토론하기

- 👉 1. 우리 모듬이 제작한 VR/AR 콘텐츠가 널리 보급된다면, 우리 사회에 어떤 긍정적인 영향을 줄 수 있을지 구체적인 사례를 들어 서술하고, 그렇게 생각하는 과학적·사회적 근거를 제시해 봅시다.

- 👉 2. 반대로, VR/AR 기술이 무분별하게 사용될 경우 발생할 수 있는 가장 심각한 사회·윤리적 문제는 무엇이라고 생각하며, 이를 해결하기 위해 시민(사용자)으로서 어떤 노력을 해야 할지 서술해 봅시다.

- 👉 3. VR/AR 기술을 사용하는 시민으로서, 우리가 가져야 할 '책임감 있는 기술 수용 태도'란 무엇일지 한 문장으로 정의해 봅시다.

## 다-1. 예시 답안 및 채점 기준(1)

### VR/AR 과학문화 콘텐츠 기획서

( )학년 ( )반 ( )번 모둠명: ( ) 이름: ( )

#### 목표

- 가상 현실(VR)과 증강 현실(AR)의 과학적 원리를 설명할 수 있다.
- 가상 현실(VR)과 증강 현실(AR) 기술을 활용하여 과학문화 콘텐츠를 기획하고 제작할 수 있다.

#### 준비물

스마트 기기, 채색 도구

#### 문제 인식



□ "만약 교과서 속 그림이 살아 움직인다면?"

□ "직접 가볼 수 없는 우주나 심해를 교실에서 탐험할 수 있다면?"

VR/AR 기술은 더 이상 영화 속 이야기가 아닙니다. 이 기술은 우리의 학습, 문화, 소통 방식을 바꾸고 있습니다. 지금부터 우리는 VR/AR 기술의 과학적 원리를 탐구하고, 이 기술을 활용하여 세상에 의미 있는 메시지를 던지는 '과학문화 콘텐츠'를 직접 기획하고 제작하는 크리에이터가 되어 봅시다!

#### 탐구하기

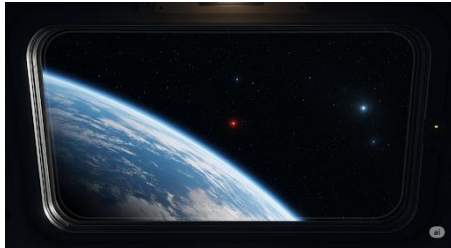
##### ✓ 1. VR/AR 기술, 원리 탐구하기

👉 가상 현실(VR)과 증강 현실(AR)의 개념과 각각의 특징, 핵심 과학 원리를 우리 모둠의 언어로 정리해 봅시다.

| 구분     | 가상 현실(VR)                                                                                                                                                                              | 증강 현실(AR)                                                                                                                                                             |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 개념     | 컴퓨터가 만든 완전히 새로운 가상 세계에 사용자가 몰입하여 상호작용하는 기술                                                                                                                                             | 현실 세계의 모습 위에 가상의 디지털 정보를 겹쳐 보여주는 기술                                                                                                                                   |
| 과학적 원리 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 디스플레이 기술: 양쪽 눈에 서로 다른 각도의 3D 영상을 보여주어 입체감을 구현한다.</li> <li>2. 센서 기술(자이로스코프, 가속도계): 사용자의 머리 움직임을 감지하여 시점에 맞게 가상 세계 화면을 실시간으로 변화시킨다.</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 카메라 기술: 현실 공간의 객체와 위치를 인식한다.</li> <li>2. 객체 추적(Object Tracking) 기술: 인식된 현실 객체 위에 정확한 위치와 각도로 가상 이미지를 합성하여 고정시킨다.</li> </ol> |

✓ 2. 우리 모두의 과학문화 콘텐츠 기획하기

👉 우리 모두가 제작할 VR/AR 콘텐츠의 내용을 구체적으로 기획해 봅시다.

| 구분          | 내용                                                                                  |                                                                                      |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 콘텐츠 주제 및 대상 | VR로 체험하는 화성 탐사: 테라포밍 프로젝트                                                           |                                                                                      |
| 활용 기술       | <input checked="" type="checkbox"/> VR (가상 현실) <input type="checkbox"/> AR (증강 현실)  |                                                                                      |
| 핵심 메시지      | 인류의 지속가능한 미래를 위해 우주 개척이 왜 필요한지 알린다.                                                 |                                                                                      |
| 스토리 보드      | 👉 콘텐츠의 주요 장면을 4컷 이상의 그림과 설명으로 표현해 봅시다.                                              |                                                                                      |
|             |   |   |
|             | ① 우주선을 타고 화성으로 향하는 장면. 창밖으로 지구가 멀어진다.                                               | ② 화성 기지에 도착. 사용자는 직접 탐사 로봇을 조종하여 기지 밖으로 나간다.                                         |
|             |  |  |
|             | ③ 황량한 화성 표면에 '테라포밍 장치'를 설치하는 미션을 수행한다.                                              | ④ 미션 성공 후, 붉은 행성이 점차 푸르게 변하는 모습을 보여주며 프로젝트의 의미를 설명한다.                                |
|             | ⑤                                                                                   | ⑥                                                                                    |

## 다-2. 예시 답안 및 채점 기준(2)

### VR/AR 과학문화 콘텐츠 기획서

( )학년 ( )반 ( )번 모둠명: ( ) 이름: ( )

#### 목표

- 가상 현실(VR)과 증강 현실(AR) 기술이 초래할 윤리적·사회적 쟁점을 비판적으로 성찰하고, 균형 있는 가치 판단을 통해 책임 있는 기술 수용 태도를 지닐 수 있다.

#### 탐구하기

##### ✓ 1. 동료 모둠 작품 감상 및 컨설팅

- 다른 모둠의 콘텐츠 발표를 보고, 아래 기준에 따라 건설적인 피드백을 작성해 주세요.

| 평가 모둠 | AR 마스터                                                                                   |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| 본받을 점 | 증강현실로 교실에 나타난 멸종위기 동물의 모습이 매우 사실적이어서 몰입감이 높았습니다. 특히 동물을 터치했을 때 관련 정보가 뜨는 아이디어가 인상적이었습니다. |
| 제안할 점 | 동물들의 울음소리 같은 사운드 효과를 추가하면 생태계의 소중함이라는 주제가 더 잘 전달될 것 같습니다.                                |

##### ✓ 2. 미래 사회의 두 얼굴, 심화 토론하기

- 1. 우리 모둠이 제작한 VR/AR 콘텐츠가 널리 보급된다면, 우리 사회에 어떤 긍정적인 영향을 줄 수 있을지 구체적인 사례를 들어 서술하고, 그렇게 생각하는 과학적·사회적 근거를 제시해 봅시다.

저희 모둠이 제작한 'VR 화성 탐사' 콘텐츠는 학생들의 우주에 대한 과학적 호기심을 크게 자극할 것입니다. 교과서의 평면적인 사진 대신, 3D 가상 공간에서 직접 화성 표면을 탐사하고 테라포밍 과정을 체험하며 행성 과학과 환경 공학의 원리를 직관적으로 이해할 수 있습니다. 이는 교육 격차 해소에도 기여할 수 있는데, 고가의 관측 장비나 특별한 체험 학습 기회가 없는 지역의 학생들도 생생한 우주 탐사 경험을 통해 미래 과학자의 꿈을 키울 수 있기 때문입니다. 이는 과학 교육의 기회균등이라는 사회적 가치를 실현하는 데 긍정적인 영향을 줄 것입니다.

- 2. 반대로, VR/AR 기술이 무분별하게 사용될 경우 발생할 수 있는 가장 심각한 사회·윤리적 문제는 무엇이라고 생각하며, 이를 해결하기 위해 시민(사용자)으로서 어떤 노력을 해야 할지 서술해 봅시다.

가장 심각한 문제는 '현실과 가상의 혼동으로 인한 사회적 고립'이라고 생각합니다. 매우 사실적인 가상 세계에 중독되어 현실의 인간관계나 사회적 책임을 등한시하는 사람들이 늘어날 수 있습니다. 이를 해결하기 위해 시민 스스로 '디지털 시민성'을 함양해야 합니다. VR/AR 콘텐츠가 현실을 대체하는 것이 아닌, 현실을 더욱 풍요롭게 만드는 '도구'임을 명확히 인식하고, 사용 시간을 스스로 조절하며 균형을 맞추는 노력이 필요합니다. 또한, 가상 세계에서 타인의 아바타를 대할 때에도 현실과 동일한 윤리적 기준과 상호 존중의 태도를 지키는 것이 중요합니다.

- 3. VR/AR 기술을 사용하는 시민으로서, 우리가 가져야 할 '책임감 있는 기술 수용 태도'란 무엇일지 한 문장으로 정의해 봅시다.

기술이 주는 편리함과 즐거움을 누리되, 그것이 현실의 나 자신과 우리 사회에 미칠 영향을 항상 비판적으로 성찰하고 더 나은 방향으로 활용하려는 주체적인 자세이다.

## 라. 평가 기준

### [체크리스트] (활동1) 기획 부분

| 평가 영역 | 평가 요소    | 평가 기준                                                   | 척도 |   |   |
|-------|----------|---------------------------------------------------------|----|---|---|
|       |          |                                                         | 상  | 중 | 하 |
| 과정·기능 | 탐구의 적극성  | VR/AR의 과학적 원리를 자기 주도적으로 탐색하고, 새로운 정보를 얻기 위해 노력하는가?      |    |   |   |
|       | 창의적 사고력  | 과학 원리를 바탕으로 사회·문화적 맥락과 연결된 독창적인 콘텐츠 아이디어를 제시하는가?        |    |   |   |
| 가치·태도 | 협력적 의사소통 | 모둠원의 의견을 경청하고 존중하며, 자신의 아이디어를 논리적으로 설득하여 최선의 계획을 수립하는가? |    |   |   |

### [체크리스트] (활동2) 제작 부분

| 평가 영역 | 평가 요소    | 평가 기준                                                  | 척도 |   |   |
|-------|----------|--------------------------------------------------------|----|---|---|
|       |          |                                                        | 상  | 중 | 하 |
| 과정·기능 | 디지털 리터러시 | VR/AR 제작 플랫폼의 기능을 능숙하게 활용하여 기획 의도를 효과적으로 구현하는가?        |    |   |   |
|       | 문제 해결 능력 | 콘텐츠 제작 과정에서 발생하는 기술적, 내용적 어려움을 해결하기 위해 대안을 탐색하고 적용하는가? |    |   |   |
| 가치·태도 | 과제 집착력   | 주어진 시간 안에 완성도 높은 결과물을 만들기 위해 끝까지 집중하고 노력하는가?           |    |   |   |
|       | 협력적 의사소통 | 동료의 피드백을 개방적으로 수용하고, 이를 반영하여 결과물을 개선하는가?               |    |   |   |

### 👉 [평가기준표] 활동지(1)

| 미션 | 채점 요소         | 척도 | 평가 기준                                                        |
|----|---------------|----|--------------------------------------------------------------|
| 1  | 과학 원리 이해도     | 상  | VR과 AR의 핵심 과학 원리를 정확히 구분하고, 각 기술의 특징을 자신의 언어로 논리적이고 명확하게 설명함 |
|    |               | 중  | 두 기술의 개념은 설명했으나, 과학적 원리에 대한 설명이 일부 부정확하거나 피상적임               |
|    |               | 하  | 질문의 의도와 다른 내용을 서술하거나, 설명에 오류가 많음                             |
| 2  | 콘텐츠 완성도 및 창의성 | 상  | 기획 의도와 핵심 메시지가 명확하게 드러나며, 아이디어가 독창적이고 기술적 완성도가 매우 높음         |
|    |               | 중  | 콘텐츠가 기획에 맞게 제작되었으나, 아이디어가 다소 평이하거나 기술적 완성도가 보통 수준임           |
|    |               | 하  | 콘텐츠가 미완성이거나, 기획 의도를 제대로 반영하지 못함                              |

## [평가기준표] 활동지(2)

| 미션 | 채점 요소        | 척도 | 평가 기준                                                                        |
|----|--------------|----|------------------------------------------------------------------------------|
| 2  | 비판적<br>성찰 능력 | 상  | VR/AR 기술의 사회·윤리적 쟁점을 구체적인 근거를 들어 깊이 있게 분석하고, '책임감 있는 기술 수용 태도'에 대해 논리적으로 서술함 |
|    |              | 중  | 사회·윤리적 쟁점을 나열하였으나, 분석의 깊이가 부족하거나 근거가 미흡함                                     |
|    |              | 하  | 문제에 대한 이해도가 낮고, 자신의 생각을 제대로 서술하지 못함                                          |

## [동료평가표] 모둠내/모둠간

| 평가 항목   | 평가 기준                                      | 척도 |   |   |
|---------|--------------------------------------------|----|---|---|
|         |                                            | 상  | 중 | 하 |
| 메시지 전달력 | 콘텐츠의 주제와 핵심 메시지가 명확하고 설득력 있게 전달되었는가?       |    |   |   |
| 콘텐츠 창의성 | 아이디어가 독창적이고 흥미로우며, 과학과 문화를 효과적으로 융합했는가?    |    |   |   |
| 기술적 완성도 | VR/AR 기술을 효과적으로 활용하여 몰입감을 주었는가?            |    |   |   |
| 토론 태도   | 다른 모둠의 발표를 경청하고, 건설적인 질문과 의견을 논리적으로 제시했는가? |    |   |   |

## 생활기록부 '과목별 세부능력 및 특기사항' 작성 예시

'현실과 가상의 경계에서, VR/AR로 미래 사회를 디자인하다' 프로젝트에서 가상 현실(VR)의 과학적 원리를 인문학적 상상력과 융합하여 '사라진 문화유산을 가상으로 복원하는 콘텐츠'를 제작하는 창의적 융합 역량을 보여줌. 특히, 스토리보드를 체계적으로 설계하여 모둠의 탐구 방향을 주도했으며, VR 제작 플랫폼의 기술적 한계를 극복하기 위해 대안을 탐색하고 적용하는 문제 해결 능력이 돋보임. 나아가 최종 토론에서 '디지털 격차가 문화 격차로 이어질 수 있음'을 논리적으로 지적하고, '공공 VR/AR 체험존 확대'라는 구체적인 해결방안을 제시하여 기술의 사회적 책임을 성찰하는 비판적 사고력을 증명함

## 마. 학생 수준별 수업 및 활동 자료 피드백

### 학생 수준별 수업 자료 및 활동

| 수준 | 학습자 특성                                                                                                                 | 수업 자료 및 활동                                                                                                                                                                |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 상  | <ul style="list-style-type: none"> <li>VR/AR 제작 플랫폼 활용이 능숙하고, 주어진 과제를 넘어 자기 주도적 심화 탐구 능력이 뛰어남</li> </ul>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>우리 모듬이 제작한 콘텐츠를 특정 사회 문제(예: 교육 격차, 문화재 보존, 환경 문제 등) 해결을 위해 공공기관에 제안하는 공식 문서를 작성하는 과제를 제시함(필요성, 기대효과, 예산, 구체적인 실행 계획 포함)</li> </ul> |
| 중  | <ul style="list-style-type: none"> <li>기본적인 콘텐츠 제작은 수행하나, 아이디어를 사회·문화적 맥락과 연결하거나 창의적인 해결책으로 발전시키는 데 어려움을 겪음</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>환경, 역사, 안전, 예술 등 다양한 주제별로 VR/AR 기술을 활용할 수 있는 아이디어 예시가 담긴 카드를 제공하여, 창의적인 기획을 할 수 있도록 지원함</li> </ul>                                 |
| 하  | <ul style="list-style-type: none"> <li>VR/AR 제작 플랫폼 조작 등 기술적인 부분에 어려움을 느끼거나, 콘텐츠를 통해 메시지를 구성하는 것을 어려워함</li> </ul>      | <ul style="list-style-type: none"> <li>기본적인 배경과 객체가 구성된 템플릿을 제공하여, 학생들이 기술적 부담을 덜고 콘텐츠의 내용과 메시지를 채우는 데 집중할 수 있도록 지원함(예: 가상 갤러리 템플릿, 방탈출 게임 기본 틀 등)</li> </ul>             |

### 학생 수준별 피드백 방안

| 수준 | 학생의 특징 또는 행동                                                                                                                           | 피드백 예시                                                                                                                                                                                                                                         |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 상  | <ul style="list-style-type: none"> <li>제작한 콘텐츠의 사회적 영향력을 넘어, 관련된 법률이나 제도적 문제까지 확장하여 질문하거나 고민함</li> </ul>                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>여러분의 아이디어는 기술을 넘어 사회 시스템까지 고민하고 있군요! 정말 깊이 있는 통찰입니다. 그렇다면, 여러분이 제안한 '가상 문화유산 복원' 프로젝트가 현실이 되려면 어떤 법적, 제도적 지원이 필요할까요? '디지털 문화유산 보호법' 같은 새로운 정책을 만든다면 어떤 내용이 담겨야 할지 함께 이야기 해볼까요?</li> </ul>               |
| 중  | <ul style="list-style-type: none"> <li>콘텐츠는 흥미롭게 제작했으나, 그것이 왜 과학문화 콘텐츠인지, 어떤 사회적 메시지를 담고 있는지 연결하여 설명하는 것을 주저함</li> </ul>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>증강현실로 구현한 멸종위기 동물의 모습이 정말 실감 나네요! 이 멋진 기술이 '과학적 사실'과 만나면 더 굳센 메시지를 전달할 수 있어요. 예를 들어, 이 동물 옆에 현재 남은 개체 수를 데이터로 보여주거나, 서식지가 파괴되는 모습을 시각적으로 표현하면 어떨까요? 여러분의 콘텐츠가 사람들의 생각을 어떻게 바꿀 수 있을지 고민해 봅시다.</li> </ul> |
| 하  | <ul style="list-style-type: none"> <li>모듬 내에서 스토리보드 그림 그리기, 자료 검색 등 특정 역할은 성실히 수행하나, 전체적인 프로젝트의 흐름을 놓치거나 토론 참여에 소극적인 모습을 보임</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>우리 모듬의 아이디어를 이렇게 멋진 스토리보드로 그려주었군요! 덕분에 모두가 무엇을 만들어야 할지 명확히 알 수 있었어요. 이렇게 훌륭한 기획 능력이 없었다면, 아무리 기술이 좋아도 좋은 콘텐츠가 나올 수 없었을 거예요. 우리 모듬의 성공에 정말 결정적인 역할을 해냈어요!</li> </ul>                                     |

## 1. [도입] 호기심 유발을 위한 최신 VR/AR 기술 영상

### || (의료 분야) 남극-서울 의사들이 만난다...의료계 '메타버스 시대' / JTBC 뉴스룸

- 내용: 남극과 서울의 의사들이 메타버스 공간에서 협진하는 모습을 통해, VR/AR 기술이 시공간을 초월하여 의료 서비스의 패러다임을 어떻게 바꾸고 있는지 생생하게 보여줍니다.
- 링크: <https://youtu.be/P44RuHTpgY8>

### || (문화유산 분야) [문화PD] 경복궁 시간여행 : VR과 AR로 즐기는 조선 시대의 경복궁

- 내용: 실제 경복궁을 방문한 관람객이 VR/AR 기술을 통해 과거 조선 시대의 모습을 체험하는 과정을 보여줍니다. 과학기술이 역사, 문화 콘텐츠와 어떻게 융합되어 새로운 경험을 만들어내는지 직관적으로 이해시킬 수 있습니다.
- 링크: <https://youtu.be/UHGw57lTP7A>

### || (미래 기술) 애플, 9년 만의 야심작 MR 헤드셋 '비전 프로' 공개 / YTN

- 내용: 현실 공간에 가상 정보를 띄우는 MR(혼합현실) 기기의 최신 기술을 소개하며, 미래 사회의 일상과 업무 환경이 어떻게 변화할지에 대한 학생들의 상상력을 자극하고 기술 발전에 대한 기대감을 높일 수 있습니다.
- 링크: <https://youtu.be/6LDKxs8sv1U>

## 2. [전개] 과학문화 콘텐츠 제작 도구 및 활용 방법

### || VR 콘텐츠 제작 도구: 코스페이스스(CoSpaces Edu)

- 소개: 별도의 프로그램 설치 없이 웹브라우저에서 바로 3D 가상공간을 만들고, 블록 코딩으로 간단한 상호작용까지 구현할 수 있는 교육용 VR 제작 플랫폼입니다.
- 활용 방법:
  - 1) 가입 및 학급 개설: 교사 계정으로 가입 후, 학생들이 참여할 수 있는 온라인 학급을 개설하고 참여 코드를 배부합니다.
  - 2) 공간 만들기: '만들기' 버튼을 눌러 3D 환경(예: 숲, 도시, 우주 등)을 선택하여 기본 무대를 생성합니다.
  - 3) 오브젝트 배치: 하단의 '라이브러리'에서 캐릭터, 동물, 건물 등 다양한 3D 오브젝트를 마우스로 끌어와 공간에 배치합니다. (이미지나 동영상 파일 업로드도 가능)
  - 4) 상호작용 코딩: 오브젝트를 클릭한 후 '코드' 버튼을 활성화하고, '코블록스(CoBlocks)'를 이용해 "만약 [오브젝트]를 클릭하면, [정보]를 00초 동안 말하기"와 같은 블록을 조합하여 간단한 상호작용을 만듭니다.

### || AR 콘텐츠 제작 도구: 어셈블러 EDU(Assemblr EDU)

- 소개: 스마트폰이나 태블릿PC에서 3D 모델을 불러와 현실 공간에 배치하고, 간단한 상호작용을 추가할 수 있는 교육용 AR 제작 어플리케이션입니다.
- 활용 방법:
  - 1) 앱 설치 및 가입: 각 모듈의 스마트 기기에 'Assemblr EDU' 앱을 설치하고 가입합니다.
  - 2) 새 프로젝트 만들기: '만들기' 메뉴에서 '간단한 편집기'를 선택하여 프로젝트를 시작합니다.
  - 3) 3D 모델 배치: '3D' 버튼을 눌러 라이브러리에 있는 다양한 모델(동물, 역사 유물, 과학 도구 등)을 선택하여 작업 공간에 배치합니다.
  - 4) 상호작용 추가: 배치한 3D 모델을 선택하고 '상호작용' 메뉴에서 '텍스트'나 '이미지', '영상'을 추가합니다. 예를 들어, "만약 [3D 모델]을 터치하면, [관련 설명 텍스트]가 나타나기"와 같은 효과를 줄 수 있습니다.
  - 5) AR로 보기: 'AR 보기' 버튼을 누르고 카메라로 교실 바닥이나 책상을 비추면, 제작한 3D 모델이 현실 공간에 나타나는 것을 확인할 수 있습니다.

## 「융합선택과목 수업·평가 도움자료」

### 과학의 역사와 문화

주 관 기 관 담 당 한국과학창의재단  
이화영 (과학교육실 실장)  
추민지 (과학교육실 연구원)

저 자 김용진 (경상국립대 교수)  
김태영 (신정고 교사)  
문섯별 (부영여자고 교사)  
민재식 (울산삼일고 교사)  
박강균 (학성고 교사)  
윤용근 (송내중 교사)  
이건희 (방어진고 교사)  
이동준 (섬강중 교사)