



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

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

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



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

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

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

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

[Disclaimer](#)

교육학 석사 학위논문

데이터 리터러시 향상을 위한  
AI 융합 초등 과학 탐구  
수업모형 개발

2023 년 8 월

서울대학교 대학원

AI 융합교육학과

노 지 영

데이터 리터러시 향상을 위한  
AI 융합 초등 과학 탐구  
수업모형 개발

지도교수 임 철 일

이 논문을 교육학 석사 학위논문으로 제출함  
2023 년 8 월

서울대학교 대학원  
AI 융합교육학과  
노 지 영

노지영의 석사 학위논문을 인준함  
2023 년 8 월

위 원 장 \_\_\_\_\_ (인)

부위원장 \_\_\_\_\_ (인)

위 원 \_\_\_\_\_ (인)

## 국문초록

본 연구에서는 데이터 리터러시 향상을 위한 AI 융합 초등 과학 탐구 수업모형과 교수전략을 개발하기 위해 다음과 같이 연구를 수행하였다.

먼저 문헌연구 단계에서는 ‘데이터 리터러시와 교육’, ‘초등학교 과학 탐구 학습’과 ‘데이터 기반 탐구 학습’, ‘인공지능 융합 과학 탐구 수업’, ‘백워드 수업 설계’를 키워드로 선행문헌 검토를 하여 초기 수업모형과 교수전략을 도출하였다.

내적 타당화 단계에서는 수업모형 및 교수전략 초안은 1차에 다섯 명, 2차에 6명으로 총 일곱 명의 전문가들의 검토를 받아 타당성, 설명력, 유용성, 보편성, 이해도 측면에서 검토를 받아 수업모형 및 교수전략을 수정하였다.

외적 타당화 단계에서는 본 연구 수업모형 및 전략에 기반한 수업안을 작성하여 초등학교 현장에 적용하였다. 실험군 학급에는 데이터 기초교육과 AI 융합 과학 탐구 수업이 8차시 적용되었고, 대조군 학급에는 데이터 기초교육과 일반적인 과학 탐구 수업이 8차시 적용되었다.

수업이 시작되기 전과 종료된 후, 실험군, 대조군 학생들은 데이터 리터러시 검사에 참여하였다. 이와 함께 수업만족도조사 및 학습자 소감 작성에도 참여하였다. 여기에서 얻은 데이터를 통계적으로 검증한 결과, 학습자들의 데이터 리터러시를 향상시키는 데 효과적인 방법임을 확인할 수 있었다. 수업만족도 설문에서는 과학적 이해 증진, 과학 탐구 활동 활성화가 나타났고, 수업몰입, 수업흥미, 수업참여도가 높아짐을 발견하였다.

본 연구의 최종 수업모형은 교수자 수업 준비, 수업 안내 및 데

이더 기초 학습, 데이터 탐색 및 탐구 문제 발견, 가설설정, 데이터 기반 탐구 설계, 데이터 기반 탐구, 가설검증(탐구 데이터 처리 및 분석, 가설 평가 및 가설 정당화), 적용 및 새로운 문제 탐색, 평가 및 성찰로 구성된다.

논의에서는 먼저 데이터 기반 AI 융합 과학 탐구 수업을 했을 때 기존 수업과의 차별성과 그 한계에 대하여 논하였다. 또한, 이와 관련하여 ‘학교 수업의 질을 높이는 깊이 있는 수업’, ‘개념을 학습자의 삶으로 연결하는 탐구문제 중심 수업’, ‘맥락적 수업 설계를 위한 전문가 협업’, ‘교사의 역할 변화와 디지털 소양 함양’을 주제로 논의하였다.

본 연구의 제한점은 다음과 같다. 첫째, 연구 대상인 서울 W초등학교 5학년 학생들의 수준이 일반적인 수준의 학생들과 차이가 있을 수 있다. 둘째, 본 연구에서는 서울 W초등학교 5학년 한 학급에만 연구수업을 적용하였다. 셋째, 연구의 진행 기간이 제한적이었고, 비교적 짧은 8차시에 걸쳐 AI 융합 과학 탐구 수업이 진행되었다.

본 연구 결과를 토대로 AI 융합 과학 탐구 수업 정착을 위해 필요한 점을 공간 학습환경 조성 측면, AI 융합 과학 탐구 콘텐츠 학습환경 조성 측면, 디지털 학습도구 인프라 조성 측면, 교사 역량 개발 측면에서 제안하였다.

본 연구의 후속 연구를 제안하면 다음과 같다. 첫째, 초등학생을 위한 체계적인 데이터 및 AI 과학 탐구 학습 프로그램 개발 연구가 필요하다. 둘째, 초등학생을 위한 쉽고 직관적인 웹 기반 데이터 탐구 활동 도구 개발, AI 탐구 결과 표현 도구 등의 개발 연구를 통해 초등학교 수준 학습자를 지원할 필요가 있다. 셋째, 데이터 스캐폴딩, 도구적 스캐폴딩, 절차적 스캐폴딩 등 초등 수준 학습자 과학 탐구 학습을 지원할 방안에 대한 연구가 필요하다.

본 연구에서는 설계·개발 연구방법을 활용하여 초등학교 맥락에서 데이터 기반 AI 융합 과학 탐구 수업모형과 교수전략을 개발하였다. 그리고 외적 타당화 과정을 통해 이 수업이 학생들의 데이터 리터러시를 향상시킬 수 있음을 확인하였다. 앞으로도 학습자들의 데이터 리터러시를 향상시킬 수 있는 실제적 맥락에서의 다양한 초등 수업 사례가 많이 개발될 수 있기를 바란다.

**주요어 :** 데이터 리터러시, 초등학교 과학 데이터 기반 탐구 수업, 인공지능 융합 과학 탐구 수업, 설계·개발 연구, 백워드 수업 설계, AI 융합 수업, 디지털 수업, 데이터 기반 AI 융합 과학 탐구

**학 번 :** 2021-21548

# 목 차

I. 서론 .....	1
1. 연구의 필요성과 목적 .....	1
2. 연구 문제 .....	4
3. 용어 정의 .....	4
II. 이론적 배경 .....	5
1. 데이터 리터러시와 교육 .....	5
2. 초등학교 과학 탐구 학습 .....	7
3. 데이터 기반 과학 탐구 수업 .....	12
4. 인공지능(AI) 융합 과학 탐구 수업 .....	16
5. 백워드 수업 설계 .....	21
III. 연구 방법 .....	24
1. 설계·개발 연구 .....	24
2. 연구 절차 .....	24
3. 연구 참여자 및 도구 .....	26
가. 연구 참여자 .....	26
나. 연구 도구 .....	28
4. 초기 수업모형 및 교수전략 개발 과정 .....	41
5. 내적 타당화 .....	41
6. 외적 타당화 .....	41
IV. 연구 결과 .....	44
1. 최종 수업모형 및 교수전략 .....	44

2. 초기 수업모형 및 교수전략 .....	72
3. 내적 타당화 결과: 전문가 검토 결과 .....	74
가. 1차 전문가 타당화 .....	74
나. 2차 전문가 타당화 .....	82
4. 외적 타당화 결과: 수업의 효과성 .....	87
가. 수업안 설계 및 운영 결과 .....	87
1) 교수자 중심 과학 탐구 수업 .....	93
2) 교수자-학습자 협력 과학 탐구 수업 .....	100
3) 학습자 중심 과학 탐구 수업 .....	106
나. 사전·사후 검사결과 .....	112
1) 실험군-대조군 사전동질성 검정 결과 .....	112
2) 실험군-대조군 사전·사후검사 통계량 .....	113
3) 실험군-대조군 사후검사 독립표본 t검정 결과 .....	116
4) 실험군 사전-사후검사 대응표본 t검정 결과 .....	117
5) 대조군 사전-사후검사 대응표본 t검정 결과 .....	119
다. 수업만족도 조사 결과 .....	120
라. 학습자 수업 참여 소감 분석 결과 .....	122
V. 논의 및 결론 .....	128
1. 논의 .....	128
가. 학교 수업의 질을 높이는 깊이 있는 수업 .....	129
나. 개념을 학습자의 삶으로 연결하는 탐구 수업 .....	130
다. 맥락적 수업 설계를 위한 전문가 협업 .....	131
라. 교사의 역할 변화와 디지털 소양 함양 .....	133
2. 결론 .....	134
3. 연구의 제한점 및 제언 .....	134
가. 연구의 제한점 .....	134
나. 제언 .....	135



참고문헌 .....	137
부록 .....	140
Abstract .....	167

## 표 목 차

<표 II-1> 과학 탐구 수업의 유형 .....	10
<표 II-2> 초등학교 과학 탐구 학습 모형 .....	10
<표 II-3> 데이터 기반 과학 탐구학습 수업모형 비교 ..	14
<표 II-4> 과학 탐구 도구 및 관련 데이터 리터러시 .....	20
<표 III-1> 연구 절차 및 일정 .....	25
<표 III-2> 전문가 패널 프로필 및 내적 타당화 참여 단계	26
<표 III-3> 학생 연구 참여자 정보 .....	27
<표 III-4> 실험군-대조군 사전동질성 검정 결과 .....	28
<표 III-5> 데이터 리터러시 검사지(초안) .....	29
<표 III-6> 데이터 리터러시 검사 전문가 타당화 결과 .....	35
<표 III-7> 검사 문항에 대한 전문가 검토 의견 및 수정사항	36
<표 III-8> 데이터 리터러시 검사지(수정안) .....	37
<표 III-9> 수업만족도 설문 구성 .....	40
<표 III-10> 외적 타당화 연구 설계 .....	42
<표 III-11> 외적타당화 분석 방법 .....	43
<표 IV-1> AI 융합 초등 과학 탐구 수업 단계 및 주요과정 (최종안) .....	49
<표 IV-2> AI 융합 초등 과학 탐구 수업 교수 전략(최종안) .....	51
<표 IV-3> 수업모형에 대한 1차 전문가 타당화 결과 .....	74
<표 IV-4> 수업모형에 대한 1차 전문가 검토 의견 및 수정사항 ..	74
<표 IV-5> 교수전략에 대한 1차 전문가 타당화 결과 .....	76
<표 IV-6> 교수전략에 대한 1차 전문가 검토 의견 및 수정사항 ..	77
<표 IV-7> AI 융합 초등 과학 탐구 수업 단계 및 주요과정 (1차 수정안) .....	80
<표 IV-8> 수업모형에 대한 2차 전문가 타당화 결과 .....	84

<표 IV-9> 수업모형에 대한 2차 전문가 검토 의견 및 수정사항	85
<표 IV-10> 교수전략에 대한 2차 전문가 타당화 결과	86
<표 IV-11> 교수전략에 대한 2차 전문가 검토 의견 및 수정사항	86
<표 IV-12> 대조군 학생 참여 ‘태양계와 별’ 수업 지도계획	90
<표 IV-13> 대조군 학생 참여 ‘다양한 생물과 우리 생활’ 수업 지도계획	92
<표 IV-14> ‘태양계 행성 특징에 따라 분류하기’ 수업 개요	94
<표 IV-15> ‘태양계 행성 특징에 따라 분류하기’ 과정 중심 평가 계획	94
<표 IV-16> ‘태양계 행성 특징에 따라 분류하기’ 교수학습 과정안	95
<표 IV-17> ‘다양한 생물 분류 기준 세워 분류하기’ 수업 개요	100
<표 IV-18> ‘다양한 생물 분류 기준 세워 분류하기’ 과정 중심 평가 계획	101
<표 IV-19> ‘다양한 생물 분류 기준 세워 분류하기’ 교수학습 과정안	102
<표 IV-20> ‘환경오염이 나에게 미치는 영향’ 수업 개요	107
<표 IV-21> ‘환경오염이 나에게 미치는 영향’ 과정 중심 평가 계획	108
<표 IV-22> ‘환경오염이 나에게 미치는 영향’ 교수학습 과정안	109
<표 IV-23> 실험군-대조군 사전동질성 검정 결과	112
<표 IV-24> 실험군-대조군 사전·사후검사 통계량	115
<표 IV-25> 실험군-대조군 사후검사 독립표본 t검정 결과	116
<표 IV-26> 실험군 사전-사후검사 대응표본 t검정 결과	117
<표 IV-27> 대조군 사전-사후검사 대응표본 t검정 결과	119
<표 IV-28> 실험군-대조군 수업만족도 설문 결과	120
<표 IV-29> AI 융합 과학 탐구 수업이 다른 수업과의 차별성에 관한 학습자 응답	124
<표 IV-30> AI 융합 과학 탐구 수업 후 느낀 점에 관한 학습자 응답	125

## 그 립 목 차

[그림 II-1] 백워드 설계 접근방법 .....	22
[그림 III-1] 연구 수행과정 .....	25
[그림 IV-1] AI 융합 초등 과학 탐구 수업모형(최종안) .....	48
[그림 IV-2] AI 융합 초등 과학 탐구 수업모형(초안) .....	72
[그림 IV-3] AI 융합 초등 과학 탐구 수업모형(1차 수정안) .....	79
[그림 IV-4] ‘태양계 행성 특징에 따라 분류하기’ 수업 활동 장면 및 산출물 .....	89
[그림 IV-5] ‘다양한 생물 분류 기준 세워 분류하기’ 수업 활동 장면 및 산출물 .....	91

# I. 서론

## 1. 연구의 필요성과 목적

사회적 거리두기로 기억될 코로나19 사태는 교내 무선 인터넷망 구축과 1인 1 스마트 기기 보급의 길을 연 기폭제가 되었다. 이제 모든 교사들은 줌으로 원격수업을 할 수 있다. 교사와 학생이 자연스럽게 디지털 학습자료를 다루는 것은 일상적인 풍경이 되었다. 교실 단위로 무선인터넷망이 구축되고, 교실에서 학생 개별로 스마트기기를 활용하는 것이 북유럽 복지국가에서나 가능한 일이 아니게 되었다. 이제 교실에서는 전자칠판, 스마트패드, 크롬북으로 구글 어스에 들어가 여행계획을 짜고, 공공데이터포털이나 국토지리정보시스템에 들어가 사회 현상을 분석하고, 네이버 데이터랩에서 검색어통계량으로 어떤 브랜드가 인기가 있는지 실시간으로 알아본다.

여전히 교과서로 대표되는 아날로그 기반 교육이 강세이지만, 이제는 디지털 기반 수업 콘텐츠가 그 자리를 대체하고 있는 흐름으로 여겨진다. 2025년 이후 등판할 AI 디지털 교과서가 가져올 혁신적 변화는 예상하기 힘들 정도이다. 수업매체의 디지털화가 이루어지면, 교육과정, 수업설계 및 운영, 평가 등 학교교육시스템 전반이 디지털화될 것이다.

이러한 변화의 흐름은 우리 사회의 미래교육에 대한 대응 요구로 인한 것이라고 할 수 있다(박성익, 임철일, 이재경, 최정임 & 조영환, 2021). 박성익 등(2021)은 미래사회 교육목표에 대한 논의가 전통적인 교과 지식의 획득과 기초적인 문해 능력을 벗어나 미래사회에서 요구하는 일을 잘할 수 있는 역량의 획득에 초점이 맞추어져 있다고 진단하였다. 그리고 이러한 미래사회 핵심역량을 기르기 위한 한 방법으로 STEAM 교육 및 메이커 교육의 통합적 접근에 주목한 바 있다(박성익 외, 2021: 29-30).

수업에서 미래사회 역량을 기르기 위한 통합적 접근을 취한다는 것은 무엇일까? 교과와 경계를 넘어서는 융합적 수업설계, 수업 흐름 전반에서 디지털 방식 활용, 자기주도적인 학습자 활동, 교실을 넘어서는 학습으로 학습자의 삶과 연결되는 수업, 개별 맞춤 학습 지원, 순환적인 피드백을 통한 학습자들의 학습 성장이 일어나는 장면을 떠올리게 된다. 이러한 수업은 무엇이며, 누구에 의해, 어느 시점부터, 어떤 방식으로 우리에게 다가올 것인가?

디지털 소양은 이 의문에 대한 키워드이다. 새 교육과정에서 ‘디지털 소양’은 ‘언어 소양’, ‘수리 소양’과 함께 교과 학습의 기반을 이루는 기초 소양으로 제시된다. 디지털 소양을 기르기 위하여 모든 교과교육에서 디지털 활용 능력·감수성, 데이터 표현을 위한 디지털 기초 학습 및 디지털 융합 수업을 운영하도록 권장된다. 특히, 수학과 과학 교과는 디지털 핵심 교과로 제시되고 있다(교육부, 2022).

디지털 소양 함양 요구는 초등학교 모든 학년에 해당하며, 3, 4학년부터는 본격적으로 정보교육 시수가 편성될 예정이다. 초등 수준의 정보교육에서는 데이터를 다루기 위해서는 기초적인 데이터 이해 및 활용능력을 기르는 것을 목표로 한다. 교사는 학생들이 문제상황의 이해, 판단, 소통 등의 과정에서 데이터를 활용하도록 지원하는 교수전략을 갖고 데이터 리터러시 향상을 위한 수업을 설계할 수 있어야 한다.

2022 개정 교육과정에서는 수업을 설계하고 실천하는 교사의 디지털 교수역량 강화를 강력하게 요구하고 있으며, 궁극적으로 학생들에게 미래사회에 걸맞는 디지털 소양을 길러주는 것을 명시적인 목표로 제시하고 있다(교육부, 2022).

상상 속에 그리던 첨단 미래교실이 아닌 현재의 초등학교 교실에서, 모든 교사들은 모든 교과에서 AI 융합 수업, 에듀테크 융합 수업도 잘 하는 개별 맞춤형 ‘수업전문가’가 되어야 한다. AI 왕관의 무게를 즉시 감당할 수 있는 교사는 그리 많지 않을 것이다. 변화를 위해서는 교사들에게 가이드라인이 될 수 있는 다양한 학년 및 교과 맥락에서의 수업모형 및 수업사례가 풍부하게 제안될 필요가 있다.

손미현(2020)은 중·고등학생을 대상으로 수행한 데이터 기반 과학 탐구 수업모형을 개발하였다. 이 연구에서는 학생들이 직접적으로 데이터 활용이 가능한 교실환경 여건에서 학생들이 탐색도구를 선택하여 데이터를 수집하면서 문제를 발견한다. 학생들은 문제를 해결하기 위해 데이터 기반으로 연역적·귀납적 탐구 과학탐구를 해나간다. 손미현은 연구 결과로 과학이라는 특정한 맥락 속에서 점차 데이터를 수집, 처리, 분석, 표현하는 역량이 길러질 수 있음을 밝혔다(손미현, 2020: 4).

여기서 초등학교에서 AI 융합을 적용한 수업 설계가 필요한 이유가 나온다. 데이터를 다루는 과학 탐구 수업은 2022 개정 교육과정에서 요구하는 학생자의 삶의 맥락과 연계된 수업, 자기주도적 수업 참여, 깊이 있는 학습에 적합하지만 데이터를 직접 다루어야 하다보니 다소 어렵다. 그런데, 탐구의 길목마다 AI기술을 활용하면 초등학생 수준 학습자도 교과라는 도메인 수업 내에서 데이터를 다루는 순환적 경험을 보다 수월하게 경험할 수 있을 것이다. AI기술을 활용하여 데이터 기반으로 과학 탐구 활동을 하면 데이터라는 손님에게, 과학이 주인 자리를 넘겨주는 불상사를 막을 수 있으며, 과학 탐구 학습을 돕고 강화하는 융합적 기제가 될 수 있다. AI 도구를 활용하여 학습자가 탐구 데이터를 수집하고 활용하여 문제를 해결하는 활동이 초등학교 교과 학습과정에서 지속적으로 이루어질 필요가 있다.

본 연구에서는 초등학교 고학년 수준에 맞는 데이터 기반 과학탐구 방안을 수업모형과 교수전략을 중심으로 탐색하였다. 특히, 학생들이 과학 탐구학습 과정에서 생성되는 데이터를 실제적 맥락에서 수집, 분석, 해석, 표현하고, 특히 데이터 처리, 조작, 의사소통도구로 인공지능(AI) 기술을 활용하는 AI 융합 수업모형과 교수전략을 개발하는 데 관심을 갖고, 설계개발 연구 방법의 두 번째 타입인 ‘모형 개발연구’를 수행하였다. 본 연구 목표의 달성을 통해 초등학교 과학교과 수업 맥락에서 데이터 기반 수업 및 AI 융합 수업의 교수전략에 시사점을 제공할 수 있을 것으로 기대된다.

## 2. 연구 문제

본 연구는 과학 교과 맥락에서 데이터 리터러시를 향상시키기 위한 초등학교 과학 탐구 수업모형과 교수전략을 개발하는 데 목적이 있다. 이러한 연구목적을 달성하기 위한 연구문제는 다음과 같다.

첫째, 데이터 리터러시 향상을 위한 AI 융합 초등학교 과학 탐구 수업모형과 교수전략은 무엇인가?

둘째, 데이터 리터러시 향상을 위한 AI 융합 초등학교 과학 탐구 수업모형과 교수전략은 타당한가?

## 3. 용어 정의

AI 융합 초등 과학 탐구 수업모형은 초등학교 과학 수업에서 인공지능(AI) 기술을 융합적으로 활용하여 초등학생들이 과학탐구를 수행하고 그 과정에서 과학적 지식, 과학 탐구 역량과 더불어 데이터 리터러시를 키워나가는 수업이다.

이 수업모형은 학생들에게 과학 탐구 과정 전반에서 AI기술을 융합적으로 활용한다. 과학 탐구 과정에 AI기술을 융합적으로 활용하면 학생들은 보다 풍부한 탐구자료를 수집할 수 있고, 자료 처리 및 분석 과정을 수월하고, 탁월하게 수행할 수 있다. 이를 통해 학생들은 탐구 문제와 자신의 삶을 연결짓는 질문 만들기로 가설을 설정하고, 토론을 통해 사고를 확장하며, 잘 정리되고 시각화된 탐구 결과를 해석하는 데 보다 많은 시간을 보내고, 탐구 결과를 자신의 삶으로 확장하여 표현하는 과정에 집중할 수 있다. 이와 더불어 이 수업에서는 학생들이 과학 탐구를 직접 데이터를 활용하여 가설을 세우고 검증함으로써 데이터 수집, 분석, 해석, 평가, 활용 등 데이터 리터러시 전반의 향상을 유도한다.



## II. 이론적 배경

### 1. 데이터 리터러시와 교육

데이터 기반 수업은 데이터 과학을 융합적으로 활용하는 수업을 말한다. 데이터 기반 수업에 참여하면서 학습자들은 통계적 분석과 더불어 데이터에 기반을 둔 의사결정에 익숙해지고, 비교적 어릴 때부터 데이터 리터러시를 함양하는 기회에 노출될 수 있다. 초등학교에서 이루어지는 교과 수업에서 복잡한 실생활 데이터를 학습자들이 직접 다루는 경우는 흔치 않은데, 데이터 과학이 나름대로 초등학교에 맞는 교수전략에 따라 수업에 융합적으로 적용될 수 있다면 데이터 리터러시의 향상 효과 뿐만 아니라 데이터가 활용되는 특정 교과 맥락에서도 기존의 교수학습 내용 및 방법의 한계를 극복하는 데 효과적일 것이다.

지능정보사회에서 데이터 리터러시는 전통적인 기초문해능력인 읽기, 쓰기, 계산능력만큼 중요한 기초문해력이라고 할 수 있으며, 언어와 수리 능력과 마찬가지로 사고의 도구로서 역할을 한다고 할 수 있다. 이와 관련하여 Silver(2021)는 『신호와 소음』에서 확률적 사고를 강조하면서, “빠르고 간편한 어림짐작을 피하고, 정확하게 접근하라”고 하였다(Silver, 2021: 17). 그는 빠르게 생각하기(시스템1) 사고, 느리게 생각하기(시스템2) 사고를 들어 인지의 두 가지 유형을 설명하면서 복잡하고 어려운 과업에 직면할 때 힘들지만 정교하고 의식적인 ‘느리게 생각하기(시스템2)’ 사고를 적용해야 한다고 강조하였다(Silver, 2021: 23-24). 이러한 측면에서 보면 확률적 사고, 데이터에 기반한 사고는 수학적 재능의 문제가 아니라 모든 사람들이 익혀야 하는 기초문해력이라는 데 고개를 끄덕이게 된다.

데이터 리터러시는 크게 ‘통계적 분석 능력’과 ‘데이터 활용 의사결정’이라는 두 범주로 살펴볼 수 있다. 통계적 분석능력은 데이터 이해,

수집 및 준비, 분석, 평가 능력을 세부 하목으로 포함하고, 의사소통 능력은 데이터 시각화 및 표현, 데이터 기반 의사소통력 등을 세부 항목으로 포함한다(송유경, 송석리, 김예지 & 임철일, 2021: 946).

초등학교 과학 수업에 데이터와 AI기술을 융합하기 위해서는 교과서에서 새로운 탐구 설계 및 수행 방식을 제시하고, 학교 정보화 환경을 구축한다고 가능한 것이 아니라 수업에 참여하는 교사와 학생의 데이터 역량의 누적적인 성장이 있을 때 가능하다. 특히, 수업을 담당하는 교사에게는 펌프의 마중물을 붓는 역할이 요구되므로 데이터 리터러시의 선제적 배양이 요구된다. 물론 데이터 기반 수업, AI 융합 수업을 하면서 데이터 리터러시의 증진이 일어나겠지만, 교사와 학생에게 기초적인 데이터 리터러시가 있을 때 데이터 기반 AI 융합 수업이 더욱 원활하게 이루어질 것은 자명하다. 교사와 학생의 행동변화를 위해서는 물리적인 환경 뿐만 아니라 사회문화적인 교육환경의 조성이 체계적으로 선행되어야 한다.

데이터 리터러시는 교사 및 학생의 사회적 관계성과 연결되어 있다. 이와 관련하여 계획된 행동이론(Theory of Planned Behavior)을 살펴보면, 개인이 어떠한 행동을 할 때 행동하고자 하는 의도를 가지기 때문에 행동을 하게 되며, 행동의도는 태도, 주관적 규범, 지각된 행동 통제에 영향을 받는다(Ajzen, 1991: 182). 교사-학생, 학생-학생 간 소통에서 지각되는 주관적 규범과 행동 통제는 데이터에 대한 태도의 변화, 행동의도의 변화, 최종적으로는 데이터 행동으로의 변화를 가져올 것이다.

데이터 리터러시의 두 범주에서 통계적 분석 능력도 필수적인 역량이지만, 초등학생 수준에서 자동화된 분석도구 혹은 AI도구의 스캐폴딩을 받는다면 통계적 분석 능력이 아직 부족한 상태에서도 충분히 데이터를 활용한 의사표현, 의사소통, 의사결정이 가능할 것으로 보인다.

데이터 리터러시를 구성하는 세부 항목들은 순차적인 절차에 따라 나타난다기보다는 데이터 역량 주체의 목적과 필요에 따라 순환적, 반복적으로 나타날 수 있다. 예를 들어, 과학탐구 모형의 일종인 Inquiry Wheel Model에서는 관찰, 문제정의, 질문생성, 조사, 탐구수행, 결과해석 및 도출, 발표 등의 과학적 탐구 과정들이 문제를 중심으로 원형 배열되

어 있는데, 이 과정에서 각각의 데이터 리터러시 요소들은 필요할 때마다 유연하게 발현된다(손미현, 2020). 적절한 수업설계와 전략이 있다면 데이터 활용 의사소통 역량은 수업 말미의 발표와 공유 과정 뿐만 아니라 수업 전반에서 촉진되고 발현될 수 있을 것이다.

이에 본 연구에서는 초등학교 학생들을 대상으로 하는 만큼 통계적 분석에 있어 데이터 자동 분석 및 AI도구로 스캐폴딩을 제공한다. 또한 데이터 분석으로 탐구 수업이 종료되는 것이 아니라 ‘데이터 활용 의사소통을 통한 역량(Data-based Communication Competency)’의 향상에 주목하려고 한다. 초등학생들이 문제인식에 따라 직접적으로 데이터셋을 수집하고, 분석, 평가하는 것은 다소 무리가 있지만, 데이터 처리와 관련하여 교사의 스캐폴딩 전략의 도움을 받고, 데이터 탐구 절차에 관한 도움을 받으며, 데이터 기반 AI기술 및 도구 활용을 위한 스캐폴딩을 제공받는 등 다중적인 지원을 적절히 받는다면 데이터 기반 탐구 활동을 하는 데 별 무리가 없을 것이라고 여겨진다.

## 2. 초등학교 과학 탐구 학습

과학과 수업은 학습자들을 자기주도적으로 실험, 조사, 기르기, 제작 등의 탐구 활동 등에 참여하도록 하여 그 과정에서 전반적인 탐구 기능과 과학적 지식을 경험하고 익히며, 궁극적으로 과학적인 핵심역량을 촉진할 수 있는 탐구 수업을 중심으로 구성되어 있다.

초등학교 5, 6학년군 과학교과 지도서 총론에서는 과학 탐구 학습에 대하여 잘 설명되어 있는데, 여기에서는 그것에 기반하여 초등학교 과학 탐구 수업의 주요 내용을 탐색하였다(장신호 외, 2022).

과학 탐구 학습에서는 과학 탐구 과정 기능의 대부분을 경험하면서 자연스럽게 과학적 역량을 익힐 수 있다. 과학 탐구 과정 기능은 기초 기능이 여섯 가지, 통합 기능이 일곱 가지로 총 열 세 가지 기능이 있다. SAPA<sup>1)</sup>(Science-A Process Approach)의 분류에 따르면 과학 탐구 과정

---

1) SAPA: 미국과학진흥협회(AAAS)에서 개발한 초등 과학 교육 프로그램

기능을 ‘기초 과정 기능(basic process skills)’과 ‘통합 과정 기능(integrated process skills)’으로 나뉜다. 기초 과정 기능에는 관찰, 분류, 측정, 추리, 예상, 의사소통 능력 등이 있고, 통합 과정 기능에는 문제 인식, 가설 설정, 변인 통제, 자료 변환, 자료 해석, 결론 도출, 일반화 등이 있다(장신호 외, 2022: 72).

먼저 기초 과학 탐구 기능을 살펴보면 다음과 같다. 첫째, 관찰은 인간이 가진 감각을 활용해 자료를 관찰 기록하는 것이다. 둘째, 측정은 길이, 부피 또는 무게 등을 수치로 재는 것이다. 셋째, 분류는 공통 속성 또는 조건에 따라 사물을 구분하는 것이다. 넷째, 추리는 관찰 사실을 해석하고 설명하되, 논리적이고 타당하게 하는 과정을 말한다. 다섯째, 예상은 관찰 결과 및 경향을 바탕으로 미래 일어날 일을 예측하는 것이다. 여섯째, 의사소통은 자기 생각, 의견, 정보 등을 타인에게 전하고, 타인의 의견도 받아들이고 이해하는 것이다(장신호 외, 2022: 50-52).

통합 과학 탐구 기능을 살펴보면 다음과 같다. 첫째, 문제 인식은 문제를 파악하고 문제를 나름대로 해석하여 재구성하는 것이다. 둘째, 가설 설정은 문제에 대한 잠정적 해답 또는 설명을 제시하는 것을 말한다. 셋째, 변인 통제는 실험, 조사 등에 영향을 미치는 여러 변인들을 일정한 수준으로 통제하는 것이다. 넷째, 자료 해석은 수집자료를 분석해 의미를 모으고, 관계성이나 경향성을 알아내는 것을 말한다. 다섯째, 결론 도출은 지금까지 수집한 자료를 분석하고 해석한 결과를 바탕으로 문제의 해답이나 설명의 일관성, 타당성을 검토하여 가설을 평가하는 것이다. 여섯째, 일반화는 구체적인 사례, 과학적 사실을 바탕으로 문제 범위 밖의 포괄적 세계의 문제, 앞으로 예상되는 상황에 대입해 보면서 적용하고 새로운 문제를 발견해 보는 의미 재구성 과정이라고 할 수 있다(장신호 외, 2022: 52-53).

초등학생들은 실험 설계와 실험은 곧잘 하면서도 가설 설정과 가설 검증을 어떻게 해야 하는지 어려워하는 경향이 있다. 이는 가설 설정이 검증 가능성(과학적으로, 실제로 검증 가능한 것인가?), 변인 유무(조작 변인, 종속변인), 변인 간 관계(인과 관계)라는 조건(하유리, 2018)을 갖

추면서 문제에 대한 잠정적인 해답을 제시해야 하는 어려운 작업이기 때문이다. 또한, 가설 검증도 자료를 수집하거나 생성할 뿐만 아니라 자료를 변환하고 일관되고 타당한 해석을 제시하며 가설을 평가해야 할 뿐만 아니라, 동료들과 자신의 설명에 대한 의견을 교환하며 가설을 정당화하는 복합적인 과정을 거쳐야 하므로 어려울 수밖에 없다. 하지만, 형식적 조작기 초기인 초등학교 5~6학년에서 특히 조사, 실험을 통한 탐구를 비중있게 다루는 것은 학습자들이 과학자가 탐구하는 것 같은 과정을 거치면서 연계 되는 것들이 많기 때문일 것이다.

과학 탐구학습은 다음과 같은 특징이 있다. 학습자는 과학적 문제를 다루며, 과학적 질문에 대한 답을 찾기 위해 자연세계 현상과 관련된 경험 기반의 탐구를 한다. 학습자들은 자신의 기존 정보를 활용하여 새로운 정보를 수집하고 분석을 통해 그것을 해석하게 된다. 구체적으로 그들은 관찰과 측정을 통해 관련된 증거를 수집하여 증거로부터 설명을 제시하게 되는데, 이때 학습자들은 자신의 과학적 설명이 관찰과 측정 결과와 일치하는지, 논리적으로 타당한지 스스로 평가하고 다른 사람들과 의견을 교환하면서 자신의 설명인 가설을 정당화하게 된다(장신호 외, 2022: 49-50).

초등 과학 탐구 활동은 어떠한 활동을 중심으로 이루어지는가에 따라 그 유형을 분류할 수도 있고, 그것을 주도하는 주체가 교수자인가, 아니면 학습자인가 하는 기준을 중심으로 분류할 수도 있다(장신호 외, 2022: 62-63). 먼저, 활동을 기준으로 분류하면 관찰 중심 탐구, 실험 중심 탐구, 기르기 중심 탐구, 만들기 중심 탐구, 조사 중심 탐구, 탐사·탐방 중심 탐구 등으로 유형을 분류할 수 있다.

첫째, 관찰 중심 탐구는 탐구 대상이 되는 것의 특징 및 변화를 관찰하는 활동이다. 둘째, 실험 중심 탐구는 새로운 사실 발견, 이미 알려진 과학적 지식 증명 등을 위한 활동이다. 셋째, 기르기 중심 탐구는 일정한 기간 동안 동·식물을 기르면서 그 변화와 현상을 관찰 기록하는 활동이다. 넷째, 만들기 중심 탐구는 어떤 물체를 만들어 보면서 과학적 원리를 알아보거나 그 기능을 개선하기 위한 활동이다. 다섯째, 조사 중심 탐구

는 탐구 문제와 관련된 자료를 찾아보고 그것을 탐색하는 것이다. 이때 조사는 직접 방문, 경험, 관찰, 측정 등을 할 수도 있고, 간접적으로 책, 인터넷 조사를 통해 수행될 수도 있다. 마지막으로 탐사·탐방 중심 탐구는 현장을 방문하여 관찰, 측정 등을 하는 것이다. 본 연구에서는 데이터를 중심으로 하므로 조사를 중심으로 하였지만, 필요 시 데이터를 생성하는 실험, 조사 중심 탐구를 병행할 수 있을 것이다.

다음으로 교수자가 학습자의 탐구 활동에 어느 정도 개입하는가에 따라 탐구 학습의 유형을 분류하면 <표 II-1>과 같다.

<표 II-1> 과학 탐구 수업의 유형

과학 탐구 학습과정	학습자 중심	◁ 교사의 학습자 탐구 개입 정도 ▷		교사 중심
		학습자가 문제 선택, 새로운 문제 제시	교사가 제시한 문제를 바탕으로 문제 명료화	
1. 학습자는 과학적 문제를 다룬다.	학습자가 문제 제기	학습자가 문제 선택, 새로운 문제 제시	교사가 제시한 문제를 바탕으로 문제 명료화	교사가 문제 제시
2. 학습자는 과학적 문제와 관련된 증거를 수집한다.	학습자가 과학적 증거를 택하여 증거 수집	학습자가 실험 자료를 수집	교사가 제시한 자료를 분석	교사가 자료 제시. 분석 방법도 알려줌
3. 학습자는 증거로부터 설명을 한다.	학습자가 증거를 바탕으로 설명	학습자가 증거를 근거로 설명하도록 안내됨	교사가 증거를 이용하여 설명하는 방법을 제시	교사가 증거를 제시
4. 학습자는 대안적 설명에 비추어 자신의 설명을 평가한다.	학습자가 스스로 자신의 설명을 평가	학습자가 자신의 설명을 평가하도록 안내됨	교사가 제시한 설명을 바탕으로 이해	교사가 설명을 제시
5. 학습자는 자신의 설명을 정당화하고 소통한다.	학습자가 논리적이고 합리적인 설명을 하고 소통	학습자가 설명하도록 소통의 단계로 안내됨	교사가 제시한 방법으로 소통	교사가 소통하는 단계와 방법 제시

\* (장신호 외, 2022: 62)에서 발췌

이러한 탐구 활동을 체계화한 모형이 과학 탐구 학습 모형이다. 탐구 학습 모형은 학습자들이 과학 탐구를 체계적으로 경험하여 탐구 능력을 골고루 키울 수 있도록 짜여진 교수학습 모형이다. 과학 탐구 학습 모형을 단계는 <표 II-2>와 같다.

<표 II-2> 초등학교 과학 탐구 학습 모형

탐색 및 문제 파악 → 가설 설정 → 실험 설계 → 실험 → 가설 검증 → 적용 및 새로운 문제 발견
---

\* (장신호 외, 2022: 57)에서 발췌

과학 탐구 학습 모형을 단계별로 살펴보면 다음과 같다(장신호 외, 2022: 56-57). 첫째, 탐색 및 문제 파악은 자료나 현상을 관찰하여 탐구 할 거리를 파악하는 단계이다. 둘째, 가설 설정은 문제에 대한 자신의 해답을 설명하는 단계이다. 셋째, 실험 설계는 가설에 따라 변인들을 설정하고, 실험 조건을 조작하고 통제하는 계획을 세우는 단계이다. 넷째, 실험은 자료를 수집하는 단계이다. 다섯째, 가설 검증은 수집된 자료를 필요한 부분 중심으로 표로 정리하고, 그래프 등으로 변환하여 해석하기 쉽게 만들어 의미를 찾고, 그것을 증거 삼아 가설을 평가하고 정당화하는 단계이다. 여섯째, 적용 및 새로운 문제 발견에서는 가설검증 과정을 증거로 삼아 가설을 수용하거나 수용하기 어려운 가설의 부분을 수정하고, 탐구 문제 상황을 넘어선 실제 생활이나 새로운 상황을 예상하여 자신의 설명을 적용해 보는 단계이다. 이러한 과정에서 학습자는 새로운 문제를 발견할 수 있다.

물론 초등학교 고학년 수준에서 엄격한 변인통제, 변인 간 인과관계를 설정하여 실험하는 것은 상당히 어렵다. 그래서 가설 설정을 현상 서술 수준으로 하여도 초등학교 수준임을 감안하여 이를 허용하고 있다. 또한, 높은 비중으로 교과서 탐구 활동이 교수자 주도 탐구, 교수자 학습자 협력 탐구로 구성되어 학습자들이 초보적인 수준에서 탐구학습을 경험해 보는 데 의의를 두고 있지 않은가 하는 생각도 든다. 다소 어려움에도 불구하고 과학과에서 탐구를 강조하는 것은 학습자들이 과학 탐구

수업을 통해 학습하게 되면, 과학자들이 연구하는 과정을 나름대로 경험하면서 과학적 탐구 과정 기능을 익힐 수도 있고, 기존 지식을 기반으로 새로운 지식을 획득하는 큰 효과를 얻을 수 있기 때문이다.

이러한 과학 탐구 과정에 실제 과학자들처럼 보다 많은 종류의 데이터를 수집하고 활용하도록 하면, 학습자들은 처음에는 혼란스러울 수도 있겠지만 어느 정도 익숙해진 후에는 자신의 삶과 맞아떨어있는 맥락에서 자신감을 가지고 과학 탐구를 수행할 수 있을 것이다.

### 3. 데이터 기반 과학 탐구 수업

2020년대의 5~6학년 초등학생들은 이제 스마트 환경이 된 각 교실에서 스마트폰 센서 활용 앱, 무선센서 실험도구, 아두이노, 라즈베리파이 등 다양한 형태의 MBL(Microcomputer-Based Laboratory) 등의 디지털 탐구도구를 활용할 수 있다. 지역에 따라 편차는 있겠지만 이미 서울, 인천, 경기, 강원 등지에서는 ‘지능형 과학실’ 또는 ‘스마트 과학실’이라는 사업을 통해 디지털 데이터 기반 실험 환경이 시범 형태로 조성되고, 일반학교에도 확산되고 있는 추세이다.

이미 중·고등학교의 경우에는 정보, 기술교과에서 디지털 데이터, 센서 등을 다루고, 과학과에서도 데이터 과학의 일환으로 학생들이 실험 데이터를 실시간으로 수집하고 노트북, PC, 태블릿 내 엑셀, 스프레드시트, 전용 앱 등에서 그래프로 시각화하는 수업 프로그램이 제안되고 있다(손미현, 2020).

본 연구자가 서울시교육청에 공모하여 AI 융합동아리를 운영하고 발표에 참여해보니 이제는 초등학교 수준에서도 이러한 데이터 수집, 분석 과정이 자동화되어 제공되는 디지털 실험도구들이 보급되고, 스마트기기에 앱의 형태로 쉽게 데이터가 연동됨에 따라 초등학생들도 별다른 어려움 없이 연령으로 인한 기술적 한계를 뛰어넘어 실제 데이터를 수집하고 활용하여 과학탐구 학습을 하는 사례가 늘어나고 있음을 알 수 있었다.

데이터 기반 과학탐구는 해외에서 STEM 교육의 일환으로 시도된 경



우가 많았다. 특히, 통제 가능한 실험 연구보다는 날씨와 기후, 수질, 해류, 지진 등 시공간을 통제할 수 없는 지구환경과학 관련 데이터를 수집하고 이를 귀납적으로 탐구하는 활동이 다수이다. 중등 학생들을 대상으로 Goldberg, Magee와 Madden(2015)은 대기과학 수업 프로젝트에서 NOAA Weather 사이트와 Climate Toolkit으로 실제적 데이터를 다운로드 받아 구름과 토네이도의 관계를 바탕으로 새로운 기상 상황을 예측하는 활동을 하였다. 또한, Brogan, McDonald, Lohani와 Bradner(2016)는 라즈베리파이로 제작한 디지털 센서 측정도구로 수질 실시간 모니터링 시스템을 만들어 학습자들에게 수질과 그날의 기상 상황을 데이터로 측정하여 이들 간 관계를 지속적으로 탐구하도록 하였다.

한편, Microsoft사에서 교육용으로 개발한 Hacking STEM은 기존의 과학, 기술, 엔지니어링, 수학 중심의 STEM교육에 아두이노 등 MBL 기반 실시간 데이터 액세스 및 시각화 솔루션(엑셀 워크북)을 결합한 프로그램으로서 미국과 같은 영미권 국가 뿐만 아니라 베트남, 우리나라 초 중등 학교에서 전세계적으로 활발히 활용되고 있다.

Hacking STEM은 다음과 같은 점에서 특징적이다. 첫째, 전기전도도를 활용하여 수질 측정하기, 내진설계장치 만들기, 지진계 만들기, 전기 활용 통신하기(모스부호), 센서 활용하여 로봇 손 만들기, 타이밍게이트를 통해 힘과 운동 이해하기 등 수십 가지 프로젝트를 제공한다는 점, 둘째, 각 프로젝트에 상세한 교수학습 가이드가 제공되고, 주변에서 쉽게 찾을 수 있는 재료로 1차로 헨즈-온 아날로그 활동을 하면서 이와 연결지어 2차로 4,000원 정도로 저렴하게 구할 수 있는 아두이노로 제작하는 디지털 탐구활동으로 프로그램을 구성한 점, 셋째, 생성된 데이터를 실시간으로 시각화하는 엑셀 워크북을 무료로 제공한다는 점이다.

본 연구자는 2022년도에 초등 6학년 학생들을 대상으로 과학 수업에서 Hacking STEM 프로그램을 활용하여 ‘전기전도율 센서를 활용한 수질 측정하기’, ‘풍속계로 풍속 분석하기’ 라는 두 가지 프로젝트를 운영하여 보았다. 간단한 만들기 정도의 노력으로 디지털 데이터를 수집해 엑셀에 실험데이터를 출력하고, 시각화할 수 있다는 점에 학생들은 호기

심을 느꼈고, 몰입적으로 수업에 참여했다.

<표 II-3> 데이터 기반 과학 탐구학습 수업모형 비교

수업 모형	데이터 기반 탐구학습 (정은주, 손정우, 2019)	SWH-데이터 기반 탐구학습 (박찬솔, 손정우, 2019)	EDSA 탐구 모형 (손미현, 2020)		
데이터 기반 탐구 학습 단계	탐색	데이터 탐색	도구 탐색		
		문제 설정	데이터 수집		
			문제 발견		
	실행	디지털 탐구 도구 선정	추가 데이터 수집	실험설계	
		탐구 설계		실험수행	
		데이터 수집		자료해석1	
	평가	데이터 분석	자료 해석2		
		정보에서 지식 도출	결론 및 표현		

국내에서도 <표 II-3>과 같은 데이터 기반 탐구학습 수업모형들이 등장하였다. 하나씩 살펴보면 ‘탐색-실행-평가’의 단계로 진행되는 데이터 기반 탐구학습(정은주, 손정우, 2019)과 ‘데이터 탐색-문제 설정-디지털 탐구 도구 선정-탐구 설계-데이터 수집-데이터 분석-정보에서 지식 도출’ 단계로 운영되는 SWH-데이터 기반 탐구학습(박찬솔, 손정우, 2019), ‘도구 탐색-데이터 수집-문제 발견-실험설계-실험수행-자료해석1-추가데이터수집-자료해석2-결론 및 표현’으로 구성된 EDSA 탐구 모형(손미현, 2020) 등의 데이터 기반의 과학 탐구학습을 위한 수업모형 등이 있다.

특히 손미현(2020)은 과학 탐구학습이 귀납적인 탐구, 연역적인 탐구 모두를 포괄하고 있음을 주목하여 타당화 단계에서 두 수업을 모두 운영한 점이 주목할 만 하다. 귀납적 탐구 적용 그룹에서는 중학교 2~3학년 과학 동아리 학생들을 대상으로 IoT 미세먼지 디지털 탐구도구를 활용하여 교실 환기 가이드라인 제작을 목표로 탐구를 하는 수업 활동을 하였다. 연역적 탐구 적용 그룹인 고등학교 1학년 영재원 학생들을 대상으로는 아두이노로 디지털 탐구도구를 제작하고, 이를 이용해 데이터를 수

집하고 엑셀로 데이터를 탐색적으로 분석하고 질문 생성 및 탐구문제 구체화 과정을 거쳤다. 그리고 나서 구체화된 문제의 해결을 위한 실험을 설계하고 이를 토대로 실험을 수행하고, 실험값을 그래프와 도표로 표현하여 분석하며, 얻은 결론을 웹 기반 문서에 작성 및 공유하는 활동을 하도록 하였다(손미현, 2020).

손미현(2020)의 데이터 기반 과학탐구 모형(ESDA)에는 과학 탐구 수업의 요소와 데이터 요소가 ‘자료’와 ‘데이터’로 구분된 용어로 표현되고 있다. 여기서 데이터는 디지털 자료의 의미로 이해된다. 또한 데이터 기초 교육이 ‘도구 탐색’ 단계에서 이루어지는 것 같고, 데이터 수집을 통해 문제를 발견하는 것으로 보아 학습자 중심 탐구를 지향하는 모형으로 보인다. 또한 가설검증을 명시하지 않고 ‘결론 및 표현’으로 수렴하도록 한 점도 특징적이다.

본 연구와 손미현의 연구는 데이터를 기반으로 도구 활용을 하는 과학 탐구라는 점에서 유사하게 여겨질 수 있다. 하지만, 본 연구는 다음과 같은 차별점을 갖는다. 손미현의 연구는 중·고등학생 대상으로 데이터를 생성하고, 수집하는 과정이 주가 되는 과학탐구 학습 모형이다. 이와는 다르게 본 수업은 초등학생을 대상으로 하며, AI 융합을 통해 데이터를 생성, 처리, 표현에 있어 조력을 제공함으로써 초등학생들의 과학탐구를 보다 수월하게 지원하고, 역량 획득을 돕는 측면을 강조하였다.

다만 이러한 플러그드 수업은 공통적으로 인터넷 기반 학습환경 구성, 교사 및 학생들의 기초적인 디지털 교수학습 역량에 수업의 성패가 좌우될 수 있다는 점이 현실적으로 수업 적용이 어려운 이유일 것이다.

선행 데이터 기반 과학 탐구 수업 연구 탐색을 통해 인터넷 보급이 활성화된 2000년대 이후, 공공 웹사이트에서 제공되는 각종 데이터를 활용한 수업이 시도되었을 뿐만 아니라 실제적 데이터를 직접 측정하여 수업에 활용하려는 시도들이 꾸준히 되어 왔음을 알 수 있었다. 또한, 디지털 탐구도구를 통해 방대하게 수집된 데이터 중에서 학생들이 의미있는 데이터를 추출 및 분석하며, 시각화할 수 있도록 돕는 스키펀딩용 프로그램이 제공될 때 학습이 효과적으로 이루어짐을 알 수 있었다.

## 4. 인공지능(AI) 융합 과학 탐구 수업

인공지능(Artificial Intelligence, AI)은 컴퓨터 시스템이 인간의 지능을 모방하여 학습, 추론, 패턴 인식 등의 작업을 수행할 수 있도록 하는 기술이다. 인공지능 기술을 적절히 활용하여 더 나은 교육을 만들어 가는 것은 매우 중요한 문제이다.

교육부(2020)에서 제시한 초·중등 인공지능 교육 내용기준에 따르면 초등학교 교육 목표를 살펴보면 ‘AI의 기능과 원리를 놀이와 교육용 도구를 통해 체험하고, 자신의 주변에서 AI 기술이 적용된 사례를 탐색하고 활용할 수 있다.’라고 되어 있다. 한국과학창의재단(2021)에서는 이러한 목표 달성을 위한 내용 기준 영역으로 인공지능의 이해, 인공지능의 원리와 활용, 인공지능의 사회적 영향을 들었는데, 이 중 인공지능의 원리와 활용 영역에 데이터, 인식, 분류, 탐색, 추론, 기계학습과 딥러닝이 포함되어 있다. 또한, 초등 저학년은 인공지능 장치 이용 놀이 체험, 초등 중학년은 언플러그드 활동 등을 포함하는 인공지능 원리 이해, 초등 고학년은 블록 코딩 등을 통한 인공지능 실습활동이 관련 활동으로 제시되었다.

구덕희와 김동진(2020)은 인공지능 소양 함양을 위해서는 우리 주변 수많은 실제적 데이터에 대한 이해 및 활용 능력이 기초가 되어야 한다고 강조하였다. 그리고 김갑수와 박영기(2017)는 SW 교육 표준 모델 교육과정 내용 체계에 있어 ‘인공지능과 융합’ 대영역 안에 ‘데이터 과학’, ‘인공지능’을 중위 영역으로 연계하여 인공지능 교육의 일부로서 데이터 리터러시 함양 교육을 다루도록 하였다.

그렇다면 인공지능과 관련된 수업, 데이터와 관련된 수업을 어떻게 준비해야 학습자들에게 가장 도움이 될까? AI 체험 및 도구적 활용보다는 기초 소양에 기반한 융합적인 프로젝트를 중심으로 다루는 데까지 나아가갈 때 자기화된 지식이 될 수 있을 것이다. 이와 관련하여 인공지능(Artificial Intelligence, 이하 AI) 기술을 과학 탐구 과정에 활용하거나 융합하여 수업을 운영한 사례를 탐색하려고 한다.

Tansley와 Tolle(2009)는 과학의 네 번째 패러다임을 ‘데이터 기반 과학((Big) data driven science)’이라고 예측한 바 있다. 위의 절에서 살펴본 데이터 기반 과학 탐구수업에 있어 데이터를 분석하고, 예측하며, 시각화하는 과정은 프로그램의 역할로 상정하였는데, 실은 AI기술이 그 안에서 역할하고 있음을 우리는 알고 있다. 그렇다면 위의 절에서 살펴본 데이터 기반 과학 탐구수업이 곧 AI 융합 수업과 같은 것은 아니라고 할 수 있다.

AI 활용 수업과 AI 융합 수업을 확실히 분류하는 기준은 없으나 본 연구에서는 AI 융합 수업에 대하여 수업의 전·중·후에 이르는 과정 전반에서 생성된 데이터나 자료를 AI기술을 통해 이해, 분석, 해석하는 등 교수학습 과정의 내용과 방법 및 학습자 평가 전반에서 밀접하게 이용하는 수업으로, 그 수업에서 AI 융합요소를 제하면 수업이 제대로 이루어지기 힘든 정도로 밀접한 결합이 이루어진 수업으로 이해하고 있다.

최근 들어, 국내에서는 과학 탐구 수업과 AI기술을 결합한 수업 사례 연구가 점차 늘어나고 있다. 먼저, 신원섭과 신동훈(2020)은 머신러닝포키즈(MLFK)와 스크래치를 활용하여 초등학교 5학년 ‘물체의 운동’ 단원과 ‘다양한 생물과 우리 생활’ 단원에 분류 모형을 적용한 인공지능 융합 교육 프로그램을 개발하였다. 또한, 이서교(2021)는 초등학교 4학년 학생 대상으로 ‘잎의 생김새에 따른 식물 분류 모델 만들기’라는 주제로 인공지능 활용 수업을 하였다. 이 수업에서 학생들은 주변 식물과 관련된 다양한 이미지 데이터를 찾고, 직접 식물의 특징을 관찰하고 발견한 규칙성에 따라 분류해 본 후, 엔트리를 활용해 분류모델을 제작해보고 이를 자신의 분류 결과와 비교해 보는 활동으로 운영하였다(이서교, 2021).

조영생(2022)도 분류 모델을 활용하였는데, 초등 과학영재 학생 대상으로 노 코딩 방식의 머신러닝이 가능한 티처블 머신을 활용하여 암석 표본 관찰 및 분류하는 암석 분류 모형을 제작해 보도록 하고, 분류 모델이 학생들이 암석별 특징을 살려 그린 암석 그림을 적절하게 분류하는지 살펴보고, 학생 관찰, 분류 결과와 암석분류 모델이 분류한 결과를 비교해보는 교수학습 프로그램을 개발 및 적용하여 학생들에게 인공지능

이해도 제고 및 인공지능 인식 변화에 긍정적 영향이 있음을 밝혔다.

위에서 살펴본 초등학생 대상의 인공지능 융합 수업들은 코딩을 접해 본 적 없는 학생들에게 코딩 없이도 쉽게 머신러닝을 할 수 있는 엔트리, 티처블머신 등의 플랫폼을 활용해 학생들이 특정 대상에 대한 분류 모델을 제작하고 이를 자신의 분류와 비교해 봄으로써 인공지능에 대한 이해를 높이려고 한다는 점에서 그 목표가 과학적 탐구능력 함양보다는 인공지능 이해에 비중을 크게 두고 있음을 알 수 있었다.

중학교 수업 사례를 살펴보면 다음과 같다. 조연수(2022)는 중학교 3학년 학생 대상으로 ‘별과 우주’단원의 수업설계에 ACTUA의 인공지능 학습 요소를 적용하여 천문 공공데이터를 수업에서 다루었다. 그는 티처블 머신을 활용하여 은하 사진 분류 수업을 하여 학생들이 머신러닝 모델을 경험하도록 하되 자료의 질이 서로 다른 자료들을 각각 학습 데이터로 넣어 학습의 질에 따라 인공지능의 추론 수준이 달라질 수 있음을 인식하도록 한 점이 인상적이다(조연수, 2022).

고등학교 물리 수업과 관련하여 이준행, 조정효, 그리고 채승철이 인공지능 융합교육을 위해 감쇠진동 운동 중심으로 개발한 데이터 기반 교육자료를 살펴보면 다음과 같다(이준행, 조정효, 채승철, 2021). 이들은 기존 물리 현상의 학습과정인 ‘자연 현상 관찰, 영역 관련 선지식을 활용한 데이터 분석 및 모형 생성, 예측을 통한 모형 검증’이라는 학습단계가 답러닝 지도학습을 이용하여 데이터 기반 학습으로 진행하였을 때 ‘데이터 준비, 모델 생성, 학습, 평가’ 과정으로 나타날 수 있음을 제시하고, 온라인 배포가 가능하도록 구글 Colab을 사용하여 학습 과정과 코드를 설명하고, 시각화 결과를 나타내었다(이준행, 조정효, 채승철, 2021).

한편, 초등학교 인공지능 융합 수업을 위한 교수·학습 모형을 개발한 사례를 살펴보면 다음과 같다. 김갑수(2020)는 인공지능 교육을 위한 교수학습 모형으로 파이썬을 이용하여 기상 변화에 따른 최대 전력 사용량 간의 관계를 인공지능 학습 모델에 적용하여 예측하는 수업 모형을 구안하였다. 그 단계는 문제 이해, 데이터 정리, 인공지능 모델 정하기, 프로 그래밍, 보고서 작성하기의 5단계이다.

이종찬(2022)은 초등학교 인공지능 리터러시 교육을 위한 블렌디드 러닝 모형을 개발하였다. 그는 블렌디드 러닝 환경 및 학습자 수준 확인, 동기 유발 및 인공지능 개념 안내, 인공지능 기술 체험 지원, 주제 선정 및 데이터 수집 방법 안내, 데이터 수집 및 정리 지원, 인공지능 모델 훈련 및 수정 안내, 모델을 활용한 프로그래밍 안내, 공유 및 학습지속 지원의 8단계를 제시하고 타당화하였다.

윤슬기(2022)는 초등학교 저학년을 중심으로 한 인공지능 기반 융합 교육 교수·학습 모형(3P모형)을 개발하였다. 이 모형은 문제인식(PROBLEM), 계획(PLAN), 놀이(PLAY)의 단계로 구성된 게임 참여 수업모형이다.

여기서 살펴본 AI 융합 수업 사례 및 자료 개발 연구에서 초등학교 수업 사례들에서는 사진을 찍거나 그림을 그려 데이터를 생성하고 머신러닝 분류 모델을 제작했고, 중학교 수업 사례에서는 천문 공공데이터를 활용하였으며, 고등학교 수준 자료개발 사례에서는 운동방정식을 통해 데이터를 직접 생성하여 딥러닝 지도학습에 활용하였다는 점에서 그 수준이 분명히 나누어지는 것을 알 수 있었다. 그러나 본 연구에서는 초등학교 수준에서도 자동화된 디지털 센서측정 도구, MLB 제작 디지털 탐구도구를 활용하면 충분히 학생들이 설계한 실험상황에서 원하는 데이터를 직접적으로 생성하여 AI도구를 활용하여 데이터를 원하는 방식으로 표현하고 동료들과 소통하며, 합리적으로 문제를 해결하는 의사결정을 하는 데이터 기반 AI 융합 탐구 수업을 수행할 수 있을 것으로 기대된다.

실제적 맥락에서 데이터 표현 활동이 포함된 초등 과학 탐구수업을 하기 위해서는 데이터 분석 도구와 인공지능 활용 도구의 도움이 필요하다. 본 연구에서는 과학 탐구학습의 전 과정에서 데이터를 직접적으로 다루어보면서 <표 II-4>에 제시된 바와 같이 데이터 수집 및 분석 도구들과 인공지능 활용 도구들을 탐색하고 수업에 활용하였다.

<표 II-4> 과학 탐구 도구 및 관련 데이터 리터러시

과학 탐구 도구	관련 데이터 리터러시
디지털센서실험도구(MBL)	데이터 생성, 분석
IoT 공기질 측정기	데이터 생성, 분석
구글 스프레드시트	데이터 수집, 분석
엑셀	데이터 수집, 분석
엔트리	데이터 처리, 분석, 표현
패들렛 AI 이미지 생성	데이터 생성, 표현, 의사소통
노션 AI	데이터 생성, 표현
DALL.E2	데이터 생성, 표현
오토드로우	데이터 표현
투닝	데이터 표현
구글 바흐	데이터 표현
송메이커	데이터 표현

일반적인 과학탐구 수업에 비하여 수업에 AI를 적용함으로써 얻은 수 있는 차별점으로 다음과 같은 사항을 생각할 수 있다. 먼저, 탐구 데이터 수집을 증강하거나 새롭게 생성함으로써 분석이 가능할 정도로 규모를 키울 수 있다. 학생들의 탐구의 초점이 엄밀한 분석보다 경향 파악에 있을 때 이러한 기능은 긍정적 역할을 할 수 있다. 또한, AI기술은 데이터를 시각화하고, 군집화하며, 예측하는 데 역할을 하여 탐구결과 해석의 수월성을 높일 수 있다. 마지막으로 탐구 결과 적용 및 예상하기 활동에서 학생들이 다양하게 자기의 생각과 의도를 표현하고, 그 결과 상당히 괜찮은 작품이 간단하게 산출될 수 있다는 점에서도 유익할 수 있다.

한편, AI를 과학 탐구 수업에 융합하였을 때 나타날 수 있는 한계는 다음과 같다. 먼저, 학생 간 AI 기술 활용의 편차에 따라 수업 효과가 달라질 수 있다. 또한, 의도치 않게 기술에 의존하려는 태도가 생길 수 있으며, 기술 사용을 하지 않을 때 과학 탐구능력이 저하될 수 있다는 점 등이 우려된다.



## 5. 백워드 수업설계

백워드 설계(Back Planning or Understanding by Design)란 최종 목표를 염두에 두고 수업을 계획하는 것이며, 그래서 가장 먼저 수업의 바라는 결과를 결정한다(Harriet Isecke, 2011, 강현석, 이지은, 정수경(공역), 2016). 거기에서 학습자 탐구를 이끄는 질문이 나오고, 바라는 결과로 이끌 구체적인 특정 수업 목표, 학습자의 성취를 증명하는 수용 가능한 증거 기준, 학습 경험과 수업 계획이 체계적으로 디자인된다.

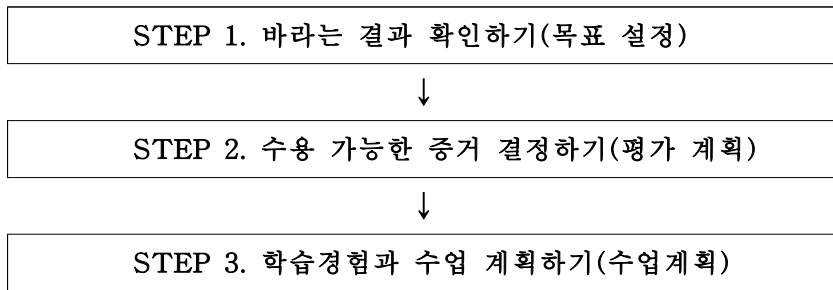
교사들은 습관적으로 수업에서 학습목표를 명시적으로 제시하며, 이는 활동에 매몰되지 않고 목표한 바를 달성하기 위한 좋은 방법이다. 교사들은 학습목표를 질문 형태로 칠판이나 슬라이드에 적어 놓고, 수업 초반에 학습자들에게 소리내어 읽게 하는 등의 노력을 한다. 예를 들어, 5학년 과학 ‘3. 태양계와 별’의 첫 수업 주제는 ‘지구의 에너지원인 태양은 우리에게 어떤 영향을 미칠까요?’로, 교사는 학습자들에게 이 문장을 읽도록 안내하고 학습자들이 해답을 찾을 수 있는 준비가 되길 기대할 것이다.

그런데, 지난 3년 간 등학교 과학 교과전담 교사로 과학 탐구수업을 한 경험을 되돌아보면, 탐구 학습 목표로 제시된 문제상황에 학습자 나름대로 답을 떠올려 설명해 보려고 해도, 시간의 제약이 있어 결국은 자신의 아이디어 해결을 위한 설계가 아닌 교과서에 제시된 안내대로 따라하게 되는 경우가 많았다. 교과서 저자들이 개발한 구조화된 수업 설계는 당연하게도 그들이 설계한 과학탐구 주제에 딱 들어맞는 것이다.

이는 교과서 기반 과학탐구 수업에 데이터 관련 수행과정을 포함시키게 되면, 학습자들은 데이터 작업을 하는 중간에 수업종소리를 듣게 될 수 있다는 의미이기도 하다. 평소에도 학습자 및 학교 수업 상황에 맞춘 교사의 교육과정 재구성 및 교과 융합 프로젝트 수업의 설계의 중요성이 데이터 기반 수업, AI 융합 수업을 할 때는 더 커진다는 것이다.

백워드 설계(Backward Design)는 학습목표를 달성하는 수업을 하기 위한 좋은 대안이다. 백워드 설계에 대한 간단한 소개를 하면 다음과 같

다. Wiggins와 McTighe(2011)는 이해중심 교육과정의 배경에서 백워드 설계를 했다. 백워드 설계는 학습자들의 진정한 이해, 심층적 이해에 설계 초점을 맞춘 단위 설계 방법으로, [그림 II-1]과 같이 전통적인 목적, 내용, 방법, 평가라는 Tyler식 포워드 설계에 대응하는 개념이다. 2015 개정 교육과정에서 학습자 성취기준 도달을 강조하면서 학습자들의 심층적 이해를 도울 수 있는 방법으로 주목받고 있으며 대표적인 교육과정-수업-평가 일체화 설계방식으로 알려져 있다. 2011년 이후에는 2.0버전 백워드 설계 템플릿이 제안되었다.



[그림 II-1] 백워드 설계 접근방법

백워드 설계는 수업에서 바라는 결과를 확인하고, 학습자의 이해 달성 여부 판단과 관련하여 수용 가능한 증거를 찾고 난 후, 학습경험과 수업을 설계하는 3단계 접근을 취한다. 수업목표, 내용, 방법, 평가라는 수업설계의 내용요소는 그대로 두되, 수업설계의 절차상 순서를 바꿔 수업에서 바라는 결과(학습목표)를 확인하고, 바로 이어 학습자의 이해 달성 여부 판단과 관련하여 수용 가능한 증거를 찾는(평가) 후 학습경험과 수업을 설계하는 것이다.

1단계인 ‘바라는 결과 확인하기(desired results)’는 목표를 분명히 구성하는 단계로, 학습자들의 ‘의도된 학습 성과(ILO: Intended Learning Outcome)’, 곧 성취 기준을 중시한다. 학습자가 지식, 기능을 습득하고 의미 형성의 상호 작용 과정을 통해 전이가 일어날 수 있도록 연계성 있는 목표 설정이 요구된다(강현석, 이지은, 2013). 단위 목표는 전이

(Transfer, 코드 T), 의미(Meaning, 코드 M), 습득(Acquisition, 코드 A)으로 구분되며, 의미에는 이해와 본질적 질문이 포함되고, 습득에는 핵심 지식과 기능이 포함된다(손준호, 김현리, 2020).

2단계인 ‘수용 가능한 증거 결정하기(Assessment Evidence)’는 수행으로서의 이해를 중시하는 이해중심교육과정의 배경에서 강조되는 수행평가를 포함하여 다양한 학습자 학습목표 달성의 증거를 준거에 따라 규정하는 단계이다. 2015 교육과정에서 강조되는 성취기준에 따른 과정중심평가 및 피드백 관련 사항으로 보아도 무방하다.

3단계인 ‘학습 경험 계획하기’는 목표 및 평가와 일관성을 갖고 설정되는 단원 내 차시별 교수·학습 과정안(개요 수준)이라고 이해된다. ‘지식’과 ‘기능’을 습득하고, 이해와 본질적 질문 중심으로 ‘의미’ 구성을 함을 통해 ‘전이’라는 단원 목표가 달성될 수 있도록 학습 경험을 체계적으로 조직하는 것이 핵심이다(강현석 외, 2013). 3단계 템플릿은 사전 평가와 차시별 학습목표 코드, 학습활동(교수·학습 활동), 과정 모니터링으로 구성된다. 사전 평가는 단원 도입 시에 선수학습에 따른 진단활동이며, 과정 모니터링은 과정중심평가를 위한 방법 제시를 위한 부분이다.

백워드 설계의 원리에서 인상 깊은 점은 설계 1단계의 목표 분석 과정과 2단계의 평가 과제 개발 과정이다. 실제적인 맥락, 통합적인 사고 능력, 가치있는 경험, 비구조된 문제 등을 평가할 수 있는 방향으로 평가 과제를 개발하여 평가 문제 중심으로 수업을 설계하면 수업은 자연스럽게 평가와 일관성을 띠게 된다. 과학 탐구 수업에서는 탐구 문제 해결을 위해 예상을 확인하고 가설을 검증하는 과정에서 과학적 증거와 논리적 근거를 찾게 되는데, 이러한 과정은 백워드 설계와 일맥상통한다. 백워드 설계는 데이터 기반으로 AI 융합 수업 계획에 있어 적절한 목표 설정, 평가 과제 개발, 문제 중심 설계, 분석적 루브릭 및 총체적 루브릭 개발 등의 전략적 대안을 제공하여 학생들이 데이터를 찾거나 처리하다가 끝나는 엉뚱한 수업을 방지해줄 수 있는 설계 장치가 될 수 있다.

### Ⅲ. 연구 방법

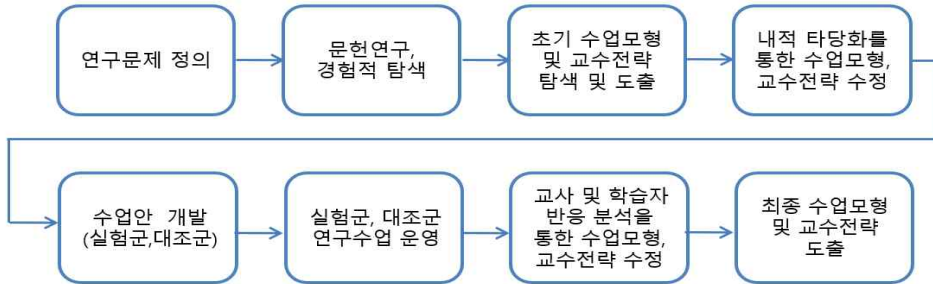
#### 1. 설계·개발 연구

본 연구는 과학 교과 맥락에서 데이터 리터러시를 향상시키기 위한 초등학교 과학 탐구 수업모형 및 교수전략을 개발하고 그 내적 타당성과 외적 타당성을 확인하는 것을 목적으로 한다. 연구 목적을 달성하기 위해 Richey와 Klein(2014)의 설계·개발 연구방법론(design and development research)의 두 번째 유형인 ‘모형 연구(model research)’ 절차에 따라 연구를 수행하였다. 모형 연구는 기존에 없던 새로운 모형 또는 개선된 설계·개발 모형을 생산하는 데 목표가 있으며, 양적·질적 연구방법을 모두 활용할 수 있다.

#### 2. 연구 절차

연구계획서에서 연구문제를 설정한 후, 문헌연구과 초등학교 과학전담 교사로 3년 간 근무하면서 경험한 바를 탐색하면서 초기 수업모형 및 교수전략을 도출한다. 초기 수업모형 및 교수전략은 전문가 7명에게 내적 타당화를 의뢰하여 검토결과에 따라 모형 및 전략을 수정한다. 두 차례에 걸친 내적 타당화로 수정된 모형 및 전략으로 연구자가 직접 교수자 중심 탐구수업, 교수자-학습자 협력 탐구수업, 학습자 중심 탐구수업을 위한 수업개요, 과정중심평가계획, 프로젝트 수업설계안을 작성해 보면서 수업모형 및 교수전략이 그것을 활용하는 교사에게 편리하게 설계되어 있는지 점검한다. 그리고, 데이터 기반 AI 융합 과학 탐구 수업모형 및 교수전략에 따라 설계된 수업안대로 실제로 초등학교 고학년 학생들을 대상으로(실험군, 대조군) 수업을 8차시씩 운영한다. 수업 중 관찰 및 수업

후 반응 분석을 통해 외적 타당화를 진행하여 3차 타당화를 한다. 3차 타당화 결과 도출된 수업모형 및 교수전략을 최종안으로 한다.



[그림 III-1] 연구 수행과정

본 연구의 수행과정은 [그림 III-1]에 나타내었으며, 연구절차 및 일정은 <표 III-1>과 같이 표시하였다.

<표 III-1> 연구 절차 및 일정

절차	내용	연구기간 (2023. 3. ~ 2023. 6.)													
		3월				5월				5월					6월
		1주	2주	3주	4주	1주	2주	3주	4주	1주	2주	3주	4주	5주	2주
계획	선행연구 분석 및 경험적 탐색	○	○	○											
개발	초기 수업모형 및 교수전략 개발			○	○	○	○								
	내적 타당화					○	○	○							
	모형 및 교수전략 수정 및 보완							○	○	○					
	수업에 적용할 모형 및 교수전략 도출									○	○				
적용	외적 타당화(수업 적용)									○	○				
분석	통계 분석 및 면담 분석									○	○	○			
정리	최종 수업모형 및 교수전략 도출											○	○		
	결과 정리 논문 작성												○	○	

### 3. 연구 참여자 및 도구

#### 가. 연구 참여자

먼저, 내적 타당화 전문가 참여자의 선정 기준은 교육공학 전문가, 과학교육 전문가(중등 교사 포함), 초등 교사(교육과정, 수업설계, AI 융합 전공, 경력 10년 이상)로 한다. 전문가 수는 7명으로 한다. 이는 설계·개발연구에서 5~10인을 전문가 검토범위로 하기 때문이다. 이들에게는 수업모형 및 교수전략에 대한 두 차례의 검토, 데이터 리터러시 검사도구에 대한 한 차례의 검토를 요청하였다. 전문가 패널 프로필 및 내적 타당화 참여 단계는 <표 III-2>와 같다.

<표 III-2> 전문가 패널 프로필 및 내적 타당화 참여 단계

참여 전문가 프로필					내적타당화 참여 단계	
구분	직급	경력	최종 학력	전문분야	1차	2차
A	교사(초등)	14년	석사	초등영어교육, 블렌디드 수업	✓	
B	교사(초등)	13년	석사	초등영어교육, AI 융합교육	✓	✓
C	교사(초등)	10년	학사	초등교육, 백워드설계, AI 융합교육	✓	✓
D	교사(중등)	20년	석사	과학교육(생물), AI 융합교육	✓	✓
E	교사(중등)	10년	석사	기술교육, AI 융합교육	✓	✓
F	수석교사(초등)	34년	박사	교육과정, 백워드 수업설계		✓
G	수석교사(초등)	27년	석사	수업설계(과학) 교육과정 영재교육		✓

외적 타당화로 수업모형 및 교수전략의 효과성을 검증하기 위해 서울 W초등학교의 5학년 학급 중에서 희망하는 학급과 연계하여 학생 46명 (실험군학급 23명, 대조군 학급 23명)을 대상으로 수업을 운영하고, 데이터 리터러시 향상도 및 수업만족도 설문, 학습소감을 받고 분석하였다. 연구 윤리 확보를 위해 해당 학급 학생들과 보호자에게 서면으로 연구취지 및 개요, 활용되는 개인정보를 사전 안내하고, 본인 및 학부모(법정대리인) 동의서를 가져온 연구참여자에게 한하여 연구를 수행하였다.

연구수업에 참여한 초등 5학년 학생들은 코로나 19로 인한 사회적 거리두기가 한창이던 2020~2021년에 원격수업에 참여한 경험이 있고, 교실 수업에서 태블릿PC 활용 조사학습을 한 학생들도 상당수 있었다. 수업에서 직접 데이터를 수집하고 분석하는 활동을 해봤는가 하는 질문에 영재 교실에서 수업에 참여하는 학생들 외에는 손을 든 학생이 없었다. 두 학급의 평소 과학 학업성취도, 탐구 학습 역량 및 태도는 유사한 편이다.

<표 III-3> 학생 연구 참여자 정보

연구 참여자				
지역	학교	학년	학급	학생 수
서울 S구	W초등학교	5	A반(실험군)	23명
		5	B반(대조군)	23명

학생 연구 참여자 정보는 <표 III-3>과 같다. 실험군, 대조군 집단 사이의 사전동질성 검정 결과는 <표 III-4>에 제시하였다. 그 결과, Levene의 등분산 검정 결과, ‘데이터 표현’을 제외하고 유의확률이 0.05보다 커, 두 집단 간 분산이 대체로 통계적으로 동질한 것으로 나타났다. 평균 등식에 대한 t검정 결과에서는 모든 경우 유의확률이 0.05보다 큰 것으로 나와 데이터 이해, 수집·준비, 분석, 평가, 표현, 데이터 기반 의사소통 등 모든 영역에서 집단 간 분산에 유의미한 차이가 없었다. 이에 두 집단은 데이터 리터러시에 있어 동질한 집단으로 해석된다.

<표 III-4> 실험군-대조군 사전동질성 검정 결과

영역	세부 항목	등분산가정	Levene의 등분산 검정			평균 등식에 대한 t검정				
			F	유의 확률	t	df	유의 확률	평균 차이	표준 오류 편차	
통계적 분석	데이터 이해	등분산을 가정함	2.526	<b>.119</b>	.953	44	<b>.346</b>	.174	.183	
		등분산을 가정하지 않음			.953	41.176	<b>.346</b>	.174	.183	
	데이터 수집·준비	등분산을 가정함	2.066	<b>.158</b>	1.067	44	<b>.292</b>	.246	.231	
		등분산을 가정하지 않음			1.067	41.222	<b>.292</b>	.246	.231	
	데이터 분석	등분산을 가정함	.798	<b>.377</b>	1.035	44	<b>.306</b>	.217	.210	
		등분산을 가정하지 않음			1.035	41.136	<b>.307</b>	.217	.210	
	데이터 평가	등분산을 가정함	3.907	<b>.054</b>	.496	44	<b>.623</b>	.116	.234	
		등분산을 가정하지 않음			.496	37.175	<b>.623</b>	.116	.234	
	데이터 활용 의사 소통	데이터 표현	등분산을 가정함	8.391	<b>.006**</b>	1.619	44	<b>.113</b>	.283	.175
			등분산을 가정하지 않음			1.619	37.507	<b>.114</b>	.283	.175
		데이터 기반 의사 소통	등분산을 가정함	.048	<b>.828</b>	.644	44	<b>.523</b>	.101	.158
			등분산을 가정하지 않음			.644	43.954	<b>.523</b>	.101	.158

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

#### 나. 연구 도구

첫째, 본 연구의 가설을 검증하기 위한 초등학생용 데이터 활용 의사 소통 역량 검사지이다. 해당 검사지는 기존에 최재훈과 전용주(2023), 송유경 외(2021)의 연구에서 제시된 검사지를 기반으로 제작하였다. 검사지는 반복 측정 간의 독립성 확보 가정을 확보하기 위해 한 문항을 같은



의미이지만 다르게 기술하는 방식으로 반복 측정 시의 문항 간의 간섭을 줄이려고 하였다. 또한, 초등학생이 이해할 수 있는 수준으로 문장을 작성하였다. 검사지 초안은 <표 III-5>와 같다. 데이터 리터러시 검사지 초안은 내적 타당화에 참여한 전문가들의 검토를 받고 수정사항을 반영하여 확정하였다.

둘째, 모형의 타당도, 설명력, 유용성, 보편성, 이해도 측면을 묻는 내적 타당화 검사지이다(부록2, 부록3 참고).

셋째, 외적 타당화를 위한 현장 적용이 필요한 연구도구로는 학습자 수업만족도 설문지(표 III), 수업 소감문 등이 있다.

<표 III-5> 데이터 리터러시 검사지(초안)

영역	세부 항목	문항
통계적 분석 능력	데이터 이해	<p><b>1. 나는 표를 보았을 때, 가로 방향과 세로 방향의 내용을 보고 어떤 내용의 자료인지 이해할 수 있다.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 나는 표를 분석하면서, 가로와 세로축의 정보를 통해 그 자료가 무엇을 의미하는지 파악할 수 있다.</li> <li>- 나는 표의 가로와 세로의 내용들을 보고, 표의 주제를 이해할 수 있다.</li> <li>- 나는 표의 가로 및 세로 데이터를 확인하여 그것이 어떤 주제에 관한 자료인지 쉽게 알 수 있다.</li> </ul>
		<p><b>2. 나는 어떤 자료를 보고 그 자료가 만들어진 목적(이유)과 조사한 대상을 추측할 수 있다.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 나는 주어진 정보를 보면, 그 자료가 생성된 목적과 조사 대상을 유추하는 능력이 있다.</li> <li>- 나는 주어진 데이터를 분석하며, 그것이 어떤 목적으로 생성되었고 어떤 것을 대상으로 한 것인지 추측할 수 있다.</li> <li>- 나는 어떤 자료를 관찰하면, 그것이 왜 만들어졌는지, 어떤 것에 대한 것인지 논리적으로 추측해낼 수 있다.</li> </ul>
		<p><b>3. 나는 어떤 자료를 보고 잘못 조사된 것 같은 부분을 찾을 수 있다.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 나는 주어진 자료를 살펴보고, 잘못 조사되거나 오류가 있을 것 같은 부분을 발견하는 능력이 있다.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 나는 어떤 데이터든 검토하면, 조사의 오류나 잘못된 부분을 알아낼 수 있다.</li> <li>- 나는 주어진 정보를 분석하며, 잘못 조사된 부분이나 이상한 점을 찾아낼 수 있다.</li> </ul>
데이터 수집 및 준비	<p><b>4. 나는 어떤 자료를 보고 왜 그런 결과가 나왔는지 궁금해한 적이 있다.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 나는 주어진 자료를 보며, 왜 그런 결과가 나왔는지에 대한 의문을 가진 적이 있다.</li> <li>- 나는 어떤 데이터를 보면서 그 결과가 어떻게 나온 것인지에 대한 호기심을 느낀 적이 있다.</li> <li>- 나는 어떤 자료를 분석할 때, 왜 그런 결과가 나왔는지 궁금해하는 경향이 있다.</li> </ul>
	<p><b>5. 나는 궁금증을 해결하기 위해 어떤 자료를 조사해야 할지를 계획할 수 있다.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 나는 호기심을 충족시키기 위해 어떤 데이터를 조사해야 할지 계획하는 능력이 있다.</li> <li>- 나는 궁금증을 해결하기 위한 데이터 조사 계획을 세울 수 있다.</li> <li>- 내가 가진 의문을 해결하기 위해 어떤 자료를 수집하고 분석할지 전략을 설정할 수 있다.</li> </ul>
	<p><b>6. 나는 나에게 필요한 자료를 핵심 주제어(검색어)를 생각해 스스로 조사할 수 있다.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 나는 필요한 정보를 찾기 위해 핵심 키워드를 도출하고 이를 바탕으로 스스로 데이터를 조사할 수 있다.</li> <li>- 나는 필요한 데이터를 찾기 위해 중요한 검색어를 생각하고, 그를 통해 스스로 정보를 수집할 수 있다.</li> <li>- 나는 필요한 정보를 얻기 위해 주요 주제어를 생각해내고, 이를 활용해 스스로 데이터를 검색하는 능력이 있다.</li> </ul>
	<p><b>7. 나는 문제해결을 위해 검색된 자료 중에서 나에게 필요한 부분만 찾아낼 수 있다.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 나는 문제를 해결하기 위해, 검색된 정보 중에서 필요한 부분만 추려낼 수 있다.</li> <li>- 나는 검색된 자료 중에서, 문제 해결에 필요한 부분만 선별하는 능력이 있다.</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 나는 문제를 해결하는 데 필요한 정보를 검색된 자료 중에서 골라낼 수 있다.</li> </ul>
데이터 분석	<p><b>8. 나는 표를 다양한 형태의 그래프(그림, 막대, 꺾은선)로 바꿀 수 있다.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 나는 표의 정보를 다양한 형태의 그래프, 예를 들면, 그림, 막대, 또는 꺾은선 그래프로 바꾸는 능력이 있다.</li> <li>- 나는 표로 제공된 데이터를 여러 유형의 그래프(예: 그림, 막대, 꺾은선 등)로 바꿀 수 있다.</li> <li>- 나는 주어진 표를 다른 형태, 예를 들어 그림, 막대 그래프, 또는 꺾은선 그래프로 바꾸는 것에 문제가 없다.</li> </ul>	
	<p><b>9. 나는 표나 그래프를 보고 새로 알 수 있는 사실을 발견하고 말할 수 있다.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 나는 표나 그래프를 관찰하고 그를 통해 새로운 사실을 찾아내어 이를 설명하는 능력이 있다.</li> <li>- 나는 표나 그래프를 분석하여 새롭게 알게 된 사실을 발견하고 이를 표현할 수 있다.</li> <li>- 나는 표 또는 그래프를 보고 그 안에서 새로운 정보를 발견하고, 그것을 말로 전달하는 데 문제가 없다.</li> </ul>	
데이터 평가	<p><b>10. 나는 어떤 자료를 보고 출처와 수집 과정을 고려하여 자료(데이터)가 믿을만한지 판단할 수 있다.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 나는 주어진 자료의 출처와 수집 과정을 토대로 그 데이터의 신뢰성을 평가하는 능력이 있다.</li> <li>- 나는 어떤 데이터든지 그 출처와 수집 방법을 고려하여 그것이 신뢰할 만한 것인지 판단할 수 있다.</li> <li>- 나는 자료의 출처와 수집 과정을 고려하여 그 자료가 신뢰할 수 있는지를 판단하는 능력을 가지고 있다.</li> </ul>	
	<p><b>11. 내가 표나 그래프를 실수로 잘못 그렸을 때, 스스로 이상한 점을 찾아내어 고칠 수 있다.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 나는 만든 표나 그래프에서 오류를 스스로 발견하고 수정하는 능력이 있다.</li> <li>- 나는 내가 그린 표나 그래프에서 잘못된 부분을 스스로 찾아내고, 그것을 수정할 수 있다.</li> <li>- 나는 내가 표나 그래프를 잘못 그렸을 때, 그 이상한 부분을 스스로 발견하고 이를 수정할 수 있다.</li> </ul>	

		<p><b>12. 나는 다른 사람이 조사하거나 만든 자료를 보고 이상한 점을 찾아내어 어느 부분이 이상한지 설명해줄 수 있다.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 나는 다른 사람이 조사하거나 생성한 자료에서 이상한 부분을 발견하고, 그 이상한 부분이 무엇인지 설명할 수 있다.</li> <li>- 나는 다른 사람이 만든 자료를 분석하여 문제가 있는 부분을 찾아내고, 그 문제점이 무엇인지 설명할 수 있다.</li> <li>- 나는 다른 사람의 자료를 검토하며 이상한 점을 발견하고, 그 이상한 부분이 어떤 것인지 설명할 수 있다.</li> </ul>
<p>데이터를 활용한 의사소통 능력</p>	<p>데이터 표현</p>	<p><b>13. 나는 표, 그림그래프, 막대그래프, 꺾은선그래프 등이 가진 특징을 알고 있다.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 나는 표, 그림 그래프, 막대 그래프, 꺾은선 그래프 등 각각의 특징을 이해하고 있다.</li> <li>- 나는 표와 그림 그래프, 막대 그래프, 꺾은선 그래프 등의 특성에 대해 잘 알고 있다.</li> <li>- 나는 각각의 표와 그림 그래프, 막대 그래프, 꺾은선 그래프 등이 가진 고유한 특징을 이해하고 있다.</li> </ul>
	<p>데이터 기반 의사소통</p>	<p><b>14. 나는 조사한 자료를 표, 그림그래프, 막대그래프, 꺾은선그래프 등 어떤 모양으로 나타내는 것이 가장 좋을지 판단할 수 있다.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 나는 수집한 데이터를 표, 그림 그래프, 막대 그래프, 꺾은선 그래프 등 어느 형태로 표현하는 것이 가장 효과적인지 판단하는 능력이 있다.</li> <li>- 나는 조사된 자료를 어떤 형태(표, 그림 그래프, 막대 그래프, 꺾은선 그래프 등)로 나타내는 것이 가장 적절한지 결정할 수 있다.</li> <li>- 나는 조사한 정보를 표, 그림 그래프, 막대 그래프, 꺾은선 그래프 등 중 어떤 형태로 가장 잘 표현할 수 있을지 판단할 수 있다.</li> </ul>
	<p>데이터 기반 의사소통</p>	<p><b>15. 나는 조사한 자료를 바탕으로 나의 추측이 맞았는지 틀렸는지 판단할 수 있다.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 나는 수집한 자료를 기반으로 내가 추측한 것이 옳았는지, 그렇지 않았는지를 판단하는 능력이 있다.</li> <li>- 나는 조사한 데이터를 통해 내 추측이 정확했는지 아니었는지를 판단할 수 있다.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 나는 내가 수집한 자료를 활용하여 나의 추측이 맞았는지 틀렸는지를 판단할 수 있다.</li> </ul> <p><b>16. 나는 다른 사람에게 나의 의견(생각)을 말할 때, 내가 조사한 내용을 바탕으로 조리 있게 설명할 수 있다.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 나는 다른 사람에게 내 의견을 전달할 때, 내가 수집한 정보를 기반으로 논리적으로 설명하는 능력이 있다.</li> <li>- 나는 내 생각을 다른 사람에게 말하면서, 내가 조사한 내용을 근거로 삼아 논리적으로 이를 설명할 수 있다.</li> <li>- 나는 다른 사람에게 내 의견을 말할 때, 내가 조사한 자료를 바탕으로 합리적인 설명을 제공할 수 있다.</li> </ul> <p><b>17. 나는 시각화된 자료(데이터)의 주요 특징을 파악하고 이를 말로 설명할 수 있다.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 나는 시각화된 데이터의 핵심 특성을 이해하고 이를 말로 잘 설명하는 능력이 있다.</li> <li>- 나는 시각화된 자료에서 주요 특징을 파악하고, 그것을 말로 표현할 수 있다.</li> <li>- 나는 시각적으로 표현된 데이터의 주요 특징을 인식하고, 이를 언어로 설명하는 데 문제가 없다.</li> </ul> <p><b>18. 나는 자료(데이터) 분석 결과를 다른 사람에게 설명할 수 있다.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 나는 데이터 분석의 결과를 다른 사람에게 설명하는 능력이 있다.</li> <li>- 나는 분석한 자료의 결과를 다른 사람에게 효과적으로 전달할 수 있다.</li> <li>- 나는 자료 분석의 결과를 다른 사람에게 명확하게 설명하는 능력을 가지고 있다.</li> </ul> <p><b>19. 나는 친구가 설명하는 자료(데이터) 분석 결과를 주의 깊게 듣는다.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 나는 친구가 자료 분석 결과를 설명할 때, 그것을 주의 깊게 듣는다.</li> <li>- 나는 친구가 데이터 분석 결과를 설명할 때, 나는 집중해서 그 내용을 듣는다.</li> <li>- 친구가 자료 분석에 대해 설명하면, 나는 그 말을 주의 깊게 듣는다.</li> </ul>
--	---

	<p><b>20. 나는 나와 다른 의견을 가진 친구의 자료(데이터) 분석 결과도 존중한다.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 나는 내가 가진 의견과 다르더라도 친구의 데이터 분석 결과를 존중한다.</li> <li>- 나는 나와 의견이 다른 친구의 자료 분석 결과를 존중하는 태도를 가지고 있다.</li> <li>- 나는 나와 다른 관점을 가진 친구의 데이터 분석 결과에 대해서도 존중하는 마음가짐을 가지고 있다.</li> </ul> <p><b>21. 나는 자료(데이터) 분석 과정에서 내 생각을 적극적으로 표현할 수 있다.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 나는 데이터 분석 과정에서 내 생각을 적극적으로 나타내는 능력이 있다.</li> <li>- 자료 분석이 이루어질 때, 내 의견을 적극적으로 표현할 수 있다.</li> <li>- 나는 데이터 분석 과정에서 내가 가진 생각을 적극적으로 표현하는 데 문제가 없다.</li> </ul> <p><b>22. 나는 적절한 자료(데이터)를 활용하여 나의 주장을 객관적으로 뒷받침할 수 있다.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 나는 적절한 데이터를 사용하여 내 주장을 객관적으로 뒷받침하는 능력이 있다.</li> <li>- 나는 나의 주장을 객관적으로 지지하는 데 적합한 자료를 활용할 수 있다.</li> <li>- 적절한 자료를 활용하여 내 의견을 객관적으로 뒷받침하는 데 문제가 없다.</li> </ul> <p><b>23. 나는 자료(데이터)에 기반하여 나와 생각이 다른 친구를 효과적으로 설득할 수 있다.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 나는 자료에 기반하여 나와 생각이 다른 친구를 효과적으로 설득하는 능력이 있다.</li> <li>- 나는 데이터를 활용하여 나의 주장을 효과적으로 전달하고, 다른 사람을 설득할 수 있다.</li> <li>- 나는 자료를 활용하여 논리적으로 생각과 다른 친구를 설득하는 데 문제가 없다.</li> </ul>
--	--

전문가들에게 수업모형 및 교수전략 1차 타당화를 요청할 때 데이터 리터러시 검사지에 대한 전문가 타당화를 함께 부탁하여 얻은 결과는 <표 III-6>과 <표 III-7>에 제시하였다.

<표 III-6> 데이터 리터러시 검사 전문가 타당화 결과

영역	전문가					평균	CVI	IRA
	A	B	C	D	E			
데이터 이해	4	3	3	4	4	3.60	1.0	1.0
데이터 수집 및 준비	4	3	3	4	4	3.60	1.0	
데이터 분석	4	3	4	4	4	3.80	1.0	
데이터 평가	4	3	4	4	3	3.60	1.0	
데이터 표현	4	3	4	4	4	3.80	1.0	
데이터 기반 의사소통	4	3	4	4	4	3.80	1.0	

CVI, IRA가 모두 1.0으로 타당하다고 받아들여진 결과라고 여겨지나 <표 III-7>과 같이 몇 개 문항에 수정할 사항에 대한 검토 의견이 있어 수정하고, 문항에 따른 변형 문항을 하나씩만 남겨 두었다.

<표 III-7> 검사 문항에 대한 전문가 검토 의견 및 수정사항

항목	전문가 검토 의견	수정 사항
‘데이터 수집 및 준비’ 영역과 관련성 낮은 부분 삭제	이 항목은 데이터 수집 및 준비와 큰 연관성이 없다고 생각됨. 수집 그 자체에 초점을 맞춘 문항이 더 적절	‘나는 어떤 자료를 보고 왜 그런 결과가 나왔는지 궁금해한 적이 있다.’ 문항 삭제
중복되는 내용 문항 삭제 또는 조정	데이터 분석 영역 문항이 데이터 표현 영역 문항과 중첩되는 부분이 있음	‘7. 나는 표를 다양한 형태의 그래프(그림, 막대, 꺾은선)로 바꿀 수 있다.’는 데이터 분석에서 경향성 분석을 위한 중요 부분이므로 데이터 표현 영역 문항을 ‘13. 나는 조사한 자료를 표, 그래프, 글, 그림, AI 융합 방식(글, 그림, 음악, 소설, 모델링), 코딩 작품 등 어떤 식으로 나타내는 것이 좋을지 판단할 수 있다.’로 수정함
데이터 수집 및 준비	문항 2가 데이터 수집 및 준비 영역에 적절한지 검토해야 함	문항을 보다 구체적으로 수정함
가설 설정	문항 10은 가설 설정과 관련된 내용으로 보여짐	가설 설정 관련으로 설명 추가함
의사소통능력 관련 문항이 너무 많음	의사소통 능력 문항이 9문항이나 되고, 다른 영역과 겹치는 문항도 있음	의사소통 문항을 9문항에서 6문항으로 개수를 줄임



데이터 리터러시 검사지 수정안은 <표 III-8>에 제시하였다.

<표 III-8> 데이터 리터러시 검사지(수정안)

영역	세부 항목	문항
통계적 분석 능력	데이터 이해	<p>1. 나는 표를 보았을 때, 열과 행의 내용을 보고 어떤 내용의 자료인지 이해할 수 있다.</p> <p>- 나는 표의 열과 행의 내용들을 보고, 표의 주제를 이해할 수 있다.</p> <p>2. 나는 어떤 자료를 보고 그 자료의 주제(제목)을 살펴보고, 높은 값과 낮은 값을 알고, 조사대상, 그 안에 들어 있는 의미 등을 이해할 수 있다.</p> <p>- 나는 주어진 데이터를 살펴보면서 그것의 구성요소를 제목, 항목, 높은 값, 낮은 값 등으로 나누어 분석하며, 조사 대상 및 의미 등을 추측할 수 있다.</p>
		<p>3. 나는 어떤 자료를 보고 잘못 조사된 것 같은 부분을 찾을 수 있다.</p> <p>- 나는 주어진 정보를 분석하며, 잘못 조사된 부분이나 이상한 점을 찾아낼 수 있다.</p>
	데이터 수집 및 준비	<p>4. 나는 궁금증을 해결하기 위해 어떤 자료를 조사해야 할지를 계획할 수 있다.</p> <p>- 내가 가진 의문을 해결하기 위해 어떤 자료를 수집하고 분석할지 계획을 세울 수 있다.</p>
		<p>5. 나는 나에게 필요한 자료를 핵심 주제어(검색어)를 생각해 스스로 조사할 수 있다.</p> <p>- 나는 필요한 정보를 찾기 위해 핵심 키워드를 떠올려 이를 바탕으로 스스로 데이터를 조사할 수 있다.</p>
		<p>6. 나는 문제해결을 위해 검색된 자료 중에서 나에게 필요한 부분만 찾아낼 수 있다.</p> <p>- 나는 문제를 해결하는 데 필요한 정보를 검색된 자료 중에서 골라낼 수 있다.</p>

	<p>데이터 분석</p>	<p>7. 나는 데이터의 특성에 따라 표를 다양한 형태의 그래프(그림, 막대, 꺾은선)로 바꿀 수 있으며, 그래프로 바꾸는 것의 장점을 알고 있다.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 나는 표로 제공된 데이터를 그 특성에 따라 여러 유형의 그래프(예: 그림, 막대, 꺾은선 등)로 바꿀 수 있고, 그렇게 하는 이유를 알고 있다.</li> </ul> <p>8. 나는 표나 그래프를 보고 새로 알 수 있는 사실을 발견하고 말할 수 있다.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 나는 표나 그래프를 관찰하고 그를 통해 새로운 사실을 찾아내어 이를 설명하는 능력이 있다.</li> </ul>
	<p>데이터 평가</p>	<p>9. 나는 어떤 자료를 보고 출처와 수집 과정을 고려하여 자료(데이터)가 믿을만한지 판단할 수 있다.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 나는 자료의 출처와 수집 과정을 고려하여 그 자료가 신뢰할 수 있는지를 판단하는 능력을 가지고 있다.</li> </ul> <p>예) 2021 국가생물다양성 통계자료집 출처 : 환경부 담당부서/저자 : 생물다양성센터 체계개편 TF팀 등록일 : 2022.07.07 수집 과정: 구글 검색 - 대한민국 정책브리핑(www.korea.kr)</p> <p>10. 내가 표나 그래프를 실수로 잘못 그렸을 때, 스스로 이상한 점을 찾아내어 고칠 수 있다.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 나는 내가 그린 표나 그래프에서 잘못된 부분을 스스로 찾아내고, 그것을 수정할 수 있다.</li> </ul> <p>11. 나는 조사한 자료를 바탕으로 나의 추측(설명, 가설, 잠정적인 답)이 맞았는지 틀렸는지 판단할 수 있다.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 나는 수집한 데이터를 통해 내 추측(설명, 가설, 잠정적인 답)이 맞았는지 아니었는지를 판단할 수 있다.</li> </ul> <p><b>*가설 검증과 관련된</b></p>
<p>데이터를</p>	<p>데이터 표현</p>	<p>12. 나는 표, 그래프, 글, 그림, AI 융합 방식(글, 그림, 음악, 소셜, 모델링), 코딩 작품 등이 가진 특징을 파악하</p>

활용한 의사 소통 능력		<p><b>고 말로 설명할 수 있다.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 나는 표, 그래프, 글, 그림, AI 융합 방식(글, 그림, 음악, 소설, 모델링), 코딩 작품 등 각각의 특징을 이해하고 있다.</li> </ul>
		<p><b>13. 나는 조사한 자료를 표, 그래프, 글, 그림, AI 융합 방식(글, 그림, 음악, 소설, 모델링), 코딩 작품 등 어떤 식으로 나타내는 것이 좋을지 판단할 수 있다.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 나는 수집한 데이터를 표, 그래프, 글, 그림, AI 융합 방식(글, 그림, 음악, 소설, 모델링), 코딩 작품 등 어떤 유형으로 표현하는 것이 가장 효과적일지 판단할 수 있다.</li> </ul>
	데이터 기반 의사 소통	<p><b>14. 나는 다른 사람에게 나의 의견(생각)을 말할 때, 내가 조사한 내용을 바탕으로 조리 있게 설명할 수 있다.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 나는 내 생각을 다른 사람에게 말하면서, 내가 조사한 내용을 근거로 삼아 논리적으로 이를 설명할 수 있다.</li> </ul>
		<p><b>15. 나는 자료(데이터) 분석 결과를 다른 사람에게 설명할 수 있다.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 나는 분석한 자료의 결과를 다른 사람에게 효과적으로 전달할 수 있다.</li> </ul>
		<p><b>16. 나는 친구가 설명하는 자료(데이터) 분석 결과를 주의 깊게 듣는다.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 나는 친구가 자료 분석 결과를 설명할 때, 그것을 주의 깊게 듣는다.</li> </ul>
		<p><b>17. 나는 나와 다른 의견을 가진 친구의 자료(데이터) 분석 결과도 존중한다.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 나는 내가 가진 의견과 다르더라도 친구의 데이터 분석 결과를 존중한다.</li> </ul>
		<p><b>18. 나는 자료(데이터) 분석 과정에서 내 생각을 논리적이고 자신있게 표현할 수 있다.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 나는 데이터 분석 과정에서 내 생각을 적극적으로 표현할 수 있다.</li> </ul>
		<p><b>19. 나는 자료(데이터)에 기반하여 나와 생각이 다른 친구를 효과적으로 설득할 수 있다.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 나는 자료를 활용하여 논리적으로 다른 친구를 설득할 수 있다.</li> </ul>

한편 이 수업이 과학 탐구 수업으로서의 효과성이 있는가 하는 부분에서 수업의 지식 이해, 탐구 활동, 전반적인 과학교과 학습 만족도, 수업몰입, 메타인지 촉진 등과 관련된 문항으로 수업이 모두 끝난 후에 추가로 설문조사를 하였다. 수업만족도 설문 문항 구성은 <표 III-9>에 제시하였다.

<표 III-9> 수업만족도 설문 구성

항목	설문문항
과학적 내용 이해	수업에서 활용한 데이터 및 수업도구가 과학 내용 이해에 도움을 주었다.
탐구 활동 과정	데이터 및 수업도구를 활용하여 주어진 과제를 해결하는 과정이 즐거웠다.
학습의 즐거움 (교과학습만족도)	데이터 및 수업도구를 활용한 활동을 통해 과학 공부가 더 재미있어졌다.
수업 몰입	데이터 및 수업도구를 활용한 수업 시간이 금방 지나갔다.
	데이터 및 수업도구를 활용하여 공부하는 것이 힘들지 않았다.
메타인지	데이터 및 수업도구를 활용한 수업에서 내가 해야할 일이 무엇인지 정확히 알았다.
	수업 시간에 내가 잘 하고 있는지 아닌지를 스스로 알 수 있었다.
학생 참여 소감 서술형 문항 1	데이터 및 수업도구를 활용한 수업이 다른 수업과 다른 점에 대해 자유롭게 써 주세요.
학생 참여 소감 서술형 문항 2	데이터 및 수업도구를 활용한 수업이 끝난 후 느낀 점을 자유롭게 써주세요.

## 4. 초기 수업모형 및 교수전략 개발 과정

본 연구에서는 연구자가 선행문헌 검토 및 경험적 탐색을 통해 초기 수업모형 및 교수전략을 도출하려고 한다. 본 연구의 초기 수업모형은 큰 틀에서 과학 탐구수업 절차와 궤를 같이 한다. 여기에 데이터 기반 수업, AI 융합수업, 백워드 설계에 대한 수업모형 및 교수전략 관련 선행연구 탐색을 기반으로 초기 모형을 도출하려고 한다. 이때 선행문헌의 검토 범주는 과학탐구 수업, 데이터 기반 수업, 데이터 기반 과학탐구 수업, 인공지능(AI) 융합 과학 탐구 수업, 백워드 설계 과학 수업 등이다.

## 5. 내적 타당화

초기 개발된 수업모형 및 교수전략에 대한 전문가 검토 및 수정 절차를 반복하여 내적 타당도를 확보한다. 내적 타당도 검토를 위해 교육공학 전문가, 과학교육 전문가, 초등학교 교사 등 총 5인 이상을 확보하려고 한다. 전문가 검토는 모형의 타당도, 설명력, 유용성, 보편성, 이해도 측면에서 내용 타당도 지수(content validity index, 이하 CVI)와 평가자 간 일치도 지수(inter-rater agreement, 이하 IRA) 기준값을 확보하는 한편, 전문가들과 면담을 통해 수업모형의 개선점을 찾고자 한다. CVI 값은 긍정 척도 1 기준으로 평균 0.8 이상이면 타당도가 높다고 판단하며, IRA 값은 1에 가까울수록 평가자 간 일치도가 높아지며 평균 0.8 이상이면 전문가들의 평가를 신뢰할 수 있다고 해석된다.

## 6. 외적 타당화

내적 타당도 검토를 통해 수정·보완된 수업모형을 기반으로 8차시 분량의 데이터 기반 AI 융합 과학탐구 수업을 계획하여 초등학교 5학년 과학 수업에 적용하여 외적 타당도를 확보하려고 한다.

본 연구의 가설은 다음과 같다.

“본 연구를 통해 개발된 AI 융합 초등 과학 탐구 수업모형 및 교수전략은 학생들의 데이터 기반 의사결정 능력 향상에 유의미한 영향을 줄 것이다.”

외적 타당화 연구 참여자는 초등학교 5학년 담임교사 및 과학 교과전담교사, 5학년 학생 46명이며, 한 학급을 실험군, 다른 한 학급을 대조군으로 한다. 외적 타당화 연구 설계는 <표 III-10>과 같다.

<표 III-10> 외적 타당화 연구 설계

실험군	O <sub>1</sub>	X <sub>1</sub>	O <sub>2</sub>
대조군	O <sub>3</sub>	X <sub>2</sub>	O <sub>4</sub>

O<sub>1</sub>, O<sub>3</sub> : 사전검사

X<sub>1</sub> : 수업 관련 데이터 기초교육, AI 융합 과학 탐구 수업

X<sub>2</sub> : 데이터 기초교육, 교과서 가이드라인 기반 과학 탐구 수업

O<sub>2</sub>, O<sub>4</sub> : 사후검사

먼저 실험군, 대조군 모두를 대상으로 데이터 리터러시 5점 척도 검사지로 사전검사를 실시한다. 이때 사전검사 결과를 바탕으로 실험군 학급과 대조군 학급 간에 사전 동질성 검증을 한다. 동질하다고 판단되면 그대로 연구수업을 진행한다.

실험군과 대조군 학급 학생들은 동일한 차시로 데이터 기반 과학 탐구수업에 참여한다. 이 두 집단 모두 공통적으로 데이터 기초교육을 하자 실험군은 데이터를 생성하고 수집하며, AI도구를 활용한 과학 탐구수업을 기초에서 시작하여 점차 심화하여 운영하고, 대조군 학생들은 교과서 설계대로 수업을 운영하되 실험군과 마찬가지로 기초에서 심화로 수준을 점차 높인다.

<표 III-11> 외적타당화 분석 방법

사전검사 분석	8차시 수업 운영 관찰	사후검사 및 면담
실험군-대조군 사전동일성 검사 (Levene's test 및 평균 등식에 관한 t검정)	1. 수업관찰기록 분석 2. 학생 학습산출물 분석	1. 실험군-대조군 간 독립 표본 t검정 2. 실험군 수업 사전-사후 대응표본 t검정 3. 학생 소감 내용 분석

외적타당화 분석과정은 <표 III-11>에 제시하였다. 정해진 분량의 수업을 모두 진행한 후에는 동일한 내용의 데이터 리터러시 검사지로 사후검사를 실시한다. 사전·사후 검사 데이터는 SPSS 22.0 통계 패키지를 활용하여 실험군과 대조군 간 사후검사 독립표본 t검증, 실험군 사전-사후검사 대응표본t검증을 통해 수업 효과성에 유의미한 차이가 있는지 확인한다.

본 연구자는 두 개의 학급에 들어가 수업을 운영하면서, 수업 안에서 학습자 관찰을 하였다. 수업 과정에서 교사와 학습자들의 반응을 관찰한 결과를 바탕으로 교사 및 학생 대상 심층 면담을 실시하고, 수업만족도 조사, 소감문 작성을 요청하여 질적 분석 절차에 따라 개발된 수업모형과 교수전략의 외적 타당성을 검토한다. 여기서 얻은 시사점을 바탕으로 다시 한번 수업모형을 수정·보완하여 최종 교수전략 및 수업모형을 도출한다.

## IV. 연구 결과

### 1. 최종 수업모형 및 교수전략

최종 도출된 AI 융합 초등 과학 탐구 수업모형의 절차는 수업 준비, 수업 안내 및 데이터 기초 학습, 데이터 탐색 및 탐구 문제 발견, 가설 설정, 데이터 기반 탐구 설계, 데이터 기반 탐구, 가설 검증, 적용 및 새로운 문제 탐색, 평가 및 성찰로 도출되었다. 수업모형 도식은 [그림 IV-1]에 나타내었으며, 수업의 절차 및 주요 과정은 <표 IV-1>에 나타내었다.

수업 준비는 교수자의 영역으로 교육과정, 학습자, 학습 환경을 분석하는 것으로 시작된다. 이를 통해 학습자의 탐구 수준과 학습 목표를 설정하며, 학습자의 수행 과제 및 평가 기준을 도출한다. 교수자는 학습 경험을 계획하고 이질적 팀을 구성하며, 탐구와 관련된 기본 데이터와 탐구 수업 도구를 준비한다.

수업 안내 단계에서는 학습 목표 안내와 탐구 학습 절차 안내, 그리고 탐구 수행 과제 및 평가 기준 안내로 시작된다. 이후 데이터를 활용한 예시 프로젝트 수행을 통해 학습자들은 탐구를 수행할 수 있는 절차를 익히고, 기초적인 데이터 활용 방법을 연습할 수 있다.

본격적인 탐구를 위해 먼저 학습자들은 탐구 문제 상황을 발견하기 위한 데이터 탐색을 진행한다. 이 과정에서 학습자는 질문제기를 통해 문제상황을 자신의 삶과 연결시키고, 탐색한 내용을 팀과 공유하게 된다. 이 단계에서 학습자들은 문제상황을 이해하게 되고 잠정적인 답을 암묵적으로 구상하고 표상하기 시작한다.

유의할 점은 탐구 문제 파악은 학습자의 수준에 따라 교수자 주도로 제시될 수 있으며, 학습자들이 주도적으로 문제상황을 떠올리며 발견될 수도 있다는 점이다. 초등학교 상황에서는 교수자 주도 탐구 문제 제시



로 시작하여 점진적으로 교수자-학습자 협력 탐구 문제상황 파악, 최종적으로는 학습자 주도 탐구 문제상황 발견으로 나아가는 것이 좋겠다.

가설 설정 단계에서 토론 형식으로 학습자들은 문제 상황에 대한 잠정적인 답을 설명하며, 가설 설정의 기준에 따라 검토하여 정교화한 후에 이를 팀원들과 공유하고 팀 가설을 도출하기 위해 의견을 수렴한다. 이렇게 도출된 팀 가설은 팀 안에서, 그리고 다른 팀, 교수자가 참여하여 다시 한번 정교하게 수정하는 절차를 거친다. 이렇게 정교화된 팀 가설은 탐구를 설계하는 기반이 된다.

다음으로 학습자들은 데이터 기반 탐구를 설계한다. 데이터를 만드는 방법은 조사, 실험, AI생성 등을 통해 데이터를 생성하는 방안과 외부의 데이터셋을 조사하여 수집하는 방안이 있다. 데이터 생성 방안은 설정된 가설에 따라 조작변인 데이터, 종속변인 데이터를 무엇으로 할지 먼저 정하고, 이때 통제할 변인들에는 무엇이 있는지 생각해 보고, 이러한 변인들을 통제할 방안을 마련한다.

데이터 수집은 먼저 교사가 제공한 수업 탐구 관련 데이터를 1차로 살펴보고, 거기에 필요한 데이터가 없는 경우 공공 데이터 포털, 사이언스 올 포털 등을 검색하여 외부 데이터를 검색할 수 있다. 데이터 수집도 무엇을 목적으로 하는지 구체적인 범위를 정하는 계획 세우기가 필요하다. 각 팀마다 데이터 기반 탐구 설계안이 세워지면, 온라인 플랫폼 게시판에 탐구 설계안을 공유하고 다른 팀이나 교수자의 피드백을 받아 수정한다.

데이터 기반 탐구 단계에서는 잎맥의 형태, 잎의 길이, 화분의 부피 등을 직접 관찰하고 길이나 넓이, 부피 등을 눈금자, 눈금 비커 등으로 직접 측정하여 데이터를 시트에 입력하는 식으로 데이터를 생성한다. 이외에도 사이언스큐브 디지털실험도구, 공기질측정기, 아두이노로 제작한 실험도구 등 각종 마이크로컴퓨팅 기반 디지털센서실험도구를 활용한 데이터 생성이 가능하다. 필요한 경우, AI 이미지와 AI 텍스트 생성을 통한 탐구 데이터 증강 등의 방법으로 데이터를 생성할 수 있다. 외부 데이터 수집은 교수자가 제공하는 데이터를 활용하거나 데이터 포털에서

검색으로 통해 이루어진다. 이 때 데이터의 종류는 수치, 문자, 이미지 등이 있을 수 있다. 이 때, 데이터 생성, 수집 전후에 데이터의 윤리성과 적절성 검토가 필요하다.

가설 검증 단계에서는 일차적으로 탐구 데이터 처리와 분석이 이루어진다. 데이터는 조작변인과 종속변인 중심으로 정리하고 나서 표로 나타낸다. 그리고 팀원들과 협의하여 막대 그래프, 꺾은 선 그래프, 원 그래프, 점 그래프 등 데이터 특성에 맞는 시각화 종류를 정하고, 시각화할 방안을 정한다. 또한 AI모델학습을 통한 분류, 군집, 예측 결과가 필요한 경우 그것이 왜 필요한지, 어떤 방안으로 구현할지, 예상되는 결과가 어떤 것인지 협의해 정한다.

데이터 시각화는 데이터를 정리한 엑셀, 구글 시트에서 지원하는 분석 기능 중에 차트 변환 기능을 활용할 수 있다. AI모델학습은 엔트리에서 제공하는 인공지능 블록 중에 AI 모델 학습 블록을 활용해 분석할 수 있다. 초등학교 고학년 수준인 만큼, 예측모델보다는 분류(지도학습), 군집(지도학습, 비지도학습 포함) 등의 모델을 활용을 권장하는 것이 좋다.

이렇게 도출된 표, 시각화 자료, AI모델 등을 활용하여 학습자들은 조작변인과 종속변인 사이의 경향성을 탐색하고, 경향성에서 문제상황과 관련된 의미를 찾고, 탐구의 증거를 들어 자신들의 가설이 설명력이 있는지 타당성과 일관성 측면에서 검토하게 된다. 가설에 대한 자기검토 결과를 토론 형식으로 다른 팀 구성원들과 공유하고 의견 교환을 하면서 가설은 정당화되거나 폐기될 수 있다. 만약 가설이 수용 가능하지 않다는 결론이 나오게 된다면, 학습자들은 새로운 가설을 세워 이를 바탕으로 새로운 탐구를 계획하고 수행할 수 있다.

가설 검증 이후에는 적용 및 새로운 문제 발견을 하게 된다. 이 단계에서는 탐구 과정에서 얻은 결과를 탐구 상황을 넘어서는 범위로 확장하게 된다. 곧 학습자들은 탐구결과를 실제 상황에 적용하거나 새로운 상황을 예상하여 봄으로써 호기심과 궁금증을 갖게 되며, 이를 기반으로 새로운 문제를 떠올리고 구체적으로 표상하게 된다. 문제를 발견한 학습자들에게는 그것을 놓치지 않도록 기록하도록 안내하고, 동료 학습자들

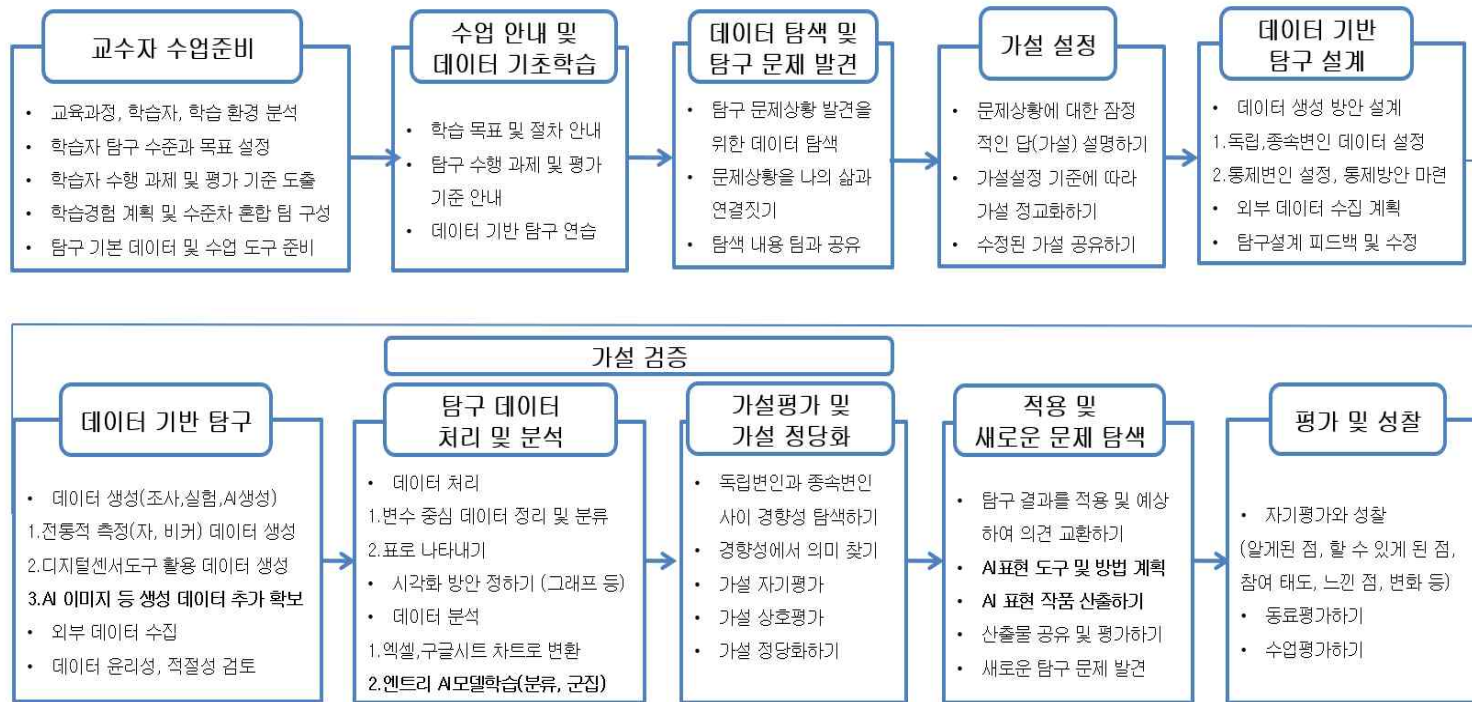
과 의견을 교환하면서 학습자들의 생각의 지평을 확장하도록 유도한다.

이와 함께 교수자는 탐구 결과를 기반으로 적용하고 예상한 것들과 거기서 파생된 새로운 탐구 문제의식을 표현할 기회를 제공한다. 표현을 위한 도구로는 DALL.E2, 패들렛 AI이미지생성, 오토드로우 등 AI이미지 생성 도구, 구글 바흐, 송메이커와 같은 AI음악 생성 도구, 노션 AI, 워튼 AI 등의 AI 텍스트 생성 도구, 엔트리 작품 만들기 등이 활용될 수 있다. 학습자들은 자신의 표현 의도를 구현하기 위한 도구 및 방법을 계획하여, 개별 또는 협력적으로 AI 표현 작품을 산출한다. 학습자들은 온라인 플랫폼 게시판에 산출물이나 접속 링크를 공유하고, 다른 학습자들의 산출물들을 살펴보며 과학적 탐구력을 확장한다.

학습자들은 질문과 토론으로 수업 전반을 평가하고 성찰하며 수업을 마무리한다. 학습자 스스로 탐구과정에서 알게 된 점, 할 수 있게 된 점, 탐구활동 참여 태도, 탐구활동에서 느낀 점, 탐구활동으로 인한 변화 등 구체적인 생각할 거리를 중심으로 자기평가와 성찰을 하며 과학 탐구 학습에 관한 메타인지를 활성화한다. 그리고 나서 동료평가를 통해 팀 학습을 돌아보고 개선할 점을 찾을 수 있다. 또한, 적극적으로 참여해준 동료 학습자에게 고마움을 표현할 수도 있을 것이다. 마지막으로, 학습자들은 수업 전반의 구성 및 운영을 평가하고 교수자의 교수활동에 대한 의견 제시 및 평가의 과정을 통해 수업 개선에 도움을 줄 수 있다.

<표 IV-2>에는 AI 융합 초등 과학 탐구 수업의 단계별 교수전략을 나타내었고 각 전략의 언제 적용되는지, 수업 전, 중, 후로 구분하고, 각 전략마다 예시 및 해설을 제시하여 독자의 이해를 돕고자 하였다. 보라색으로 표시한 부분은 AI 융합 교수전략 및 AI 융합 학습 요소가 포함되어 있음을 의미한다.

## 데이터 기반 AI 융합 초등 과학 탐구 수업모형



[그림 IV-1] AI 융합 초등 과학 탐구 수업모형(최종안)

<표 IV-1> AI 융합 초등 과학 탐구 수업 단계 및 주요과정(최종안)

수업 단계	주요 과정	
0. 교수자 수업 준비	0.1. 교육과정, 학습자, 학습 환경 분석(AI 진단평가 포함)	
	0.2. 학습자 탐구 수준과 목표 설정	
	0.3. 학습자 수행 과제 및 평가 기준 도출	
	0.4. 학습경험 계획 및 수준차를 고려한 혼합적 팀 구성	
	0.5. 탐구와 관련된 기본 데이터 준비	
	0.6. 탐구 수업 도구 준비	
1. 수업 안내 및 데이터 기초 학습	1.1. 탐구 학습 목표 및 절차 안내	
	1.2. 탐구 수행 과제 및 평가기준 안내	
	1.3. 데이터 기반 탐구 연습	
2. 데이터 탐색 및 탐구 문제 발견 (질문제기)	2.1. 탐구 문제상황 발견을 위한 데이터 탐색	
	2.2. 문제상황을 기존 지식, 경험 등 나의 삶과 연결 짓기	
	2.3. 탐색한 내용을 팀과 공유하기	
3. 가설설정 (토론)	3.1. 문제상황에 대한 잠정적인 답(가설)을 설명하기	
	3.2. 가설설정의 기준에 따라 가설 정교화하기(토론)	
	3.3. 수정된 가설 공유하기	
4. 데이터 기반 탐구 설계	4.1. 조사, 실험 데이터 생성 설계	4.1.1. 가설에서 설정된 조작변인, 종속변인에 따라 변인 데이터 정하기
		4.1.2. 통제변인 설정 및 변인통제 방안 마련
	4.2. 외부 데이터 수집 계획	
	4.3. 탐구설계 공유 및 수정	
5. 데이터 기반 탐구	5.1. 데이터 생성 (조사, 실험, AI생성)	5.1.1. 전통적 방식의 측정을 통한 데이터 생성(눈금자, 눈금비커 측정 기록)
		5.1.2. 센서도구 활용 데이터 생성
		5.1.3. AI이미지, AI텍스트 생성 등을 통한 탐구 데이터 추가 확보

		5.2. 외부 데이터 수집	5.2.1. 교수자 제공 데이터 활용
			5.2.2. 공공 데이터 포털 검색 및 다운로드, 웹 이미지 크롤링 등으로 수집
		5.3. 데이터 윤리성, 적절성 검토	
6. 가설 검증	6.1. 탐구 데이터 처리 및 분석	6.1.1. 데이터 처리	6.1.1.1. 조작변인, 종속변인 중심으로 데이터 분류 및 정리하기
			6.1.1.2. 표로 나타내기
		6.1.2. 데이터 특성에 맞는 시각화 방안 정하기	
		6.1.3. 데이터 분석	6.1.3.1. 엑셀, 구글시트 차트로 변환
	<b>6.1.3.2. 엔트리 AI모델학습(분류, 군집, 예측)</b>		
	6.2. 가설 평가 및 가설 정당화 (토론)	6.2.1. 조작변인과 종속변인사이의 경향성 탐색하기	
		6.2.2. 경향성에서 의미 찾고, 문제 상황 관련하여 설명력이 있는지 가설 검증하기	
		6.2.3. 가설의 타당성, 일관성 스스로 평가하기	
		6.2.4. 가설평가에 관한 의견교환하며 상호평가하기	
		6.2.5. 가설 정당화하기	
7. 적용 및 새로운 문제 탐색 (질문 만들기)	7.1. 탐구 결과를 실제 상황에 적용하거나 새로운 상황을 예상하고, 서로의 생각이나 의견 교환하기(토론)		
	7.2. 적용 및 예상에 대한 AI표현 도구 및 방법 계획하기		
	7.3. AI 표현 작품 산출하기(글, 그림, 복합적 산출물)		
	7.4. 산출물 공유 및 평가하기(토론)		
	7.5. 탐구과정에서 생긴 새로운 탐구 문제 발견 및 공유 (질문제기 및 토론)		
8. 평가 및 성찰 (질문과 토론)	8.1. 자기평가와 성찰(AI 성취도평가 포함)		
	8.2. 동료평가하기		
	8.3. 수업평가하기		

<표 IV-2> AI 융합 초등 과학 탐구 수업 교수전략(최종안)

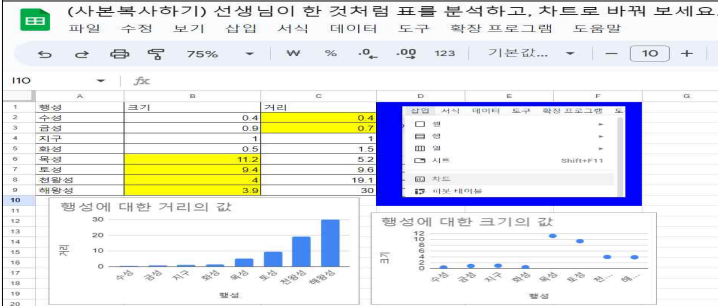
수업 단계	교수전략	
0. 수업 준비	<b>0.1. 교육과정, 학습자, 학습환경을 분석하라.</b>	
	수업 전	0.1.1. 교실의 네트워크 환경, 학습자용 스마트기기 등 교실의 스마트 학습환경을 확인한다.
	예시 및 해설	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 교실 내 무선 네트워크가 안정적으로 작동하는지 확인</li> <li>- 학습자 스마트기기의 충전이 충분히 되어 있는지 확인</li> <li>- 기기 작동은 안정적으로 이루어지는지 확인</li> <li>- 스마트기기의 인터넷 연결이 되어 있는지 확인</li> </ul>
	수업 전	0.1.2. 과학과 교육과정 성취기준, 핵심지식, 기능을 확인한다.
	예시 및 해설	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 수업 관련 교육과정의 성취기준을 검토하고 핵심역량 및 개념을 확인</li> <li>- 학습자들이 필요로 하는 기초/통합 과학 탐구 능력과 지식을 확인</li> </ul>
	수업 전	0.1.3. 학급 특성, 개별 학습자의 학습경험 및 수준을 확인한다.(AI 코스웨어 활용 진단평가 포함)
	예시 및 해설	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 학급특성, 학습자들의 과학과 관련 선수학습 수준, 과학 탐구 학습 경험 및 수준, 스마트기기 활용학습 경험 및 수준, 데이터 활용 학습경험 및 수준을 사전 조사함</li> <li>- 이를 통해 교수자는 과학 탐구를 학습자 중심으로 운영할 것인지, 교수자 중심으로 운영할 것인지 결정하여 교수전략을 설계할 수 있음</li> </ul>
	<b>0.2. 탐구 범위와 수준, 탐구 목표를 설정하라.</b>	
	수업 전	0.2.1. 탐구 범위는 초등학교 수준에서 적절한 문제로 하며, 구할 수 있고, 다룰 수 있는 데이터 관련으로 한다.
	예시 및 해설	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 탐구 범위: 초등학교 학습자 수준에서 실제 삶과 연결된 탐구 범위 및 문제 상황 설정</li> <li>- 실생활 데이터를 통해 실질적인 학습 경험을 얻을 수 있으며, 데이터에 대한 이해도와 자신감을 높일 수 있음</li> <li>- 데이터 범위: 학습자들이 직접 수집하고 이해할 수 있고, 직관적으로 분류할 수 있는 데이터로 탐구범위 설정</li> <li>- 탐구수준: 교수자 중심---협력적 탐구---학습자 중심</li> </ul>

수업 전	0.2.2. 학습자들이 과학 탐구 과정에서 단계별로 어떠한 과학 탐구 기능을 익히고 새로운 지식을 구성할 것인지 구체적인 목표를 설정한다.	
예시 및 해설	<ul style="list-style-type: none"> <li>* 기초 과학 탐구 기능: 관찰, 측정, 분류, 추리, 예상, 의사소통</li> <li>* 통합 과학 탐구 기능: 문제 인식, 가설 설정, 변인 통제, 자료 해석, 결론 도출, 일반화</li> <li>* 탐구 학습을 통해 얻을 수 있는 과학적 지식</li> </ul>	
수업 전	0.2.3. 학습자들이 데이터 기반 활동을 통해 단계별 데이터 리터러시를 획득과 관련된 구체적 목표를 설정한다.	
예시 및 해설	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 과학 탐구학습 과정에 데이터 이해 및 활용을 융합하면 데이터 리터러시의 제 측면을 학습할 수 있게 됨</li> <li>* 데이터 리터러시: 데이터 이해, 데이터 수집 및 준비, 데이터 분석, 데이터 평가, 데이터 표현, 데이터 기반 의사소통</li> </ul>	
<b>0.3. 학습자의 수행 과제 및 평가 기준을 설정하라.</b>		
수업 전	0.3.1. 학습 목표 도달을 위해 학습자들이 수행할 과제 및 평가 기준을 작성하라.	
예시 및 해설	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 목표(G), 역할(R), 대상(A), 상황(S), 수행(P), 기준(S)</li> <li>- 평가관점, 평가방법, 평가내용, 예상되는 수행과정 피드백</li> <li>- 예상되는 수행 결과(상 수준, 중 수준, 하 수준에 대한 예시 포함)에 대한 피드백 내용 및 방법</li> </ul>	
	평가 관점	* 다양한 생물을 특정한 기준을 세워 분류해 보고, 그 결과가 적절한지 판단할 수 있는가?
	평가 방법	실험관찰(44~45쪽) 작성 결과, 다양한 생물 및 세균 생김새로 분류한 결과물
평가 내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>-과학: 내용기준(과학적 지식) /수행기준(탐구기능)</li> <li>-데이터리터러시: 데이터이해/데이터활용</li> <li>-태도:</li> </ul>	
수업 전	0.3.2. 학습 목표에 비추어 학습자의 수행을 평가하는 평가 준거를 단계별로 구체적으로 제시한다.	
예시 및 해설	과정 피드백	기준을 명시적으로 표현하면서 다양한 생물을 동물, 식물, 그 외의 생물로 구분지어 보도록 안내한다.



		평가 환류 계획	결과 피드백	<p>잘함</p> <p>세균의 생김새가 다양함을 알고, 그 특징을 여러 가지 말할 수 있다. → 인터넷에서 다양한 생물 이미지 데이터를 추가 수집하여 보다 다양한 기준으로 분류해 보도록 안내한다.</p> <p>보통</p> <p>다양한 생물을 동물, 식물, 그 외 생물로 분류할 수 있으며, 세균의 생김새가 다양함을 알고, 그 특징을 말할 수 있다. → 다양한 생물을 분류한 판단기준이 무엇인지 명시적으로 표현해 보도록 안내한다.</p> <p>노력 요함</p> <p>다양한 생물을 구분하는 것과 세균을 생김새 기준으로 분류하고 특징을 파악하는 데 어려움이 있다. → 다양한 생물의 분류 기준과 세균의 생김새의 세 가지 기준을 알려주고, 분류 과정을 지원한다.</p>
수업 전	0.3.3. 과정 중심 평가를 위해 수행평가 이외에 어떠한 추가적인 증거를 수집할지 계획한다.			
예시 및 해설	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 팀 산출물: 팀의 탐구 과정 기록 및 결과 산출물</li> <li>- 개인 산출물: 온라인 플랫폼에 작성한 탐구 단계별 게시글의 수준, 댓글수와 내용, 좋아요 표시 등 피드백 개수, 동료평가 결과 등을 추가적인 증거로 활용할 수 있음</li> </ul>			
수업 전	0.3.5. 자기평가 및 동료평가 평가기준을 세우고, 평가 활동지를 제작한다.			
예시 및 해설	<ul style="list-style-type: none"> <li>* 자기평가: 탐구과정에서 알게된 점, 탐구과정을 통해 할 수 있게 된 점, 탐구활동 참여 태도, 탐구활동에서 느낀 점, 탐구활동으로 인한 나의 변화</li> <li>* 동료평가: 개별 학습자의 팀 내 역할과 참여도, 기여도</li> <li>* 수업평가: 수업 전반의 구성 및 운영을 평가하고 교수자의 교수활동에 대한 의견 제시 및 평가</li> </ul>			
수업 전	0.3.4. 수행과제 및 평가 기준이 성취기준 분석의 모든 요소와 일치하는지 확인한다.			

예시 및 해설	탐구 과정에서 이루어지는 수행과제 및 그 평가기준이 성취기준 안에서 이루어지는지 확인하고 필요 시 조정
<b>0.4. 학습경험을 계획하고 팀을 구성하라.</b>	
수업 전	0.4.1. 탐구학습의 단계별 학습경험을 충분한 시간 단위로 구성한다.
예시 및 해설	학습자 수준을 고려하여 하나의 탐구 프로젝트 수업을 2~4차시로 구성함.
수업 전	0.4.2. 각 과정에 학습자들이 쉽게 접근할 수 있도록 지원 방안을 계획한다.
예시 및 해설	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 과학 탐구 활동 단계별 사전 안내 및 시연 제공</li> <li>- 데이터 수집이 가능한 공공 데이터 포털 검색창으로 바로가기 링크 제공</li> <li>- 디지털 센서 실험 데이터 수집·분석 자동화 도구 제공, 실험도구 사용 설명 동영상 제공</li> <li>- 데이터 표현을 위한 투닝, 노선 AI, 패들렛 AI텍스트 기반 이미지 생성 기능 등 AI 표현도구 접속 링크 제공</li> </ul>
수업 전	0.4.3. 학습자의 수준차를 고려하여 3~4명 단위로 수준 이 이질적인 팀을 구성한다.
예시 및 해설	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 학습자 분석 결과를 참고하여 과학 탐구 능력, 데이터 리터러시 수준이 이질적인 학생들로 구성</li> <li>- 이는 학생들 사이에 데이터 리터러시 및 과학 탐구역 량 편차가 커서 또래학습지원을 유도하기 위해 서로 역량차가 있는 학생들을 묶어 팀 구성을 한 것임</li> <li>- 팀으로 공동 탐구활동을 시작하여 짝으로 나아가고, 그 다음 개별 탐구로 하는 방식을 지향</li> <li>- 학생들 간 팀내 토론을 중심으로 서로 질문하고, 토론 하며, 협력하고, 소통하는 구성을 중심으로 함</li> <li>- 무임승차자를 방지하기 위한 전략: 개별 수행 과제 제 출, 자기평가, 상호평가 실시, 평가결과 누적하여 다음 팀 구성에 반영</li> <li>- 팀 리더 학습자, 또래교수자 학습자 등을 고려하여 팀 구성하여 팀 내에서 스캐폴딩 제공하도록 함</li> </ul>

수업 전	0.4.4. 학습 경험 계획 및 팀 구성이 학습 목표, 수행 과제의 내용과 추구하는 목적과 부합하는지 확인한다.																																																																																
예시 및 해설	학습 목표, 수행과제 평가기준이 학습경험의 판단기준이 됨																																																																																
<b>0.5. (데이터 스캐폴딩) 탐구와 관련된 기본 데이터를 준비하라.</b>																																																																																	
수업 전	0.5.1. 수업과 직접적으로 관련된 데이터셋 제공으로 데이터 수집 단순화하라.																																																																																
예시 및 해설	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 학습자 분석 결과 본 탐구활동이 교수자 주도, 교수자 학습자 협력 탐구로 이루어질 경우에는 탐구 문제 탐색 데이터와 탐구 활동 데이터들도 준비</li> <li>- 이 때, 수업에서 활용할 데이터들을 초등학교 학습자 수준을 고려하여 제공 범위, 전처리 정도, 활용 수준을 고려해 처리</li> <li>- 학습자들이 쉽게 다운로드 할 수 있도록 온라인 플랫폼 게시판에 데이터 파일(csv, xlsx 형식) 탑재</li> </ul>																																																																																
<b>0.6. (절차적 스캐폴딩) 학습자들이 탐구 단계별 활동을 쉽게 할 수 있도록 지원하라.</b>																																																																																	
수업 전	0.6.1. 데이터 처리, 분석, 표현 관련 기본 활동 양식 및 활동 예시자료를 온라인 플랫폼 게시판에 탑재한다.																																																																																
예시 및 해설	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 수업 안내를 위한 예시 탐구용 데이터 준비</li> <li>- 학습자들이 공유문서 사본을 만들어 따라하거나 응용할 수 있도록 준비</li> </ul>  <p>(사본복사하기) 선생님이 한 것처럼 표를 분석하고, 차트로 바꿔 보세요. 파일 수정 보기 삽입 서식 데이터 도구 확장 프로그램 도움말</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> <th>D</th> <th>E</th> <th>F</th> <th>G</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>행성</td> <td>크기</td> <td>거리</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>수성</td> <td>0.4</td> <td>0.4</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>금성</td> <td>0.9</td> <td>0.7</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>지구</td> <td>1</td> <td>1</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>화성</td> <td>0.5</td> <td>1.5</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>목성</td> <td>11.2</td> <td>5.2</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>토성</td> <td>19.4</td> <td>9.5</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>천왕성</td> <td>4</td> <td>19.1</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>해왕성</td> <td>3.9</td> <td>30</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		A	B	C	D	E	F	G	1	행성	크기	거리					2	수성	0.4	0.4					3	금성	0.9	0.7					4	지구	1	1					5	화성	0.5	1.5					6	목성	11.2	5.2					7	토성	19.4	9.5					8	천왕성	4	19.1					9	해왕성	3.9	30				
	A	B	C	D	E	F	G																																																																										
1	행성	크기	거리																																																																														
2	수성	0.4	0.4																																																																														
3	금성	0.9	0.7																																																																														
4	지구	1	1																																																																														
5	화성	0.5	1.5																																																																														
6	목성	11.2	5.2																																																																														
7	토성	19.4	9.5																																																																														
8	천왕성	4	19.1																																																																														
9	해왕성	3.9	30																																																																														
<b>0.7. (도구적 스캐폴딩) AI 융합 과학 탐구 수업 도구를 결정하고 쉽게 활용할 수 있도록 준비하라.</b>																																																																																	

수업 전	0.7.1. 실시간 공유와 소통이 가능한 플랫폼이나 클라우드 환경을 조성한다.
예시 및 해설	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 클라우드 환경은 데이터와 처리도구에 쉽게 접근하고, 탐구 과정과 산출물을 공유할 수 있도록 함</li> <li>- 수업 플랫폼 활용: 패들렛과 같은 클라우드 게시판, e학습터, 클래스팅, 하이클래스 등 온라인 플랫폼 활용</li> </ul>
수업 전	0.7.2. 데이터를 수집 및 생성할 수 있는 도구를 준비한다.
예시 및 해설	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 눈금자, 눈금비커 등 측정 가능한 실험도구</li> <li>- 디지털센서실험도구(MBL): 아두이노 기반 센서측정기, 완제품 센서실험기구(사이언스큐브), 공기질측정기</li> <li>- 생성형 AI 제작 사이트: 노션AI, 패들렛, DALL.E2</li> <li>- 웹 이미지 크롤링: Fatkun 크롬 확장 프로그램</li> <li>- 데이터 수집 사이트: 사이언스올, 공공데이터포털, 서울 열린데이터광장, 기상자료개방포털 등</li> </ul>
수업 전	0.7.3. 수업에 활용할 데이터 처리, 분석, 표현도구를 정하고, 학습자들이 쉽게 도구를 활용할 수 있도록 한다.
예시 및 해설	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 핵심 기능만 단순하게 세팅하고, 직관적으로 이해하고 조작할 수 있도록 구성하기</li> <li>- 데이터 처리 및 분석 예시 구글시트 사본 만들기를 링크 연결로 단순화 하기</li> <li>- bitly.com를 활용한 웹주소 단축</li> <li>- 데이터 처리 및 분석: 엑셀, 구글 시트, 엔트리(데이터 블록, 인공지능 블록)</li> <li>- 데이터 표현: DALL.E2, 패들렛 AI이미지생성, 오토드로우 등 AI이미지 생성 도구, 구글 바흐, 송메이커와 같은 AI음악 생성 도구, 노션 AI, 뤼튼 AI 등의 AI 텍스트 생성 도구, 엔트리 작품 만들기</li> </ul>
수업 전	0.7.4. 과학 탐구 활동을 위한 일련의 양식을 준비하여 게시판에 탑재한다.
예시 및 해설	공유문서로 수행과제 및 평가 기준표, 실험계획서, 활동일지, 성찰일지 등을 작성 예시와 함께 준비하여 탑재

1. 수업 안내 및 데이터 기초 학습	<b>1.1. AI 융합 탐구 수업의 학습목표를 안내하라.</b>					
	수업 중	1.1.1. 학습자들이 과학 탐구 과정 경험을 통해 어떠한 과학적 탐구 기능과 지식을 획득할 수 있는지 안내한다.				
	예시 및 해설	- 기존 지식을 바탕으로 자신의 삶과 과학 탐구를 연결 지어 적극적으로 탐구학습에 참여하도록 독려하기 * 기초 과학 탐구 기능: 관찰, 측정, 분류, 추리, 예상, 의사소통 * 통합 과학 탐구 기능: 문제 인식, 가설 설정, 변인 통제, 자료 해석, 결론 도출, 일반화				
	수업 중	1.1.2. 학습자들이 데이터를 활용한 탐구를 통해 단계별로 어떤 데이터 리터러시를 획득할 수 있는지 안내한다.				
	예시 및 해설	- 미래 사회를 살아가는 데 기초적으로 필요한 소양인 데이터 리터러시를 기를 수 있는 학습 과정임을 안내하기 * 데이터 리터러시-데이터 이해, 데이터 수집 및 준비, 데이터 분석, 데이터 평가, 데이터 표현, 데이터 기반 의사소통				
	<b>1.2. 탐구 학습 절차를 안내하라.</b>					
	수업 중	1.2.1. 과학 탐구 과정별로 어떠한 활동을 수행하게 하는지 예시자료와 함께 안내하라.				
	예시 및 해설	주요 활동을 중심으로 간략하면서도 시각자료를 활용하여 효과적으로 설명하기				
	<b>1.3. 탐구 수행 과제 및 평가 기준을 안내하라.</b>					
	수업 중	1.3.1. 학습자들이 이해할 수 있도록 평가루브릭을 제공하고, 평가 기준에 부합하는 학습 결과를 얻을 전략을 동료들과 함께 생각해 보도록 한다.				
	예시 및 해설	아래와 같은 평가 루브릭을 제시한다. <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%; text-align: center;">평가 관점</td> <td>* 다양한 생물을 특정한 기준을 세워 분류해 보고, 그 결과가 적절한지 판단할 수 있는가?</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">평가 방법</td> <td>다양한 생물 분류한 기준 및 결과, 체크리스트 평가</td> </tr> </table>	평가 관점	* 다양한 생물을 특정한 기준을 세워 분류해 보고, 그 결과가 적절한지 판단할 수 있는가?	평가 방법	다양한 생물 분류한 기준 및 결과, 체크리스트 평가
	평가 관점	* 다양한 생물을 특정한 기준을 세워 분류해 보고, 그 결과가 적절한지 판단할 수 있는가?				
	평가 방법	다양한 생물 분류한 기준 및 결과, 체크리스트 평가				

	<table border="1"> <tr> <td>평가 내용</td> <td>-과학: 내용기준(과학적 지식) /수행기준(탐구기능) -데이터리터러시: 데이터이해/데이터활용 -태도:</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">평가 기준</td> <td>과학적 지식, 기능에 해당하는 기준 제시</td> <td>☆☆☆☆☆</td> </tr> <tr> <td>데이터 이해/활용에 해당하는 기준 제시</td> <td>☆☆☆☆☆</td> </tr> <tr> <td>태도에 해당하는 기준 제시</td> <td>☆☆☆☆☆</td> </tr> </table>	평가 내용	-과학: 내용기준(과학적 지식) /수행기준(탐구기능) -데이터리터러시: 데이터이해/데이터활용 -태도:	평가 기준	과학적 지식, 기능에 해당하는 기준 제시	☆☆☆☆☆	데이터 이해/활용에 해당하는 기준 제시	☆☆☆☆☆	태도에 해당하는 기준 제시	☆☆☆☆☆
평가 내용	-과학: 내용기준(과학적 지식) /수행기준(탐구기능) -데이터리터러시: 데이터이해/데이터활용 -태도:									
평가 기준	과학적 지식, 기능에 해당하는 기준 제시	☆☆☆☆☆								
	데이터 이해/활용에 해당하는 기준 제시	☆☆☆☆☆								
	태도에 해당하는 기준 제시	☆☆☆☆☆								
수업 중	1.3.2. 수행과제 및 평가 기준표, 실험계획서, 활동일지, 성찰일지 등의 작성을 안내한다.									
예시 및 해설	- 클라우드 게시판에 탑재하여 다운로드와 업로드가 용이하도록 함 - 해당 양식들은 공유문서로 만들어 사본 복사하기로 활용하도록 함									
<b>1.4. AI 융합 과학 탐구를 연습할 기회를 제공하라.</b>										
수업 중	1.4.1. 사용되는 기기 및 도구 사용법을 시연하고 팀 리더를 중심으로 조작법을 함께 익히도록 안내한다.									
예시 및 해설	- 간단한 문제나 미션을 제공하여 연습을 지원한다. - 스마트기기 작동법, 데이터 생성도구(MBL) 연결, 데이터 파일 다운로드와 업로드, 엔트리 조작법 등									
수업 중	1.4.2. 데이터 및 AI도구를 활용한 과학 탐구 과정을 시연하고 학습자들에게 연습 기회를 제공한다.									
예시 및 해설	- 연습용 탐구활동 자료를 단계별 시연자료로 제공함									
수업 중	1.4.3. 탐구 활동을 기록하여 게시판에 공유하는 방법, 댓글, 좋아요 표시 등 상호작용 하는 방법을 안내하고 연습 기회를 제공한다.									
예시 및 해설	- 탐구단계별 예시 자료를 활용해 캡처, 파일 업로드 등 게시판에 업로드하는 방법을 시연함 - 학습자들에게 댓글, 좋아요 표시를 해보도록 함									
<b>2.1. 탐구 문제상황 발견을 위해 데이터를 탐색하도록 지원하라.</b>										
수업 중	2.1.1. 탐구 문제 상황을 간단히 설명하고, 그 상황과 관련된 데이터를 제공한다.									

2. 데이터 탐색 및 탐구 문제 발견  (질문 제기)	예시 및 해설	- 문제 상황의 시간 흐름에 따른 경향은 학생들이 파악할 수 있도록 남겨놓도록 함 - 데이터를 살펴보고 문제 상황 파악하기 질문 구조화하여 제공(예: 시간 흐름 순으로 과거 경향 살펴보기→미래 예측)
	수업 중	2.1.2. 팀 동료 학습자들과 함께 데이터 탐색을 하도록 안내한다.
	예시 및 해설	- 문제상황 파악용 학습지를 각 팀에 하나씩 제공 - 공동으로 데이터 탐색하고, 자신의 의견을 설명하고, 데이터에 기반해 증거를 제시하고, 의견을 교환하면서 정당화하는 연습기회를 제공함
	<b>2.2. 문제상황을 기존 경험 등 나의 삶과 연결 짓는 질문을 제기하도록 안내하라.</b>	
	수업 중	2.2.1. 학습자들에게 탐구한 문제상황과 같은 경험을 나의 삶에서 한 적이 있는지 되돌아보도록 질문을 제기하도록 안내한다.
	예시 및 해설	탐구문제상황이 나의 삶과 연결된 문제임을 확인하고 이에 관해 간단히 기록하고 질문을 제기해보도록 안내함
	수업 중	2.2.2. 탐구문제와 관련된 선수학습 개념을 안내한다.
	예시 및 해설	학습자가 과학 교과에서 배운 배경지식과 본 수업의 탐구 활동을 연결지을 수 있도록 지원함
	<b>2.3. 문제상황을 탐색한 내용을 다른 팀과 공유하도록 안내한다.</b>	
	수업 중	2.2.3. 이에 관해 팀원들과 의견을 교환하도록 안내한다.
예시 및 해설	팀원들이 각자 자신의 기존 경험과 과학적 지식을 공유함으로써, 문제 상황에 대한 사전 이해가 풍부해짐	
3. 가설 설정  (토론)	<b>3.1. 문제상황에 대한 잠정적인 답이 가설임을 설명하고 각자 자신의 답을 설명하도록 안내하라.</b>	
	수업 중	3.1.1. 호기심이 생긴 부분에 자신의 경험과 지식에 근거하여 잠정적인 답을 진술하는 과정이 가설 설정임을 안내한다.
	예시 및 해설	- 가설 설정 과정을 교사가 시연함 - 각자 호기심이 생긴 부분이 다를 수 있으므로 개방적인 태도로 가설 설정을 허용할 필요가 있음

수업 중	3.1.2. 각자 문제상황에 대한 자신의 답을 설명하면서 가설을 설정해보도록 안내한다.
예시 및 해설	- 초등학교 수준에서는 현상 서술 수준으로 학습자가 예상한 답을 서술하는 것도 가설로 인정한다는 점에 유의
<b>3.2. 가설설정의 기준을 안내하고 이에 따라 가설을 정교화하고, 팀 가설을 도출하도록 안내하라.</b>	
수업 중	3.2.1. 가설 설정의 기준을 안내하고 개별 학습자의 가설을 기준에 따라 수정하도록 안내한다.
예시 및 해설	<p>&lt; 가설설정의 기준 &gt;</p> <p>① 가설의 정의: 가설은 문제 상황에서 갖게 된 궁금한 점에 대하여 자신이 예상한 답을 설명한 것이다.</p> <p>② 검증 가능성: 과학적으로, 데이터로 검증 가능한 가설을 세웠는가?</p> <p>- 데이터를 기반으로 검증이 가능한 가설인가?</p> <p>- 검증을 위해 어떤 데이터가 필요한가?</p> <p>- 해당 데이터 수집이 가능한가?</p> <p>③ 변인의 유무: 가설에서 조작변인과 종속변인이 명확하게 드러나는가?</p> <p>④ 변인 간의 관계: 가설에서 변인 간의 인과적 관계가 드러나는가?</p>
수업 중	3.2.2. 팀원들에게 자신의 가설을 공유하고 팀 가설을 세우기 위한 의견을 교환한다.
예시 및 해설	개별 학습자들의 가설을 팀원들과 공유하고, 함께 탐구할 가설에 대해 의견을 교환하는 발산과정과 하나의 가설로 수렴하는 과정을 지원함
수업 중	3.2.3. 하나로 수렴된 팀 가설을 가설 설정의 기준에 비추어 점검하도록 안내한다.
예시 및 해설	- ‘가설설정의 기준’에 따라 팀 가설을 점검하고 수정하도록 안내함
<b>3.3. 수정된 가설을 다른 팀과 공유하고 팀 간에 상호 피드백하여 가설을 정교화하도록 안내하라.</b>	
수업 중	3.3.1. 팀 가설을 게시판에 업로드하고, 다른 팀 가설들을



		상호 피드백하도록 안내한다.
	예시 및 해설	- 개별 학습자가 다른 팀 가설을 가설설정 기준에 따라 검토하고 댓글로 의견을 제시하도록 함 - 팀 가설 피드백에 교수자도 참여함
	수업 중	3.3.2. 다른 팀과 교수자의 검토사항을 살펴보고, 가설을 정교화한다.
	예시 및 해설	- 댓글을 살펴보고, 검토사항을 항목별로 정리함 - 항목별 의견에 비추어 가설을 수정함
4. 데이터 기반 탐구 설계	<b>4.1. (데이터 생성) 조사활동 또는 실험활동에서의 데이터 생성 설계를 지원하라.</b>	
	수업 중	4.1.1. 가설의 조작변인, 종속변인에 따른 탐구에서의 조작변인 데이터, 종속변인 데이터를 설정하도록 안내한다.
	예시 및 해설	- 실험, 조사 등의 탐구활동에서 조작변인(다르게 할 조건 데이터)와 종속변인(조사, 실험 결과로 살펴볼 데이터)을 정하도록 함
	수업 중	4.1.2. 탐구 활동에서 통제변인을 설정하고 및 변인통제 방안을 마련하도록 안내한다.
	예시 및 해설	- 실험에서 통제변인(같게 할 조건)을 작성해 보도록 하고, 이를 통제할 실험 방법을 고려함 - 조사 활동에서 관찰 조건을 특정하게 설정하는 것도 변인통제의 일환이라는 점을 설명함
	수업 중	4.1.3. 탐구 설계의 적절성을 검토하고 역할을 분담하도록 안내한다.
	예시 및 해설	- 탐구 설계가 가설에 비추어 탐구 목적에 부합하는지, 데이터는 수집, 생성 가능한지, 실험/조사 도구는 사용 가능한 도구이며 적절한지, 구체적인 탐구 절차는 논리적인지 팀원들과 검토하도록 안내함 - 모든 팀원들에게 역할을 부여하되, 개별 역할의 난이도의 적절성을 고려하고, 해당 팀원이 할 수 있는 역할을 부여하도록 안내함

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 팀원 간 역할을 분담한 후에 각자 맡은 역할을 구체적으로 팀 게시판에 기록하고 명시적으로 확인하도록 함</li> </ul>
<b>4.2. (데이터 수집) 공공 데이터 포털, 웹 데이터 크롤링 등의 데이터 수집 계획을 지원하라.</b>	
수업 중	4.2.1. 데이터를 수집할 수 있는 사이트 및 수집 방법을 사전 안내하고, 이에 따라 데이터 수집 계획을 세우도록 지원한다.
예시 및 해설	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 데이터 수집은 무엇을 목적으로 하는지 구체적인 범위를 정하는 것이 중요함</li> <li>- 먼저 교사가 제공한 수업 탐구 관련 데이터를 1차로 살펴도록 함</li> <li>- 교사 제공 데이터에 필요한 데이터가 없는 경우 공공 데이터 포털, 사이언스 올 포털 등을 검색하여 외부 데이터를 검색할 수 있음</li> <li>- 데이터 수집 사전 안내사항: 로그인, 데이터 찾기, 필요한 연도/기간 선택, 표 형식 지정, 파일 형식(csv, xlsx)으로 다운로드 등 전반적인 수집 절차</li> </ul>
수업 중	4.2.2. 이미지 데이터를 수집하기 원하는 경우 Fatkun 등 웹 이미지 크롤링 확장 프로그램 등의 활용 계획을 세울 수 있음을 안내한다.
예시 및 해설	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 윤리적 데이터 수집을 사전 안내하고 초등학교 수준에서 과학탐구에 적절한 데이터만 수집 계획을 세우도록 안내함</li> <li>- 이미지 데이터를 필요한 부분만 선택적으로 모으는 것이 이미지 데이터 처리임을 안내하고, 적절하지 않은 데이터를 제외하도록 함</li> <li>- 이미지 데이터 분석은 엔트리 AI 모델학습에서 하도록 계획하도록 함</li> </ul>
수업 중	4.2.3. 필요한 이미지 데이터가 부족한 경우, AI 이미지 생성 기능을 통해 데이터를 추가 확보하도록 안내한다.
예시 및 해설	<ul style="list-style-type: none"> <li>- [패들렛]-[그릴 수 없음] 버튼 (AI 텍스트→이미지 기능)</li> <li>- 달리2(DALLE.2), Bing 크리에이트(BING CREATE) 등</li> </ul>

<b>4.3. 각 팀의 탐구 설계안을 게시판에 공유하고 상호피드백을 통해 탐구 설계를 정교화하도록 안내하라.</b>	
수업 중	4.3.1. 팀의 탐구 설계안을 게시판에 업로드하고, 다른 팀 가설들을 상호 피드백하도록 안내한다.
예시 및 해설	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 모든 학습자들이 참여하여 탐구 설계 기준(변인 설정 부분, 데이터 수집이 실제로 가능한 부분인지 등)에 따라 검토하고 댓글로 의견을 제시하도록 함</li> <li>- 팀 탐구계획 피드백에 교수자도 참여함</li> </ul>
수업 중	4.3.2. 다른 팀 학습자 및 교수자의 검토사항을 살펴보고, 팀의 탐구설계를 정교화한다.
예시 및 해설	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 댓글을 살펴보고, 검토사항을 항목별로 정리함</li> <li>- 항목별 의견에 비추어 탐구설계안을 수정함</li> </ul>
<b>5.1. (조사, 실험, AI생성) 데이터 생성과정을 지원하라.</b>	
수업 중	5.1.1. 직접적 측정을 통해 데이터를 생성하도록 안내한다.
예시 및 해설	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 통제변인을 통제된 상태에서 조작변인, 종속변인을 중심으로 데이터를 생성하도록 환경을 조성하도록 함</li> <li>- 눈금자, 눈금이 있는 비커 등 측정 가능한 도구를 활용하여 측정하여 데이터를 생성하도록 안내함 (예시: 잎, 연필 등의 길이를 눈금자로 직접 측정하기)</li> <li>- 탐구 결과 생성된 조작변인, 종속변인 데이터를 타이핑으로 엑셀, 구글 시트 등에 기록하고 csv, xls 형식으로 저장하도록 안내함</li> </ul>
수업 중	5.1.2. 센서도구 활용 데이터 생성하도록 지원한다.
예시 및 해설	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 디지털센서실험도구(MBL) 활용 실험에서 수집된 데이터가 적절한지 확인하고, 필요한 부분을 선택하여 다운로드 받도록 안내함</li> <li>- 디지털센서실험도구(MBL)를 활용하는 경우, 실험도구 설치, 실험도구와 데이터 수집·분석용 프로그램의 연결 과정을 지원함</li> <li>- 활용 가능한 예: 사이언스큐브 디지털실험도구, 공기</li> </ul>
<b>5. 데이터 기반 탐구</b>	

	<p>질측정기, 아두이노로 제작한 실험도구 등 각종 마이크로컴퓨팅 기반 디지털센서실험도구</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- IoT 공기질 측정기 등 특정 용도의 데이터 수집·분석이 자동으로 이루어져 제공되는 경우, 가설 검증에 필요한 부분을 저장하도록 안내함</li> </ul>
수업 중	5.1.3. AI이미지, AI텍스트 생성 등을 통한 탐구 데이터 증강을 지원하라.
예시 및 해설	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 필요한 경우, AI 이미지와 AI 텍스트 생성을 통한 탐구 데이터 증강 등의 방법으로 데이터를 생성</li> <li>- 활용 가능한 사이트: (AI이미지) [패들렛]-[그릴 수 없음] 버튼 (AI 텍스트→ 이미지 기능), 달리2(DALLE.2), Bing 크리에이트(BING CREATE) (AI텍스트) 노션 AI, 뤼튼 AI</li> </ul>
	5.1.4. 팀원들과 생성된 데이터를 공유하도록 안내한다.
	각자 탐색하여 저장한 데이터를 팀 게시판에 업로드 하여 모든 팀원들이 데이터에 접근할 수 있도록 안내함
<b>5.2. 외부 데이터 수집을 지원하라.</b>	
수업 중	5.2.1. 교수자가 사전에 수집한 데이터를 검토하여 활용하도록 안내한다.
예시 및 해설	- 먼저 교사가 제공한 수업 탐구 관련 데이터를 1차로 살펴도록 함
	5.2.2. 데이터 포털에서 데이터를 찾고, 필요한 데이터를 수집하도록 안내한다.
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 공공 데이터 포털, 사이언스 올 포털 등을 검색하여 외부 데이터를 검색 및 다운로드 할 수 있음</li> <li>- 데이터 수집 사전 안내사항: 로그인, 데이터 찾기, 필요한 연도/기간 선택, 표 형식 지정, 파일 형식(csv, xlsx)으로 다운로드</li> </ul>
수업 중	5.2.3. 이미지 데이터를 수집하기 원하는 경우 Fatkun 등

	웹 이미지 크롤링 확장 프로그램 등을 안내한다.
예시 및 해설	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 이미지 데이터를 필요한 부분만 선택적으로 모으는 과정을 지원함</li> <li>- 편향된 데이터, 목적에 부합하지 않은 데이터 제외함</li> <li>- 이미지 데이터 분석은 엔트리 AI 모델학습에서 하도록 계획하도록 함</li> </ul>
수업 중	5.2.4. 필요한 이미지 데이터가 부족한 경우, AI 이미지 생성 기능을 통해 데이터를 증강하도록 안내한다.
예시 및 해설	<ul style="list-style-type: none"> <li>- [패들렛]-[그릴 수 없음] 버튼 (AI 텍스트→이미지 기능)</li> <li>- 달리2(DALLE.2), Bing 크리에이트(BING CREATE) 등</li> </ul>
<b>5.3. 생성 및 수집된 데이터의 윤리성, 적절성을 검토하도록 안내하라.</b>	
수업 중	5.3.1. 각 팀에서 수집 및 생성된 게시판에 공유하고 적절성에 대한 상호 피드백을 제공하도록 안내한다.
예시 및 해설	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 팀에서 수집된 데이터를 함께 살펴보면서 출처를 확인하고, 데이터가 편향되지 않았는지 검토하도록 함</li> <li>- 추가로 검토할 사항: <ul style="list-style-type: none"> <li>* 가설 검증에 필요한 데이터(조작변인, 종속변인)인가?</li> <li>* 수집된 데이터들은 분석이 가능한 데이터인가?</li> </ul> </li> </ul>
수업 중 수업 후	5.3.2. 수집 및 생성된 데이터가 적절하지 않다고 판단된 경우에는 실험을 재설계하거나 다시 실험을 하여 데이터를 얻도록 안내한다.
예시 및 해설	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 수업 중에는 일단 교사가 제시한 데이터로 탐구과정에 참여하도록 함</li> <li>- 학생들이 회망할 시에는 수업 후에 별도로 시간을 내어 탐구를 재설계하여 수행할 수 있도록 지원함</li> </ul>
<b>6.1. 탐구 데이터 처리 및 분석을 지원하라.</b>	
수업 중	6.1.1. 가설에서 설정한 조작변인, 종속변인 데이터를 중심으로 데이터를 정리하고, 표로 나타내도록 안내한다.
예시 및	- 필요한 데이터만 남기고 삭제하도록 함

<b>6. 가설 검증</b>	해설	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 데이터를 되도록 단순화하고 최소화함</li> </ul> <p>&lt;표 예시&gt; * 활용 가능한 앱: <b>EBS MATH</b> 이지예듀</p> <p>데이터 라벨 이름1: 조작변인 000</p> <p>데이터 라벨 이름2: 종속변인 000</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="text-align: center;">조작변인 000</td> <td style="text-align: center;">종속변인 000</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">데이터</td> <td style="text-align: center;">데이터</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">...</td> <td style="text-align: center;">...</td> </tr> </table>	조작변인 000	종속변인 000	데이터	데이터	...	...
	조작변인 000	종속변인 000						
	데이터	데이터						
	...	...						
	수업 중	6.1.2. 데이터 특성에 맞는 시각화 방안을 정하도록 안내한다.						
	예시 및 해설	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 팀원들과 협의하여 막대 그래프, 꺾은 선 그래프, 원 그래프, 점 그래프 등 데이터 특성에 맞는 시각화 종류를 정하고, 시각화할 방안을 정하도록 함</li> <li>- AI모델학습을 통한 분류, 군집, 예측 결과가 필요한 경우 그것이 왜 필요한지, 어떤 방안으로 구현할지, 예상되는 결과가 어떤 것인지 협의해 정하도록 함</li> </ul> <p>&lt;예시&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 한 시점에서의 양 비교: 막대그래프</li> <li>- 시간 흐름에 따른 변화: 꺾은선그래프</li> <li>- 전체-부분 비율 살펴보기: 원그래프</li> </ul>						
수업 중	6.1.3. 그래프로 변환하는 데이터 시각화 분석을 지원하라.							
예시 및 해설	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 활용도구: 엑셀, 구글 시트, 엔트리 데이터 블록</li> <li>- 엑셀, 구글 시트에서 지원하는 분석 기능 중에 차트 변환 기능을 활용</li> <li>- 엔트리에서 표(테이블)의 학습자의 데이터 처리, 분석 활동을 할 수 있음</li> <li>- 표의 데이터를 조작변인과 종속변인의 관계를 중심으로 살펴보고 데이터 특성에 맞는 그래프(막대, 꺾은선, 원, 점 등)로 변환하도록 함</li> </ul>							
수업 중	6.1.3. 엔트리 AI모델학습(분류, 군집, 예측)을 활용한 데이터 분석을 지원하라.							

예시 및 해설	<ul style="list-style-type: none"> <li>- AI모델학습은 엔트리에서 제공하는 인공지능 블록 중에 AI 모델 학습 블록을 활용해 분석할 수 있음</li> <li>- 초등학교 고학년 수준인 만큼, 예측모델보다는 분류(지도학습), 군집(지도학습, 비지도학습 포함) 등의 모델을 활용을 권장함</li> </ul>
<b>6.2. 가설을 자기평가 및 상호평가하고, 이를 통해 가설을 정당화하는 과정을 지원하라. (토론)</b>	
수업 중	6.2.1. 조작변인과 종속변인 사이의 경향성을 탐색하도록 안내한다.
예시 및 해설	협력적으로 도출된 표, 시각화 자료, AI모델 등을 활용하여 조작변인과 종속변인 사이의 경향성을 탐색함
수업 중	6.2.2. 경향성에서 의미를 찾고, 문제 상황 관련하여 설명력이 있는지를 살펴 가설을 검증하도록 안내한다.
예시 및 해설	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 표와 그래프를 보면서 찾은 변수 간의 관계와 경향성 탐색 결과를 바탕으로 그것이 갖는 의미 떠올리도록 함</li> <li>- 그러한 경향성의 의미를 문제상황과 연결짓고 나름대로 설명해보면서 가설을 검증하도록 함</li> <li>- 가설을 검증하는 것은 데이터를 요약하는 것이 아니라 논리적이고 비판적으로 데이터의 의미를 결정짓는 과정임을 안내함</li> </ul>
수업 중	6.2.3. 가설의 타당성, 일관성을 탐구결과에 비추어 팀원들과 검토하고 평가하도록 안내한다.
예시 및 해설	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 데이터 탐구 결과를 근거로 가설이 수용 가능한지 각자 판단한 내용을 팀원들에게 공유하고, 가설을 수용할 것인지 협의하여 결정하도록 함</li> <li>- 탐구의 증거를 들어 설명하였을 때 가설이 설명력이 있는지 타당성과 일관성 측면에서 검토하도록 함</li> <li>- 팀원들과 의견 교환하면서 가설 검증과 관련지어 실험 데이터를 해석한 내용을 종합 정리하기</li> <li>- 가설 검증사항을 논리적으로 기록하여 게시판에 다른 팀에서 볼 수 있도록 공유하도록 함</li> </ul>
수업 중	6.2.4. 다른 팀의 가설검증 결과를 살펴보면서 가설을 평가

		하는 의견을 교환하며 검토 의견을 제시하도록 안내한다.
	예시 및 해설	- 모든 학습자들이 다른 팀 가설 검증 설명의 적절성을 판단하고 댓글로 피드백을 제공하도록 함 - 논리적 비약이나 추가 설명이 필요한 부분을 수정하도록 함
	수업 중	6.2.5. 가설을 정당화하도록 안내한다.
	예시 및 해설	- 자기검토, 타인검토에 의하여 보강된 가설검증 설명을 게시판에 정리하여 업로드 하도록 함 - 두괄식으로 주장(가설)을 먼저 제시하고, 근거(탐구 데이터 분석 및 해석 내용)를 제시하도록 함
	수업 중 수업 후	6.2.6. 가설이 수용 가능하지 않은 경우에는 어떤 부분에서의 오류로 가설이 수용되지 않았는지 돌아보고 보완할 점을 찾아보도록 안내한다.
	예시 및 해설	예) 실험 시 예상하지 못한 변인 00을 통제하지 못했기 때문에 가설 검증에 실패한 것 같다. 예) 낮에만 기온을 측정하였기에 밤에 측정한 기온이 없어서 가설을 검증하기에는 일반화에 무리가 있다. 따라서 00데이터를 추가로 탐색하는 것이 필요하다.
7. 적용 및 새로운 문제 탐색  (질문 제기)		<b>7.1. 탐구 결과를 실제 상황에 적용하거나 새로운 상황을 예상하고, 서로의 생각이나 의견을 교환하도록 안내하라.</b>
	예시 및 해설	- 적용 및 새로운 상황을 가정하여 예상하기 활동을 통해 학습자들은 탐구 과정에서 얻은 결과를 탐구 상황을 넘어서는 범위로 확장하게 됨 - 이러한 과정에서 학습자들은 호기심과 궁금증을 갖게 되며, 이를 다른 동료 학습자들과 이야기 나누면서 새로운 문제를 떠올리고 구체적으로 표상하게 됨
		<b>7.2. 탐구 결과를 기반으로 적용하고 예상한 것을 표현하기 위한 계획을 세우도록 안내하라. (AI기술 활용 계획 포함)</b>
	예시 및 해설	* 표현활동을 되도록 쉽게 구성하도록 안내함 * 여러 개의 쉽게 만들 수 있는 작품을 조합하는 식으로 점진적으로 난이도를 높여가도록 함 <AI 표현 방법> - AI이미지 생성: 데이터 기반 탐구 결과를 실제 상황에 적용하거나 새로운 상황을 예상하여 이미지 기반 AI도구를



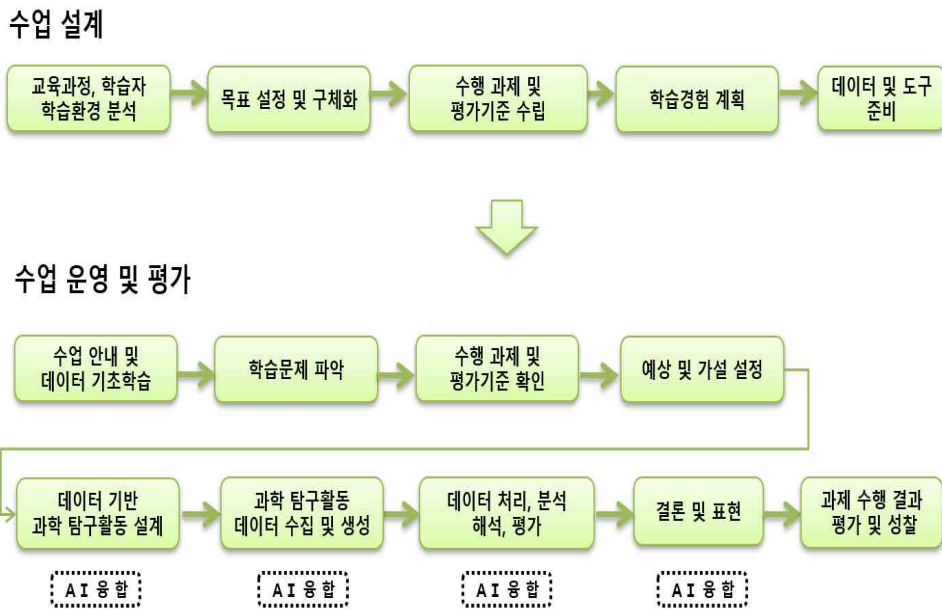
	<p>활용하여 그림으로 표현해보도록 안내하고 이를 지원함</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- AI텍스트 생성: 데이터 기반 탐구 결과를 실제 상황에 적용하거나 새로운 상황을 예상하여 텍스트 기반 AI도구를 활용하여 글로 표현해보도록 안내하고 이를 지원함</li> <li>- 복합적 작품 생성: 데이터 기반 탐구 결과를 실제 상황에 적용하거나 새로운 상황을 예상하여 AI도구를 활용하여 복합적으로 표현해보도록 안내하고 지원함</li> </ul> <p>&lt;AI 표현을 위한 도구&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- AI이미지 생성 도구: 패들렛 AI이미지생성, 오토드로우</li> <li>- AI음악 생성 도구: 구글 바흐, 송메이커 등</li> <li>- AI텍스트 생성 도구: 노션 AI, 뤼튼 AI 등</li> <li>- AI인식, 학습모델 프로그래밍: 엔트리 작품 만들기 등</li> </ul>
<p><b>7.3. AI도구를 활용하여 자신의 생각을 글, 그림, 복합적 산출물로 표현하는 작품을 산출하도록 지원하라.</b></p>	
<p>예시 및 해설</p>	<p><b>*수업 안내 단계에서 보인 교사의 시범을 떠올리도록 하고, 추가 안내하기. 개별 학습자 요청 시 지원함</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- AI 기술 활용보다는 창의적 아이디어 산출을 강조함</li> <li>- 간단한 것부터 만들어 보도록 하여 점차 기능을 확장해 나가도록 지원함</li> <li>- 학습자들이 계획한 도구 및 방법을 활용하여 개별 또는 협력적으로 AI 표현 작품을 산출하도록 지원함</li> <li>- 도움이 필요할 때는 팀 리더에게 먼저 도움을 요청하고, 그 다음으로 교수자에게 도움을 요청하도록 함</li> </ul>
<p><b>7.4. 산출물을 공유하고, 상호평가하는 과정을 지원하라.</b></p>	
<p>예시 및 해설</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 학습자들이 표현한 산출물을 업로드하거나 접속 링크를 게시판에 공유하도록 함</li> <li>- 학습자들이 동료 학습자들의 산출물들을 살펴보고 과학적 탐구력을 확장하고, 데이터 활용 및 AI 산출물을 관찰하면서 관련 리터러시를 기를 수 있음</li> </ul>
<p><b>7.5. 학습자들이 새로운 탐구 문제를 발견하도록 지원하고, 이를 동료들과 공유하도록 안내하라.</b></p>	
<p>예시 및 해설</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 새로운 문제를 발견한 학습자들에게는 그것을 놓치지 않도록 기록하도록 함</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 발견한 새로운 문제에 관하여 동료 학습자들과 의견을 교환하면서 학습자들의 생각의 지평을 확장하도록 유도할 필요가 있음</li> <li>- 탐구하고 싶은 새로운 문제와 그에 관한 간단한 설명을 게시판에 업로드하여 동료들에게 보여주도록 함</li> </ul>
<b>8. 평가 및 성찰</b>  <b>(질문, 토론)</b>		<b>8.1. 학습자들에게 탐구 활동 전반에 관한 자기평가와 성찰의 기회를 제공하라.(AI 코스웨어 활용 성취도평가 포함)</b>
	예시 및 해설	<ul style="list-style-type: none"> <li>- AI 성취도 평가로 과학적 지식 학습결과를 확인한다.</li> <li>- 학습자 스스로 구체적인 생각할 거리를 중심으로 자기평가와 성찰을 하며 탐구 학습에 관한 메타인지를 활성화할 수 있도록 지원함</li> </ul> <p>&lt;생각할 거리&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 탐구과정에서 알게 된 점</li> <li>- 탐구과정을 통해 할 수 있게 된 점</li> <li>- 탐구활동 참여 태도</li> <li>- 탐구활동에서 느낀 점</li> <li>- 탐구활동으로 인한 변화</li> </ul>
		<b>8.2. 탐구활동을 함께 한 동료 학습자들을 평가하도록 안내하고, 상호평가 결과를 통해 자신의 학습을 돌아보도록 지원하라.</b>
	예시 및 해설	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 동료평가를 통해 팀 학습을 돌아보고 개선할 점을 찾을 수 있음</li> <li>- 또한, 적극적으로 참여해준 동료 학습자에게 고마움을 표현할 수도 있음</li> <li>- 동료들의 상호평가 내용을 바탕으로 자신의 학습을 입체적으로 돌아볼 수 있음</li> <li>- (수업 후) 교수자의 관찰내용을 학습자들에게 공유하고, 개별 학습자들의 성찰일지에 피드백할 수 있음</li> </ul>
		<b>8.3. 학습자들에게 탐구학습에 참여하면서 느낀 점 등 수업 전반을 평가하도록 안내하라.</b>
예시 및 해설	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 학습자들이 학습에 참여한 후 수업 전반의 구성 및 운영을 평가하고, 교수자의 교수 활동에 대한 의견을 제시하도록 하면 수업 개선에 도움을 얻을 수 있음</li> </ul>	
		<b>8.4. 자신의 수업 설계와 교수 활동을 증거 기반으로 되돌아보고 다음 수업에 반영할 수 있도록 성찰하라.</b>

예시 및 해설	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 게시판에 남아있는 학습자들의 탐구 활동 기록과 교수자의 피드백 기록을 살펴보면서 교수 활동을 돌아보고 다음 수업에 반영하도록 함</li> <li>- 구조화된 교수자 성찰일지를 활용하여 교수 활동을 돌아보고 다음 수업에 반영하도록 함</li> </ul>
<b>8.5. 탐구학습 게시판을 일정 기간 열어두고, 소통 채널을 안내하라.</b>	
예시 및 해설	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 수업이 종료된 후에도 학습자들이 언제든지 자신의 탐구 활동을 살펴 볼 수 있도록 활동 게시판을 열어두고, 게시판에 접속할 수 있는 간편한 방법을 안내함</li> <li>- 수업 후에도 학습자들이 질문할 수 있도록 교수자의 메일, 질문 게시판 등의 소통채널을 안내함</li> </ul>

## 2. 초기 수업모형 및 교수전략

이론적 배경에서 탐색한 선행연구 분석을 바탕으로 AI 융합 초등 과학 탐구 수업모형을 개발하여 [그림 IV-2]에 나타내었다,



[그림 IV-2] AI 융합 초등 과학 탐구 수업모형(초안)

본 연구의 수업모형에 따른 교수전략은 다음과 같은 다섯 가지 설계 요소에 방점을 두고 개발되었다.

첫째, 학습자들의 참여와 창의성을 촉진하기 위해 다양한 현실 문제와 탐구 주제를 제시하여 학습자들의 호기심을 자극하고, AI 기술의 현실적인 적용 사례를 소개하여 학습자들에게 관심을 불러일으키는 전략을 사용한다.

둘째, 문제 상황을 기반으로 탐구 문제를 도출하여 실제적 문제를 제시하고, 데이터를 수집하고 분석하는 과정을 통해 문제를 해결하는 방법

을 습득하도록 유도한다. 또한, AI 도구와 기술을 활용하여 문제 해결에 대한 새로운 시각과 접근법을 제시한다.

셋째, 팀 내 협력학습을 통해 학습자들이 팀 동료들과 협력하여 데이터 수집, 분석, AI 모델 개발 등의 작업을 수행하며 서로 스캐폴딩을 제공하고, 과학 탐구의 역할을 분담한다. 학습자들은 자유로운 의사소통과 의견, 사실, 데이터 공유를 통해 서로의 아이디어를 발전시키고 가설을 검증할 수 있다.

넷째, AI 도구를 적극적으로 활용한다. 학습자들은 AI 이미지 생성 도구, AI 텍스트 생성 도구, AI 음악 생성 도구 등을 활용하여 자신의 탐구 결과를 다양한 형태로 표현한다. AI 인식 및 학습모델 프로그래밍을 통해 자신만의 창작물을 개발하고 발전시키는 경험을 한다.

다섯째, 자기평가와 성찰의 시간을 마련한다. 학습자들은 탐구 과정에서 얻은 결과를 자기평가하고 성찰하는 기회를 가진다. 학습자들은 자신의 탐구 활동에 대한 평가를 하고, 동료 학습자들과의 상호평가를 통해 자신의 학습을 돌아본다.

초기 형태의 교수전략은 <부록 1>에 제시하였다. 여기에는 수업모형에 따라 14단계에 각각 2~5개의 교수전략을 제시하였다. 각 교수전략 좌측에는 해당 전략이 언제 활용될 수 있는지 수업 전, 수업 중, 수업 후로 구분하여 나타내었다. 예시, 해설, 사용될 수 있는 도구 제시 등이 전혀 없는 형태로 교수학습 가이드로 활용되기에는 부족함이 있다.

[그림 IV-1]과 <표 IV-2>에는 AI 융합 초등 과학 탐구 수업 초기모형의 절차는 수업 안내, 데이터 및 AI 기초학습, 탐색 및 문제 파악, 가설 설정, 데이터 기반 AI 융합 탐구 설계 및 실시, 데이터 탐구도구 및 AI도구 활용을 통한 결과 분석, 가설 검증, 적용 및 응용의 8단계이다.

이 가운데 데이터 및 AI 기초학습은 그 날의 학습에서 다룰 데이터 특성에 대한 이해, 데이터 수집도구, 분석도구에 대한 이해, AI도구에 대한 이해를 위한 스캐폴딩 활동이다. 이 활동은 학생 간 데이터 리터러시 격차를 완화시키고, 학생의 수업 참여도를 높이는 데 도움을 줄 수 있다.

### 3. 내적 타당화 결과: 전문가 검토 결과

#### 가. 1차 전문가 타당화

수업모형에 대한 1차 전문가 타당화 결과는 <표 IV-3>과 같다.

<표 IV-3> 수업모형에 대한 1차 전문가 타당화 결과

영역	전문가					평균	CVI	IRA
	A	B	C	D	E			
타당성	4	3	4	3	4	3.6	1	1.0
설명력	3	3	4	2	4	3.2	0.8	
유용성	3	3	4	2	4	3.2	0.8	
보편성	3	3	3	3	3	3.0	1	
이해도	4	2	3	3	3	3.0	0.8	

수업모형에 대한 1차 전문가 검토 의견 및 수정사항은 <표 IV-4>와 같다.

<표 IV-4> 수업모형에 대한 1차 전문가 검토 의견 및 수정사항

항목	전문가 검토 의견	수정사항
AI 융합 설명 부족	탐구 활동 설계부터 결론 및 표현까지 AI 융합이라고 나타나 있는데, 수업 단계에서 어떤 방식 혹은 어떤 종류의 AI가 융합되어 쓰인다고 구체적으로 안내되면 좋겠음	각 단계별로 구체적으로 어떤 AI 기술이 어떻게 쓰이는지 상세 설명 추가하고 굵은 글씨체로 강조
AI 융합 단계	보통 데이터를 수집한 이후	설계나 데이터 생성 단계에서

이해 어려움	에, 데이터를 분석하거나 결론을 표현하는 단계에서 인공지능이 활용되는 것은 이해가 되는데, 설계나 데이터 생성부터 인공지능 융합이라는 것이 잘 떠오르지 않음	의 AI 융합이 어떻게 이루어지는지, 그 장점과 필요성 상세 예시 및 해설 추가
학생 데이터 수집 관련 제안	학생들이 수집하는 데이터는 다른 사람들이 측정하여 모아 놓은 데이터인데, 수업 주제와 관련된 데이터들을 보고 그 데이터로부터 의문을 생성하고 가설을 설정하는 것은 어떻게 함	학생들이 주제와 관련된 데이터를 직접 확인하고 거기서 의문을 가지고, 문제상황을 파악하고, 가설을 설정하는 과정 추가
데이터 준비 단계의 주제 문제	‘데이터 및 도구 준비’ 단계에서 데이터를 교사가 준비하는 것인지, 그리고 ‘과학 탐구활동 데이터 수집 및 생성’ 단계를 보면 학생들이 직접 데이터를 수집하는 것으로 보이는데 그 부분과 상충함	‘데이터 및 도구 준비’의 주체는 교사이고, ‘과학 탐구활동 데이터 수집 및 생성’ 단계에서의 행동 주체는 학생임. 이에 대한 상세 설명 추가
데이터 중심 수업의 명확성 부족	‘데이터를 활용한’ 과학 수업이라면 데이터에 대한 고려가 오히려 우선되어야 하는 것 아닌가, 아니면 전 과정에서 고려되어야 함	모형 절차에도 ‘데이터 기반 탐구’ 등 데이터를 활용함을 명시. 수업에서 데이터가 어떻게 중심적인 역할을 하는지, 어느 단계에서 어떻게 활용되는지 명확히 기술
백워드 설계에 대한 배경지식 부족	백워드 설계에 대한 배경지식이 있는 교사는 본 모형을 활용하기 수월하지만 그렇지 않다면 본 모형을 이해하기 어려울 것이라 생각됨	백워드 설계를 전면에 강조하지 않고, 수행 과제 및 평가 기준에 따른 수업 설계 및 학습 후 평가 및 성찰이라는 개념을 모형에 반영함
모형 명칭과	모형의 명칭이 포괄적이어서	각 절차의 명칭을 더 구체적

행동 서술의 구체성 부족	서술해서 실제로 어떻게 적용이 될지 이해하는데 어려움이 있음. 각 모형 단계에 학생들이 하게 될 행동(활동)을 간략히 서술하는 것도 이해를 돕는 하나의 방법이라고 생각됨	으로 수정하고, 각 단계별 학생들이 수행할 주요활동 예시 추가
초등학교 수준 실현 가능성	초등학교 수준에서 이뤄지지 않던 수준에서 데이터에 기반하여 과학 탐구활동을 하기 위한 모형이라고 이해함. 전체적인 흐름은 매우 타당하다고 생각되는데 초등수준에서 실현이 될지 매우 궁금함	초등학교 수준에서 실제적 데이터 이해, 수집, 분석, 평가, 활용, 소통의 전 단계가 실현될 수 있도록 적극적 스캐폴딩(데이터, 절차, 도구) 지원하는 방안 요구됨
예시 및 해설 추가 필요	예시 및 해설 추가로 모형에 대한 이해도 높이기, AI 융합의 내용 명시적으로 더 잘 드러나게 표현, 데이터 도구 활용 기초연습은 수업 중 어느 단계에서 할 수 있을지 모형도에도 표시하면 좋겠음	예시 및 해설 을 추가함. AI 융합의 내용을 더 잘 드러낼 수 있도록 구체적 예시 포함 기술, 각 단계에서 되도록 많이 AI 도구 사용. 데이터 기초연습을 수업안내 단계에 명시

교수전략에 대한 1차 전문가 타당화 결과는 <표 IV-5>와 같다.

<표 IV-5> 교수전략에 대한 1차 전문가 타당화 결과

영역	전문가					평균	CVI	IRA
	A	B	C	D	E			
타당성	3	3	4	4	4	3.6	1	1.0
설명력	3	3	4	3	4	3.4	1	
유용성	3	3	4	3	4	3.4	1	
보편성	3	3	3	3	3	3.0	1	
이해도	4	2	3	3	3	3.0	0.8	



교수전략에 대한 1차 전문가 검토 의견 및 수정사항은 <표 IV-6>과 같다.

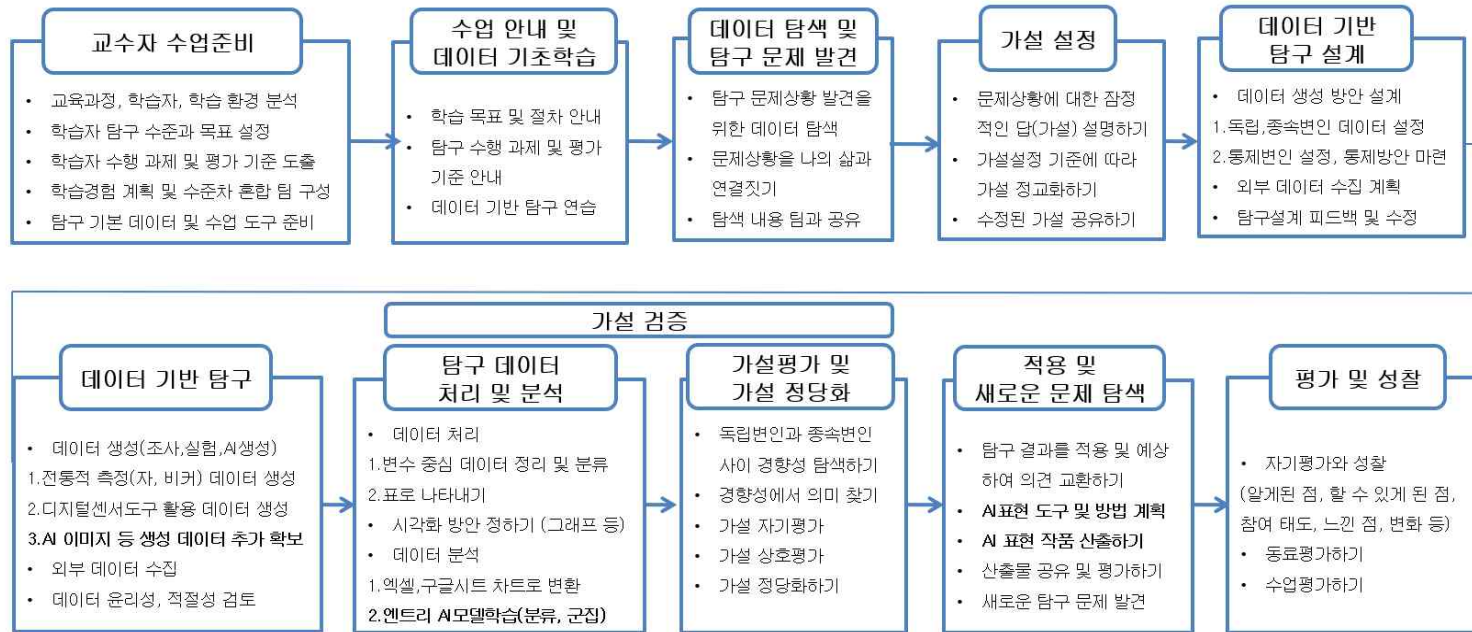
<표 IV-6> 교수전략에 대한 1차 전문가 검토 의견 및 수정사항

항목	전문가 검토 의견	수정사항
수업 안내 및 수업 도구 기초학습	수업 안내를 위한 핵심 가이드 라인과 수업 도구에 대한 기초 학습이 충분히 준비되어야 함	수업안내 및 기초학습 단계 강화하여 전략 수정
표현의 반복	‘수업중’이라는 표현이 수업 중 교수전략 대부분에 언급되어 있어 이를 조정할 필요 있음	‘수업 중’ 표현의 사용 자제
예시 및 해설 없음	각 단계별로 상세지침에서 “예시 및 해설” 내용이 제시된다면, 각 상세지침에 대한 이해도가 높아질 수 있을 것임	전략마다 ‘예시 및 해설’ 내용추가
기술적인 문제 및 제약사항 대처	수업 시간에 많은 학생들이 있는데 교사가 실시간으로 학생을 지원할 수 있는지, 학생들이 수업 도중 기술적인 문제나 제약사항에 직면할 경우 어떻게 대처할지에 대한 가이드라인이 필요함	팀 학습자 중에 과학탐구 또는 데이터러를 잘 다루는 동료 학습자 배치. 그 학습자를 팀 리더로 세우도록 교수전략 추가. 공유문서에 템플릿 제공하고 사본 복사하기 전략 추가
피드백 및 평가	다인수 학급에서 개별 학습자에게 피드백을 제공하고 평가하는 방법에 대한 보다 구체적인 계획이 필요함	자기평가 및 성찰, 상호평가를 통한 평가 피드백을 기본으로 하고, 교사는 수업 후 댓글, 메일 등으로 피드백
학생 지원 및	그리고 AI 활용 및 적용에 대	탐구 설계, 탐구, 가설 검증

AI 활용	한 수업 원리가 구체적으로 드러나야 함	단계에서 AI가 어떻게 융합적으로 활용되는지 기술하고 예시도 추가하기
백워드 설계의 요소 강화	백워드 설계의 요소들이 교수 전략에 더 포함되는 것이 좋겠다고 제안함	백워드 설계를 전면에 드러내는 것보다 선 평가 수립, 후 수업계획, 피드백 순으로 수업설계 일관성 확보에 비중을 두기로 함
장기적인 전이 목표와 구체적인 방법 제시	장기적인 전이 목표를 중심으로 중요한 이해에 도달하기 위해 학습자들이 어떤 의미를 구성해야 하는지 명시해야 함. 더불어 학습계획에서 구체적인 방법을 제시해야 함	백워드 설계에서 장기적 전이 목표, 중요 이해 도달 등의 목표가 강조됨. 본 탐구 학습에서도 포괄적이고 깊은 학습, 삶의 맥락과 맞닿아 있으면서도 일반화할 수 있는 방안 포함. 학습경험 구체화하여 제시(예시 및 해설을 모든 전략에 추가하기)
데이터 수집 및 처리	수업에서 활용할 데이터들을 교사가 처리하여 게시판에 탑재해야 하는지, 이 부분이 학생들이 수행해야 하는 부분이 아닌가 하는 의문을 제기함	교사가 할 부분은 교사/교수자를 붙여서 활동명 적성하기

1차 전문가 타당화를 통해 수정한 수업모형은 [그림 IV-3]에 제시하였다.

### 데이터 기반 AI 융합 초등 과학 탐구 수업모형



[그림 IV-3] AI 융합 초등 과학 탐구 수업모형(1차 수정안)

수업모형의 단계 및 주요과정의 설명은 <표 IV-7>에 제시하였다.

<표 IV-7> AI 융합 초등 과학 탐구 수업 단계 및 주요과정(1차 수정안)

수업 단계	주요 과정	
0. 교수자 수업 준비	0.1. 교육과정, 학습자, 학습 환경 분석	
	0.2. 학습자 탐구 수준과 목표 설정	
	0.3. 학습자 수행 과제 및 평가 기준 도출	
	0.4. 학습경험 계획 및 이질적 팀 구성	
	0.5. 탐구와 관련된 기본 데이터 준비	
	0.6. 탐구 수업 도구 준비	
1. 수업 안내 및 데이터 기초 학습	1.1. 학습 목표 안내	
	1.2. 탐구 학습 절차 안내	
	1.3. 탐구 수행 과제 및 평가기준 안내	
	1.4. 데이터 기반 탐구 연습	
2. 데이터 탐색 및 탐구 문제 발견	2.1. 탐구 문제상황 발견을 위한 데이터 탐색	
	2.2. 문제상황을 기존 지식, 경험 등 나의 삶과 연결 짓기	
	2.3. 탐색한 내용을 팀과 공유하기	
3. 가설설정	3.1. 문제상황에 대한 잠정적인 답을 설명하기	
	3.2. 가설설정의 기준에 따라 가설 정교화하기	
	3.3. 수정된 가설 공유하기	
4. 데이터 기반 탐구 설계	4.1. 조사, 실험 데이터 생성 설계	4.1.1. 가설에서 설정된 조작변인, 종속변인에 따라 변인 데이터 정하기
		4.1.2. 통제변인 설정 및 변인통제 방안 마련
	4.2. 외부 데이터 수집 계획	
	4.3. 탐구설계 공유 및 수정	
5. 데이터 기반 탐구	5.1. 데이터 생성 (조사, 실험, AI생성)	5.1.1. 직접적 측정을 통한 데이터 생성
		5.1.2. 센서도구 활용 데이터 생성
		5.1.3. AI이미지, AI텍스트 생성 등을 통한 탐구 데이터 증강
	5.2. 외부 데이터	5.2.1. 교수자 제공 데이터 활용

		수집	5.2.2. 공공 데이터 포털 검색 및 다운로드, 웹 이미지 크롤링 등으로 수집	
		5.3. 데이터 윤리성, 적절성 검토		
6. 가설 검증	6.1. 탐구 데이터 처리 및 분석	6.1.1. 데이터 처리	6.1.1.1. 조작변인, 종속변인 중심으로 데이터 분류 및 정리하기	
			6.1.1.2. 표로 나타내기	
		6.1.2. 데이터 특성에 맞는 시각화 방안 정하기		
		6.1.3. 데이터 분석	6.1.3.1. 엑셀, 구글시트 차트로 변환	
			6.1.3.2. 엔트리 AI모델학습(분류, 군집)	
	6.2. 가설 평가 및 가설 정당화	6.2.1. 조작변인과 종속변인사이의 경향성 탐색하기		
		6.2.2. 경향성에서 의미 찾고, 문제 상황 관련하여 설명력이 있는지 가설 검증하기		
		6.2.3. 가설의 타당성, 일관성 스스로 평가하기		
		6.2.4. 가설평가에 관한 의견교환하며 상호평가하기		
		6.2.5. 가설 정당화하기		
7. 적용 및 새로운 문제 탐색	7.1. 탐구 결과를 실제 상황에 적용하거나 새로운 상황을 예상하고, 서로의 생각이나 의견 교환하기			
	7.2. 적용 및 예상에 대한 AI표현 도구 및 방법 계획하기			
	7.3. AI 표현 작품 산출하기(글, 그림, 복합적 산출물)			
	7.4. 산출물 공유 및 평가하기			
	7.5. 탐구과정에서 생긴 새로운 탐구 문제 발견 및 공유			
8. 평가 및 성찰	8.1. 자기 평가와 성찰	8.1.1. 탐구과정에서 알게된 점		
		8.1.2. 탐구과정을 통해 할 수 있게 된 점		
		8.1.3. 탐구활동 참여 태도		
		8.1.4. 탐구활동에서 느낀 점		
		8.1.5. 탐구활동으로 인한 변화		
	8.2. 동료평가하기			
	8.3. 수업평가하기			

1차 전문가 타당화를 통해 1차 수정한 수업 교수전략은 <부록 2>에 제시하였다. 초기 형태와 달리 교수전략의 항목을 세분화하여 독자의 이해를 돕고자 했다는 점에서 의미있다. 각 수업단계에 따른 교수전략은 색깔을 넣어 표시하여 가시성을 높였다. 교수전략에는 세부 교수전략이 제시되며, 각 세부 전략이 언제 필요한지 수업 전, 중, 후로 구분하였고, 예시 및 해설로 교수전략에 대한 독자의 이해를 돕고, 수업 시 활용 도구, 웹사이트, 활용 방법을 추가 제시하여 실제적 도움이 될 수 있도록 노력하였다.

## 나. 2차 전문가 타당화

2차 타당화에는 전문가 F와 G가 추가 참여하였고, 인터뷰를 할 수 있었다. 전문가 F와의 인터뷰 내용은 다음과 같다.

F: “백워드 설계가 제대로 반영되어 있네요. 백워드 설계는 개념적인 거니까 꼭 템플릿에 나온 대로 하지 않아도 괜찮아요. 수업 전에 설계를 하면서 수행 과제와 평가를 중심으로 구성하고, 학생들에게 수행 과제를 알려주고 탐구를 시작한다는 점도 맞고. 수업을 마치면서 자기평가, 동료평가를 하면서 평가기준에 비추어 학습을 돌아보고, 좋네요.”

F: “이제 2022 개정 교육과정에는 개념기반 교육과정이 들어오니까 학습자의 삶과 연계하는 것으로 시작을 하고, 학습자의 삶으로 적용하면서 마치는 걸로 해봐도 좋고. 그리고 평가 및 성찰 부분을 더 강화해서 작성해 보세요. 논의 부분에서 이 부분도 설명하고.”

연구자: “성찰은 어떻게 하는 건가요? 저는 기존에 배운 점, 느낀 점, 실천할 점 말해보거나 학습소감 이야기 하는 걸로 성찰 활동을 해 왔는데요.”

F: “성찰은 메타인지를 활성화 하는 겁니다. ‘나는 무엇을 어떻게 알게 되었는지, 무엇을 모르는지, 무엇을 알고 싶은지, 나는 이 수업을 어떻게 생각하고 있는지’ 같은 거죠.”

전문가 F는 수업 교수전략을 살펴보고, 백워드 설계가 제대로 반영되어 있음을 확인하여 주었다. 또한, 탐구문제를 학습자의 삶에서 이끌어내고 적용 및 새로운 문제 발견 단계에서 다시 학습자의 삶으로 연결하는 흐름을 강조할 것을 추천하였다. 마지막으로, 2022 개정 교육과정에서 강조하는 ‘성찰’ 과정을 강화할 것을 주문하였다. 성찰은 곧 학습자가 자기 주도적으로 학습하기 위한 전제조건인 메타인지를 강화할 수 있는 좋은 기제이다.

다음으로, 전문가 G와의 인터뷰 내용은 다음과 같다.

G: “과학 탐구를 학습자 분석을 통해서 학생 중심으로 할지, 교사 중심으로 할 지 설계할 때 고려한다는 점이 마음에 드네요.”

연구자: “수업준비를 할 때 학습자들 수준을 알게 되면 초등학생이지만 좀더 학생들을 믿고 자유도를 줄 수도 있을 것 같아요. 수업을 해 보면, 학생들이 그냥 떠드는 것 같아도 굉장히 충실하게 탐구했다는 걸 결과 발표 할 때 보면 알게 되어서 놀라곤 했거든요.”

G: “맞아요. 우리 학생들은 할 수 있어요. 특히 교사의 스캐폴딩이 있으면 생각보다 많은 것들을 훌륭하게 해낼 수 있어요. 수업 준비, 수업 안내 부분에 스캐폴딩을 데이터 스캐폴딩, 절차적 스캐폴딩, 도구적 스캐폴딩으로 제시한 점이 참 좋네요.”

G: “이게 몇 시간에 걸쳐 이루어지는 거죠?”

연구자: “네. 최소 두 시간 이상은 잡아야 할 것 같아요.”

G: “프로젝트 수업으로 충분히 시간을 잡아서 학생들이 충실하게 학습하면 좋겠네요. 이 부분도 교수전략에 명시하면 좋겠어요.”

전문가 G는 수업 준비 단계에서 학습자 분석을 통해 과학 탐구 학습의 유형을 정할 수 있도록 유연하게 설정한 부분이 좋다고 평가하였다. 또한, 교사가 적극적인 스캐폴딩을 통해 초등학생들을 지원한다면 데이터를 이해하고 활용하는 것, AI를 활용하는 것도 어려운 것만은 아님을 많은 선생님들이 인식하고 실제 수업에 적용하면 좋겠다는 의견을 제시하였다. 그러면서 본 연구의 교수전략에서 데이터 스캐폴딩, 절차적 스캐폴딩, 도구적 스캐폴딩으로 학습자 지원 전략을 세분화한 점을 좋다고 평가하였다. 마지막으로, 수업을 위한 시간 확보 문제도 언급하면서 이런 수업은 교육과정 재구성을 통해 충분한 시간을 들여 학습자들의 속도를 기다려주고, 지원하면서 운영해야 그 효과가 더욱 커진다고 하였다. G는 시간 확보를 위한 교육과정 재구성을 수업준비 단계 교수전략에 명시하여 주면 좋겠다는 의견을 주었다.

수업모형에 대한 2차 전문가 타당화 결과는 <표 IV-8>과 같다.

<표 IV-8> 수업모형에 대한 2차 전문가 타당화 결과

영역	전문가						평균	CVI	IRA
	B	C	D	E	F	G			
타당성	4	4	4	4	4	4	4.00	1.0	1.0
설명력	4	4	4	4	4	4	4.00	1.0	
유용성	4	4	4	4	4	4	4.00	1.0	
보편성	3	4	4	4	4	4	3.80	1.0	
이해도	4	4	4	4	4	4	4.00	1.0	



수업모형에 대한 2차 전문가 검토 의견 및 수정사항은 <표 IV-9>와 같다.

<표 IV-9> 수업모형에 대한 2차 전문가 검토 의견 및 수정사항

항목	전문가 검토 의견	수정사항
인공지능 활용 특성 드러내기	- 단계별 AI도구 활용, AI 융합활동에 대한 강조가 필요함	인공지능 활용 특성을 좀 더 명확하게 드러내고, 굵은 글씨(bold)로 표시함
수업모형 시각화 개선	- 글자 수를 간략하게 줄여서 직관적으로 시각화되도록 개선해야 함 - 내용이 많아 읽기가 힘들어 개선이 필요함	수업모형의 단계별 설명을 간결하게 정리하여 모형을 더 직관적으로 시각화하고 이해하기 쉽게 개선함 - 을 ● 형태로 수정함
각 세부 단계의 통합	- 각 세부 단계가 너무 분리되어 있어 통합이 필요함 - 한 단계에 너무 많은 내용이 있어 한눈에 파악하기 어려움 - 각 단계별 너무 자세한 설명	지나치게 세분화된 자기평가 및 성찰 세부 단계를 줄임
이질적 팀 구성 용어 개선	- 이질적 팀 구성보다는 수준차를 고려한 팀 구성이라는 용어 사용이 좋을 것 같음	학습경험 계획에서 수준차를 고려한 팀 구성으로 수정함
직접적 측정을 통한 데이터 생성 부분 용어 개선	- 직접적 측정을 통한 데이터 생성 부분은 센서 측정 방식에도 해당됨. - 의미 전달을 위해 용어를 바꿀 필요 있음	직접적 측정을 통한 데이터 생성을 앞의 길이, 교실 넓이 측정을 위한 눈금자 활용 같은 구체적인 예시 형태로 수정함
자기평가와 성찰	- 해당 항목에 대한 추가 설명이 필요함	자기평가와 성찰에 대한 추가 설명과 내용을 포함함

교수전략에 대한 2차 전문가 타당화 결과는 <표 IV-10>과 같다.

<표 IV-10> 교수전략에 대한 2차 전문가 타당화 결과

영역	전문가						평균	CVI	IRA
	B	C	D	E	F	G			
타당성	4	4	4	4	4	4	4.00	1.0	1.0
설명력	4	4	4	4	4	4	4.00	1.0	
유용성	4	4	4	4	4	4	4.00	1.0	
보편성	4	4	4	4	4	4	4.00	1.0	
이해도	4	4	4	4	4	4	4.00	1.0	

교수전략에 대한 2차 전문가 검토 의견 및 수정사항은 <표 IV-11>과 같다.

<표 IV-11> 교수전략에 대한 2차 전문가 검토 의견 및 수정사항

항목	전문가 검토 의견	수정사항
학습 목표 및 평가 기준	- 데이터 리터러시를 획득하는 것에 대한 내용이 평가 기준에 포함되어야 함	평가 내용을 1) 과학적 지식(이해), 탐구 과정 기능(탐구), 2) 데이터 이해, 활용, 3) 태도로 재구성
검증 가능성	- 데이터로 가설을 검증하는 과정에 대한 설명이 더 강화되어야 함	가설 검증 과정 상세화하여 나타냄(탐구 데이터 처리 및 분석, 가설평가 및 가설 정당화)
가설 수정 및 재검증	- ‘가설이 수용되지 않을 경우’에 대한 현실적 방안이 필요함 - 학생들이 수업 시간에 처음부터 가설설정, 설계, 탐구까지 모두 다시 수행하기 어려움	검토의견을 받아들여 ‘가설이 수용되지 않은 이유 찾고, 가설 수정하기’로 전략 수정함

	- 별도로 시간을 내어 탐구를 하는 것도 현실적이지 않음	
연습용 탐구활동 자료 제공	- 시연자료로 제공되는 연습용 탐구활동 자료에 대한 예시가 필요함	시연 자료로 제공되는 연습용 탐구생활 자료 예시 제공
이미지 데이터 증강 안내	- 데이터를 증강이 증강 현실 인지 헛갈림	증강을 추가 생성으로 바꿈

## 4. 외적 타당화 결과: 수업의 효과성

### 가. 수업안 설계 및 수업 운영

본 연구에서는 앞에서 개발된 수업모형에 따라 학습자들이 실생활과 연결된 데이터를 기반으로 AI 융합 과학 탐구 학습을 진행할 수 있는 세 가지 수업안을 설계하였다.

수업안을 세 가지로 제시한 이유는 다음과 같다. 초등학교 과학 탐구 학습은 5학년 과학 1단원 ‘즐거운 과학 탐구’에서 교사 중심 탐구 연습을 다루어 탐구 학습 절차를 익히고 나서, 학생들의 탐구 역량이 성장한다고 가정하고 2, 3, 4, 5단원으로 갈수록 점차 학습자 중심 탐구로 나아가게 구성되어 있다.

이와 관련하여 ‘Ⅱ. 이론적 배경’의 ‘2. 초등학교 과학 탐구 학습’에서 과학 탐구 수업의 유형을 학습자 중심 탐구와 교수자 중심 탐구로 구분하여 탐구의 양상을 다섯 가지 측면에서 살펴보았다(<표 II-1> 참고). 같은 과학 탐구 학습 모형으로 수업을 설계하여 운영하더라도, 학습자의 탐구 역량에 따라 ‘1)학습자가 문제 제기’, ‘2)학습자가 문제를 선택하여 새로운 문제 지시’, ‘3)교사가 제시한 문제를 바탕으로 문제 명료화’, ‘4)교사가 문제 제시’라는 네 가지 방식을 적용할 수 있다(장신호 외, 2022: 62).

본 연구에서는 1)수준의 학습자는 학습자 중심 과학 탐구를 할 수 있을 것이라고 가정하고, 2)와 3)수준 학습자는 교수자 조력이 있으면 과학 탐구를 원활히 수행할 수 있을 것이라고 가정하였다. 4)수준 학습자는 과학 탐구 학습과정을 처음 접하거나, 새학년도가 되어 과학 탐구를 잊어버린 학습자라고 보고 교사 주도로 과학 탐구를 맛보기로 연습하는 과정이라고 가정하였다.

이러한 가정을 바탕으로 본 연구에서는 세 가지 유형의 수업설계안을 작성하여 AI 융합 과학 탐구 수업을 처음 도입할 때 교사가 중심이 되어 과학 탐구를 단계별로 연습할 수 있도록 스캐폴딩을 제공하고, 두 번째 프로젝트에서는 학습자가 생물을 분류하는 나름의 가설을 설정하여 분류해보는 탐구를 수행하도록 하였다. 그리고 세 번째 설계안은 학습자 주도하여 문제상황을 발견하고 탐구문제를 제기하는 환경오염 관련 과학 탐구 수업으로 설계하였으나 연구 참여자 수준을 고려하여 수업에 적용하지는 않았다.

정리하자면, 본 연구에서는 ‘교수자 탐구 개입 정도’에 따라 교수자 중심 과학 탐구 수업(수업주제: 태양계 행성 특징에 따라 분류하기), 교수자-학습자 협력 과학 탐구 수업(수업주제: 다양한 생물 분류 기준 세워 분류하기), 학습자 중심 과학 탐구 수업(수업주제: 환경오염이 나에게 미치는 영향)을 각각 하나씩 설계하였다. 이 수업에 적용된 성취기준은 2015 개정 과학과 교육과정에 속한다(교육부, 2015).

실험군 학생들은 ‘태양계 행성 특징에 따라 분류하기(1+3차시)’, ‘다양한 생물 분류 기준 세워 분류하기(1+3차시)’ 수업에 참여하였다. 각 수업은 데이터 기초학습 1차시와 본시 학습 3차시로 구성된 프로젝트 수업으로 총 8차시 운영되었다.

한편, 대조군 학생들은 실험군 학생들과 마찬가지로 데이터 기초학습의 일환으로 구글 시트로 행성 크기, 태양-행성 거리 데이터 시각화하기, AI 이미지 생성 도구로 태양계 행성 이미지 만들기 등의 프로그램에 2시간 참여하였다. 그리고 ‘태양계와 별’에서는 [그림 IV-4]와 같이 교과서에 제시된 대로 태양계 카드(실물자료), 백과사전 및 스마트 기기를 활

용하여 태양계 행성의 특징을 알아보고, 행성의 상대적 크기 비교 및 태양에서 행성까지의 상대적 거리를 비교하는 모둠활동을 하였다.

[그림 IV-4] 대조군 학생 참여 ‘태양계와 별’ 수업 교과서 장면

**02 태양과 태양계 행성은 어떤 특징이 있을까요?**

태양계란 태양의 영향이 미치는 공간과 그 공간에 있는 구성원을 말합니다. 지구도 태양계의 구성원 중 하나입니다. 태양계에 속하는 태양과 행성, 위성들 조사를 합니다.

**태양과 태양계 행성의 특징 조사하기**

태양계 행성 8개와 태양의 특징을 조사합니다.

- 태양계 행성들이 무엇이 있는지 조사해 봅시다.
- 태양과 태양계 행성의 모양, 모양, 크기의 차이를 조사하여 태양과 행성의 차이를 조사해 봅시다.
- 태양계 행성들의 특징을 조사해 봅시다.
- 태양계 행성들의 특징을 조사해 봅시다.

**03 태양계 행성의 크기를 비교해 볼까요?**

행성의 표면에 있는 붉은 점은 지구보다 크기가 크다고 합니다. 그렇다면 붉은 점은 지구보다 얼마나 큰가요? 태양계 행성의 상대적인 크기를 비교해 봅시다.

**태양계 행성의 상대적인 크기 비교하기**

- 행성의 크기 비교 모형을 여러 개 만들고, 모형에 각 행성의 특징을 설명해 봅시다.
- 행성의 크기를 비교할 때 어떤 기준을 사용해야 할까요? 행성의 크기를 비교할 때 어떤 기준을 사용해야 할까요? 행성의 크기를 비교할 때 어떤 기준을 사용해야 할까요?
- 행성의 크기를 비교할 때 어떤 기준을 사용해야 할까요? 행성의 크기를 비교할 때 어떤 기준을 사용해야 할까요?

**04 태양에서 행성까지의 거리를 비교해 볼까요?**

지구를 출발한 보이저호는 태양에서 10억 km 이상을 여행했습니다. 태양에서 얼마나 멀리 있는 곳일까요? 태양계 행성들, 가장 태양에서 멀리 떨어진 행성에 대해 조사해 봅시다.

**태양에서 행성까지의 상대적인 거리 비교하기**

- 태양계 행성들 중 태양에서 가장 가까운 행성은 무엇이고, 가장 먼 행성은 무엇일까요? 태양계 행성들 중 태양에서 가장 가까운 행성은 무엇이고, 가장 먼 행성은 무엇일까요? 태양계 행성들 중 태양에서 가장 가까운 행성은 무엇이고, 가장 먼 행성은 무엇일까요?
- 태양계 행성들 중 태양에서 가장 가까운 행성은 무엇이고, 가장 먼 행성은 무엇일까요? 태양계 행성들 중 태양에서 가장 가까운 행성은 무엇이고, 가장 먼 행성은 무엇일까요?

\* (장신호 외, 2022: 176, 180, 184)에서 발췌

<표 IV-12>에는 대조군 학생들이 참여한 ‘태양계와 별’ 수업 지도계획을 제시하였다.

<표 IV-12> 대조군 학생 참여 ‘태양계와 별’ 수업 지도계획

차시	소단원	학습목표	핵심 개념	준비물	유의점
1	2. 태양과 태양계 행성은 어떤 특징이 있을까요?	태양과 태양계 행성을 조사하고 그 특징을 설명할 수 있다.	태양, 태양계 행성	[모둠]태양계 관련 책 [개인]태양계카드, 스마트폰기기	사진을 통해 관찰할 수 있는 행성의 표면적인 특징만 조사하도록 한다.
2	3. 태양계 행성의 크기를 비교해 볼까요?	태양계 행성의 상대적인 크기를 비교하여 설명할 수 있다.	행성의 상대적인 크기	[개인]행성 크기 비교 모형, 그림 도구	시간이 부족한 경우 모둠원이 행성을 나누어 표현하게 한다.
3	4. 태양에서 행성까지의 거리를 비교해 볼까요?	태양에서 각 행성까지의 상대적인 거리를 비교할 수 있다.	행성의 상대적인 거리	[모둠]줄자 [개인]스마트기기, 태양 및 행성 이름표	실제 거리는 도입하지 않고, 상대적인 거리 비만 활용하여 비교하도록 지도한다.

\* (장신호 외, 2022: 168-169)에서 발췌

두 번째로, 대조군 학생들이 참여한 ‘다양한 생물과 우리 생활’ 단위 수업은 생물의 범위를 동물, 식물로부터 이제는 세균, 원생생물, 균류로 확장하는 단위 취지에 맞춰 운영하였다. [그림 IV-5]에는 이와 관련된 교과서 장면을 제시하였다.

2차시 동안 엘리스가 이상한 나라에 떨어져 만난 다양한 생물을 ‘다양한 생물 카드’로 알아보고 친구들에게 설명하여 맞추는 게임하기, 스마트기기로 카드에 있는 생물 조사하기, 동식물 외의 새롭게 등장한 생물들을 나름대로 분류해보는 활동을 한다. 3차시 수업은 세균과 관련된 경험 이야기하기, 스마트 기기로 세균 사진, 영상 찾아보고 특징 이야기하기, 세균의 생김새와 생활 정리하기로 운영되었다.

[그림 IV-5] 대조군 학생 참여 ‘다양한 생물과 우리 생활’ 수업 교과서 장면



\* (장신호 외, 2022: 260, 262)에서 발취

<표 IV-13>에는 대조군 학생들이 참여한 ‘다양한 생물과 우리 생활’ 수업 지도계획을 제시하였다.

<표 IV-13> 대조군 학생 참여 ‘다양한 생물과 우리 생활’ 수업 지도계획

차시	소단원	학습목표	핵심 개념	준비물	유의점
1	앨리스가 만난 다양한 생물들	다양한 생물의 생김새를 조사하고 말로 표현할 수 있다.	다양한 생물	[개인] 다양한 생물 카드	다양한 생물의 이름보다는 생김새를 관심있게 살펴보고, 이를 표현하는 것에 주안점을 둔다.
2	앨리스가 만난 다양한 생물들	다양한 생물 중에서 동물도 식물도 아닌 생물을 구분할 수 있다.	다양한 생물	[개인] 스마트 기기, 다양한 생물 카드	다양한 생물을 정확히 분류하기보다는 자기 나름대로의 기준으로 분류하도록 지도한다.
3	1. 세균의 특징은 무엇 일까요?	세균의 특징과 사는 곳을 조사하여 설명할 수 있다.	세균	[개인] 스마트 기기, 다양한 생물 카드	세균은 관찰이 쉽지 않으므로 사진 자료나 동영상 자료를 통해 간접적으로 관찰할 수 있도록 한다.

\* (장신호 외, 2022: 258-259)에서 발췌



본 수업모형 및 교수전략의 외적 타당화를 위한 현장 수업은 2023년 5월부터 6월 초까지 운영되었다. W초등학교 5학년 A반은 실험군으로서 모형이 적용된 연구수업에 참여하고, B반은 대조군으로서 <표 IV-12>, <표 IV-13> 지도계획에 따라 수업에 참여하였다. 수업 운영은 연구자가 직접 수행하였다.

본 연구에서는 데이터 리터러시 향상에 초점을 두고 과학 탐구 수업을 개발하였으므로, 주된 검사는 데이터 리터러시 검사이다. 전문가들의 검토를 받아 타당화된 19문항으로 구성된 두 가지 타입의 데이터 리터러시 검사지를 수업 시작 전과 후에 학생들에게 각각 제공하여 설문에 참여하도록 하였다.

한편 이 수업이 과학 탐구 수업으로서의 효과성이 있는가 하는 부분에서 수업의 지식 이해, 탐구 활동, 전반적인 과학교과 학습 만족도, 수업몰입, 메타인지 촉진 등과 관련된 문항으로 수업이 모두 끝난 후에 관련 설문조사를 실시하였다. 그리고 수업 소감으로 이 수업이 다른 수업과 비교하여 다른 점, 수업이 끝나고 느낀 점을 자유 기술하도록 하였다.

과학지식 및 탐구 기능과 관련하여 클래스팅 AI 같은 코스웨어를 활용하여 성취도 평가를 실시하지 않았던 것이 아쉽다. 이 점은 ‘평가 및 성찰’ 교수전략에 반영하였다.

#### 1) 교수자 중심 과학 탐구 수업

이 수업에서는 학습자들이 사진, 영상, 숫자 데이터를 활용하여 행성을 간접적으로 관찰한다. 또한, 학습자들은 AI 모델 학습과 연계하여 행성의 이미지 데이터를 수집하고 모델을 학습시킨다. AI모델의 적절성을 평가하기 위해 학습자들은 실물 행성 카드, 웹 검색으로 다운받은 행성 이미지, AI 이미지 생성을 통해 얻은 행성 이미지 등을 활용하여 자신이 제작한 AI 모델을 테스트하고, 자신의 분류기준이 적절했는지, 분류 성능은 좋은지 등을 평가한다. 이러한 검토 과정에서 학습자들은 분류 기준의 적절성을 평가하고, 자신이 학습데이터로 넣은 이미지들이 깨끗한지 확인하는 등 분류 성능을 개선하기 위한 방법을 찾게 된다.

<표 IV-14> ‘태양계 행성 특징에 따라 분류하기’ 수업 개요

단원명	3. 태양계와 별		일시	2023. 0. 0.(수) 5교시	지도 교사	노지영
교육 과정 분석	핵심역량(교과역량)		핵심개념		대상	5-0 학생 25명 (여 11, 남 14)
	(과학과 핵심역량) 과학적 탐구 능력, 과학적 의사소통 능력, 과학적 문제해결력 (과학탐구과정 기능) 측정, 분류, 자료해석, 의사소통, 결론 도출		태양, 태양계 행성, 행성의 상대적인 크기, 행성의 상대적인 거리		장소	5-0 교실
성취 기준	[6과02-01]태양이 지구의 에너지원임을 이해하고 태양계를 구성하는 태양과 행성을 조사할 수 있다.				차시 (쪽수)	3~5차시 [과학] 50~55, [실험관찰] 23~25
학습자 수준 확인	(과학과 선수학습) 초3~4학년군 지구의 모습 (데이터 리터러시) 4~5월에 크롬북 활용 학습을 수 차례 하 여 개별 활용 가능, 데이터수집, 분석, 표현, 해석 기초학습을 한 상태				소단 원	02. 03. 04.
					수업 모형	데이터 기반 AI 융합 탐구학습모형
학습 목표	태양계 행성들을 조사하여 그 특징을 설명하고, 상대적 크기와 거리를 비교할 수 있다.					
수업자 의도 및 수업 전략	- 행성은 직접 보기 어려우므로 사진이나 동영상 자료를 활용하여 간접적으로 관찰 한다. - AI 모델 학습과 연계하여 행성의 이미지 데이터를 수집해 생김새별로 모델 학습을 시키고 행성 카드로 모델 학습 결과를 확인하여 본다.					
교수 학습 자료	교사용	스마트 기기(크롬북), 태양계 행성 사진 및 동영상, 엔트리 행성 이미지 분류 AI 모델 작품 (공유모드로 학생별 경험 가능하도록)				
	학생용	태양계 카드(실험관찰 69쪽), 행성 크기 비교 모형(실험관찰 71쪽), 태양 및 행성 이름표(실험관찰 73~77쪽)				

<표 IV-15> ‘태양계 행성 특징에 따라 분류하기’ 과정 중심 평가 계획

평가 관점	태양계 행성들을 조사하여 그 특징을 설명하고, 상대적 크기와 거리를 비교할 수 있는가?
평가 방법	활동 게시판 기록 포트폴리오 평가, 관찰 평가
평가	-내용기준(과학지식): 태양계 행성 이미지를 보고 이름과 특징을 말할 수 있는가?

내용	-수행기준(과학탐구): 태양계 행성을 크기순, 거리순으로 분류할 수 있는가? -데이터리터러시: (데이터이해)태양계 행성과 관련된 데이터를 이해하고 그 경향성을 파악하였는가? / (데이터활용)태양계 행성과 관련된 데이터 수집, 생성, 분석, 해석, 평가, 표현 활동을 원활하게 수행하였는가? -태도: 수업에 적극적으로 참여하는가? 탐구 활동을 주도하는가? 다른 사람의 질문이나 답변을 경청하는가?		
평가 환류 계획	과정에 대한 피드백	-기준을 명시적으로 표현하면서 행성을 구분지어 보도록 안내한다. -행성의 상대적 크기, 상대적 거리 순서로 행성을 분류하도록 먼저 안내한다. -행성의 특징은 웹에서 조사 학습하여 작성하도록 안내한다.	
	결과에 대한 피드백	잘함	태양계 행성들을 조사하여 특징을 이해하고, 상대적 크기와 거리를 비교할 수 있다. → 인터넷에서 행성 데이터를 추가 수집하여 보다 행성이 정확하게 분류가 이루어지도록 AI모델을 더 학습시켜 보도록 안내한다.
		보통	태양계를 구성하는 태양과 행성들의 이름을 열거할 수 있다. → 태양계 가상 실험실 사이트를 활용하여, 태양에서 멀리 떨어질수록 크기와 거리에 특정한 경향성이 나타남을 파악하도록 안내한다.
노력 요함	태양계는 태양과 행성들로 구성되어 있음을 알고 있다. → 태양계 가상 실험실 사이트를 활용하여 태양계를 행성을 구분할 수 있도록 행성을 하나씩 탐색해보도록 안내한다.		

<표 IV-16> ‘태양계 행성 특징에 따라 분류하기’ 교수학습 과정안



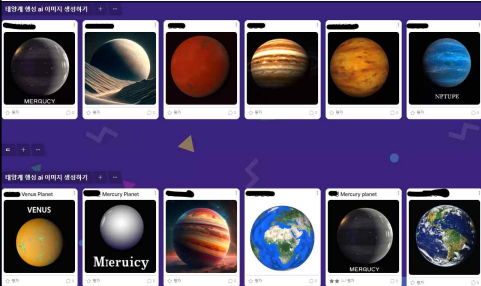

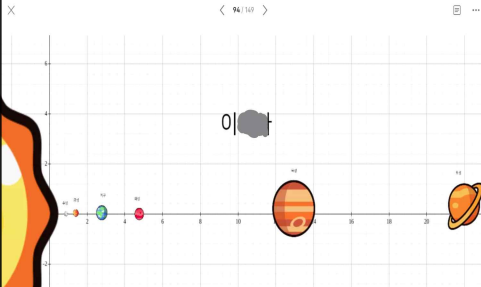
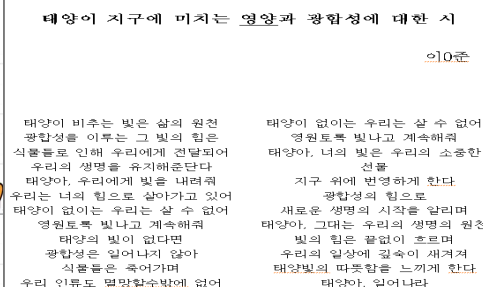
학습 단계	주요 활동	교수·학습 활동		시간	자료(자) 및 유의점(유), 평가활동(평)
		교사	학생		
수업 안내	기존 지식 활성화	◎ 태양계 행성과 관련된 다양한 경험 이야기하기 ● 행성과 관련되어 알고 있는 사실을 이야기해 봅시다. ● 행성은 별일까요, 아닐까요? 왜 그렇게 생각하나요?	-옛날 사람들은 떠돌이별이라고 하였습니다. -별이 아닙니다. 왜냐하면 스스로 빛을 내지 않기 때문입니다.	10'	⑤ 오개념이 있더라도 처음부터 수정해주지는 않음
탐색 및 문제 파악		◎ 태양계 행성 관찰하기 ● 태양계 행성 카드를 보고 행성 간 공통점과 차이점을		10'	④ 행성 카드는 미리 뜯어서 준비하도

		찾아 봅시다.			록 안내
	학습 문제 확인	태양계 행성을 관찰하여 기준을 세워 이미지 분류 AI 모델을 학습시켜 보고, 분류 결과가 적절한지 판단해 봅시다.			
가설 설정	기준 세우기	◎ 분류 기준 세우기 • ‘행성은 00을 기준으로 구분할 수 있다.’와 같이 가설을 세워 봅시다. • 각 행성을 구분지을 수 있는 특징적인 색깔, 고리유무, 무늬 등을 적어 봅시다.	-행성 분류 기준: 색깔, 고리유무, 무늬 등  -행성 카드에 있는 사진을 보고 그 특징을 작성한다.	20'	㉔ 크롬북은 개별 사용, 패들렛 접속  ㉕ 패들렛에 팀가설, 계획 등을 올리도록 하여 교사가 팀 활동을 지원할 수 있도록 한다.
데이터 기반 탐구 설계	계획 세우고 역할 분담 하기	◎ 데이터 기반 탐구 설계하기 • 데이터를 어떻게 수집하고 생성하나요? • 데이터를 AI에 어떻게 입력하나요? • 데이터를 분류 기준에 따라 찾아보니 정확하게 행성별로 나누어 지나요? 아니라면 왜 구분이 어려울까요? • 팀 안에서의 역할을 분담해 봅시다.	-카드 촬영, 웹 검색 다운로드 -파일 업로드/촬영  -색깔, 고리유무, 무늬으로는 수성이 달과 매우 비슷합니다.  -팀에서 나누어 할 역할을 생각해보고 각자 역할을 맡는다.		
데이터 기반 탐구	데이터 수집 및 생성	◎ 데이터 수집 및 생성하기 • 행성 카드 활용 • 웹에서 행성 이미지 수집 • 행성을 사실적으로 그려 색칠하거나 패들렛 AI 그림생성 기능으로 생성하기	-데이터를 수집하거나 생성한다. -(이미지 생성 경로) 패들렛-(+), (… )클릭, ‘그릴 수 없음’ 버튼을 누른다.	20'	㉖ 행성카드, 교과서 행성 그림(촬영), 행성이미지 웹 검색 자료(행성당 50장 이상), 패들렛 AI 이미지 생성 예시자료
	클래스 나누어 데이터 입력해 AI 모델	◎ AI 모델 학습시키기 • 엔트리 인공지능 모델 학습하기 블록에서 이미지 분류를 해봅시다. • 클래스에는 각 행성 이름	-영어만 지원하므로 행성의 영어이름을 찾아 입력하도록 한다.	20'	㉗ AI모델 학

	학습 시키기	<p>을 넣고 행성 이미지를 업로드하세요. 클래스는 여덟개 만들어야 합니다.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 모든 클래스에 해당하는 이미지를 올렸으면 모델 학습하기 버튼을 누르세요.</li> </ul>	<p>-금성의 경우, VENUS가 아닌 VENUS PLANET으로 검색하도록 한다.</p> <p>-분류기준에 따라 찾은 행성 이미지를 각 행성 클래스에 넣고 넣고 모델 학습하기를 누른다.</p>		<p>습 경로: 엔트리 - 인공지능 블록 - 인공지능 모델 학습하기 블록 [데이터 입력-학습-결과]</p>
AI 융합 가설 검증	데이터 해석 및 평가	<p>◎ 분류 결과 확인하고 적절성 평가하기</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• AI 이미지를 생성하여 새로운 행성 이미지를 업로드하여 AI모델의 분류 결과를 확인하여 봅시다.</li> <li>• 행성을 가설에서 정한 기준으로 분류한 결과가 기존에 알고 있던 것과 같았나요? 왜 그렇게 나왔는지 생각해 봅시다.</li> <li>• 만약 가설이 틀렸다면, 적절한 분류 기준을 다시 한번 세워 봅시다.</li> </ul>	<p>-생성된 AI분류모델에 새로운 생물/행성 이미지를 넣어 결과를 확인한다.</p> <p>-AI분류모델이 가설에서 정한 기준에 의해 다양한 생물을 동물, 식물, 그 외 생물로 분류하는지 확인한다.</p> <p>-AI분류모델이 행성을 모양에 따라 잘 분류해내는지 확인한다.</p> <p>-가설이 틀린 이유를 생각해보고, 새로운 기준을 세워본다.</p>	10'	<p>㉞ 패들렛 게시판에 AI학습모델 클래스 분류 기준을 명시하도록 하여 관찰 및 분류 능력 평가</p>
새로운 문제 발견	행성 특징 조사하며 새로운 문제 발견	<p>◎ 행성 크기와 거리 조사하기</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 팀별로 행성을 하나씩 담당하여 크기, 거리를 조사해 나뉘대도 이를 표현할 방식을 생각해 봅시다.</li> </ul> <p>◎ 행성 크기와 거리 표현하</p>	<p>-행성의 크기와 거리에 대해 팀별로 맡은 행성을 웹으로 검색하여 조사하여 게시판에 공유한다.</p>	10' 10'	<p>㉞ 전문가 학습으로 역할을 분담하여 행성의 특징, 크기, 거리를 조사하여 공유하도록 팀별로 각기 다른 행성 탐구</p>

		<p>기</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 30CM 자에 태양을 기준으로 한 상대적 위치 나타내기</li> <li>• 가상실험실에서 크기 비교하기, 엔트리 코딩으로 그리기</li> </ul> <p>◎ 행성 크기와 거리 표현 공유하기</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 모듈별로 탐색 결과 및 표현한 산출물을 설명한다.</li> <li>• 모듈별 산출물을 체험한다.</li> <li>• 댓글로 피드백한다.</li> <li>• 행성 구분 기준을 다시 세워 봅시다.</li> </ul>	<p>-언플러그드</p> <p>-노코딩</p> <p>-코딩</p> <p>-AI이미지 생성 비교</p> <p>-모듈별 산출물을 제작하고 공유한다.</p> <p>-탐구 결과를 바탕으로 행성 구분 기준을 다시 세운다.</p>	5'	주제를 제시
평가 및 성찰	<p>자기 평가와 성찰</p> <p>상호 평가</p> <p>수업 평가</p>	<p>◎ 자기평가하기</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 실험관찰 ‘스스로 평가하기’에 자기평가 해주세요.</li> <li>• 내가 알게 된 점은 무엇인지, 할 수 있게 된 점은 무엇인지, 어떤 것을 더 알고 싶어졌는지 생각해 봅시다.</li> </ul> <p>◎ 상호평가, 수업평가</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 우리팀에서 적극적으로 참여한 친구를 칭찬합니다.</li> <li>• 오늘 수업은 어땠는지 설문지에 작성해 봅시다.</li> </ul>	<p>-스스로 평가하기에 ‘태도’, ‘탐구’, ‘지식’에 해당하는 질문에 답한다.</p> <p>-서로 칭찬하고, 고맙다는 표현을 한다.</p> <p>- 수업평가를 간단한 설문에 작성한다.</p>	5'	◎ 실험관찰 하단 자기평가표, 수업평가 설문양식 (온라인)

[그림 IV-6] ‘태양계 행성 특징에 따라 분류하기’ 수업 활동 장면 및 산출물

<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">모둠 구성</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>모둠 이름</td> <td>3모둠</td> <td></td> </tr> <tr> <td>모둠원</td> <td>이름</td> <td>역할</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>이○○</td> <td>특성, 진화성, 지시</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>신○○</td> <td>지구, 화성 코딩</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>홍○○</td> <td>수성, 해왕성 글쓰기</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>김○○</td> <td>금성, 화성 코딩</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>6</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			모둠 구성			모둠 이름	3모둠		모둠원	이름	역할	1	이○○	특성, 진화성, 지시	2	신○○	지구, 화성 코딩	3	홍○○	수성, 해왕성 글쓰기	4	김○○	금성, 화성 코딩	5			6					
모둠 구성																																
모둠 이름	3모둠																															
모둠원	이름	역할																														
1	이○○	특성, 진화성, 지시																														
2	신○○	지구, 화성 코딩																														
3	홍○○	수성, 해왕성 글쓰기																														
4	김○○	금성, 화성 코딩																														
5																																
6																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">계획 세우기</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>활용할 도구</td> <td>steam up</td> <td>math 2d/science 2d</td> </tr> </tbody> </table>			계획 세우기			활용할 도구	steam up	math 2d/science 2d	<p>엔트리에서 AI분류 모델 만들기</p>																							
계획 세우기																																
활용할 도구	steam up	math 2d/science 2d																														
<p>팀 동료들과 탐구 계획 세우기</p>																																
			<p>엔트리에서 만든 행성 분류 AI모델 기반 블록코딩 작품</p>																													
<p>패들렛에서 AI 행성 이미지 생성</p>																																
			<p>태양계 가장 실험실에서 행성 크기 비교</p>																													
			<p>행성 간 거리 데이터로 태양계 행성 배치 그려보기</p>																													
<p>스팀업에서 행성 간 상대적 크기, 거리 데이터 참고하여 행성 배치하기</p>			<p>태양이 지구에 미치는 열열과 광합성에 대한 시</p> <p>이0은</p> <p>태양이 비추는 빛은 삶의 원천 광합성을 이루는 그 빛의 힘은 식물들로 인해 우리에게 전달되어 우리의 생명을 유지해준단다 태양아, 우리에게 빛을 내려줘 우리는 너의 힘으로 살아가고 있어 태양이 없이는 우리는 살 수 없어 영원토록 빛나고 계속해줘 태양의 빛이 없다면 광합성은 일어나지 않아 식물들은 죽어가며 우리 인류도 멸망할수밖에 없어</p> <p>태양이 없이는 우리는 살 수 없어 영원토록 빛나고 계속해줘 태양아, 너의 빛은 우리의 소중한 선물 지구 위에 반영하게 한다 광합성의 힘으로 새로운 생명의 시작을 알리며 태양아, 그대는 우리의 생명의 원천 빛의 힘은 끝없이 흐르며 우리의 입장에 깊숙이 새겨져 태양빛의 따뜻함을 느끼게 한다 태양아, 일어나라</p>																													
<p>노선 AI에서 태양-지구 영향 AI시 쓰기</p>																																

## 2) 교수자-학습자 협력 과학 탐구 수업안 설계

이 수업은 '다양한 생물 분류 기준 세워 분류하기'라는 주제로 설계되었다. 학습자들은 크롬북을 활용하여 데이터 수집 및 분석하고, AI 모델 학습을 시킨다. 데이터는 생물 카드, 미생물 웹 이미지 데이터, 교과서 세균 그림 등이 사용된다. AI 학습 도구는 엔트리 활용하며, 인공지능 블록 중에서 AI 모델 학습 블록을 사용한다. 학습자들은 AI 모델의 분류 결과를 확인하고, 이를 통해 분류 기준의 적절성을 판단하는 과정을 경험합니다. 또한, 세균의 특징을 조사하고 팀별로 발표하여 생물의 분류 기준과 세균의 특징에 대한 학습을 이어간다.

<표 IV-17> '다양한 생물 분류 기준 세워 분류하기' 수업 개요

단원명	5. 다양한 생물과 우리 생활	일시	2023. 0. 0.(수) 5교시	지도 교사	노지영
교육 과정 분석	핵심역량(교과역량)	핵심개념		대상	5-0 학생 25명 (여 11, 남 14)
	(과학과 핵심역량) 과학적 의사소통 능력 (기초과학탐구기능) 관찰, 의사소통, 자료 해석	(영역) 생명의 연속성 (핵심개념) 진화와 다양성 (학습요소) 세균의 특징 (구균, 간균, 나선균 포함)		장소	5-0 교실
성취기준	[6과04-01] 동물과 식물 이외의 생물을 조사하여 생물의 종류와 특징을 설명할 수 있다.			차시 (쪽수)	1~3차시 [과학] 94~95, [실험관찰] 44~45
학습자의 수준 확인	(과학과 선수학습) 3~4학년에서 동물의 한살이, 동물의 생활, 식물의 한살이, 식물의 생활 단원을 학습함 (데이터 리터러시) 4~5월에 크롬북 활용 학습을 수 차례 하여 개별 활용 가능, 데이터수집, 분석, 표현, 해석 기초학습을 한 상태			소단원	2. 세균의 특징은 무엇일까요?
				수업모형	데이터 기반 AI 융합 탐구학습모형
학습 목표	1. 다양한 생물 중에서 동물도 식물도 아닌 생물을 구분할 수 있다. 2. 세균의 특징과 사는 곳을 설명할 수 있다. -> 다양한 생물을 기준을 세워 이미지 분류 AI 모델을 학습시켜 보고, 분류 결과가 적절한지 판단할 수 있다.				
수업자의 의도 및 수업	- 세균의 개념이 생소하고 어려울 수 있으므로 식물 또는 동물의 특징과 비교하면서 차이점을 이해할 수 있도록 한다. - 세균은 직접 보기 어려우므로 사진이나 동영상 자료를 활용하여 간접적으로 관찰				



전략	<p>한다.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- AI 모델 학습과 연계하여 다양한 생물의 이미지 데이터를 수집해 생김새별로 모델 학습을 시키고 생물 카드로 모델 학습 결과를 확인하여 본다.</li> <li>- 첫 번째 AI 학습 모델에는 동물, 식물, 동물 식물 이외의 생물 외에도 나름대로의 기준으로 클래스를 나누고 그것을 설명하도록 한다.</li> <li>- 두 번째 AI 학습 모델에는 세균의 생김새별로 공 모양, 막대 모양, 나선 모양으로 클래스를 나눈다.</li> </ul>	
교수 학습 자료	교사용	스마트 기기(크롬북), 다양한 생물 및 세균의 사진 및 동영상, 엔트리 (이미지 분류)인공지능 학습 모델 작품(공유모드)
	학생용	다양한 생물 카드(실험관찰, 79~82쪽)

<표 IV-18> ‘다양한 생물 분류 기준 세워 분류하기’ 과정 중심 평가 계획

평가 관점	<p>* 다양한 생물을 특정한 기준을 세워 분류해 보고, 그 결과가 적절한지 판단할 수 있는가? * 세균을 모양을 중심으로 분류해 보고, 그 결과가 적절한지 판단할 수 있는가?</p>	
평가 방법	실험관찰(44~45쪽) 작성 결과, 다양한 생물 및 세균 생김새로 분류한 결과물	
평가 내용	<p>-내용기준(과학지식): 생물이 동물, 식물, 동물도 식물도 아닌 생물로 구분되는 것을 아는가? 세균의 생김새가 다양함을 알고, 그 특징을 말할 수 있는가? -수행기준(과학탐구): 생물 카드 속 생물을 동물, 식물, 동물도 식물도 아닌 생물로 구분할 수 있는가? 세균의 생김새를 관찰하여 공 모양, 막대 모양, 나선 모양으로 분류할 수 있는가? -데이터리터러시: (데이터이해)생물과 관련된 데이터를 이해하고 그 경향성을 파악하였는가? /(데이터활용)생물과 관련된 데이터 수집, 생성, 분석, 해석, 평가, 표현 활동을 원활하게 수행하였는가? -태도: 수업에 적극적으로 참여하는가? 세균의 특징을 관찰하는 활동을 주도하는가? 다른 사람의 질문이나 답변을 경청하는가?</p>	
평가 환류 계획	과정에 대한 피드백	<p>기준을 명시적으로 표현하면서 다양한 생물을 동물, 식물, 그 외의 생물로 구분지어 보도록 안내한다. 여기에서는 모양을 기준으로 세균을 분류하도록 먼저 안내한다. 세균이 사는 곳이나 유발하는 질병 등은 웹에서 조사 학습하여 작성하도록 안내한다.</p>
	결과에 대한 피드백	<p>다양한 생물을 광합성을 하는지, 다른 생물을 잡아먹거나 운동기관이 있는지, 몸에 여러 가지 발달된 기관이 있는지 등으로 동물과 식물, 그 외의 다양한 생물로 분류할 수 있다. 세균의 생김새가 다양함을 알고, 그 특징을 여러 가지 말할 수 있다. → 인터넷에서 다양한 생물 이미지 데이터를 추가 수집하여 보다 다양한 기준으로 분류해 보도록 안내한다.</p>

	보통	다양한 생물을 동물, 식물, 그 외 생물로 분류할 수 있으며, 세균의 생김새가 다양함을 알고, 그 특징을 말할 수 있다. → 다양한 생물을 분류한 판단기준이 무엇인지 명시적으로 표현해 보도록 안내한다.
	노력 요함	다양한 생물을 구분하는 것과 세균을 생김새 기준으로 분류하고 특징을 파악하는 데 어려움이 있다. → 다양한 생물의 분류 기준과 세균의 생김새의 세 가지 기준을 알려주고, 분류 과정을 지원한다.

<표 IV-19> ‘다양한 생물 분류 기준 세워 분류하기’ 교수학습 과정안

학습 단계	주요 활동	교수·학습 활동		시간	자료(㉠) 및 유의점(㉡), 평가활동(㉢)
		교사	학생		
수업 안내  탐색 및 문제 파악	기본 지식 활성화	◎ 세균과 관련된 다양한 경험 이야기하기 ● 세균과 관련되어 여러분들이 겪었던 다양한 이야기를 해봅시다. ● 세균은 생물일까요, 아닐까요? 왜 그렇게 생각하나요?  ◎ 생물 카드 속 다양한 생물 관찰하기 ● 생물 카드 속에서 동물인 것, 식물인 것, 동물도 식물도 아닌 것을 각각 찾아 봅시다. ● 그렇게 구분한 이유는 무엇입니까?	-피부에 난 상처에 세균이 감염된 적이 있습니다. -세균은 시간이 지나면 늘어나기 때문에 생물입니다.	10'	㉠ 세균이 생물인지 결론 내지 않는다.  ㉡ 생물카드는 미리 뜯어서 준비하도록 안내한다.
	학습 문제 확인	<b>다양한 생물과 세균을 관찰하여 기준을 세워 이미지 분류 AI 모델을 학습시켜 보고, 분류 결과가 적절한지 판단해 봅시다.</b>			
가설 설정	기준 세우기	◎ 분류 기준 세우기 ● ‘다양한 생물을 분류하는 기준은 00일 것이다.’, ‘세균의 생김새 분류 기준은 00	-다양한 생물 분류 기준: 광합성, 크기, 움직임 등	20'	㉢ 크롬북은 개별 사용, 패들렛 접속  ㉣ 패들렛에

데이터 기반 탐구 설계	계획 세우고 역할 분담 하기	<p>일 것이다.'와 같이 가설을 세워 봅시다.</p> <p>◎ 데이터 기반 탐구 설계하기</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 데이터를 어떻게 수집하고 생성하나요?</li> <li>• 데이터를 AI에 어떻게 입력하나요?</li> <li>• 데이터를 분류 기준에 따라 어떻게 라벨링 할 수 있나요?</li> <li>• 팀 안에서의 역할을 분담해 봅시다.</li> </ul>	<p>-세균 생김새 분류 기준: 공 모양, 막대 모양, 나선 모양 등</p> <p>-생물 카드 촬영, 웹 검색 다운로드</p> <p>-파일 업로드/촬영</p> <p>-광합성: 광합성을 하는 것, 아닌 것</p> <p>-팀원들을 다양한 생물 분류 팀과 세균의 생김새 분류 팀으로 나눈다.</p>	<p>팀가설, 계획 등을 올리도록 하여 교사가 팀 활동을 지원할 수 있도록 한다.</p>
데이터 기반 탐구	<p>생물 데이터 수집 및 생성</p> <p>클래스 나누어 데이터 입력하여 AI 모델 학습 시키기</p>	<p>◎ 데이터 수집 및 생성하기</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 다양한 생물 카드 활용</li> <li>• 웹에서 다양한 생물과 세균 이미지 수집</li> <li>• 자신이 알고 있는 생물을 사실적으로 그리거나 AI 그림생성 기능으로 생성하기</li> </ul> <p>◎ AI 모델 학습시키기</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 엔트리 인공지능 모델 학습하기 블록에서 이미지 분류를 해봅시다.</li> <li>• 클래스에는 여러분이 세운 분류 기준에 따라 이름을 붙이고 해당 이미지를 업로드하세요. 클래스는 추가가 가능합니다.</li> <li>• 모든 클래스에 해당하는 이미지를 올렸으면 모델 학습하기 버튼을 누르세요.</li> </ul>	<p>-데이터를 수집하거나 생성한다.</p> <p>-엔트리 인공지능 모델 학습하기에서 모델 이름을 입력하고, 분류 기준에 따라 클래스를 입력하여 해당하는 이미지를 업로드하거나 촬영한다.</p> <p>-기준에 따른 모든 클래스에 이미지를 넣고 모델 학습하기를 누른다.</p>	<p>20'</p> <p>20'</p> <p>㉔ 생물카드, 교과서 세균 그림(촬영), 웹 검색 생물, 세균 데이터 (업로드)</p> <p>㉕ AI모델 학습 경로: 엔트리 - 인공지능 블록 - 인공지능 모델 학습하기 블록 [데이터 입력-학습-결과]</p>
AI 융합 가설 검증	데이터 해석 및 평가	<p>◎ 분류 결과 확인하고 적절성 평가하기</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• AI 이미지를 생성하여 새로운 생물/세균 이미지를 업로드하여 AI모델의 분류</li> </ul>	<p>-생성된 AI분류모델에 새로운 생물/세균 이미지를 넣어 결과</p>	<p>20'</p> <p>㉖ 패들렛 게시판에 AI학습모델 클래스 분류 기준을 명시하도록 하여 관찰</p>

		<p>결과를 확인하여 봅시다.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 다양한 생물/세균을 가설에서 정한 기준으로 분류한 결과가 기존에 알고 있던 것과 같았나요? 왜 그렇게 나왔는지 생각해 봅시다.</li> <li>● 만약 가설이 틀렸다면, 적절한 분류 기준을 다시 한번 세워 봅시다.</li> </ul>	<p>를 확인한다.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-AI분류모델이 가설에서 정한 기준에 의해 다양한 생물을 동물, 식물, 그 외 생물로 분류하는지 확인한다.</li> <li>-AI분류모델이 세균을 모양에 따라 분류해내는지 확인한다.</li> <li>-가설이 틀린 이유를 생각해보고, 새로운 가설을 세워본다.</li> </ul>		<p>및 분류 능력 평가</p>
새로운 문제 발견	<p>세균 특징 조사하며 새로운 문제 발견</p>	<p>◎ 세균의 특징 조사하기</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 1팀: 세균은 번식을 하나요?</li> <li>● 2, 3팀: 세균은 주로 어디에 사나요?</li> <li>● 4팀: 세균은 어떻게 생활 하나요?</li> <li>● 5, 6팀: 우리 몸 속에도 세균이 있나요?</li> <li>● (전체) 그렇다면, 세균은 생물인가요? 왜 그렇게 생각하나요?</li> </ul>	<p>-세균의 특징에 대해 팀별로 맡은 주제를 웹으로 검색하여 조사하여 게시판에 공유한다.</p> <p>-조사한 결과를 바탕으로 세균이 생물인지, 왜 그렇게 생각하는지 팀원들과 이야기한다.</p> <p>-스스로 평가하기에 ‘태도’, ‘탐구’, ‘지식’에 해당하는 질문에 답한다.</p> <p>-수업 소감을 제시된 몇 가지 측면에서 게시판에 작성하여 친구들과 공유한다.</p>	10'	<p>㉞ 시간 제약이 있으므로 전문가 학습처럼 역할을 분담하여 세균의 특징을 조사하여 공유하도록 팀별로 각기 다른 탐구주제를 제시한다.</p> <p>㉟ 실험관찰 45쪽, 자기평가표 활용</p>
평가 및 성찰	<p>평가와 성찰</p>	<p>◎ 자기평가하기</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 실험관찰 45쪽 ‘스스로 평가하기’에 솔직히 자기평가를 해주세요.</li> </ul> <p>◎ 학습 성찰하기</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● (패들렛) 수업을 돌아보며 알게 된 점, 할 수 있게 된 점, 느낀 점, 실천할 점을 작성해 봅시다.</li> <li>● 친구들과 공유할 점이 있다면 발표해 봅시다.</li> </ul>		10'	

[그림 IV-7] '다양한 생물 분류 기준 세워 분류하기' 수업 활동 장면 및 산출물

	
<p>생물카드로 AI 분류모델 학습시키기</p>	<p>젬보드에서 생물 조사결과 공유하기, 패드렛에서 댓글로 피드백하기</p>
	
<p>AI 생물 분류 모델 만들기</p>	<p>친구의 AI 생물 분류 모델 성능 확인하고 피드백하기</p>
	
<p>교과서에서 세균의 특성 찾아보기</p>	<p>인터넷과 다양한 생물의 특성 찾아보기</p>
	
<p>12장의 생물카드를 분류한 기준 각각의 카드마다 설명하기</p>	<p>자신이 정한 생물 조사하여 발표하기</p>

### 3) 학습자 중심 과학 탐구 수업안 설계

‘환경오염이 나에게 미치는 영향’ 수업은 학습자들의 환경오염에 대한 인식과 이해를 높이고, 데이터 기반 탐구를 통해 과학적 문제 해결 능력과 현실 세계에서 환경 문제에 대한 인식과 과학적 참여 능력을 강화하는 데 목적이 있다. 학습자들은 자신의 삶과 관련된 특정한 환경오염 상황을 살펴보면서 문제인식을 품으며 탐구를 시작한다. 학습자들은 데이터에 흥미를 갖고 다양한 경로로 실제 데이터를 수집하고 활용하여 탐구 과정을 경험하고, AI 도구를 활용하여 창의적인 작품을 생성한다. 곧 학습자들은 환경오염이 생물에 미치는 각종 영향, 환경오염이 개인과 사회에 미치는 영향을 구체적인 이미지(인포그래픽 포함)와 표현활동(데이터 변형)을 하며 탐구한다.

도구 측면에서 학습자들은 개별적으로 크롬북을 활용하여 데이터 수집, 분석, 표현, 해석 등을 진행한다. 교사가 제공하는 기본적인 환경오염 데이터, 사진, 동영상 자료 외에도 스스로 웹 검색을 통해 데이터를 수집하고, 교과서(과학, 실험관찰) 등 서책도 참고한다. 패들렛을 통해 팀 활동을 하고, AI 도구를 활용하여 AI 이미지 생성과 텍스트 작성을 하는 등 지속 가능한 생태계에서 살아가기 위한 노력을 자신만의 창의적인 아이디어로 작품에 표현한다.

학습전략 측면에서 학습자들은 환경오염의 영향을 인식하고 탐구하기 위해 다양한 데이터를 활용한다. 학습자들은 환경오염에 관련된 데이터를 조사하고 수집하며, 데이터를 처리하고 분석하여 환경오염의 경향성을 파악한다. 그리고 나서 데이터를 해석하고 평가하며, AI 도구를 활용하여 결과를 효과적으로 표현하고 공유한다. 학습자들은 탐구 과정에서 팀 구성과 역할 분담을 진행하고, 자기평가와 탐구 성찰을 통해 학습의 결과를 자신과 다시 연결시키고, 메타인지를 발전시킨다.

평가와 관련하여 본 수업에서는 학습자들의 탐구 및 표현 능력을 평가하기 위해 다양한 평가 방법을 활용한다. 학습자들은 과학지식(환경오염 이해와 영향)과 과학탐구 능력(환경오염 데이터 분석, 분류, 해석

등)을 평가하며, 데이터 리터러시(데이터 이해와 활용)와 태도(수업 참여와 탐구 활동 주도 등)에 대하여 자기평가를 하고 탐구 성찰을 통해 수업에서의 자신의 지식탐구 과정과 결과를 돌아본다. 이러한 평가 피드백 과정을 통해 학습자들은 타인과 소통하며 학습경험을 공유할 수 있다.

<표 IV-20> ‘환경오염이 나에게 미치는 영향’ 수업 개요

단원명	1. 즐거운 과학 탐구		일시	2023. 0. 0.(요일) 교시	지도 교사	노지영
교육 과정 분석	핵심역량(교과역량)		핵심개념		대상	5-0 학생 25명 (여 11, 남 14)
	(과학과 핵심역량)과학적 사고력, 과학적 탐구능력, 과학적 참여와 평생 학습 능력, 과학적 의사소통 능력 (과학탐구과정 기능) 관찰, 측정, 분류, 예상, 추리, 의사소통 문제 인식, 변인 통제, 자료 변환, 자료 해석, 결론 도출		1. 과학 탐구 2. 과학탐구 활동 유형 3. 문제 인식, 변인 통제, 자료 변환, 자료 해석, 결론 도출		장소	5-0 교실
성취 기준	교육과정에 탐구 단원 관련 성취기준 제시되지 않음				차시 (쪽수)	1~3차시 [과학] 12~19, [실험관찰] 7~9
학습자 수준 확인	(과학과 선수학습) 기초 탐구 과정 기능 학습함 (데이터 리터러시) 4~5월에 크롬북 활용 학습을 수 차례 하여 개별 활용 가능, 데이터수집, 분석, 표현, 해석 기초학습을 한 상태				소단원	02. 과학 탐구
					수업 모형	데이터 기반 AI 융합 탐구학습모형
학습 목표	우리 주변에서 다양한 형태로 나타나고 있는 환경오염을 조사하고, 그로 인해 나에게 미치는 영향을 나타낼 수 있다.					
수업자의 의도 및 수업 전략	- 통계 데이터, 사진이나 동영상 자료를 활용하여 환경오염의 영향을 인식하도록 한다. - AI 이미지 생성, AI 텍스트 작성 기능을 활용하여 지속가능한 생태계에서 살아가기 위한 우리의 노력을 작품으로 표현해보도록 한다.					
교수 학습 자료	교사용	스마트 기기(크롬북), 다양한 환경오염 데이터, 사진 및 동영상,				
	학생용	교과서(과학, 실험관찰)				

<표 IV-21> ‘환경오염이 나에게 미치는 영향’ 과정 중심 평가 계획

평가 관점	우리 주변에서 다양한 형태로 나타나고 있는 환경오염을 조사하고, 그로 인해 나에게 미치는 영향을 표현할 수 있는가?		
평가 방법	관찰평가, 학생 산출물 포트폴리오 평가		
평가 내용	-내용기준(과학지식): 내가 조사한 환경오염이 미치는 영향을 말할 수 있는가? -수행기준(과학탐구): 환경오염이 나에게 미치는 영향에 대하여 조사해 발표할 수 있는가? -데이터리터러시: (데이터이해)환경오염과 관련된 데이터를 이해하고 그 경향성을 파악하였는가? /(데이터활용)환경오염과 관련된 데이터 수집, 생성, 분석, 해석, 평가, 표현 활동을 원활하게 수행하였는가? -태도: 수업에 적극적으로 참여하는가? 다른 사람의 질문이나 답변을 경청하는가?		
평가 환류 계획	과정에 대한 피드백	탐사적 데이터 수집을 통해 학습자 주도로 탐구문제를 정하고 탐구 설계를 할 수 있도록 지원한다. 특히, 학습자 주도 수업에서는 설계/계획 과정을 지원해줄 필요가 있다.	
	결과에 대한 피드백	잘함	조사한 환경오염 데이터를 기반으로 탐구 활동을 충실히 수행하여 풍부한 게시물, 댓글 등 탐구과정 산출물을 생성해 내고, 나에게 환경오염이 미치는 영향을 AI를 활용하여 정리하였다. → (확장) 관련되는 생태계 보호 운동 등을 찾아보도록 안내한다.
		보통	조사한 환경오염 데이터를 기반으로 탐구 활동을 수행하여 탐구에 참여해 피드백 댓글을 남겼고, 나에게 환경오염이 미치는 영향을 간단히 정리하였다. → 환경오염이 나에게 미치는 영향을 AI를 활용해 표현해보도록 안내한다.
	노력 요함	조사한 환경오염 데이터를 기반으로 탐구 활동에 참여하는 데 어려움이 있어 학습 전반에서 산출물을 거의 내지 못하였으나, 환경오염이 나에게 미치는 영향을 개념적으로 이해하였다. → 잘 정리된 데이터를 중심으로 관련 내용을 설명한다.	



<표 IV-22> ‘환경오염이 나에게 미치는 영향’ 교수 학습 과정안

학습 단계	주요 활동	교수·학습 활동		
		교사	시간	
수업 안내  탐색 및 문제 파악	기존 지식 활성화	◎ 환경오염으로 인해 불편했던 경험 공유 ● 미세먼지가 많은 날에 마스크를 착용한 경험 이야기하기 ◎ 환경오염 문제 탐색 ● 환경오염의 사례 살펴보기 ● 환경오염을 직접 겪은 경험 나누기 ● 우리 사회에서 환경에 대한 관심이 커지고 있는 원인과 우리가 환경오염을 알아야 하는 이유 생각해 보기	10'	자료(㉔) 및 유의점(㉕), 평가활동(㉖)
	학습 문제 확인	<b>우리 주변에서 다양한 형태로 나타나고 있는 환경오염을 조사하고, 그로 인해 나에게 미치는 영향을 나타내어 봅시다.</b>		
데이터 기반 탐구 설계	주제 선정 및 팀 구성	◎ 학습자 주도 주제 선정 및 팀 구성 ● ‘패들렛에 내가 조사하고 싶은 환경오염을 구체적으로 적어 공유하기 ● 조사하고 싶은 환경오염의 종류가 비슷한 친구들끼리 모여 팀 구성하기	10'	㉔ 크롬북은 개별 사용, 패들렛 접속  ㉕ 패들렛에 팀가설, 계획 등을 올리도록 하여 교사가 팀 활동을 지원할 수 있도록 한다.
	초점적 탐색을 통한 탐구 문제 구체화	◎ 학습자 주도 탐구문제 결정 ● 탐구주제를 정하기 위해 팀원들과 함께 네이버 데이터 랩, 구글 트렌드, 뉴스 기사, 논문 등을 검색하는 탐색적 데이터 수집하기 ● 탐색 결과를 바탕으로 관심 있는 환경오염 안의 문제를 새롭게 발견하고 ‘팀 탐구 과제’를 구체화하기		
	탐구 계획 세우고 역할	◎ 탐구 계획 세우기 ● 데이터 수집: 팀에서 탐구할 환경오염 데이터를 수집할 출처 및 수집 방식 결정하기, 윤리적 데이터 수집 방안 고려하기, 여러 사람이 검색한 데이터를		

	분담하기	<p>어떻게 한 곳에 모을지 방법 정하기</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 데이터 처리 및 분석: 수집한 데이터를 어떻게 처리하고 데이터 특성에 맞추어 어떤 그래프로 분석할지 방법 정하기</li> <li>• 데이터 해석 및 평가: 표나 그래프로 분석한 데이터를 어떻게 해석하고 평가할지 방법 정하기</li> <li>• 데이터 표현 및 공유: 분석한 결과를 AI도구 등을 활용하여 어떻게 효과적으로 표현하고 공유할지 정하기</li> <li>• 팀 내 역할분담 협의하기</li> </ul>		
데이터 기반 탐구	데이터 수집 및 생성	<p>◎ 환경오염이 생물에 미치는 영향에 대한 데이터 수집</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 내가 속한 지역, 마을과 관련된 환경오염의 ‘키워드’ 조사하기</li> </ul>	20'	
	수집한 데이터 처리 및 분석	<p>◎ 수집한 데이터 처리 및 분석</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ‘환경오염이 생물에 미치는 영향’과 관련된 데이터만 남기기</li> <li>• 데이터 속성에 맞는 라벨 부여하고 하나의 데이터 테이블에 정리하기</li> <li>• 데이터 특성에 맞는 시각화 방식 결정하기</li> </ul>	20'	
AI 융합 가설 검증	데이터 해석 및 평가	<p>◎ 환경오염이 생물에 미치는 영향 데이터 해석</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 데이터를 시각화한 그래프를 함께 살펴보면서 자유롭게 이야기 나누기</li> <li>• 환경오염 영향에 대한 마인드맵을 그려 생각을 구조화하기</li> </ul> <p>◎ 확장적 데이터 해석</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 환경오염이 생물에 미치는 영향을 확장하여, 인간에게 미치는 영향에 대하여 이야기하기</li> <li>• 환경오염이 인간들에게 미치는 영향에 대한 마인드맵을 그려 생각을 구조화하기</li> </ul> <p>◎ 데이터 활동의 적절성 평가하기</p>	20'	

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 우리 팀의 데이터 분석 및 해석을 돌아보고 적절성 검토하고 게시판에 공유하기</li> <li>• 다른 팀의 데이터 분석 및 해석결과 살펴보고 적절성을 평가하여 댓글로 피드백하기</li> </ul>	10'	
적용 및 새로운 문제 탐색	<p>데이터 경향에 따른 미래 상황 예측하기</p> <p>새로운 탐구 문제 탐색하기</p>	<p>◎ 데이터 경향에 따라 환경오염으로 인한 미래 예상</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 만약 해당 환경오염이 지속되거나 심화된다면, 어떠한 일이 일어날지 상상하고 게시판에 적어 보기</li> <li>• (AI 융합활동1) 환경오염이 미치는 각종 영향을 그림, 만화로 표현하기</li> <li>• (AI 융합활동2) 환경오염이 미치는 각종 영향을 기사, 시, 소설, 동화로 표현하기</li> <li>• (AI 융합활동3) 환경오염이 미치는 각종 영향을 영화, 연극 등 종합예술작품으로 표현하기</li> </ul> <p>◎ 탐구를 나와 연결시키고 해결을 위한 문제 탐색</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 팀에서 탐구한 환경오염이 미치는 영향이 나와 어떠한 관련이 있는지 생각해보고 이를 해결하기 위한 탐구 방안을 작성하기</li> <li>• 각자 작성한 글을 게시판에 공유하고 댓글로 상호 피드백하기</li> </ul>	20' 5'	
평가 및 성찰	<p>자기 평가 성찰하기</p>	<p>◎ 자기평가하기</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 태도: 탐구활동에 적극적으로 참여하였나요?</li> <li>• 탐구: 환경오염 데이터 분석을 통해 우리 생활에 미치는 영향에 대한 경향을 해석할 수 있나요?</li> <li>• 지식: 환경오염이 우리 생활에 미치는 영향을 설명할 수 있나요?</li> </ul> <p>◎ 탐구 성찰하기</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• (패들렛) 수업을 돌아보며 알게 된 점, 할 수 있게 된 점, 느낀 점, 앞으로 실천할 점을 작성해 봅시다.</li> <li>• 친구들과 공유할 점이 있다면 발표해 봅시다.</li> </ul>	5' 10'	◎ 자기평가표 활용

## 나. 사전·사후 검사 결과

### 1) 실험군-대조군 사전동질성 검정 결과

실험군-대조군 간 사전동질성 검정 결과는 <표 IV-23>과 같다. 그 결과, Levene의 등분산 검정에서는 ‘데이터 표현’을 제외한 다섯 가지 영역에서 유의확률이 0.05보다 컸고, 평균 등식에 대한 t검정 결과에서는 모든 경우 유의확률이 0.05보다 큰 것으로 나와 데이터 이해, 데이터 수집·준비, 데이터 분석, 데이터 평가, 데이터 표현, 데이터 기반 의사소통 영역 등 모든 영역에서 실험군과 대조군 간에 데이터 리터러시는 데이터 이해, 데이터 수집 및 준비, 데이터 분석, 데이터 평가, 데이터 표현, 데이터 기반 의사소통 영역에서 통계적으로 동질한 것으로 나타났다.

<표 IV-23> 실험군-대조군 사전동질성 검정 결과

영역	세부 항목	등분산가정	Levene의 등분산 검정			평균 등식에 대한 t검정			
			F	유의 확률	t	df	유의 확률	평균 차이	표준 오류 편차
통계적 분석	데이터 이해	등분산을 가정함	2.526	<b>.119</b>	.953	44	<b>.346</b>	.174	.183
		등분산을 가정하지 않음			.953	41.176	<b>.346</b>	.174	.183
	데이터 수집·준비	등분산을 가정함	2.066	<b>.158</b>	1.067	44	<b>.292</b>	.246	.231
		등분산을 가정하지 않음			1.067	41.222	<b>.292</b>	.246	.231
	데이터 분석	등분산을 가정함	.798	<b>.377</b>	1.035	44	<b>.306</b>	.217	.210
		등분산을 가정하지 않음			1.035	41.136	<b>.307</b>	.217	.210

	데이터 평가	등분산을 가정함	3.907	<b>.054</b>	.496	44	<b>.623</b>	.116	.234
		등분산을 가정하지 않음			.496	37.175	<b>.623</b>	.116	.234
데이터 활용 의사 소통	데이터 표현	등분산을 가정함	8.391	<b>.006</b>	1.619	44	<b>.113</b>	.283	.175
		등분산을 가정하지 않음			1.619	37.507	<b>.114</b>	.283	.175
	데이터 기반 의사 소통	등분산을 가정함	.048	<b>.828</b>	.644	44	<b>.523</b>	.101	.158
		등분산을 가정하지 않음			.644	43.954	<b>.523</b>	.101	.158

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

## 2) 실험군-대조군 사전·사후검사 통계량

실험군과 대조군의 사전·사후검사 통계량은 <표 IV-24>와 같다.

사전검사에서 실험군은 데이터 리터러시 모든 영역에서 전반적으로 대조군보다 높은 평균 점수를 나타내고 있지만, <표 IV-23>에서 확인하였듯이 이 두 집단은 통계적으로 동질한 집단으로 판단되었다.

실험군의 사전검사와 사후검사 결과를 비교하면, '데이터 이해', '데이터 수집 준비', '데이터 분석', '데이터 평가', '데이터 기반 의사소통' 영역에서는 평균차이가 0.48, 0.59, 0.37, 0.57, 0.37만큼 높아졌다. 그런데 '데이터 평가' 영역에서는 사전검사 시 4.5가 나왔는데, 사후검사 시 4.33이 나와 사전검사보다 0.17만큼 낮은 점수를 보였다. 그러나 이를 '학생들이 데이터표현을 포함한 수업에 참여하고 그것을 더 어려워한다.'고 해석하

기에는 무리가 있다.

학습자들이 수업에서 표, 그래프, 글, 그림, AI 융합을 배우고 나서 가설을 검증하며 알게 된 사실을 실제 상황에 적용하고 새로운 상황을 예상하여 표현하는 활동을 했는데, 수업 후에 데이터 표현 점수는 오히려 0.17점 낮아진 것은 왜일까?

첫째, ‘적용 및 새로운 문제 탐색’은 일반화 과정이기 때문이다. 학습자들은 탐구 과정에서 배운 내용을 일반화하는 과정에서 어려움을 겪을 수 있다. 학습자들은 수업에서 제시된 표, 그래프, 글, 그림, AI 융합 등의 다양한 학습 자료를 통해 개념을 이해하고, 그 개념을 다양한 상황에 일반화해야 하는데, 이러한 일반화 과정에서 학습자들이 개념을 충분히 이해하지 못했을 수 있다.

둘째, 학습자들이 표현하는 과정에서 탐구과정 및 결과에 대한 오해, 부정확한 표현, 데이터 표현도구 사용 미숙 등으로 인해 원하는 결과를 제대로 표현하지 못할 수 있다.

셋째, 문항에서 비롯된 문제일 수 있다. AI를 융합한 글, 그림 생성의 특징을 파악하고 말로 설명하라고 하면 일반적인 성인들도 답하기 어려울 것이다. 또한 그것을 어떤 식으로 나타내는 것이 좋을지 판단하라고 하면 학생들은 직관적인 호불호를 넘어선 판단기준에 대해 고민할 수 있다. 사전 검사에서는 학생들이 표, 그래프 등 자신이 아는 것이 있으니 AI 관련 데이터 표현도 잘 할 수 있을 것이라는 낙관적인 기대에 근거하여 높은 점수를 주었다가 실제 해보고 나니 비슷하지만 약간 낮은 점수를 준 것이 아닌가 싶다. 만약 사전-사후 검사 간 평균차이가 매우 컸다면 그것이 문제가 되겠지만, 4.33이나 4.5 모두 ‘그렇다’와 ‘매우 그렇다’의 중간에 있는 만큼 별 무리가 없다고 판단된다.

데이터 표현 역량을 강화하기 위해서는 교수전략을 개선하는 것도 중요하지만, 장기적으로 학습자들의 개념 이해를 강화하고, 표현력을 향상시키기 위한 꾸준한 지도와 피드백이 필요하다고 여겨진다. 이를 통해 학생들은 자신의 핵심 질문인 가설과 탐구 과정과 결과를 일반화하여 표현하는 능력을 함양할 수 있을 것이다.

한편, 대조군의 사전검사와 사후검사 결과를 확인하면, '데이터 이해'에서 -0.02, '데이터 수집 준비'에서 0.09, '데이터 분석'에서 0.02, '데이터 평가'에서 -0.06, '데이터 표현'에서 0.02의 평균 차이가 나타났고, '데이터 기반 의사소통'에서는 차이가 없었다. 이는 데이터에 관한 기초교육에서 2시간 정도 학습하는 것과 과학 탐구와 융합하여 6시간에 걸쳐 데이터를 다뤄보는 데서 나타나는 차이로 여겨진다.

<표 IV-24> 실험군-대조군 사전·사후검사 통계량

영역	세부항목	집단	N	사전검사 평균	사전검사 표준편차	표준오차 평균	사후검사 평균	사후검사 표준편차	표준오차 평균	평균 차이
통계적 분석	데이터 이해	실험군	23	4.00	.53	.11	4.48	.44	.09	.48
		대조군	23	3.83	.70	.14	3.81	.61	.13	-0.02
	데이터 수집준비	실험군	23	3.93	.67	.14	4.52	.45	.09	.59
		대조군	23	3.68	.88	.18	3.77	.73	.15	.09
	데이터 분석	실험군	23	4.35	.61	.13	4.72	.33	.07	.37
		대조군	23	4.13	.80	.17	4.15	.61	.13	.02
	데이터 평가	실험군	23	3.78	.60	.13	4.35	.53	.11	.57
		대조군	23	3.67	.95	.20	3.61	.78	.16	-0.06
데이터 활용 의사 소통	데이터 표현	실험군	23	4.50	.45	.09	4.33	.60	.12	-0.17
		대조군	23	4.22	.70	.15	4.24	.64	.13	.02
	데이터 기반 의사소통	실험군	23	4.01	.53	.11	4.38	.41	.08	.37
		대조군	23	3.91	.54	.11	3.91	.63	.13	0

### 3) 실험군-대조군 사후검사 독립표본 t검정 결과

실험군-대조군 간 사후검사 독립표본 t검정 결과는 <표 IV-25>와 같다.

실험군은 두 세트의 프로젝트 수업에서 각각 관련 수업도구를 익히는 데이터 기초수업 1시간, 본 수업모형 및 교수전략이 적용된 수업 2시간으로 구성된 총 6시간의 수업에 참여하였다. 실험군은 6시간의 데이터 기반 수업이 모두 종료된 후 데이터 리터러시 검사에 참여하였다. 대조군은 데이터 기초수업 2시간과 교과서 구성에 기반한 수업 4시간이 종료된 후 데이터 리터러시 검사에 참여하였다.

실험군과 대조군 간에 사후검사 독립표본 t검증을 해보았더니 두 집단은 ‘데이터 이해’, ‘데이터 수집 준비’, ‘데이터 분석’, ‘데이터 평가’ 영역에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다. ‘데이터 기반 의사소통’ 영역에서는 통계적으로 유의하였다. 다만, ‘데이터 표현’ 영역에서는 유의하지 않은 것으로 나타났다.

이 결과는 실험군에 적용된 데이터 기반 AI 융합 과학 탐구 수업모형 및 교수전략이 데이터 리터러시 향상 전반에 긍정적인 영향을 준다는 것을 보여준다. 또한 본 연구의 수업모형 및 교수전략에서 ‘데이터 표현’ 리터러시의 향상을 위한 추가 방안이 필요함을 알 수 있다.

<표 IV-25> 실험군-대조군 사후검사 독립표본 t검정 결과

영역	세부 항목	등분산 가정	Levene의 등분산 검정		평균 등식에 대한 t검정				
			F	유의 확률	t	df	유의 확률	평균 차이	표준 오류 편차
통계적 분석	데이터 이해	등분산을 가정함	1.94	.17	4.26	44.00	.000***	.67	.16
		등분산을 가정하지 않음			4.26	39.83	.000***	.67	.16
	데이터 수집	등분산을 가정함	5.98	.02	4.20	44.00	.000***	.75	.18



	준비	등분산을 가정하지 않음			4.20	36.35	<b>.000***</b>	.75	.18
	데이터 분석	등분산을 가정함	3.87	<b>.06</b>	3.90	44.00	<b>.000***</b>	.57	.14
		등분산을 가정하지 않음			3.90	33.89	<b>.000***</b>	.57	.14
	데이터 평가	등분산을 가정함	2.92	<b>.09</b>	3.78	44.00	<b>.000***</b>	.74	.20
		등분산을 가정하지 않음			3.78	38.72	<b>.001**</b>	.74	.20
데이터 활용 의사 소통	데이터 표현	등분산을 가정함	.74	<b>.40</b>	.48	44.00	<b>.635</b>	.09	.18
		등분산을 가정하지 않음			.48	43.80	<b>.635</b>	.09	.18
	데이터 기반 의사 소통	등분산을 가정함	4.79	<b>.03</b>	3.00	44.00	<b>.004**</b>	.47	.16
		등분산을 가정하지 않음			3.00	37.49	<b>.005**</b>	.47	0.16

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

#### 4) 실험군 사전-사후검사 대응표본 t검정 결과

실험군 사전-사후검사 대응표본 t검정 결과는 <표 IV-26>에 제시하였다.

<표 IV-26> 실험군 사전-사후검사 대응표본 t검정 결과

영역	세부항목	대응 차이			t	df	유의 수준
		평균	표준편차	표준오차 평균			
통계적 분석	데이터 이해	-.478	.702	.146	-3.266	22	<b>.004**</b>
	데이터 수집·준비	-.594	.758	.158	-3.757	22	<b>.001**</b>
	데이터 분석	-.370	.726	.151	-2.440	22	<b>.023*</b>

	데이터 평가	-.565	.788	.164	-3.441	22	<b>.002**</b>
데이터 활용 의사소통	데이터 표현	.174	.848	.177	.984	22	<b>.336</b>
	데이터 기반 의사소통	-.377	.699	.146	-2.587	22	<b>.017*</b>

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

수업을 시작하기 전에 실시한 사전검사와 데이터 기반 AI 융합 탐구 수업을 6시간 참여 후 실시한 사후검사 결과로 대응표본 t검정을 실시한 결과 ‘데이터 이해’, ‘데이터 분석’, ‘데이터 평가’에서 통계적으로 유의하였고, ‘데이터 분석’, ‘데이터 기반 의사소통’에서 유의한 것으로 나타났다. 그런데 ‘데이터 표현’ 영역에서는 유의확률 0.336으로 유의한 결과가 나오지 않았다.

분석 결과를 바탕으로 데이터 표현 영역에 관련된 교수전략에 있어 점진적이고 체계적인 스캐폴딩을 제공하는 등의 보완책이 요구됨을 알 수 있었다. 이를 위해 AI 융합 데이터 표현 활동을 지원하는 영상 제공, 설명서, AI도구 링크 제공, 생성형 AI용 예시문 등 스캐폴딩 장치를 제공하여 학생들이 표현 활동을 할 때 쉽게 접근할 수 있도록 하는 방안을 생각할 수 있다. 또한 데이터 표현 활동 시에 교사의 안내에 따라 순서대로 표현 활동 방법을 따라 연습해 보는 것도 좋은 방법으로 여겨진다.

이에 최종 수업 교수전략에는 점진적, 체계적 표현활동 구성, 절차적 스캐폴딩 제공, 표현활동에 요구되는 난이도 하향 조정, 수업 안내 시 교사의 시범 상기 및 추가 안내 등의 내용을 반영하였다.

#### <교수전략 수정사항>

교수전략 7.2. 탐구 결과를 기반으로 적용하고 예상한 것을 표현하기 위한 계획을 세우도록 안내하라.

- \* 표현활동을 되도록 쉽게 구성하도록 안내함
- \* 여러 개의 쉽게 만들 수 있는 작품을 조합하는 식으로 점진적으로 난이도를 높여가도록 함

교수전략 7.3. AI도구를 활용하여 자신의 생각을 글, 그림, 복합적 산출물로 표현하는 작품을 산출하도록 지원하라.

**\* 수업 안내 단계에서 보인 교사의 시범을 떠올리도록 하고, 추가 안내하기. 개별 학습자 요청 시 지원함**

5) 대조군 사전-사후검사 대응표본 t검정 결과

대조군 사전-사후검사 대응표본 t검정 결과는 <표 IV-27>과 같다.

수업을 시작하기 전에 실시한 사전검사와 데이터 기초수업을 2시간 운영하고, 실험군과 과학 동일차시 내용을 교과서 기반 수업으로 4시간 운영한 후 실시한 사후검사 결과로 대응표본 t검정을 실시하였다. 그 결과 데이터 리터러시 모든 영역에서 통계적으로 유의하지 않은 것으로 나타났다. 이는 2시간 정도의 짧은 데이터 기초수업 운영으로는 데이터 리터러시 향상에 있어 유의미한 효과를 보기 어렵다는 것을 보여준다.

<표 IV-29> 대조군 사전-사후검사 대응표본 t검정 결과

영역	세부항목	대응 차이			t	df	유의 수준
		평균	표준편차	표준오차 평균			
통계적 분석	데이터 이해	.014	.477	.099	.146	22	<b>.885</b>
	데이터 수집·준비	-.087	.991	.207	-.421	22	<b>.678</b>
	데이터 분석	-.022	.746	.156	-.140	22	<b>.890</b>
	데이터 평가	.058	.617	.129	.451	22	<b>.657</b>
데이터 활용 의사 소통	데이터 표현	-.022	.682	.142	-.153	22	<b>.880</b>
	데이터 기반 의사소통	-.007	.531	.111	-.065	22	<b>.948</b>

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

### 다. 수업만족도 조사 결과

<표 IV-28>에는 실험군과 대조군의 수업만족도 조사 결과를 정리하였다. 과학적 내용 이해 항목에서 실험군의 평균은 4.57이고 대조군의 평균은 4.09로 실험군의 평균이 대조군보다 높았다. 과학 탐구 활동 과정과 관련된 문항은 ‘데이터 및 수업도구를 활용하여 주어진 과제를 해결하는 과정이 즐거웠다.’이다. 이에 대한 응답을 살펴보면, 실험군 평균은 4.30이고 대조군 평균은 3.74로 나타났다. 실험군 학생들은 대조군 학생들보다 데이터와 각종 수업 도구를 활용하여 탐구하는 과정이 즐거웠다고 응답하였다.

과학 학습의 즐거움 항목에서 실험군 평균은 4.48, 대조군 평균은 4.00이다. 실험군 학생들은 대조군 학생들보다 과학 공부가 더 재미있어졌다고 응답하였다. 수업 몰입 항목에서 실험군의 평균은 4.22, 대조군 평균은 3.57이다. 실험군 학생들은 대조군 학생들보다 수업 시간이 금방 지나갔고 공부하는 것이 힘들지 않았다고 응답하였다.

<표 IV-28> 실험군-대조군 수업만족도 설문 결과

항목	설문문항	집단	N	평균	표준 편차
과학적 내용 이해	수업에서 활용한 데이터 및 수업도구가 과학 내용 이해에 도움을 주었다.	실험군	23	4.57	.59
		대조군	23	4.09	.90
탐구 활동 과정	데이터 및 수업도구를 활용하여 주어진 과제를 해결하는 과정이 즐거웠다.	실험군	23	4.30	.97
		대조군	23	3.74	1.10
과학 학습의 즐거움	데이터 및 수업도구를 활용한 활동을 통해 과학 공부가 더 재미있어졌다.	실험군	23	4.48	.99
		대조군	23	4.00	1.17
수업 몰입	데이터 및 수업도구를 활용한 수업 시간이	실험군	23	4.22	.74

	금방 지나갔다.	대조군	23	3.57	1.16
	데이터 및 수업도구를 활용하여 공부하는 것이 힘들지 않았다.	<b>실험군</b>	<b>23</b>	<b>4.22</b>	<b>.80</b>
		대조군	23	3.43	1.08
메타인지	데이터 및 수업도구를 활용한 수업에서 내가 해야 할 일이 무엇인지 정확히 알았다.	<b>실험군</b>	<b>23</b>	<b>3.91</b>	<b>.95</b>
		대조군	23	3.70	1.02
	수업 시간에 내가 잘 하고 있는지 아닌지를 스스로 알 수 있었다.	<b>실험군</b>	<b>23</b>	<b>4.30</b>	<b>.88</b>
		대조군	23	4.04	1.11

메타인지 항목에서 실험군의 평균은 3.91이고, 대조군의 평균은 3.70이다. 실험군 학생들은 대조군 학생들보다 데이터 및 수업 도구를 활용한 수업에서 자신이 해야 할 일을 잘 알고 있었다. 다만, 다른 항목에 비해 이 항목의 점수는 비교적 낮았다. 이는 앞에서 실험군 사후검사에서 ‘데이터 표현’ 영역 평균이 4.33으로 사전검사보다 0.17 낮게 나타난 것, 실험군 사전-사후검사 대응표본 t검증 결과 ‘데이터 표현’ 영역에서 0.336으로 통계적으로 유의하지 않게 나온 것과 일맥상통하는 결과이다. 이런 결과에 기반하여 볼 때 데이터를 이해하고, 활용하는 것보다 그것을 표현하는 것은 다양한 도구 및 AI의 도움을 받더라도 더 어려운 것으로 여겨진다.

메타인지의 두 번째 항목인 ‘수업 시간에 내가 잘 하고 있는지 아닌지를 스스로 알 수 있었다.’ 질문에서 실험군의 평균은 4.30이고, 대조군의 평균은 4.04이다. 실험군 학생들은 대조군 학생들보다 자신이 잘 하고 있는지 자기 스스로 더 잘 판단할 수 있는 것이다. 데이터 기반 수업이 이 학습자들의 메타인지 과정을 촉진했는지 인과 관계는 확인할 수 없으나 메타인지는 자기주도적 학습에서 가장 중요한 요소 중 하나이므로 이러한 결과는 추가 연구할 가치가 있는 의미있는 결과라고 할 수 있다.

## 라. 학습자 수업 참여 소감 분석 결과

모든 수업이 종료된 후 학습자 소감은 ‘다른 수업과의 차별성’, ‘수업 후 느낀 점’의 두 측면에서 이루어졌다. 다른 수업과의 차별성에 관한 학습자 응답을 분석하여 <표 IV-29>에 제시하였다.

첫째, 학생들은 과학적인 지식 이해가 쉬워졌다는 반응을 나타내었다. 패들렛, 구글시트, 구글 검색, 오토드로우 등 수업도구를 통합적으로 활용하면서 학생들은 지식을 배우고 이해하는 방법도 함께 확장하여 배우는 것이 더 쉬워지고, 더 재미있어졌다고 하였다. 또한, 데이터를 활용하면서 지식에 대한 뒷받침 근거가 생겨 쉽게 받아들일 수 있었다는 의견도 있었다.

둘째, 학생들은 데이터 기반 AI 융합 탐구 수업에서 실제적인 과학 탐구 활동이 이루어졌다고 하였다. 그저 데이터를 가지고 활동하는 데 그치지 않고, 이 수업은 조금 더 논리적으로 생각할 수 있었다는 반응은 상당히 고무적이었다. 탐구 활동을 통해 과학 탐구 과정 기능(기초기능-관찰, 분류, 측정, 추리, 예상, 의사소통 능력/통합기능-문제 인식, 가설 설정, 변인 통제, 자료 변환, 자료 해석, 결론 도출, 일반화)이 길러지고, 이를 통해 과학적 사고력과 탐구능력이 길러져야 하기 때문에 학생들이 과제 수행을 하면서 머리가 아프더라도 절차적이고, 근거에 기반한 생각, 복잡한 생각도 할 필요가 있다. 학생들은 데이터와 도구를 활용하니 더 구체적이고 사실적인 점까지 알 수 있고, 실제 탐구를 통해 새롭게 배운 점이 많아 교과서로 공부할 때보다 과학이 더 재미있다고 하였다.

셋째, 학생들은 수업에 몰입하여 시간이 빨리 지나가는 것 같았고, 흥미와 재미를 느껴 열심히 참여하였다고 하였다. 과학 수업에서 기존 수업 내용과 다른 다양한 데이터 기반 활동을 하면서 몇몇 학생들은 잘 몰라도 쉽게 해볼 수 있는 활동이라서 수업이 지루하지 않았다고 하였다. 학생들은 일단 활동에 참여하다 보니 흥미를 느끼고, 재미가 있어서 시간 가는 줄 모르고 활동에 몰입적으로 참여한 것으로 보인다.

넷째, 학생들은 데이터에 대한 관심을 보이고, 데이터를 수집하고 조

사하여 해석하는 일련의 과정이 좋았다고 반응하였다. 그것은 스스로 관심 있는 것을 검색해 숫자, 이미지로 된 데이터를 수집할 수 있다는 것을 알았기 때문이다. 또한, 학생들은 스프레드시트에 수집된 데이터는 새로운 형태로 변환이 가능하고 그것으로 의미를 만들어 낼 수도 있다는 것을 처음 알아 새로운 것을 체험했다고 생각하고, 그것에 재미를 느꼈다. 초등학교 5학년의 초보적인 데이터 학습 수준이라서 데이터에 제목과 라벨을 붙여 표를 만들고, 차트 변환만 해도 그것을 신기해하고, 거기서 간단하게 의미를 해석하여 업로드하는 활동을 하면 자신이 그것을 할 수 있음에 신기해했다. 이러한 활동은 재미뿐만 아니라 창의성 증진에 유익하다는 보고도 있다(김정아, 김민범, 김태훈, 김용민 & 김종훈, 2019).

다섯째, 학생들은 수업 시간에 크롬북, 태블릿PC 등을 활용한 기기 기반 학습을 한다는 것 자체를 좋아하였다. 이 학생들은 4학년 때 이러한 기기 사용을 별로 하지 않았는지, 5학년이 되어 스마트기기를 많이 써보니 즐겁다고 하고, 컴퓨터, 크롬북, 인터넷을 이용한 수업이라서 편하고, 새롭고, 즐겁고, 재밌다고 반응하였다. 어떤 학생은 방과후학교 컴퓨터 교실 같다고 하기도 하였다. 크롬북이 구글 기반이어서 기존 윈도우즈 체제를 사용하던 사람은 어려워하곤 하는데, 학생들은 1차시만에 익숙해져서 화면 터치, 터치패드 사용, 캡처하기, 사운드 조절, 비디오 전환, 복사 붙여넣기 등을 원활하게 하고 팀 동료들에게 기꺼이 기능을 알려주면서 스캐폴딩을 자체적으로 제공하는 모습을 볼 수 있었다.

여섯째, 몇몇 학생들은 수업시간에 할 일이 많아진 것, 학습이 복잡해진 것에 대하여 어려웠고, 따라가기 힘들다는 반응을 보였다. 학생들은 어려워하면서도 재밌다고 하기도 했지만, 어떤 학생들은 크롬북으로는 수업을 잘 못 따라가겠다고 하며, 실험을 중심으로 수업을 하면 좋겠다는 반응을 보이기도 했다. 그러나 본 수업모형이 적용된 수업은 ‘태양계와 별’, ‘다양한 생물(동물도 식물도 아닌 것)와 우리 생활’ 단원으로 실험이 없고, 거시적이거나 미시적이어서 눈에 보이지 않는 것들에 대한 학습이 이루어져 교과서 기반으로 수업을 하면 학생들이 다소 어려워하고 지루해하는 경향이 나타난다. 힘들어하고 기존 방식으로 배우고 싶어하는 학

생들도 물론 있지만, 이런 단원을 새로운 방식으로 경험하면서 기존에 수업참여도가 낮아 눈에 띄지 않았던 관망적 태도의 학생들이 데이터 기반 탐구 활동을 하기 위해 기기 사용법을 묻고 와서 도와달라고 하며 수업에 참여하려는 모습에 감명 깊었다.

<표 IV-29> AI 융합 과학 탐구 수업이 다른 수업과의 차별성에 관한 학습자 응답

항목	다른 수업과의 차별성에 관한 학습자 응답
과학적 지식 이해 쉬워짐	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 수업이 더 재밌어졌다. 쉽게 이해가 잘 된다.</li> <li>- 수업도구를 활용하면 더 잘 이해가 되고 흥미가 느껴지고 재미있습니다.</li> <li>- 수업도구를 활용한 수업은 내가 이해하기가 더 쉬워서 다른 수업과 다르다.</li> <li>- 다른 수업에 비해 좀 더 이해가 잘 되고 수업 내용이 재밌다.</li> <li>- 다른 수업보다 이해하기 쉽다.</li> <li>- 뒷받칠 수 있는 근거가 있어 쉽게 이해할 수 있다.</li> </ul>
실제적 과학 탐구 활동 이루어짐	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 다른 수업과는 달리, 이 수업은 조금 더 논리적으로 생각할 수 있다.</li> <li>- 수업도구를 활용해서 더 구체적이고 사실적인 점까지 알 수 있어서 좋았다.</li> <li>- 데이터를 쓰는 점이 실제 탐구 가능해서 새롭게 배운 것이 많다.</li> <li>- 데이터 및 실험도구를 사용하면서 그냥 교과서만 보던 과학 시간부터 더 재미있다.</li> <li>- 데이터 기반 탐구 활동을 통해 새로운 것을 배울 수 있어서 좋았다.</li> <li>- 조금 더 복잡한 것 같다.</li> <li>- 할 일이 많다.</li> </ul>
수업몰입 및 참여도 제고	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 더 이해하기 쉬운 것 같고 수업시간이 금방 지나갔어요. 엄청 재밌었어요!!</li> <li>- 다른 수업에서는 못 느꼈던 게 많았다.</li> <li>- 재밌는 활동으로 인해 수업에 더 쉽게 참여할 수 있었고 지루하지 않았다.</li> <li>- 교과 수업에서 할 수 있는 게 이렇게 많다니!!</li> <li>- 수업 내용이 다르고, 더 많은 활동을 할 수 있게 되어 흥</li> </ul>



	미로웠다.
데이터에 대한 관심 제고	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 데이터를 활용한다.</li> <li>- 데이터 수업은 새로운 것을 체험할 수 있어 재미있다.</li> <li>- 스스로 데이터를 수집해서 조사할 수 있어서 좋았다.</li> </ul>
기기 기반 학습에 호감 생김	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 4학년 때는 쓰지 않던 노트북을 많이 써보니 즐겁다.</li> <li>- 컴퓨터가 이해가 더 잘 됐다.</li> <li>- 방과후 학교 같았어요.</li> <li>- 크롬북으로 학습한 수업은 더 재미있었다.</li> <li>- 크롬북을 사용한 수업이 훨씬 편하고 편한 느낌이 났다.</li> <li>- 크롬북이나 인터넷을 이용한 수업이라 더 새로웠다.</li> </ul>
기타 의견	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 어려워하는 학생들도 있음.</li> <li>- 어렵지만 재밌다.</li> <li>- 나는 이 크롬북으로는 수업을 잘 못 따라간다. 실험이 낫다.</li> <li>- 조금 더 복잡한 것 같다.</li> <li>- 할 일이 많다.</li> </ul>

수업 후 느낀 점에 관한 학습자 응답은 <표 IV-30>에 제시하였다. 학생들은 데이터 기반 AI 융합 탐구 학습에 호감을 나타내고, 스마트기기 활용에도 긍정적인 반응을 주었다. 또한, 수업에 대한 흥미와 재미, 몰입감을 나타내고, 다시 하고 싶은 수업이라고 반응하였다.

<표 IV-30> AI 융합 과학 탐구 수업 참여 후 느낀 점에 관한 학습자 응답

항목	수업 후 느낀 점에 관한 학습자 응답
데이터 기반 AI 융합 탐구 학습에 대한 호감	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 모든 수업에 데이터를 활용했으면 좋겠다.</li> <li>- 데이터에 대해서 더 자세히 알 수 있어서 좋았고 흥미로웠다.</li> <li>- 데이터 및 수업도구를 활용한 수업이 더 이해하기 쉽고 유익한 재미있는 수업인 것 같다.</li> <li>- 데이터를 활용한 수업으로 새로운 것을 배울 수 있어 좋았다.</li> <li>- 데이터 수집이 쉬워져서 좋았다.</li> </ul>
스마트기기	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 컴퓨터 사용, 엔트리 등을 더 잘할 수 있게 된 것 같아요.</li> </ul>

<p>기본 학습에 대한 호감</p>	<p>그래서 좀 뿌듯해요! 컴퓨터 이용한 수업을 더 하고 싶어요.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 전자기기와 친해진 것 같아서 기분이 좋다.</li> <li>- 다음에도 이런 도구를 사용한 수업을 한다면 다음에도 적극적으로 참여할 것이다.</li> <li>- 컴퓨터를 사용하는 것이 재미있어서 더 수업을 하고 싶다.</li> <li>- 컴퓨터를 통해 학습하는 것이 재미있고 이해가 잘됐다.</li> </ul>
<p>수업 흥미</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 넘넘 좋아요. 또 하고 싶어요. 진짜 감사합니다!!!!!!</li> <li>- 엄청 재미있었다.</li> <li>- 어렵긴 했지만 재미는 있었다.</li> <li>- 새로운 경험을 느껴서 인상 깊은 수업이었다. 평소보다 더 즐겁게 수업에 참여할 수 있었다.</li> <li>- 정말 재미있고 선생님의 설명도 구체적이어서 이해하기 쉬웠다.</li> <li>- 수업이 재미있고 흥미로웠다.</li> <li>- 신기하고 새롭고 재미있었다.</li> <li>- 어렵지만 재밌었다.</li> <li>- 일반 과학 시간보다 더 재미있었다.</li> </ul>
<p>4수업몰입감</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 너무 재미있고 시간이 빨리 가고 흥미롭고 재미있다.</li> <li>- 수업이 재미있고 시간이 빨리 지나갔다.</li> <li>- 지겹지 않다.</li> </ul>
<p>끝나서 아쉽고, 다시 하고 싶은 수업</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 데이터 및 수업도구를 활용한 수업이 끝나니까 더 하고 싶은 아쉬움이 있다.</li> <li>- 다음에도 이걸로 수업했으면 좋겠다.</li> <li>- 다시 하면 좋겠다.</li> <li>- 다음에도 또 이런 수업을 하고 싶다.</li> <li>- 수업이 끝나니까 더 하고 싶은 아쉬움이 있다.</li> <li>- 수업에 사용한 사이트 집에서도 사용하고 싶은데 주소를 몰라요.</li> </ul>

첫째, 학생들은 데이터 기반 AI 융합 탐구 학습에 대한 호감을 나타내었다. 이들은 데이터를 이해할 수 있어서 좋았고, 수집이 쉬워져서 좋았다고 하였다. 또한 다양한 수업도구를 활용해 새로운 것을 배우고 만

들 수 있어서 좋다고 하였다. 어떤 학생은 모든 수업에서 데이터를 활용하면 좋겠다고 하였다.

둘째, 학생들은 스마트기기 기반 학습에 대한 호감을 나타내었다. 몇몇 학생들은 크롬북 같은 스마트기기와 친해진 것 같고, 더 잘하게 된 것 같아서 좋다고 하였다. 엔트리를 잘 하게 되어 뿌듯하다고 응답한 학생도 있었다. 학생들은 스마트기기를 활용한 수업에 더 많이 참여하고 싶어하였다.

셋째, 학생들은 수업이 재미있었다고 하며 수업에 대한 흥미와 재미를 나타내었다. 어떤 학생은 새로운 경험을 하여 인상 깊었고, 평소보다 즐겁게 수업에 참여할 수 있었다고 하였다. 또한 선생님의 설명이 구체적이어서 이해하기 쉽고 금방 따라할 수 있었다고 하였다. 학생들마다 어려움을 느끼기도 하고, 수업에 흥미를 느끼는 정도도 달랐지만 새롭고 신기한 경험을 하는 것에 공통적으로 재미를 느낀 것 같다.

넷째, 학생들은 데이터 기반 탐구 활동에 1인 1기기로 참여하면서 수업이 순식간에 지나가는 듯한 몰입감을 느꼈다고 하였다.

다섯째, 학생들은 이 수업이 종료되는 것을 아쉬워하고 다시 데이터 기반 탐구 수업에 참여하고 싶다고 응답하였다. 집에서 해보고 싶어하며 학습 게시판 주소를 몰라 아쉬워한 학생도 있었다. 데이터 기반 AI 융합 과학 탐구 수업모형을 활용하면 학생들이 다시 참여하고 싶은 수업을 구성할 수 있다.

## V. 논의 및 결론

### 1. 논의

본 연구에서는 초등학교 맥락에서 AI 융합 과학 탐구 수업모형과 교수전략을 개발하였다. 연구 결과, 이 수업이 기존 과학 탐구 수업에 비하여 갖는 효과성은 다음과 같다. 과학 탐구 수업에 AI를 적용함으로써 학생들은 탐구 과정에서 자신의 문제와 관련된 자료를 수월하게 수집할 수 있고, 기초 자료 수집에 더해 AI 기술로 데이터를 증강함으로써 더 많은 자료를 얻을 수 있다. 또한, AI 기술이 적용된 데이터 시각화 도구를 활용하여 기존의 그래프 시각화 뿐만 아니라 추세 예측도 가능해져 해석의 질이 높아진다.

또한, 탐구 수행을 통해 얻은 결과를 바탕으로 학생들은 현재 자신의 삶에 알게 된 내용을 적용하고, 새로운 상황을 예상하여 보면서 깊이 있는 학습을 하게 된다. 이때, AI를 활용하면 이와 관련된 자기 표현을 외국어, 이미지, 음악 등 다양한 형태를 활용하여 풍부하게 할 수 있게 된다. 평소 과학 수업에서 두각을 나타내지 못하던 학생들도 적용 및 예상 활동에서 활발하게 활동하는 것을 관찰하였다.

한편, 초등학생들을 대상으로 수업을 적용해보니 AI 융합 과학 탐구 수업의 한계도 나타났다. 학생 간 컴퓨터 활용 능력, AI 기술 활용의 편차가 심하여 이질적 모둠 구성으로도 스캐폴딩 제공에 한계가 있었으며, 다수가 기초적인 디지털 역량이 저조한 상태에서는 기초교육 몇 차시로 한계를 극복하기 어렵다는 점을 알게 되었다. 학생의 디지털 소양이 수업 효과성을 좌우할 정도로 큰 영향을 준다는 점이 이러한 수업의 가장 큰 한계라고 할 수 있다. 또한, 의도치 않게 기술 의존적 태도를 갖게 할 수 있다는 점도 이 수업의 한계로 지적될 수 있다. 학생들 중 일부는 기기의 도움을 받지 않고 스스로 알 수 있는 것임에도 궁리하려고 하지 않고 웹 검색을 하는 경우가 생겼다. 이러한 태도는 과학적 지식 및 기능

획들에 부정적 영향을 줄 수 있을 것이다.

이러한 수업 효과 및 한계 외에도 AI 융합 과학 탐구 수업 개발 연구 결과 얻게 된 시사점들을 몇 가지 논의하고자 한다.

### 가. 학교 수업의 질을 높이는 깊이 있는 수업

AI 융합이 된 과학 탐구 수업은 기존의 초등 과학 탐구 수업보다 양질의 수업이 될 것이라고 기대된다. 이와 관련하여 수업만족도 조사 결과 및 학습자 참여 소감에서 학생들이 수업에 몰입하여 시간 가는 줄을 모르고, 즐겁게 학습하며, 과학적 지식 이해가 쉬워지고, 실제적 과학 탐구 활동을 할 수 있었다며 다시 참여하고 싶은 수업이라고 응답한 바 있다. 학생들은 실제 데이터로 과학 탐구 학습을 하면서 배움의 즐거움을 느꼈다고 여겨진다.

학생들은 연구수업에서 평소 수업에서의 모습과 다른 모습을 보였다. 한마디도 하지 않았던 학생들도 교사와 친구들에게 ‘지금 이건 어떻게 하는 거냐’며 수업 진도를 따라가기 위해 적극적으로 노력하였다. 이를 단지 크롬북을 개별로 사용했기 때문이라고 보기는 어렵다. 실제 데이터로 수업을 진행하면서 AI를 융합해 실제 상황에 적용하고 새로운 상황을 융합해 보는 활동 때문이라고 보는 것이 더 타당할 것이다.

이러한 탐구 학습은 2022 개정 교육과정에서 말하는 깊이 있는 학습(deep learning)에 해당한다. 본 수업에서 학생들은 실제적 데이터 경험과 탐색을 통해 자신의 탐구문제 해결을 위해 탐구과정에 참여한다. 그럼으로써 사실적 지식과 과학 탐구 과정 기능을 실제 세계와 연결 지을 수 있다.

데이터 기반의 깊이있는 학습은 핵심질문(여기서는 탐구문제)과 탐구를 위한 수업도구가 필요하다. 또한, 교사가 풍부한 학문적인 배경지식, 교과 지식의 구조를 이해하고 학습할 내용을 분류, 판단, 배치하여 수업 중 수행과제로 설정하는 수업설계 전문성을 갖고 있어야 한다. 마지막으로 교사가 수업설계를 학습자와 교실 맥락에 맞게 실현시킬 수 있어야 개념이 삶과 연계된 깊이 있는 학습이라고 할 수 있다.

## 나. 개념을 학습자의 삶으로 연결하는 탐구 수업

개념을 통한 학습자의 삶과 지식의 연계를 강조하여 ‘개념 기반 교육 과정’이라고 이름 붙은 2022 개정 교육과정은 개념적 구조에 기초한 교육과정 설계, 기존 지식과 새로운 지식을 통합하여 더 높은 수준의 지식 이해에 도달하는 기회를 제공하는 것이 강조되고 있다(조호제 외, 2021).

한편, 개념 기반 수업설계는 빅아이디어 혹은 개념적 렌즈라고 하는 단원을 관통하는 핵심 개념을 중심으로 학생들이 사실, 주제, 개념들 간의 관계를 다양한 층위로 파악하고 궁극적으로 학습한 것을 자신의 삶과 연계하여 적용하고, 개념과 개념의 관계를 경험적 자료를 가지고 증명하여 일반화하는 복합적인 수업 설계와 운영을 말한다(조호제 외, 2021).

일반화는 학생에게 실제 세계에 자신이 습득한 개념 사용 기회를 제공하는 것이다. 본 연구의 외적 타당화 과정 중 데이터 리터러시 사후검사에서 실험군의 데이터 표현 영역의 평균 점수가 사전검사보다 낮게 나왔다. 또한, 실험군 사전-사후검사 대응표본 t검증에서 해당 영역은 유의하지 않게 나왔으며, 독립표본 t검증에서도 데이터 표현에서만 대조군과 유의한 차이가 없다고 나왔다.

이는 본 수업의 일반화 단계인 ‘적용 및 새로운 문제 탐색’ 단계에서 활동을 열심히 하지 않았거나 활동 자체가 데이터 평가와 관련이 없기 때문이 아니다. 표현활동을 했다고 할지라도 그것을 개념과 세계의 연계가 아니라 표, 그림, 그래프, 글짓기, AI작품 등을 만들어 발표하는 시간으로 보낸다면 그것은 진짜 일반화가 아니기 때문이다. 연구수업에서 학생들에게 태양계 행성이 지구에 미치는 영향을 시나 소설로 써보도록 했는데, 학생들이 글을 재미와 흥미 위주로만 작성하는 것과 자신의 삶의 경험과 연계하여 작품을 작성하는 것에는 큰 차이가 있을 것이다.

일반화 단계를 제대로 하려면 교사의 충분한 준비와 운영의 묘도 중요하지만, 수업 전 단계에서 학습자의 개념 이해가 제대로 되어 있어야 한다. 탐구 문제가 중요한 이유가 여기에 있다. 탐구 문제는 수업의 ‘핵심 질문’으로 역할하며 수업을 관통한다. 그것은 가설을 설정하는 데 영

향을 미치고, 가설은 탐구 설계를 하는 데 결정적 영향을 준다. 탐구한 결과는 데이터 처리 및 분석을 통해 가설을 평가하고 정당화하는 가설검증에 활용된다. 그럼 이제 탐구 문제의 용도는 폐기되는가 하면 그렇지 않다.

탐구문제는 수업 시간에 학습한 주요 내용을 실제 세계와 관련지어 탐구할 수 있도록 안내하는 가이드라인이 된다. 탐구문제가 있어야 문제를 인식하고 학생들은 자신의 설명인 가설을 증거 기반으로 평가, 검증하고 정당화할 수 있다. 과학에서는 가설이 곧 학생들이 세상을 이해하고 설명하는 방식인 것이다. 학생들이 세상을 이해하는 방식을 정당화하면서 잠정적으로 확정하였으면, 그 가설로 실제 세상, 새로운 상황에 대한 예상을 할 수 있게 되었을 것이다. 학생은 ①실제와 상상을 자신의 설명으로 표상하여 ②모종의 방식으로 표현할 수 있다.

각종 데이터 표현 도구, AI 도구는 ②에 해당하므로 ①이 제대로 될 수 없다면 ②에 스캐폴딩 등의 전략을 사용하더라도 별 소용이 없다. 그렇다면 ②는 무의미한 것인가? 그것은 아니다. ②가 유효해지기 위해서는 본 수업모형의 첫 단계인 '0. 교수자 수업준비'에서 교육과정, 학습자, 환경 분석이 탄탄하게 이루어져야 한다.

탄탄한 수업 분석 위에 수행과제를 쌓고, 도구를 준비하고, 스캐폴딩 자료를 만들고, 수업 절차를 구체화하는 과정 속에 탐구문제가 관통해야 한다. 이런 것이 쉬운 과정일 리가 없다. 사실 이 표현은 새로운 문제의 발견이며 새로운 탐구의 시작이기도 하다.

#### **다. 맥락적 수업 설계를 위한 전문가 협업**

개념 기반 교육과정에서 모 학문의 지식의 구조의 중요성을 강조하며, 교사가 그것을 함양해야 함(조호제 외, 2021)을 주장하지만 세상의 모든 지식을 교사의 머리 속에 넣어둘 수는 없는 노릇이다. 교사들은 배경지식도 다르고, 수업 설계 능력도 다르다. 관심사도 다르고, 수업 설계 운영 역량도 다르다. 지금까지는 그럭저럭 수업을 해왔지만, 앞으로는 교사

역량에 의해 수업의 편차가 커질 것으로 예상된다.

그렇다면 교사들은 어떻게 해야 하는 것인가? 배움의 자세는 언제나 중요하지만, 현실적인 대안은 교사 간 협업을 가능하게 해주고, 수업설계 운영에 있어 공동작업을 활성화하는 것이다. 수업과 관련된 공동작업의 범주는 다양한 교과, 상황 맥락의 수업모형과 교수전략을 개발하고 사례를 확산하는 것, 개발된 수업사례를 우리 학년에 맞게 분석하고 적용하는 것, 수업설계를 평가하고 피드백하는 것 등이 있다. 이런 것들은 교사 개인의 능력에 의존하기에는 한계가 있기 때문에 교육과정 및 수업설계에 있어 적극적 협력과 공동작업이 필요하다.

교사마다 자신이 가진 수업 맥락을 꺼내놓고, 맥락과 맥락을 만나게 하면 만들어지는 수업 맥락은 다양해질 것이다. 예를 들어, 과학 교과 전문성이 있는 교사와 AI 융합 수업 전문성이 있는 교사가 협력하여 뭔가를 만들어 낸다면 혼자 작업했을 때보다 뛰어난 결과를 얻을 수 있다. 협업의 범위는 비단 동일 학교급 교사들에 한정되지 않고, 초등-중등 교사, 혹은 전혀 다른 분야 전문가들과의 협업도 이루어질 수 있다. 교사는 협업 방식으로 수업을 설계 운영하면서 경험적으로 좋은 교수전략을 반영한 개선 사례를 만들어 내고 공유할 필요가 있다.

유의할 점은 교사는 학생들에게 실제 세계의 다양한 관점과 경험을 제공하되, 관련 법령에 근거하고, 자신의 교수학적 체에 수업을 스스로 선검증하여야 한다는 것이다. 학생들은 다양한 학습의 맥락을 제공받으며 개념을 자신의 삶과 연계하고 자기 주도적인 자세로 학습에 참여할 수 있을 것이다.

#### **라. 교사의 역할 변화와 디지털 소양 함양**

2022 개정 교육과정이 2024년부터 초 1, 2학년에 적용된다. 새로운 교육과정에서는 디지털 소양이 기초소양에 들어간다고 한다. 이는 교사의 교수역량에도 디지털 소양이 들어온다는 것을 의미한다. 벌써 미래는 다가왔고, 교사의 역할도 변하고 있다.



교사의 디지털 역량이 중요해지고, 데이터처리기술, AI기술, 스마트 기기 활용 등 기술적 전문성, 도구적 전문성이 부쩍 강조되고 있다. 데이터와 AI가 교과 수업에 녹아 들어오려면 일단 학생 1인 1 기기가 구비되어야 하고, 교사들의 관련 디지털 역량이 교사의 교수학적 지식과 방법에 융합되는 수준이 되어야 가능하다.

구체적으로, 교사들이 융합적 수업을 하기 위해서는 수업 안에서 데이터 수집 및 처리에 활용되는 도구, AI 융합 수업 도구와 플랫폼 등 통합적 도구 활용에 익숙해질 필요가 있다. 기술적 전문성이 교사의 수업과 결합되는 것은 그저 어디서 연수를 듣고, 책을 읽어서 되는 것이 아니다. 작은 것이라도 실제 수업에 적용해보면서 융합적 교수역량이 성장하게 된다.

## 2. 결론

본 연구의 목적은 초등학교 맥락에서 데이터 기반 AI 융합 과학 탐구 학습을 위한 수업모형 및 교수전략을 개발하는 데 있다.

먼저 문헌연구 단계에서는 ‘데이터 리터러시와 교육’, ‘초등학교 과학 탐구 학습’과 ‘데이터 기반 탐구 학습’, ‘인공지능 융합 과학 탐구 수업’, ‘백워드 수업 설계’ 및 교육공학 전공자들이 발표한 국내 설계·개발연구 기반 선행문헌 검토를 통해 초기 수업모형과 교수전략을 도출하였다. 이 모형은 초등학교 과학과 탐구 학습에 있어 데이터를 활용하여 과학 탐구 역량 뿐만 아니라 데이터 리터러시 향상도 함께 도모하기 위한 방법으로 데이터를 직접 수집, 해석, 평가, 활용하는 내용이 포함되었다.

수업모형 및 교수전략 초안은 1차에 다섯 명, 2차에 6명으로 총 일곱 명의 전문가들의 검토를 받아 타당성, 설명력, 유용성, 보편성, 이해도 측면에서 검증을 받는 내적 타당화 과정을 거쳐 수정되었다.

외적 타당화는 다음과 같이 진행되었다. 수정된 수업모형 및 교수전략에 기반한 수업 설계 및 운영을 하여 초등학교 현장에 적용하고, 데이터 리터러시 검사를 통해 실증적으로 검증함으로써 데이터 기반 AI 융합

과학 탐구 수업이 학생들의 데이터 리터러시 향상에 효과가 있음을 확인하였다. 연구수업에는 초등학교 5학년 학생들이 46명 참여하였으며, 데이터 리터러시 검사 및 수업만족도에 대한 통계적 검증과 함께 학습자 소감 분석을 통해 얻은 여러 가지 시사점을 반영하여 최종적인 수업모형 및 교수전략을 도출하였다.

본 연구의 최종 수업모형은 교수자 수업 준비, 수업 안내 및 데이터 기초 학습, 데이터 탐색 및 탐구 문제 발견, 가설설정, 데이터 기반 탐구 설계, 데이터 기반 탐구, 가설검증(탐구 데이터 처리 및 분석, 가설 평가 및 가설 정당화), 적용 및 새로운 문제 탐색, 평가 및 성찰로 구성된다.

본 연구에서 개발한 수업모형의 주요 교수전략은 총 35개이다. 단계별 교수전략의 수는 ‘교수자 수업 준비’에서 7개, ‘수업 안내 및 데이터 기초 학습’에서 4개, ‘데이터 탐색 및 탐구 문제 발견’에서 3개, ‘가설설정’에서 3개, ‘데이터 기반 탐구 설계’에서 3개, ‘데이터 기반 탐구’에서 3개, ‘가설검증’에서 2개, ‘적용 및 새로운 문제 탐색’에서 5개, ‘평가 및 성찰’에서 5개이다.

본 연구의 목표인 수업모형 및 교수전략 개발 및 그에 대한 타당화를 수행하였다. 이를 통해 초등학교 과학 탐구 수업의 맥락에서 데이터 리터러시 향상을 위한 AI 융합 수업 설계, 운영, 평가에 어느 정도 시사점을 제공할 수 있을 것으로 기대된다.

### 3. 연구의 제한점 및 제언

#### 가. 연구의 제한점

본 연구의 제한점은 다음과 같다.

첫째, 연구 대상인 서울 W초등학교 5학년 학생들의 인지적 수준 및 과학적 지식 및 과학적 탐구 능력, 스마트기기 활용능력, 데이터 및 AI 도구 활용 능력이 일반적인 수준의 학생들과 차이가 있을 수 있다. 지역의 교육환경, 학생들의 사회문화경제적 배경은 연구 결과에 영향을 미칠

수 있다. 둘째, 본 연구에서는 서울 W초등학교 5학년 한 학급에만 연구 수업을 적용하였다. 위의 두 가지 제한점을 극복하기 위해 더 많은 지역의 학교, 학급을 표집하여 연구한다면 보다 높은 신뢰성을 확보할 수 있을 것이다. 셋째, 연구의 진행 기간이 제한적이었고, 비교적 짧은 8차시에 걸쳐 AI 융합 과학 탐구 수업이 진행되었다. 이에 장기간 AI 융합 과학 탐구 수업을 적용했을 때 나타나는 학습자들의 데이터 리터러시 변화 양상을 파악하기 어려웠다.

## 나. 제언

본 연구 결과를 바탕으로 다음과 같은 것들이 필요함을 알 수 있었다.

첫째, 공간 학습환경 조성 측면에서 필요한 것은 다음과 같다. 먼저, 안정되고 빠른 무선인터넷망 확충과 데이터를 수집하고 분석할 학습자 개별 스마트기기 제공과 기기 성능 개선이 필요하다. 또한, 과학실험용 교구로 디지털센서실험도구의 도입으로 디지털 데이터 수집을 할 수 있도록 지원이 요구된다.

둘째, AI 융합 과학 탐구 콘텐츠 학습환경 조성 측면에서 필요한 것은 다음과 같다. 먼저, 초등학생 수준 학습자들을 위한 과학 탐구 데이터 수집 사이트를 확장할 필요가 있다. 또한, 과학 교과서를 개발할 때 체계적으로 데이터 리터러시 및 AI 융합 활동을 할 수 있는 플랫폼, 수업자료, 활동 예시 수업안 등을 제공한다면 데이터 기반 AI 융합 수업의 전반적인 확산에 강력한 영향을 줄 수 있을 것이다.

셋째, 디지털 학습도구 인프라 조성 측면에서 필요한 것은 다음과 같다. 초등학교에서도 학생별 구글, MS 등 개인 학습용 계정을 발급 및 관리를 활성화할 필요가 있다. 그것만으로도 구글 및 MS에서 제공하는 도구로 각종 데이터 및 AI활동을 할 수 있고, 타 사이트 로그인도 할 수 있고, 교육용 데이터 누적 기록이 되어 맞춤형 학습을 지원할 수 있다. 또한, 초등학생이 활용할 수 있는 생성형 AI를 개발하거나 기존 개발된 AI도구를 활용할 수 있도록 제도적 장치를 마련할 필요가 있다.

넷째, 교사 역량 개발 측면에서 필요한 것은 다음과 같다. 무엇보다 데이터 기반 AI 융합 수업의 홍보를 통해 교사들에게 디지털 수업이 무엇인지, AI 융합 수업이 무엇인지 인식시키고, 그 중요성과 가치를 알리는 것이 우선일 것이다. 또한, 관심 있는 교사들에게 각종 연수 및 강의, 대학원, 학습공동체 등 교사 역량강화 프로그램을 지원하여 디지털 수업 역량 강화에 힘써야 할 것이다. 이를 위해, 데이터 기반 AI 융합 수업의 전문성과 경험을 갖춘 강사들을 발굴하여 교사들의 교육 지원을 강화해야 할 것이다.

본 연구의 한계를 고려하여 아래와 같은 추후 연구를 제안한다.

첫째, 본 연구의 외적 타당화 결과, 데이터 표현 영역의 개선이 눈에 띄게 나타나지 않은 것으로 나타났다. 이러한 결과는 AI나 데이터 표현 능력은 그것의 이해와 활용 경험의 기반 위에서 증진되기 때문이라고 여겨진다. 이에 초등학생을 위한 체계적인 데이터 및 AI 과학 탐구 학습 프로그램 개발 연구가 필요하다고 보인다.

둘째, 초등학생을 위한 쉽고 직관적인 웹 기반 데이터 탐구 활동 도구 개발, AI 탐구 결과 표현 도구 등의 개발 연구를 통해 초등학교 수준 학습자를 지원할 필요가 있다.

셋째, 데이터 스캐폴딩, 도구적 스캐폴딩, 절차적 스캐폴딩 등 초등 학습자 과학 탐구 학습을 지원할 방안에 대한 연구가 필요하다.

본 연구에서는 설계·개발 연구방법을 활용하여 초등학교 맥락에서 AI 융합 과학 탐구 수업모형과 교수전략을 개발하였다. 그리고 외적 타당화 과정을 통해 이 수업이 학생들의 데이터 리터러시를 향상시킬 수 있음을 확인하였다. 앞으로도 AI 기술을 융합하여 학습자들의 교과 역량과 데이터 리터러시를 향상시킬 수 있는 다양한 초등 수업 사례가 개발될 수 있기를 바란다.

## 참 고 문 헌

- 강현석, 이지은 (2013). 백워드 교육과정 설계 2.0 버전의 적용 가능성 탐색. **교육과정연구**, 31(3), 153-172.
- 교육부 (2015). 2015 개정 과학과 교육과정. 교육부 고시: 제 2015-74호 [별책 9]
- 교육부 (2020). 초·중등 인공지능 교육 내용기준.
- 교육부 (2022). 2022 개정 교육과정 총론, 시안, 개발지침.
- 구덕회, 김동진 (2020). 문제 해결 학습 모형 기반의 데이터 과학 교육 프로그램 개발. **한국초등교육**, 31, 203-215.
- 김갑수, 박영기 (2017). 초등학생의 인공지능 교육을 위한 교수 학습 모델 개발 및 적용. **정보교육학회논문지**, 21(1), 137-147.
- 김갑수 (2020). 기상 및 전력 사용량 데이터를 이용한 인공지능 교육 모델 개발. **에너지기후변화교육**, 10(3), 237-246.
- 김정아, 김민범, 김태훈, 김용민, 김종훈 (2019). 구글 스프레드시트를 활용한 데이터 시각화 교육이 초등학교 4·5 학년 학생의 창의성 향상에 미치는 효과. **정보교육학회논문지**, 23(4), 293-302.
- 장신호, 최선영, 이윤정, 이인선, 김상협, 염진서, 임희준, 심병주, 송윤미, 박재근, 한문현, 김울리, 남기수, 신현진, 박권태(2022). **초등학교 과학 5학년 교과서 지도서**. 경기: 동아출판.
- 박성익, 임철일, 이재경, 최정임, 조영환 (2021). **교육공학과 수업(제5판)**. 경기: 교육과학사.
- 박찬솔, 손정우 (2020). 탐구적 과학 글쓰기를 통한 데이터 기반 과학 탐구 학습이 초등학생의 과학과 핵심역량에 미치는 영향. **교사교육연구**, 59(2), 245-258.
- 손미현 (2020). 지식정보처리역량 함양을 위한 데이터 기반 과학탐구 모형 개발. 박사학위논문. 서울대학교 대학원.
- 손준호, 김현리 (2020). 백워드 설계 2.0 을 활용한 ‘태양계와 별’ 단원 수업이 과학 학업성취도와 수행평가 및 과학 수업 만족도에 미치는 효과. **대한지구과학교육학회지**, 13(2), 147-161.
- 송유경, 송석리, 김예지, 임철일 (2021). 데이터 리터러시 향상을 위한 데이터

- 기반 토론 수업모형 및 교수전략 개발 연구. **교육공학연구**, 37(4), 한국교육공학회. 943-982.
- 신원섭, 신동훈 (2020). 초등과학교육에서 인공지능의 적용방안 연구. **초등과학교육**, 39(1), 117-132.
- 윤슬기 (2022). 인공지능 기반 융합 교육 교수·학습 모형 및 프로그램 개발. 경인교육대학교 교육전문대학원. 석사학위논문.
- 이서교 (2021). AI를 활용한 과학교육프로그램이 초등학생들의 과학교과 흥미에 미치는 영향. 경인교육대학교 교육전문대학원. 석사학위논문.
- 이종찬 (2022). 초등학교 인공지능 리터러시 교육을 위한 블렌디드 러닝 모형 개발. 석사학위논문. 서울대학교 대학원.
- 이준행, 조정효, 채승철 (2021). 인공지능 융합교육을 위한 데이터 기반 교육 자료 개발: 감쇠진동을 중심으로. **현장과학교육**, 15(2), 121-134.
- 정은주, 손정우 (2019). 데이터 기반 과학탐구에 대한 초등학생의 인식 조사. **과학교육연구지**, 43(2), 227-238.
- 조연수 (2022). 인공지능을 융합한 과학 수업이 중학생들의 인공지능에 대한 태도 및 데이터 리터러시 역량에 미치는 효과. 석사학위논문. 이화여자대학교 대학원.
- 조영생 (2022). 머신 러닝을 활용한 초등 과학영재 대상 암석 표본 관찰 및 분류 교수학습 프로그램의 개발과 적용. 석사학위논문. 한국교원대학교 대학원.
- 조호제, 김자영, 김정윤, 김현정, 노선임, 문향숙, 박은하, 안희숙, 이경미, 최성이, 최은아 (2021). **개념 기반 교육과정 및 평가의 이론과 실제**. 서울: (주) 피와이메이트
- 최재훈, 전용주 (2023). 데이터 기반 의사소통 역량 함양을 위한 초등수학 자료와 가능성 영역 수업 프로그램. **한국컴퓨터교육학회 학술발표대회 논문집**, 27(1), 297-300.
- 하유리(2018). 초등학교 6학년 학생들의 과학적 가설에 대한 인식과 가설 설정에 관한 연구. 석사학위논문. 서울교육대학교 교육전문대학원.
- 한국과학창의재단 (2021). 초·중등 인공지능 교육내용 기준.
- Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50(2), 179-211.

- Brogan, D. S., McDonald, W. M., Lohani, V. K., Dymond, R. L., & Bradner, A. J. (2016). Development and Classroom Implementation of an Environmental Data Creation and Sharing Tool. *Advances in Engineering Education*, 5(2), 1-34.
- Goldberg, R., Magee, N., & Madden, L. (2015). Using Authentic Data to Enhance Middle School Atmospheric Science Instruction. *Science Scope*, 38(8), 25-32.
- Richey, R. C., & Klein, J. D. (2012). **교육공학연구를 위한 설계·개발연구**. 정현미, 김광수 (공역). 서울: 학지사. 원전은 *Design and development research. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.*
- Silver, N. (2021). **신호와 소음**. 이경식 (역). 서울: (주)도서출판 길벗(더퀘스트). 원전은 *The signal and the noise: the art and science of prediction.* London: Penguin Books.
- Tansley, S., & Tolle, K. M. (2009). *The fourth paradigm: data-intensive scientific discovery* (Vol. 1). A. J. Hey (Ed.). Redmond, WA: Microsoft research.
- Wiggins, G. P., & McTighe, J. (2011). *The understanding by design guide to creating high-quality units.* ASCD.

마이크로소프트 사(社) 해킹스텝 프로그램 소개 웹페이지(2022. 11. 6. 검색)  
([https://www.eventservice.kr/2018/microsoft/ms\\_mec/hackingstem/index.html](https://www.eventservice.kr/2018/microsoft/ms_mec/hackingstem/index.html))

## 부 록

### 〈부록 1〉 시 융합 초등 과학 탐구 교수전략(초안)

단계	교수전략	
1. 교육과정, 학습자, 학습환경 분석	수업 전	1.1. 교실 네트워크 환경, 학습자용 스마트기기 등 교실의 스마트 학습환경을 조성한다.
	수업 전	1.2. 교육과정 성취기준, 핵심지식, 기능을 확인한다.
	수업 전	1.3. 학급특성, 개별 학습자의 교과 선수학습, 기기 활용 및 데이터 리터러시 수준을 확인한다.
2. 목표 설정 및 구체화	수업 전	2.1. 분석을 바탕으로 학습자들이 수업에서 어떤 지식과 기능을 획득할 것인지에 관한 목표를 설정한다.
	수업 전	2.2. 장기적인 전이 목표를 중심으로 중요한 이해에 도달하기 위해 학습자들이 어떤 의미를 구성해야 하는지 명시한다.
3. 수행 과제 및 평가 기준 도출	수업 전	3.1. 학습 목표를 어떤 수행과 산출을 통해 확인할 것인지 계획한다.
	수업 전	3.2. 학습 목표에 비추어 학습자의 수행을 평가하는 평가 준거를 단계별로 구체적으로 제시한다.
	수업 전	3.3. 과정 중심 평가를 위해 수행평가 이외에 어떠한 추가적인 증거를 수집할지 계획한다.
	수업 전	3.4. 수행과제 및 평가 기준이 성취기준 분석의 모든 요소와 일치하는지 확인한다.
	수업 전	3.5. 학습자 활동 인원 규모를 고려하여 평가방법을 계획한다.
4. 학습경험 계획	수업 전	4.1. 모든 학습자 성취기준에 도달하도록 하기 위해 학습 경험을 차시별로 의미있게 계획한다.
	수업 전	4.2. 개별 학습자가 전이, 의미 구성, 습득을 할 수 있도록 학습계획에서 구체적인 방법을 제시한다.
	수업 전	4.3. 학습 과정을 어떻게 관찰하고 평가할 것인지 구체적으로 계획한다.
	수업 전	4.4. 학습 경험 계획이 학습 목표, 수행 과제의 내용과 추구하는 목적과 부합하는지 확인한다.



5. 데이터 및 도구 준비	수업 전	5.1. 수업에서 활용할 데이터들을 학습자 수준을 고려하여 제공 범위, 전처리 정도, 활용 수준을 계획하여 수집 및 처리하여 게시판에 탑재한다.
	수업 전	5.2. 데이터 수집, 생성, 처리, 분석, 해석, 표현에 활용될 데이터 도구 및 AI도구를 정하고 접속이 용이하도록 게시판에 링크 바로가기를 연결한다.
	수업 전	5.3. 예시 탐구활동의 단계별 활동 데이터, 활동 내용 및 결과를 실습을 염두에 두고 준비한다.
	수업 전	5.4. 각 단계별 데이터 활동의 기본 템플릿을 제작하여 학습자들의 활동이 용이하도록 지원한다.
6. 수업 안내 및 수업도구 기초학습	수업 중	6.1. 학습자들의 주의력을 환기하고, 학습자들의 과학 탐구 및 데이터 활용 학습경험 여부를 확인한다.
	수업 중	6.2. 수업 중 사용되는 스마트기기 작동법, 데이터 생성도구 연결 및 사용법을 시범 보이고 모듈에서 또래교수자를 중심으로 연습하도록 안내한다.
	수업 중	6.3. 예시 탐구활동 및 도구를 활용하여 데이터 수집, 생성, 분석, 해석, 표현 과정을 시연하고 학습자들이 데이터를 이해하고 각 활동을 실습해보도록 연습 기회를 충분히 제공한다.
	수업 중	6.4. 학습자들 간 상호작용 지원 온라인 도구를 적용하고, 블렌디드 학습 상황에서는 오프라인 소통 방안도 활용하도록 안내하고 연습기회를 제공한다.
	수업 중	6.5. 게시판에 탐구 활동 과정과 결과를 캡처하고, 저장하여 업로드하는 방법을 안내하고 활동 전반을 기록하여 공유하도록 안내한다.
7. 학습문제 파악	수업 중	7.1. 학습문제를 제시하고 수업을 통해 학습자들이 어떤 지식과 기능을 획득해야 하는지 안내한다.
	수업 중	7.2. 탐구 활동의 학습 절차 및 단계별 활동에서 수행할 내용을 구체적으로 안내한다.
8. 수행 과제 및 평가 기준 확인	수업 중	8.1. 실시간 게시판, 공유 문서도구를 활용하여 수행과제 및 평가 기준표, 탐구계획서, 활동일지, 성찰일지 등의 일련의 양식을 제공한다.
	수업 중	8.2. 학습자들이 수행과제, 평가 기준을 이해할 수

		있도록 분명한 증거를 들어 구체적으로 설명한다.
	수업 중	8.3. 수행과제를 실행하고 평가 기준에 맞게 결과를 얻을 전략을 팀 동료들과 상의해보도록 한다.
9. 예상 및 가설 설정	수업 중	9.1. 의미있는 예상 및 가설 설정을 위해 아이디어 도출의 발산과 수렴 과정을 지원한다.
	수업 중	9.2. 예상 및 가설 설정 결과를 게시판에 업로드하도록 하여 데이터로 검증이 가능한 주제를 선정했는지, 오개념이 있는지 확인하고 피드백한다.
	수업 중	9.3. 팀별로 도출된 예상 및 가설을 게시판에 공유하도록 안내하고 상호 피드백하도록 한다.
10. 데이터 기반 과학 탐구 활동 설계	수업 중	10.1 팀별로 예상 및 가설을 검증하기 위한 데이터 생성 및 수집 여부, 데이터 처리 및 분석, 데이터 해석 및 표현 방안의 아이디어를 도출하도록 한다.
	수업 중	10.2. 데이터 기반 과학 탐구 활동 설계가 목적에 부합하는지 확인하고, 설계를 구조화하도록 한다.
	수업 중	10.3. 팀 안에서 탐구 활동 역할을 분담하고 각자의 활동 공유 방안을 정하도록 안내한다.
	수업 중	10.4. 팀별로 설계된 탐구계획서를 게시판에 업로드하도록 하여 오류를 수정할 수 있도록 즉시 피드백을 제공한다.
11. 과학 탐구 활동 데이터 수집 및 생성	수업 중	11.1. 탐구에 필요한 데이터를 생성하거나 수집하도록 안내하고, 데이터 수집 사이트 목록과 수집방법을 다시 한번 환기한다.
	수업 중	11.2. 데이터를 윤리적으로 수집했는지, 편향되지는 않았는지 검토하도록 안내한다.
	수업 중	11.3. 학습자의 데이터 수집, 생성 활동 과정 및 결과를 실시간 관찰하면서 학습자를 지원한다.
12. 데이터 처리, 분석, 해석, 평가	수업 중	12.1. 데이터 특성을 고려하여 가설을 검증할 수 있는 변수들을 중심으로 전처리하도록 안내한다.
	수업 중	12.2. 데이터를 통계량, 그래프 등으로 정리하는 방법을 안내하고, 팀별 데이터를 효과적으로 볼 수 있는 방법으로 정리하도록 안내한다.
	수업 중	12.3. 정리된 데이터를 변수들의 관계를 중심으로

		탐색하고 경향성을 분석하도록 안내한다.
	수업 중	12.4. 가설을 검증하기 위해 데이터 분석 결과를 해석하도록 안내한다.
	수업 중	12.5. 학습자의 데이터 처리, 분석, 해석, 평가활동 과정 및 결과를 실시간 관찰하면서 학습자를 지원한다.
13. 결론 및 표현	수업 중	13.1. 학습자들이 데이터에 기반하여 과학 탐구 활동의 결론을 도출할 수 있도록 지원한다.
	수업 중	13.2. 학습자들이 텍스트 기반, 이미지 기반으로 표현하는 AI 융합 활동 과정 및 결과를 실시간 관찰하면서 학습자를 지원한다.
	수업 중	13.3. 학습자들이 AI 기반으로 표현한 것들을 실시간 게시판에 업로드하도록 하여 모든 학습자들이 자신의 산출물을 효과적으로 공유하고 상호작용할 수 있도록 한다.
14. 탐구 수행 결과 평가 및 성찰	수업 중	14.1. 탐구 수행 과정과 결과에 관한 동료평가 설문지, 자기평가 설문지, 구조화된 성찰일지 제공을 통해 평가 및 성찰할 기회를 제공한다.
	수업 중 수업 후	14.2. 교사의 수업 중 관찰 사항을 학습자들에게 제공하고 데이터를 기반으로 피드백한다.
	수업 중 수업 후	14.3. 학습자들이 수업이 종료된 후에도 질문을 할 수 있도록 교수자의 메일, 질문 게시판 등의 소통 채널을 안내한다.
	수업 후	14.4. 교수자는 학습자 도달 구조화된 교수 성찰일지를 활용하여 교수 활동을 돌아보고 다음 수업에 반영한다.

## 〈부록 2〉 시 융합 초등 과학 탐구 수업 교수전략(1차 수정안)

수업 단계	교수전략	
0. 수업 준비	<b>0.1. 교육과정, 학습자, 학습환경을 분석하라.</b>	
	수업 전	0.1.1. 교실의 네트워크 환경, 학습자용 스마트기기 등 교실의 스마트 학습환경을 확인한다.
	예시 및 해설	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 교실 내 무선 네트워크가 안정적으로 작동하는지 확인</li> <li>- 학습자 스마트기기의 충전이 충분히 되어 있는지 확인</li> <li>- 기기 작동은 안정적으로 이루어지는지 확인</li> <li>- 스마트기기의 인터넷 연결이 되어 있는지 확인</li> </ul>
	수업 전	0.1.2. 과학과 교육과정 성취기준, 핵심지식, 기능을 확인한다.
	예시 및 해설	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 수업 관련 교육과정의 성취기준을 검토하고 핵심역량 및 개념을 확인</li> <li>- 학습자들이 필요로 하는 기초/통합 과학 탐구 능력과 지식을 확인</li> </ul>
	수업 전	0.1.3. 학급 특성, 개별 학습자의 학습경험 및 수준을 확인한다.
	예시 및 해설	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 학급특성, 학습자들의 과학과 관련 선수학습 수준, 과학 탐구 학습 경험 및 수준, 스마트기기 활용 학습 경험 및 수준, 데이터 활용 학습경험 및 수준을 사전 조사함</li> <li>- 이를 통해 교수자는 과학 탐구를 학습자 중심으로 운영할 것인지, 교수자 중심으로 운영할 것인지 결정하여 교수전략을 설계할 수 있음</li> </ul>
	<b>0.2. 탐구 범위와 수준, 탐구 목표를 설정하라.</b>	
	수업 전	0.2.1. 탐구 범위는 초등학교 수준에서 적절한 문제로 하며, 구할 수 있고, 다룰 수 있는 데이터 관련으로 한다.
	예시 및 해설	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 탐구 범위: 초등학교 학습자 수준에서 실제 삶과 연결된 탐구 범위 및 문제 상황 설정</li> <li>- 실생활 데이터를 통해 실질적인 학습 경험을 얻을 수 있으며, 데이터에 대한 이해도와 자신감을 높일 수 있음</li> <li>- 데이터 범위: 학습자들이 직접 수집하고 이해할 수 있고, 직관적으로 분류할 수 있는 데이터로 탐구범위 설정</li> <li>- 탐구수준: 교수자 중심---협력적 탐구---학습자 중심</li> </ul>
수업 전	0.2.2. 학습자들이 과학 탐구 과정에서 단계별로 어떠한	

	과학 탐구 기능을 익히고 새로운 지식을 구성할 것인지 구체적인 목표를 설정한다.						
예시 및 해설	<p>* 기초 과학 탐구 기능: 관찰, 측정, 분류, 추리, 예상, 의사소통</p> <p>* 통합 과학 탐구 기능: 문제 인식, 가설 설정, 변인 통제, 자료 해석, 결론 도출, 일반화</p> <p>* 탐구 학습을 통해 얻을 수 있는 과학적 지식</p>						
수업 전	0.2.3. 학습자들이 데이터 기반 활동을 통해 단계별 데이터 리터러시를 획득과 관련된 구체적인 목표를 설정한다.						
예시 및 해설	<p>- 과학 탐구학습 과정에 데이터 이해 및 활용을 융합하면 데이터 리터러시의 제 측면을 학습할 수 있게 됨</p> <p>* 데이터 리터러시: 데이터 이해, 데이터 수집 및 준비, 데이터 분석, 데이터 평가, 데이터 표현, 데이터 기반 의사소통</p>						
<b>0.3. 학습자의 수행 과제 및 평가 기준을 설정하라.</b>							
수업 전	0.3.1. 학습 목표 도달을 위해 학습자들이 수행할 과제 및 평가 기준을 작성하라.						
예시 및 해설	<p>- 평가 관점, 평가 방법, 평가내용</p> <p>- 예상되는 수행 과정에 대한 피드백 내용 및 방법</p> <p>- 예상되는 수행 결과(상 수준, 중 수준, 하 수준에 대한 예시 포함)에 대한 피드백 내용 및 방법</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;">평가 관점</td> <td>* 다양한 생물을 특정한 기준을 세워 분류해 보고, 그 결과가 적절한지 판단할 수 있는가?</td> </tr> <tr> <td>평가 방법</td> <td>실험관찰(44~45쪽) 작성 결과, 다양한 생물 및 세균 생김새로 분류한 결과물</td> </tr> <tr> <td>평가 내용</td> <td>-내용기준(지식): -수행기준(탐구): -태도:</td> </tr> </table>	평가 관점	* 다양한 생물을 특정한 기준을 세워 분류해 보고, 그 결과가 적절한지 판단할 수 있는가?	평가 방법	실험관찰(44~45쪽) 작성 결과, 다양한 생물 및 세균 생김새로 분류한 결과물	평가 내용	-내용기준(지식): -수행기준(탐구): -태도:
평가 관점	* 다양한 생물을 특정한 기준을 세워 분류해 보고, 그 결과가 적절한지 판단할 수 있는가?						
평가 방법	실험관찰(44~45쪽) 작성 결과, 다양한 생물 및 세균 생김새로 분류한 결과물						
평가 내용	-내용기준(지식): -수행기준(탐구): -태도:						
수업 전	0.3.2. 학습 목표에 비추어 학습자의 수행을 평가하는 평가 준거를 단계별로 구체적으로 제시한다.						
예시 및 해설	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;">과정 피드백</td> <td style="width: 10%;">기준을 명시적으로 표현하면서 다양한 생물을 동물, 식물, 그 외의 생물로 구분지어 보도록 안내한다.</td> <td style="width: 80%;"></td> </tr> <tr> <td>결과 피드백</td> <td>잘함</td> <td>세균의 생김새가 다양함을 알고, 그 특징을 여러 가지 말할 수 있다. → 인터넷에서 다양한 생물 이미지 데이터를 추가 수집하여 보다 다양한 기준</td> </tr> </table>	과정 피드백	기준을 명시적으로 표현하면서 다양한 생물을 동물, 식물, 그 외의 생물로 구분지어 보도록 안내한다.		결과 피드백	잘함	세균의 생김새가 다양함을 알고, 그 특징을 여러 가지 말할 수 있다. → 인터넷에서 다양한 생물 이미지 데이터를 추가 수집하여 보다 다양한 기준
과정 피드백	기준을 명시적으로 표현하면서 다양한 생물을 동물, 식물, 그 외의 생물로 구분지어 보도록 안내한다.						
결과 피드백	잘함	세균의 생김새가 다양함을 알고, 그 특징을 여러 가지 말할 수 있다. → 인터넷에서 다양한 생물 이미지 데이터를 추가 수집하여 보다 다양한 기준					

		<table border="1"> <tr> <td></td> <td>으로 분류해 보도록 안내한다.</td> </tr> <tr> <td>보통</td> <td>다양한 생물을 동물, 식물, 그 외 생물로 분류할 수 있으며, 세균의 생김새가 다양함을 알고, 그 특징을 말할 수 있다. → 다양한 생물을 분류한 판단기준이 무엇인지 명시적으로 표현해 보도록 안내한다.</td> </tr> <tr> <td>노력 요함</td> <td>다양한 생물을 구분하는 것과 세균을 생김새 기준으로 분류하고 특징을 파악하는 데 어려움이 있다. → 다양한 생물의 분류 기준과 세균의 생김새의 세 가지 기준을 알려주고, 분류 과정을 지원한다.</td> </tr> </table>		으로 분류해 보도록 안내한다.	보통	다양한 생물을 동물, 식물, 그 외 생물로 분류할 수 있으며, 세균의 생김새가 다양함을 알고, 그 특징을 말할 수 있다. → 다양한 생물을 분류한 판단기준이 무엇인지 명시적으로 표현해 보도록 안내한다.	노력 요함	다양한 생물을 구분하는 것과 세균을 생김새 기준으로 분류하고 특징을 파악하는 데 어려움이 있다. → 다양한 생물의 분류 기준과 세균의 생김새의 세 가지 기준을 알려주고, 분류 과정을 지원한다.
	으로 분류해 보도록 안내한다.							
보통	다양한 생물을 동물, 식물, 그 외 생물로 분류할 수 있으며, 세균의 생김새가 다양함을 알고, 그 특징을 말할 수 있다. → 다양한 생물을 분류한 판단기준이 무엇인지 명시적으로 표현해 보도록 안내한다.							
노력 요함	다양한 생물을 구분하는 것과 세균을 생김새 기준으로 분류하고 특징을 파악하는 데 어려움이 있다. → 다양한 생물의 분류 기준과 세균의 생김새의 세 가지 기준을 알려주고, 분류 과정을 지원한다.							
수업 전	0.3.3. 과정 중심 평가를 위해 수행평가 이외에 어떠한 추가적인 증거를 수집할지 계획한다.							
예시 및 해설	- 팀 산출물: 팀의 탐구 과정 기록 및 결과 산출물 - 개인 산출물: 온라인 플랫폼에 작성한 탐구 단계별 게시글의 수준, 댓글수와 내용, 좋아요 표시 등 피드백 개수, 동료평가 결과 등을 추가적인 증거로 활용할 수 있음							
수업 전	0.3.5. 자기평가 및 동료평가 평가기준을 세우고, 평가 활동지를 제작한다.							
예시 및 해설	* 자기평가: 탐구과정에서 알게된 점, 탐구과정을 통해 할 수 있게 된 점, 탐구활동 참여 태도, 탐구활동에서 느낀 점, 탐구활동으로 인한 나의 변화 * 동료평가: 개별 학습자의 팀 내 역할과 참여도, 기여도 * 수업평가: 수업 전반의 구성 및 운영을 평가하고 교수자의 교수활동에 대한 의견 제시 및 평가							
수업 전	0.3.4. 수행과제 및 평가 기준이 성취기준 분석의 모든 요소와 일치하는지 확인한다.							
예시 및 해설	탐구 과정에서 이루어지는 수행과제 및 그 평가기준이 성취기준 안에서 이루어지는지 확인하고 필요 시 조정							
<b>0.4. 학습경험을 계획하고 팀을 구성하라.</b>								
수업 전	0.4.1. 탐구학습의 단계별 학습경험을 충분한 시간 단위로 구성한다.							
예시 및 해설	학습자 수준을 고려하여 하나의 탐구 프로젝트 수업을 2~4차시로 구성함.							
수업 전	0.4.2. 각 과정에 학습자들이 쉽게 접근할 수 있도록 지							

	원 방안을 계획한다.
예시 및 해설	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 과학 탐구 활동 단계별 사전 안내 및 시연 제공</li> <li>- 데이터 수집이 가능한 공공 데이터 포털 검색창으로 바로가기 링크 제공</li> <li>- 디지털 센서 실험 데이터 수집·분석 자동화 도구 제공, 실험도구 사용 설명 동영상 제공</li> <li>- 데이터 표현을 위한 투닝, 노션 AI, 패들렛 AI텍스트 기반 이미지 생성 기능 등 AI 표현도구 접속 링크 제공</li> </ul>
수업 전	0.4.3. 학습자의 수준차를 고려하여 3~4명 단위로 수준이 이질적인 팀을 구성한다.
예시 및 해설	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 학습자 분석 결과를 참고하여 과학 탐구 능력, 데이터 리터러시 수준이 이질적인 학생들로 구성</li> <li>- 팀 리더 역할을 할 학습자, 또래교수자 역할을 할 학습자 등을 고려하여 팀 구성하여 스캐폴딩</li> </ul>
수업 전	0.4.4. 학습 경험 계획 및 팀 구성이 학습 목표, 수행 과제의 내용과 추구하는 목적과 부합하는지 확인한다.
예시 및 해설	학습 목표, 수행과제 평가기준이 학습경험의 판단기준이 됨
<b>0.5. (데이터 스캐폴딩) 탐구와 관련된 기본 데이터를 준비하라.</b>	
수업 전	0.5.1. 수업과 직접적으로 관련된 데이터셋 제공으로 데이터 수집 단순화하라.
예시 및 해설	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 학습자 분석 결과 본 탐구활동이 교수자 주도, 교수자 학습자 협력 탐구로 이루어질 경우에는 탐구 문제 탐색 데이터와 탐구 활동 데이터들도 준비</li> <li>- 이 때, 수업에서 활용할 데이터들을 초등학교 학습자 수준을 고려하여 제공 범위, 전처리 정도, 활용 수준을 고려해 처리</li> <li>- 학습자들이 쉽게 다운로드 할 수 있도록 온라인 플랫폼 게시판에 데이터 파일(csv, xlsx 형식) 탑재</li> </ul>
<b>0.6. (절차적 스캐폴딩) 학습자들이 탐구 단계별 활동을 쉽게 할 수 있도록 지원하라.</b>	
수업 전	0.6.1. 데이터 처리, 분석, 표현 관련 기본 활동 양식 및 활동 예시자료를 온라인 플랫폼 게시판에 탑재한다. 여
예시 및	- 수업 안내를 위한 예시 탐구용 데이터 준비

해설	- 학습자들이 공유문서 사본을 만들어 따라하거나 응용할 수 있도록 준비
<b>0.7. (도구적 스캐폴딩) 데이터 기반 AI 융합 과학 탐구 수업 도구를 결정하고 쉽게 활용할 수 있도록 준비하라.</b>	
수업 전	0.7.1. 실시간 공유와 소통이 가능한 플랫폼이나 클라우드 환경을 조성한다.
예시 및 해설	- 클라우드 환경은 데이터와 처리도구에 쉽게 접근하고, 탐구 과정과 산출물을 공유할 수 있도록 함 - 수업 플랫폼 활용: 패들렛과 같은 클라우드 게시판, e학습터, 클래스팅, 하이클래스 등 온라인 플랫폼 활용
수업 전	0.7.2. 데이터를 수집 및 생성할 수 있는 도구를 준비한다.
예시 및 해설	- 눈금자, 눈금비커 등 측정 가능한 실험도구 - 디지털센서실험도구(MBL): 아두이노 기반 센서측정기, 완제품 센서실험기구(사이언스큐브), 공기질측정기 등 - 생성형 AI 제작 사이트: 노션AI, 패들렛, DALL.E2 - 웹 이미지 크롤링: Fatkun 크롬 확장 프로그램 - 데이터 수집 사이트: 사이언스올, 공공데이터포털, 서울 열린데이터광장, 기상자료개방포털 등
수업 전	0.7.3. 수업에 활용할 데이터 처리, 분석, 표현도구를 정하고, 학습자들이 쉽게 접속할 수 있도록 한다.
예시 및 해설	- 핵심 기능만 단순하게 세팅하고, 직관적으로 이해하고 조작할 수 있도록 구성하기 - 데이터 처리 및 분석 예시 구글시트 사본 만들기를 링크 연결로 단순화 하기 - bitly.com를 활용한 웹주소 단축 - 데이터 처리 및 분석: 엑셀, 구글 시트, 엔트리(데이터 블록, 인공지능 블록) - 데이터 표현: DALL.E2, 패들렛 AI이미지생성, 오토드로우 등 AI이미지 생성 도구, 구글 바흐, 송메이커와 같은 AI음악 생성 도구, 노션 AI, 워튼 AI 등의 AI 텍스트 생성 도구, 엔트리 작품 만들기
수업 전	0.7.4. 과학 탐구 활동을 위한 일련의 양식을 준비하여 게시판에 탑재한다.
예시 및 해설	공유문서로 수행과제 및 평가 기준표, 실험계획서, 활동일지, 성찰일지 등을 작성 예시와 함께 준비하여 탑재
<b>1.1. 데이터 기반 AI 융합 탐구 수업의 학습목표를 안내하라.</b>	



1. 수업 안내 및 데이 터 기초 학습	수업 중	1.1.1. 학습자들이 과학 탐구 과정 경험을 통해 어떠한 과학적 탐구 기능과 지식을 획득할 수 있는지 안내한다.															
	예시 및 해설	- 기존 지식을 바탕으로 자신의 삶과 과학 탐구를 연결 지어 적극적으로 탐구학습에 참여하도록 독려하기 * 기초 과학 탐구 기능: 관찰, 측정, 분류, 추리, 예상, 의사소통 * 통합 과학 탐구 기능: 문제 인식, 가설 설정, 변인 통제, 자료 해석, 결론 도출, 일반화															
	수업 중	1.1.2. 학습자들이 데이터를 활용한 탐구를 통해 단계별로 어떤 데이터 리터러시를 획득할 수 있는지 안내한다.															
	예시 및 해설	- 미래 사회를 살아가는 데 기초적으로 필요한 소양인 데이터 리터러시를 기를 수 있는 학습 과정임을 안내하기 * 데이터 리터러시-데이터 이해, 데이터 수집 및 준비, 데이터 분석, 데이터 평가, 데이터 표현, 데이터 기반 의사소통															
	<b>1.2. 탐구 학습 절차를 안내하라.</b>																
	수업 중	1.2.1. 과학 탐구 과정별로 어떠한 활동을 수행하게 하는지 예시자료와 함께 안내하라.															
	예시 및 해설	주요 활동을 중심으로 간략하면서도 시각자료를 활용하여 효과적으로 설명하기															
	<b>1.3. 탐구 수행 과제 및 평가 기준을 안내하라.</b>																
	수업 중	1.3.1. 학습자들이 이해할 수 있도록 평가루브릭을 제공하고, 평가 기준에 부합하는 학습 결과를 얻을 전략을 동료들과 함께 생각해 보도록 한다.															
	예시 및 해설	아래와 같은 평가 루브릭을 제시한다. <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;">평가 관점</td> <td style="width: 60%;">* 다양한 생물을 특정한 기준을 세워 분류해 보고, 그 결과가 적절한지 판단할 수 있는가?</td> <td style="width: 30%;"></td> </tr> <tr> <td>평가 방법</td> <td>다양한 생물 분류한 기준 및 결과, 체크리스트 평가</td> <td></td> </tr> <tr> <td>평가 내용</td> <td>-내용기준(지식): -수행기준(탐구): -태도:</td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="3">평가 기준</td> <td>지식에 해당하는 기준 제시</td> <td>☆☆☆☆☆</td> </tr> <tr> <td>탐구에 해당하는 기준 제시</td> <td>☆☆☆☆☆</td> </tr> <tr> <td>태도에 해당하는 기준 제시</td> <td>☆☆☆☆☆</td> </tr> </table>	평가 관점	* 다양한 생물을 특정한 기준을 세워 분류해 보고, 그 결과가 적절한지 판단할 수 있는가?		평가 방법	다양한 생물 분류한 기준 및 결과, 체크리스트 평가		평가 내용	-내용기준(지식): -수행기준(탐구): -태도:		평가 기준	지식에 해당하는 기준 제시	☆☆☆☆☆	탐구에 해당하는 기준 제시	☆☆☆☆☆	태도에 해당하는 기준 제시
평가 관점	* 다양한 생물을 특정한 기준을 세워 분류해 보고, 그 결과가 적절한지 판단할 수 있는가?																
평가 방법	다양한 생물 분류한 기준 및 결과, 체크리스트 평가																
평가 내용	-내용기준(지식): -수행기준(탐구): -태도:																
평가 기준	지식에 해당하는 기준 제시	☆☆☆☆☆															
	탐구에 해당하는 기준 제시	☆☆☆☆☆															
	태도에 해당하는 기준 제시	☆☆☆☆☆															
수업 중	1.3.2. 수행과제 및 평가 기준표, 실험계획서, 활동일지, 성찰일지 등의 작성을 안내한다.																

	예시 및 해설	- 클라우드 게시판에 탑재하여 다운로드와 업로드가 용이하도록 함 - 해당 양식들은 공유문서로 만들어 사본 복사하기로 활용하도록 함
	<b>1.4. 데이터 기반 과학 탐구를 연습할 기회를 제공하라.</b>	
	수업 중	1.4.1. 사용되는 기기 및 도구 사용법을 시연하고 팀 리더를 중심으로 조작법을 함께 익히도록 안내한다.
	예시 및 해설	- 간단한 문제나 미션을 제공하여 연습을 지원한다. - 스마트기기 작동법, 데이터 생성도구(MBL) 연결, 데이터 파일 다운로드와 업로드, 엔트리 조작법 등
	수업 중	1.4.2. 데이터 및 AI도구를 활용한 과학 탐구 과정을 시연하고 학습자들에게 연습 기회를 제공한다.
	예시 및 해설	- 연습용 탐구활동 자료를 단계별 시연자료로 제공함
	수업 중	1.4.3. 탐구 활동을 기록하여 게시판에 공유하는 방법, 댓글, 좋아요 표시 등 상호작용 하는 방법을 안내하고 연습 기회를 제공한다.
	예시 및 해설	- 탐구단계별 예시 자료를 활용해 캡처, 파일 업로드 등 게시판에 업로드하는 방법을 시연함 - 학습자들에게 댓글, 좋아요 표시를 해보도록 함
	<b>2.1. 탐구 문제상황 발견을 위해 데이터를 탐색하도록 지원하라.</b>	
	수업 중	2.1.1. 탐구 문제 상황을 간단히 설명하고, 그 상황과 관련된 데이터를 제공한다.
	예시 및 해설	- 문제 상황의 시간 흐름에 따른 경향은 학생들이 파악할 수 있도록 남겨놓도록 함 - 데이터를 살펴보고 문제 상황 파악하기 질문 구조화하여 제공(예: 시간 흐름 순으로 과거 경향 살펴보기→미래 예측 순)
	수업 중	2.1.2. 팀 동료 학습자들과 함께 데이터 탐색을 하도록 안내한다.
2. 데이터 탐색 및 탐구 문제 발견	예시 및 해설	- 문제상황 파악용 학습지를 각 팀에 하나씩 제공 - 공동으로 데이터 탐색하고, 자신의 의견을 설명하고, 데이터에 기반해 증거를 제시하고, 의견을 교환하면서 정당화하는 연습기회를 제공함
	<b>2.2. 문제상황을 기존 경험 등 나의 삶과 연결 짓도록 안내하라.</b>	
	수업 중	2.2.1. 학습자들에게 탐구한 문제상황과 같은 경험을 나의 삶에서 한 적이 있는지 되돌아보도록 안내한다.

	예시 및 해설	탐구문제상황이 나의 삶과 연결된 문제임을 확인하고 이에 관해 간단히 기록해보도록 안내함
	수업 중	2.2.2. 탐구문제와 관련된 선수학습 개념을 안내한다.
	예시 및 해설	학습자가 과학 교과에서 배운 배경지식과 본 수업의 탐구 활동을 연결지을 수 있도록 지원함
	<b>2.3. 문제상황을 탐색한 내용을 다른 팀과 공유하도록 안내한다.</b>	
	수업 중	2.2.3. 이에 관해 팀원들과 의견을 교환하도록 안내한다.
	예시 및 해설	팀원들이 각자 자신의 기존 경험과 과학적 지식을 공유함으로써, 문제 상황에 대한 사전 이해가 풍부해짐
3. 가설 설정	<b>3.1. 문제상황에 대한 잠정적인 답이 가설임을 설명하고 각자 자신의 답을 설명하도록 안내하라.</b>	
	수업 중	3.1.1. 호기심이 생긴 부분에 자신의 경험과 지식에 근거하여 잠정적인 답을 진술하는 과정이 가설 설정임을 안내한다.
	예시 및 해설	- 가설 설정 과정을 교사가 시연함 - 각자 호기심이 생긴 부분이 다를 수 있으므로 개방적인 태도로 가설 설정을 허용할 필요가 있음
	수업 중	3.1.2. 각자 문제상황에 대한 자신의 답을 설명하면서 가설을 설정해보도록 안내한다.
	예시 및 해설	- 초등학교 수준에서는 현상 서술 수준으로 학습자가 예상한 답을 서술하는 것도 가설로 인정한다는 점에 유의
	<b>3.2. 가설설정의 기준을 안내하고 이에 따라 가설을 정교화하고, 팀 가설을 도출하도록 안내하라.</b>	
	수업 중	3.2.1. 가설 설정의 기준을 안내하고 개별 학습자의 가설을 기준에 따라 수정하도록 안내한다.
	예시 및 해설	< 가설설정의 기준 > - 가설의 정의: 가설은 문제 상황에서 갖게 된 궁금한 점에 대하여 자신이 예상한 답이다. - 검증 가능성: 과학적으로, 데이터로 검증 가능한 가설을 세웠는가? - 변인의 유무: 가설에서 조작변인과 종속변인이 명확하게 드러나는가? - 변인 간의 관계: 가설에서 변인 간의 인과적 관계가 드러나는가?
	수업 중	3.2.2. 팀원들에게 자신의 가설을 공유하고 팀 가설을 세우기 위한 의견을 교환한다.
	예시 및	개별 학습자들의 가설을 팀원들과 공유하고, 함께 탐구

	해설	할 가설에 대해 의견을 교환하는 발산과정과 하나의 가설로 수렴하는 과정을 지원함
	수업 중	3.2.3. 하나로 수렴된 팀 가설을 가설 설정의 기준에 비추어 점검하도록 안내한다.
	예시 및 해설	- ‘가설설정 기준’에 따라 팀 가설을 점검하고 수정하도록 안내함
	<b>3.3. 수정된 가설을 다른 팀과 공유하고 팀 간에 상호 피드백하여 가설을 정교화하도록 안내하라.</b>	
	수업 중	3.3.1. 팀 가설을 게시판에 업로드하고, 다른 팀 가설들을 상호 피드백하도록 안내한다.
	예시 및 해설	- 개별 학습자가 다른 팀 가설을 가설설정 기준에 따라 검토하고 댓글로 의견을 제시하도록 함 - 팀 가설 피드백에 교수자도 참여함
	수업 중	3.3.2. 다른 팀과 교수자의 검토사항을 살펴보고, 가설을 정교화한다.
	예시 및 해설	- 댓글을 살펴보고, 검토사항을 항목별로 정리함 - 항목별 의견에 비추어 가설을 수정함
4. 데이터 기반 탐구 설계	<b>4.1. (데이터 생성) 조사활동 또는 실험활동에서의 데이터 생성 설계를 지원하라.</b>	
	수업 중	4.1.1. 가설의 조작변인, 종속변인에 따른 탐구에서의 조작변인 데이터, 종속변인 데이터를 설정하도록 안내한다.
	예시 및 해설	- 실험, 조사 등의 탐구활동에서 조작변인(다르게 할 조건 데이터)와 종속변인(조사, 실험 결과로 살펴볼 데이터)을 정하도록 함
	수업 중	4.1.2. 탐구 활동에서 통제변인을 설정하고 및 변인통제 방안을 마련하도록 안내한다.
	예시 및 해설	- 실험에서 통제변인(같은 할 조건)을 작성해 보도록 하고, 이를 통제할 실험 방법을 고려함 - 조사 활동에서 관찰 조건을 특정하게 설정하는 것도 변인통제의 일환이라는 점을 설명함
	수업 중	4.1.3. 탐구 설계의 적절성을 검토하고 역할을 분담하도록 안내한다.
	예시 및 해설	- 탐구 설계가 가설에 비추어 탐구 목적에 부합하는지, 데이터는 수집, 생성 가능한지, 실험/조사 도구는 사용 가능한 도구이며 적절한지, 구체적인 탐구 절차는 논리적인지 팀원들과 검토하도록 안내함 - 모든 팀원들에게 역할을 부여하되, 개별 역할의 난이

	<p>도의 적절성을 고려하고, 해당 팀원이 할 수 있는 역할을 부여하도록 안내함</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 팀원 간 역할을 분담한 후에 각자 맡은 역할을 구체적으로 팀 게시판에 기록하고 명시적으로 확인하도록 함</li> </ul>
<p><b>4.2. (데이터 수집) 공공 데이터 포털, 웹 데이터 크롤링 등의 데이터 수집 계획을 지원하라.</b></p>	
수업 중	<p>4.2.1. 데이터를 수집할 수 있는 사이트 및 수집 방법을 사전 안내하고, 이에 따라 데이터 수집 계획을 세우도록 지원한다.</p>
예시 및 해설	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 데이터 수집은 무엇을 목적으로 하는지 구체적인 범위를 정하는 것이 중요함</li> <li>- 먼저 교사가 제공한 수업 탐구 관련 데이터를 1차로 살펴도록 함</li> <li>- 교사 제공 데이터에 필요한 데이터가 없는 경우 공공 데이터 포털, 사이언스 올 포털 등을 검색하여 외부 데이터를 검색할 수 있음</li> <li>- 데이터 수집 사전 안내사항: 로그인, 데이터 찾기, 필요한 연도/기간 선택, 표 형식 지정, 파일 형식(csv, xlsx)으로 다운로드 등 전반적인 수집 절차</li> </ul>
수업 중	<p>4.2.2. 이미지 데이터를 수집하기 원하는 경우 Fatkun 등 웹 이미지 크롤링 확장 프로그램 등의 활용 계획을 세울 수 있음을 안내한다.</p>
예시 및 해설	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 윤리적 데이터 수집을 사전 안내하고 초등학생 수준에서 과학탐구에 적절한 데이터만 수집 계획을 세우도록 안내함</li> <li>- 이미지 데이터를 필요한 부분만 선택적으로 모으는 것이 이미지 데이터 처리임을 안내하고, 적절하지 않은 데이터를 제외하도록 함</li> <li>- 이미지 데이터 분석은 엔트리 AI 모델학습에서 하도록 계획하도록 함</li> </ul>
수업 중	<p>4.2.3. 필요한 이미지 데이터가 부족한 경우, AI 이미지 생성 기능을 통해 데이터를 증강하도록 안내한다.</p>
예시 및 해설	<ul style="list-style-type: none"> <li>- [패들렛]-[그릴 수 없음] 버튼 (AI 텍스트→이미지 기능)</li> <li>- 달리2(DALLE.2), Bing 크리에이트(BING CREATE) 등</li> </ul>
<p><b>4.3. 각 팀의 탐구 설계안을 게시판에 공유하고 상호피드백을 통</b></p>	

	<b>해 탐구 설계를 정교화하도록 안내하라.</b>	
	수업 중	4.3.1. 팀의 탐구 설계안을 게시판에 업로드하고, 다른 팀 가설들을 상호 피드백하도록 안내한다.
	예시 및 해설	- 모든 학습자들이 참여하여 탐구 설계 기준(변인 설정 부분, 데이터 수집이 실제로 가능한 부분인지 등)에 따라 검토하고 댓글로 의견을 제시하도록 함 - 팀 탐구계획 피드백에 교수자도 참여함
	수업 중	4.3.2. 다른 팀 학습자 및 교수자의 검토사항을 살펴보고, 팀의 탐구설계를 정교화한다.
	예시 및 해설	- 댓글을 살펴보고, 검토사항을 항목별로 정리함 - 항목별 의견에 비추어 탐구설계안을 수정함
5. 데이터 기반 탐구	<b>5.1. (조사, 실험, AI생성) 데이터 생성과정을 지원하라.</b>	
	수업 중	5.1.1. 직접적 측정을 통해 데이터를 생성하도록 안내한다.
	예시 및 해설	- 통제변인을 통제된 상태에서 조작변인, 종속변인을 중심으로 데이터를 생성하도록 환경을 조성하도록 함 - 눈금자, 눈금이 있는 비커 등 측정 가능한 도구를 활용하여 측정하여 데이터를 생성하도록 안내함 (예시: 잎의 맥, 뿌리 등을 직접 관찰하고 길이나 넓이, 부피 등을 눈금자, 눈금 비커 등으로 직접 측정) - 탐구 결과 생성된 조작변인, 종속변인 데이터를 타이핑으로 엑셀, 구글 시트 등에 기록하고 csv, xls 형식으로 저장하도록 안내함
	수업 중	5.1.2. 센서도구 활용 데이터 생성하도록 지원한다.
	예시 및 해설	- 디지털센서실험도구(MBL) 활용 실험에서 수집된 데이터가 적절한지 확인하고, 필요한 부분을 선택하여 다운로드 받도록 안내함 - 디지털센서실험도구(MBL)를 활용하는 경우, 실험도구 설치, 실험도구와 데이터 수집·분석용 프로그램의 연결 과정을 지원함 - 활용 가능한 예: 사이언스큐브 디지털실험도구, 공기질측정기, 아두이노로 제작한 실험도구 등 각종 마이크로컴퓨팅 기반 디지털센서실험도구 - IoT 공기질 측정기 등 특정 용도의 데이터 수집·분석이 자동으로 이루어져 제공되는 경우, 가설 검증에 필요한 부분을 저장하도록 안내함
	수업 중	5.1.3. AI이미지, AI텍스트 생성 등을 통한 탐구 데이터

	증강을 지원하라.
예시 및 해설	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 필요한 경우, AI 이미지와 AI 텍스트 생성을 통한 탐구 데이터 증강 등의 방법으로 데이터를 생성</li> <li>- 활용 가능한 사이트: (AI이미지) [패들렛]-[그릴 수 없음] 버튼 (AI 텍스트→ 이미지 기능), 달리2(DALLE.2), Bing 크리에이트(BING CREATE) (AI텍스트) 노션 AI, 뤼튼 AI</li> </ul>
	5.1.4. 팀원들과 생성된 데이터를 공유하도록 안내한다.
	각자 탐색하여 저장한 데이터를 팀 게시판에 업로드 하여 모든 팀원들이 데이터에 접근할 수 있도록 안내함
<b>5.2. 외부 데이터 수집을 지원하라.</b>	
수업 중	5.2.1. 교수자가 사전에 수집한 데이터를 검토하여 활용하도록 안내한다.
예시 및 해설	- 먼저 교사가 제공한 수업 탐구 관련 데이터를 1차로 살펴도록 함
	5.2.2. 데이터 포털에서 데이터를 찾고, 필요한 데이터를 수집하도록 안내한다.
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 공공 데이터 포털, 사이언스 올 포털 등을 검색하여 외부 데이터를 검색 및 다운로드 할 수 있음</li> <li>- 데이터 수집 사전 안내사항: 로그인, 데이터 찾기, 필요한 연도/기간 선택, 표 형식 지정, 파일 형식(csv, xlsx)으로 다운로드</li> </ul>
수업 중	5.2.3. 이미지 데이터를 수집하기 원하는 경우 Fatkun 등 웹 이미지 크롤링 확장 프로그램 등을 안내한다.
예시 및 해설	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 이미지 데이터를 필요한 부분만 선택적으로 모으는 과정을 지원함</li> <li>- 편향된 데이터, 목적에 부합하지 않은 데이터 제외함</li> <li>- 이미지 데이터 분석은 엔트리 AI 모델학습에서 하도록 계획하도록 함</li> </ul>
수업 중	5.2.4. 필요한 이미지 데이터가 부족한 경우, AI 이미지 생성 기능을 통해 데이터를 증강하도록 안내한다.
예시 및 해설	<ul style="list-style-type: none"> <li>- [패들렛]-[그릴 수 없음] 버튼 (AI 텍스트→이미지 기능)</li> <li>- 달리2(DALLE.2), Bing 크리에이트(BING CREATE) 등</li> </ul>
<b>5.3. 생성 및 수집된 데이터의 윤리성, 적절성을 검토하도록 안내하라.</b>	
수업 중	5.3.1. 각 팀에서 수집 및 생성된 게시판에 공유하고 적

		<p>절성에 대한 상호 피드백을 제공하도록 안내한다.</p> <p>예시 및 해설</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 팀에서 수집된 데이터를 함께 살펴보면서 출처를 확인하고, 데이터가 편향되지 않았는지 검토하도록 함</li> <li>- 추가로 검토할 사항: <ul style="list-style-type: none"> <li>* 가설 검증에 필요한 데이터(조작변인, 종속변인)인가?</li> <li>* 수집된 데이터들은 분석이 가능한 데이터인가?</li> </ul> </li> </ul>						
	수업 중 수업 후	5.3.2. 수집 및 생성된 데이터가 적절하지 않다고 판단된 경우에는 실험을 재설계하거나 다시 실험을 하여 데이터를 얻도록 안내한다.						
	예시 및 해설	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 수업 중에는 일단 교사가 제시한 데이터로 탐구과정에 참여하도록 함</li> <li>- 학생들이 희망할 시에는 수업 후에 별도로 시간을 내어 탐구를 재설계하여 수행할 수 있도록 지원함</li> </ul>						
	<b>6.1. 탐구 데이터 처리 및 분석을 지원하라.</b>							
	수업 중	6.1.1. 가설에서 설정한 조작변인, 종속변인 데이터를 중심으로 데이터를 정리하고, 표로 나타내도록 안내한다.						
	예시 및 해설	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 필요한 데이터만 남기고 삭제하도록 함</li> <li>- 데이터를 되도록 단순화하고 최소화함</li> </ul> <p>&lt;표 예시&gt;</p> <p>데이터 라벨 이름1: 조작변인 000</p> <p>데이터 라벨 이름2: 종속변인 000</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">조작변인 000</th> <th style="text-align: center;">종속변인 000</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">데이터</td> <td style="text-align: center;">데이터</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">...</td> <td style="text-align: center;">...</td> </tr> </tbody> </table>	조작변인 000	종속변인 000	데이터	데이터	...	...
조작변인 000	종속변인 000							
데이터	데이터							
...	...							
	수업 중	6.1.2. 데이터 특성에 맞는 시각화 방안을 정하도록 안내한다.						
<b>6. 가설 검증</b>	예시 및 해설	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 팀원들과 협의하여 막대 그래프, 꺾은 선 그래프, 원 그래프, 점 그래프 등 데이터 특성에 맞는 시각화 종류를 정하고, 시각화할 방안을 정하도록 함</li> <li>- AI모델학습을 통한 분류, 군집, 예측 결과가 필요한 경우 그것이 왜 필요한지, 어떤 방안으로 구현할지, 예상되는 결과가 어떤 것인지 협의해 정하도록 함</li> </ul> <p>&lt;예시&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 한 시점에서의 양 비교: 막대그래프</li> <li>- 시간 흐름에 따른 변화: 꺾은선그래프</li> <li>- 전체-부분 비율 살피기: 원그래프</li> </ul>						



수업 중	6.1.3. 그래프로 변환하는 데이터 분석을 지원하라.
예시 및 해설	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 활용도구: 엑셀, 구글 시트, 엔트리 데이터 블록</li> <li>- 엑셀, 구글 시트에서 지원하는 분석 기능 중에 차트 변환 기능을 활용</li> <li>- 엔트리에서 표(테이블)의 학습자의 데이터 처리, 분석 활동을 할 수 있음</li> <li>- 표의 데이터를 조작변인과 종속변인의 관계를 중심으로 살펴보고 데이터 특성에 맞는 그래프(막대, 꺾은선, 원, 점 등)로 변환하도록 함</li> </ul>
수업 중	6.1.3. 엔트리 AI모델학습(분류, 군집)을 활용한 데이터 분석을 지원하라.
예시 및 해설	<ul style="list-style-type: none"> <li>- AI모델학습은 엔트리에서 제공하는 인공지능 블록 중에 AI 모델 학습 블록을 활용해 분석할 수 있음</li> <li>- 초등학교 고학년 수준인 만큼, 예측모델보다는 분류(지도학습), 군집(지도학습, 비지도학습 포함) 등의 모델을 활용을 권장함</li> </ul>
<b>6.2. 가설을 자기평가 및 상호평가하고, 이를 통해 가설을 정당화하는 과정을 지원하라.</b>	
수업 중	6.2.1. 조작변인과 종속변인 사이의 경향성을 탐색하도록 안내한다.
예시 및 해설	협력적으로 도출된 표, 시각화 자료, AI모델 등을 활용하여 조작변인과 종속변인 사이의 경향성을 탐색하기
수업 중	6.2.2. 경향성에서 의미를 찾고, 문제 상황 관련하여 설명력이 있는지를 살펴 가설을 검증하도록 안내한다.
예시 및 해설	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 표와 그래프를 보면서 찾은 변수 간의 관계와 경향성 탐색 결과를 바탕으로 그것이 갖는 의미 떠올리도록 함</li> <li>- 그러한 경향성의 의미를 문제상황과 연결짓고 나름대로 설명해보면서 가설을 검증하도록 함</li> <li>- 가설을 검증하는 것은 데이터를 요약하는 것이 아니라 논리적이고 비판적으로 데이터의 의미를 결정짓는 과정임을 안내함</li> </ul>
수업 중	6.2.3. 가설의 타당성, 일관성을 탐구결과에 비추어 팀원들과 검토하고 평가하도록 안내한다.
예시 및 해설	- 데이터 탐구 결과를 근거로 가설이 수용 가능한지 각자 판단한 내용을 팀원들에게 공유하고, 가설을 수용할 것인지 협의하여 결정하도록 함

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 탐구의 증거를 들어 설명하였을 때 가설이 설명력이 있는지 타당성과 일관성 측면에서 검토하도록 함</li> <li>- 팀원들과 의견 교환하면서 가설 검증과 관련지어 실험 데이터를 해석한 내용을 종합 정리하기</li> <li>- 가설 검증사항을 논리적으로 기록하여 게시판에 다른 팀에서 볼 수 있도록 공유하도록 함</li> </ul>
	수업 중	6.2.4. 다른 팀의 가설검증 결과를 살펴보면서 가설을 평가하는 의견을 교환하며 검토 의견을 제시하도록 안내한다.
	예시 및 해설	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 모든 학습자들이 다른 팀 가설 검증 설명의 적절성을 판단하고 댓글로 피드백을 제공하도록 함</li> <li>- 논리적 비약이나 추가 설명이 필요한 부분을 수정하도록 함</li> </ul>
	수업 중	6.2.5. 가설을 정당화하도록 안내한다.
	예시 및 해설	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 자기검토, 타인검토에 의하여 보장된 가설검증 설명을 게시판에 정리하여 업로드 하도록 함</li> <li>- 이 때, 두괄식으로 주장(가설)을 먼저 제시하고, 근거(탐구 데이터 분석 및 해석 내용)를 제시하도록 함</li> </ul>
	수업 중 수업 후	6.2.6. 가설이 수용 가능하지 않은 경우에는 가설을 수정하거나 새로운 가설을 설정하여 다시 실험을 통해 검증하도록 안내한다.
	예시 및 해설	- 학생들이 희망할 시에는 수업 후에 별도로 시간을 내어 새로운 가설을 기반으로 탐구를 재설계하여 수행할 수 있도록 지원함
7. 적용 및 새로운 문제 탐색	<b>7.1. 탐구 결과를 실제 상황에 적용하거나 새로운 상황을 예상하고, 서로의 생각이나 의견을 교환하도록 안내하라.</b>	
	예시 및 해설	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 적용 및 새로운 상황을 가정하여 예상하기 활동을 통해 학습자들은 탐구 과정에서 얻은 결과를 탐구 상황을 넘어서는 범위로 확장하게 됨</li> <li>- 이러한 과정에서 학습자들은 호기심과 궁금증을 갖게 되며, 이를 다른 동료 학습자들과 이야기 나누면서 새로운 문제를 떠올리고 구체적으로 표상하게 됨</li> </ul>
	<b>7.2. 탐구 결과를 기반으로 적용하고 예상한 것을 표현하기 위한 계획을 세우도록 안내하라.</b>	
	예시 및 해설	<p>&lt;AI 표현을 위한 도구&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- AI이미지 생성 도구: DALL·E2, 패들렛 AI이미지생성, 오토드로우 등</li> <li>- AI음악 생성 도구: 구글 바흐, 송메이커 등</li> <li>- AI텍스트 생성 도구: 노션 AI, 뽀튼 AI 등</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- AI인식, 학습모델 프로그래밍: 엔트리 작품 만들기 등 &lt;AI 표현 방법&gt;</li> <li>- AI이미지 생성: 데이터 기반 탐구 결과를 실제 상황에 적용하거나 새로운 상황을 예상하여 이미지 기반 AI도구를 활용하여 그림으로 표현해보도록 안내하고 이를 지원함</li> <li>- AI텍스트 생성: 데이터 기반 탐구 결과를 실제 상황에 적용하거나 새로운 상황을 예상하여 텍스트 기반 AI도구를 활용하여 글로 표현해보도록 안내하고 이를 지원함</li> <li>- 복합적 작품 생성: 데이터 기반 탐구 결과를 실제 상황에 적용하거나 새로운 상황을 예상하여 AI도구를 활용하여 복합적으로 표현해보도록 안내하고 지원함</li> </ul>
<b>7.3. AI도구를 활용하여 자신의 생각을 글, 그림, 복합적 산출물로 표현하는 작품을 산출하도록 지원하라.</b>	
예시 및 해설	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 학습자들이 계획한 도구 및 방법을 활용하여 개별 또는 협력적으로 AI 표현 작품을 산출하도록 지원함</li> <li>- 도움이 필요할 때는 팀 리더에게 먼저 도움을 요청하고, 그 다음으로 교수자에게 도움을 요청하도록 함</li> </ul>
<b>7.4. 산출물을 공유하고, 상호평가하는 과정을 지원하라.</b>	
예시 및 해설	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 학습자들이 표현한 산출물을 업로드하거나 접속 링크를 게시판에 공유하도록 함</li> <li>- 학습자들이 동료 학습자들의 산출물들을 살펴보고 과 학적 탐구력을 확장하고, 데이터 활용 및 AI 산출물을 관찰하면서 관련 리터러시를 기를 수 있음</li> </ul>
<b>7.5. 학습자들이 새로운 탐구 문제를 발견하도록 지원하고, 이를 동료들과 공유하도록 안내하라.</b>	
예시 및 해설	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 새로운 문제를 발견한 학습자들에게는 그것을 놓치지 않도록 기록하도록 함</li> <li>- 발견한 새로운 문제에 관하여 동료 학습자들과 의견을 교환하면서 학습자들의 생각의 지평을 확장하도록 유도 할 필요가 있음</li> <li>- 탐구하고 싶은 새로운 문제와 그에 관한 간단한 설명을 게시판에 업로드하여 동료들에게 보여주도록 함</li> </ul>
<b>8.1. 학습자들에게 탐구 활동 전반에 관한 자기평가와 성찰의 기회를 제공하라.</b>	
예시 및 해설	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 학습자 스스로 구체적인 생각할 거리를 중심으로 자기 평가와 성찰을 하며 탐구 학습에 관한 메타인지를 활성화</li> </ul>

	<p>화할 수 있도록 지원함 &lt;생각할 거리&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 탐구과정에서 알게 된 점</li> <li>- 탐구과정을 통해 할 수 있게 된 점</li> <li>- 탐구활동 참여 태도</li> <li>- 탐구활동에서 느낀 점</li> <li>- 탐구활동으로 인한 변화</li> </ul>
	<p><b>8.2. 탐구활동을 함께 한 동료 학습자들을 평가하도록 안내하고, 상호평가 결과를 통해 자신의 학습을 돌아보도록 지원하라.</b></p>
예시 및 해설	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 동료평가를 통해 팀 학습을 돌아보고 개선할 점을 찾을 수 있음</li> <li>- 또한, 적극적으로 참여해준 동료 학습자에게 고마움을 표현할 수도 있음</li> <li>- 동료들의 상호평가 내용을 바탕으로 자신의 학습을 입체적으로 돌아볼 수 있음</li> <li>- (수업 후) 교수자의 관찰내용을 학습자들에게 공유하고, 개별 학습자들의 성찰일지에 피드백할 수 있음</li> </ul>
8. 평가 및 성찰	<p><b>8.3. 학습자들에게 탐구학습에 참여하면서 느낀 점 등 수업 전반을 평가하도록 안내하라.</b></p>
예시 및 해설	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 학습자들이 학습에 참여한 후 수업 전반의 구성 및 운영을 평가하고, 교수자의 교수 활동에 대한 의견을 제시하도록 하면 수업 개선에 도움을 얻을 수 있음</li> </ul>
	<p><b>8.4. 자신의 수업 설계와 교수 활동을 증거를 기반으로 되돌아보고 다음 수업에 반영할 수 있도록 성찰하라.</b></p>
예시 및 해설	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 게시판에 남아있는 학습자들의 탐구 활동 기록과 교수자의 피드백 기록을 살펴보면서 교수 활동을 돌아보고 다음 수업에 반영하도록 함</li> <li>- 구조화된 교수자 성찰일지를 활용하여 교수 활동을 돌아보고 다음 수업에 반영하도록 함</li> </ul>
	<p><b>8.5. 탐구학습 게시판을 일정 기간 열어두고, 소통 채널을 안내하라.</b></p>
예시 및 해설	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 수업이 종료된 후에도 학습자들이 언제든지 자신의 탐구 활동을 살펴 볼 수 있도록 활동 게시판을 열어두고, 게시판에 접속할 수 있는 간편한 방법을 안내함</li> <li>- 수업 후에도 소통할 수 있도록 메일, 질문 게시판 등 안내</li> </ul>

## 〈부록 3〉 데이터 기반 인공지능 융합 초등 과학 탐구 수업모형 개발 전문가 타당화 설문지

안녕하십니까?

저는 서울대학교 AI 융합교육학과 전공 석사과정 4학기에 재학 중인 노지영입니다. 본 설문지는 데이터 기반 인공지능 융합 초등 과학과 탐구수업모형의 개발을 위해 도출된 수업모형 및 교수전략에 대한 전문가 타당화 설문지입니다. 전문가로서 선생님의 검토 의견은 수업모형 및 교수전략을 개발하는 데 큰 도움이 될 것입니다.

본 설문지는 데이터 기반 인공지능 융합 초등 과학과 탐구수업 수업모형 및 교수전략 타당도 검토에 관한 것입니다. 검토해 주실 내용은 다음과 같습니다.

- 1) 수업모형 전반에 대한 타당도 질문
- 2) 교수전략에 대한 타당도 질문

질문에 응답하실 때 이해가 되지 않거나 추가적으로 설명이 필요한 부분은 연구자에게 질문하실 수 있습니다. 본 설문지의 응답 예상 소요 시간은 약 20분입니다.

전문가 인적사항에 작성해주시는 성함은 자료 식별용으로만 사용되며 논문에는 언급되지 않을 것입니다. 다만 전공 분야 최종 학력 소속 경력 등의 정보는 논문에 언급될 예정입니다. 바쁘신 와중에 소중한 시간을 내어주셔서 진심으로 감사드립니다.

서울대학교 대학원 AI 융합교육학과 전공 석사과정 노지영 올림

☎ 010-0000-0000

### 1. 전문가 인적사항

(아래의 내용을 기입해주시기 바랍니다.)

- \* 전공분야:
- \* 최종학력:
- \* 소속:
- \* 경력:     년

## 〈부록 4〉 수업모형에 대한 전문가 검토 질문지

다음은 데이터 기반 AI 융합 과학 탐구 수업의 대한 타당성을 묻는 문항입니다. 질문을 읽고 해당되는 척도에 √ 표시하여 주시기 바랍니다.

(※1: 전혀 그렇지 않다, 2: 그렇지 않다, 3: 그렇다, 4: 매우 그렇다)

### 수업모형에 대한 설문지

영역	문항	리커트 척도			
		1	2	3	4
타당성	본 모형은 데이터 기반 AI 융합 과학 탐구 수업모형으로 타당하다.				
설명력	본 모형은 데이터 기반 AI 융합 과학 탐구 수업을 진행하는 단계들을 잘 설명하고 있다.				
유용성	본 모형은 데이터 기반 AI 융합 과학 탐구 수업 설계 시 유용하게 활용될 수 있다.				
보편성	본 모형은 데이터 기반 AI 융합 과학 탐구 수업을 설계하는 데 보편적으로 적용할 수 있다.				
이해도	본 모형은 데이터 기반 AI 융합 과학 탐구 수업에 관하여 이해하기 쉽게 표현하고 있다.				

<3점 이하로 응답하신 문항에 대해서는 그 이유를 설명해주시기 바랍니다. 또한 본 수업 설계원리에서 개선하거나 보완해야 할 사항을 알려 주시기 바랍니다.>

## 〈부록 5〉 교수전략에 대한 전문가 검토 평가 문항 질문지

다음은 데이터 기반 AI 융합 과학 탐구 수업의 교수전략 전반에 대한 타당성을 묻는 문항입니다. 질문을 읽고 해당되는 척도에 √ 표시하여 주시기 바랍니다.

(※1: 전혀 그렇지 않다, 2: 그렇지 않다, 3: 그렇다, 4: 매우 그렇다)

영역	문항	리커트 척도			
		1	2	3	4
타당성	본 교수전략은 데이터 기반 AI 융합 과학 탐구 수업의 교수전략으로 타당하다.				
설명력	본 교수전략은 데이터 기반 AI 융합 과학 탐구 수업에서 고려해야 할 원리들을 잘 설명하고 있다.				
유용성	본 교수전략은 데이터 기반 AI 융합 과학 탐구 수업 설계 시 유용하게 활용될 수 있다.				
보편성	본 교수전략은 데이터 기반 AI 융합 과학 탐구 수업을 설계하는 데 보편적으로 적용할 수 있다.				
이해도	본 교수전략은 데이터 기반 AI 융합 과학 탐구 수업 설계에 관하여 이해하기 쉽게 표현하고 있다.				

<3점 이하로 응답하신 문항에 대해서는 그 이유를 설명해주시기 바랍니다. 또한 본 수업 교수전략에서 개선하거나 보완해야 할 사항을 알려 주시기 바랍니다.>

## 〈부록 6〉 연구 수업 참여 동의서

### □ 연구 수업의 목적

본 연구 수업은 데이터 기반 AI 융합 과학 탐구수업모형을 개발하여 이를 학교 현장에 적용하고, 그 타당도를 평가하는 것을 목적으로 합니다. 본 연구 수업에서는 수업에 참여하는 학생들의 반응을 수집하기 위해 수업 일부를 사진으로 촬영하고자 합니다. 또한, 학생들의 데이터 리터러시의 향상도 평가를 위해 설문조사를 진행합니다. 촬영된 사진 및 설문조사 결과는 데이터 기반 AI 융합 과학 탐구수업모형 개발을 위한 시사점 도출에 활용될 예정입니다.

### □ 수업 사진 촬영

- 촬영자(소속/직급/성명) : 원명초 교사 노지영
- 일시 : 2023. 6. 1.(목) ~ 2023. 6. 9.(금)
- 장소 : 학급 교실, 과학실
- 내용 : 학생들이 수업에 참여하는 활동 모습

### □ 설문조사

- 일시 및 장소 : 프로젝트 수업 전, 수업 종료 후 온라인 환경에서 진행
- 소요 시간 : 각 회당 10분 내외
- 내용 : 데이터 리터러시 검사, 수업에 대한 만족도 조사

- 위와 같이 사진을 촬영하는 것에 동의합니다. ( 예 / 아니오 )
- 위와 같이 설문조사를 진행하는 것에 동의합니다. ( 예 / 아니오 )
- 사진과 설문 결과를 수업모형 개발 목적으로 활용하는 것에 동의합니다. ( 예 / 아니오 )

2023. . . .

학부모 성명 \_\_\_\_\_ (인)

학생 성명 \_\_\_\_\_ (인)



## 〈부록 7〉 집단면담 참여 동의서

### 집단면담의 목적

본 면담은 데이터 기반 AI 융합 과학 탐구수업모형을 개발하여 이를 학교 현장에 적용하고, 그 타당도를 평가하는 과정에 포함됩니다. 본 면담을 통해 해당 수업에 대한 학생들의 다양한 의견을 수집하고, 이를 분석하여 수업모형 및 교수전략 개선을 위한 시사점을 도출하고자 합니다.

### 집단면담

- 면담자(소속/직급/성명) : 원명초 교사 노지영
- 일시 : 2023. 6. 7.(수) ~ 2023. 6. 9.(금)
- 장소 : 교실
- 소요 시간 : 15분 내외
- 내용 :
  - 데이터 기반 AI 융합 과학 탐구수업 참여 후 느낀 점에 대한 질의응답
  - 설문조사 결과에 대한 질의응답

- 위와 같이 면담을 진행하는 것에 동의합니다. ( 예 / 아니오 )
- 면담 결과를 수업모형 개발 목적으로 활용하는 것에 동의합니다. ( 예 / 아니오 )

2023. . . .

학부모 성명 \_\_\_\_\_ (인)

학생 성명 \_\_\_\_\_ (인)

## 〈부록 8〉 온라인 설문 형식

### (5-3)데이터 리터러시 검사(O2)

두 번째 설문입니다. 설문조사에 참여해 주셔서 감사합니다.

당신의 이름은 무엇입니까? \*

단답형 텍스트

1. 표를 분석하면서, 가로와 세로축의 정보를 통해 그 자료가 무엇을 의미하는지 파악할 수 있다. \*

전혀 아니다.      1      2      3      4      5      매우 그렇다.

2. 나는 주어진 정보를 보면, 그 자료가 생성된 목적과 조사 대상을 유추하는 능력이 있다. \*

전혀 아니다.      1      2      3      4      5      매우 그렇다.

Abstract

A Developmental Study  
of an Instructional Model and  
Strategy of Elementary Science  
Inquiry with AI Convergence for  
Cultivating Data Literacy

Jiyeong Noh  
AI-Integrated Education  
The Graduate School  
Seoul National University

In my study, I conducted research to develop an instructional model and strategy for elementary science inquiry with AI convergence, focusing on cultivating data literacy. In the literature review phase, I examined relevant prior studies using keywords such as "Data Literacy and Education," "Elementary Science Inquiry Learning," "Data-Driven Inquiry Learning," "AI-Integrated Science Inquiry

Classes," and "Backward Course Design" to derive initial instructional models and strategies.

In the internal validation phase, I received feedback from seven experts, including five in the first round and six in the second round, who evaluated the instructional model and strategies based on aspects such as validity, explanatory power, utility, universality, and comprehensibility, leading to necessary modifications.

In the external validation phase, I applied the developed instructional model and strategies in elementary school settings. The experimental group received eight sessions of data literacy education and AI-integrated science inquiry classes, while the control group underwent eight sessions of conventional science inquiry classes with basic data education. Both groups participated in data literacy assessments, class satisfaction surveys, and provided reflections before and after the classes. Statistical analysis of the collected data confirmed the effective improvement of students' data literacy using the AI-integrated approach. The class satisfaction survey revealed increased scientific understanding, enhanced engagement in science inquiry activities, and higher levels of interest and participation in class.

The final instructional model consists of various stages, including teacher preparation, guiding students in foundational data learning, data exploration and problem discovery, hypothesis formulation, data-driven inquiry design, data-driven inquiry, hypothesis testing (including data processing, analysis, hypothesis evaluation, and justification), application, and exploration of new problems, evaluation, and reflection.

In the discussion section, I addressed the distinguishing characteristics of data-driven AI-integrated science inquiry classes

compared to traditional classes and discussed their limitations. I explored themes related to elevating the quality of school classes, problem-centered inquiry-based learning, expert collaboration for context-based course design, and teacher role transformation and digital literacy.

The study's limitations include the possibility of differing student proficiency levels among the fifth-grade students of Seoul W Elementary School, the application of the research classes to only one fifth-grade class in Seoul W Elementary School, and the relatively short duration of eight sessions for AI-integrated science inquiry classes.

Based on the study's results, I proposed several points to foster the establishment of AI-integrated science inquiry classes, focusing on spatial learning environment arrangement, AI-integrated science inquiry content learning environment, digital learning tool infrastructure, and teacher capacity development.

As suggestions for future research, I recommend conducting systematic research on developing data and AI science inquiry learning programs for elementary students. Additionally, there is a need to develop user-friendly web-based data inquiry tools and AI inquiry result visualization tools to support elementary-level learners. Moreover, research on scaffolding approaches, such as data scaffolding, tool scaffolding, and procedural scaffolding for elementary-level learners in science inquiry, is crucial.

In this study, I utilized design and development research methods to develop an instructional model and strategy for data-driven AI-integrated science inquiry classes in an elementary school context. Through external validation, I confirmed that these classes effectively enhance students' data literacy. I hope that in the future, more

practical cases of diverse elementary-level classes will be developed to enhance students' data literacy.

**keywords : Data Literacy, Data Based Communication Competency, Elementary school science data-driven inquiry classes, AI-integrated science inquiry classes, AI Cooperative Learning in Science, Design and Development Research, Backward Design, AI-integrated classes, Digital classes, Instructional Model for Inquiry of Science Based on Data-driven Artificial Intelligence**

*Student Number : 2021-21548*