

초등 예비교사들이 설계한 ‘과학적 참여와 실천’ 수업의 특징 - 소음 문제에 대한 교수학습 과정안 분석을 중심으로 -

장진아 · 나지연[†]

The Characteristics of ‘Scientific Participation and Action’ Lessons designed by Preservice Teachers: Focusing on the Analysis of Lesson Plans about Noise Issue

Chang, Jina · Na, Jiyeon[†]

국문 초록

최근 과학교육에서는 실생활에서 발생하는 여러 문제나 위험에 대해서 과학적으로 인식하여 대응할 수 있는 ‘과학적 참여와 실천’ 역량을 기를 수 있는 수업이 강조되고 있다. 본 연구에서는 초등 예비교사들이 설계한 ‘과학적 참여와 실천’ 수업의 특징을 살펴보기 위하여, 예비교사들이 작성한 교수학습 과정안을 분석하고 시사점을 도출하였다. 이를 위해, 2022 개정 과학과 교육과정 초등학교 3~4학년군에 제시된 ‘소음’과 관련한 성취기준에 대해서 예비교사들이 설계한 교수학습 과정안을 수집하고, ‘문제 인식’, ‘자료수집 및 분석’, ‘실행 및 공유’ 관점에서 나타나는 특징을 분석하였다. 연구 결과, 초등 예비교사들이 설계한 교수학습 과정안에서는 ‘문제해결형’, ‘탐구형’, ‘조사형’, ‘행동촉구형’ 활동이라는 4가지 특징이 도출되었다. 이렇게 도출된 4가지 특징들은 다양한 수업의 맥락에 따라 2~3가지 특징이 함께 결합되기도 하고, 한 수업에서 한 가지 특징만 나타나는 경우도 있었다. 이러한 결과를 토대로, 초등학생을 위한 과학적 참여와 실천 수업을 설계하는 교사들을 조력하기 위한 시사점을 교수학습 방법적 측면과 교사교육적 측면으로 나누어 논의하였다.

주제어: 과학적 참여와 실천, 소음, 수업 설계, 교사교육, 위험

ABSTRACT

It has recently be emphasized in science education that lessons that can develop “scientific participation and action” should be implemented to scientifically recognize various problems and respond to them as well as risks that occur in real life. This study aims to analyze the characteristics of scientific participation and action lessons as perceived by the preservice primary school teachers. To do that, the researchers collected and analyzed the lesson plans designed by the preservice teachers based on the achievement standard related to noise for grades 3-4 in 2022 revised science curriculum. Focusing on the stages of “problem recognition,” “data collection and analysis,” and “implementation and sharing,” the results identity the four main characteristics as problem-solving activity, inquiry activity, investigative activity, and activity that encourages practical actions. The two or three features were found to be combined in a lesson depending on its context. In some cases, only one feature was seen in a lesson. Based on the results, educational implications were discussed in terms of the teaching and learning methods and teacher education for implementing scientific participation and action.

Key words: science participation and action, noise, lesson design, teacher education, risk

I. 서 론

우리가 사는 사회는 과학기술의 발전으로 인해 끊임없이 변화해왔지만, 4차 산업혁명을 지나는 현재의 변화는 그 양상을 우리가 예측하기 어렵다는 점에서 이전과는 확연한 차이가 있다(Barnett, 2012; Schwab, 2016). 즉, 우리는 변동성(Volatility), 불확실성(Uncertainty), 복잡성(Complexity), 모호성(Ambiguity)이 극대화된 일명 VUCA 시대를 살고 있다(OECD, 2018). 이러한 VUCA 시대 속에서 우리는 다양한 문제에 직면하고 위험에 노출되어 있다. VUCA 시대의 문제들은 불확실하고 명확한 해답이 없는 경우가 많다. 이에 우리 주변에서 발생하는 문제와 위험의 복잡성을 이해하여 능동적이고 유연하게 대응하는 것이 중요하다.

이러한 위험에 대응하기 위한 준비와 노력의 일환으로서(OECD, 2018; Renn *et al.*, 2011), 학교 교육에서도 일상생활의 위험과 각종 문제에 대해서 과학적으로 인지하고 대응할 수 있는 역량을 기를 수 있는 교육이 강조되고 있다(Bardsley 2007; Bründl *et al.*, 2009; Schenk *et al.*, 2019; Zint & Peyton, 2001). 우리나라는 2022 개정 교육과정의 추진 배경으로 이러한 위험과 각종 문제를 교육에 포함할 것을 강조하였다. 그 내용을 살펴보면, “디지털 전환에 따른 산업 및 사회 변화와 감염병 확산, 기상이변과 기후환경 변화 등 다양한 위기 상황에 대응하고 극복하는 능력이 국가 경쟁력 좌우”한다는 점을 강조하고, “변동성, 불확실성, 복잡성이 특징인 미래 사회에 대응할 수 있도록 기본 역량과 변화 대응력 등을 키워주는 교육체계의 구현”의 필요성을 제시하였다(교육부, 2021). 또한 2022 개정 초등 과학과 교육과정에서는 ‘감염병과 건강한 생활’, ‘기후변화와 우리 생활’, ‘자원과 에너지’ 등과 같이 ‘과학과 사회’ 영역을 신설하고 과학교육에서 이러한 위험과 문제를 다루게 하였으며, 과학과 교육과정의 목표에 이러한 “개인과 사회의 문제 해결에 민주 시민으로서 참여하고 실천하는 능력”을 기르도록 강조하였다(교육부, 2022).

VUCA 시대에 대응하기 위한 과학교육의 출발점으로서, 이 연구에서는 개인과 사회의 문제 해결을 위한 ‘과학적 참여와 실천’에 주목하였다. 과학적 참여와 실천은 2022 개정 과학과 교육과정의 목표에 제시되어 있기도 하며, 과학적 소양의 핵심적인 축으

로서 강조되어왔다(교육부, 2022). 개인적 차원의 과학적 탐구나 실험을 넘어서 사회적 책임과 실천적 문제 해결로 확장시켜 나아가는 과학적 소양이 강조되면서(Roth & Barton, 2004), ‘참여와 실천’ 활동이 중요하게 논의되고 있다. 대표적으로 미래세대과학교육표준에서는 과학적 소양을 역량, 지식, 그리고 참여와 실천의 3개 차원으로 제시하였다(송진웅 등, 2019). 이러한 관점들은 과학기술과 관련된 사회적 문제를 과학적으로 이해하고 탐구하여, 실천적으로 대응하는 역량을 기르는 것을 중요한 과학 학습으로 본다(전승준 등, 2017; Hagop, 2018).

구체적으로 미래세대과학교육표준에서는 참여와 실천을 구체화한 세부 하위 요소로서 ‘과학공동체 활동’, ‘과학리더십 발휘’, ‘안전사회 구현’, ‘과학문화 향유’, ‘지속가능사회 기여’를 제시하였다(KOFAC, 2019). ‘참여와 실천’ 활동은 우리 생활에서 발생하는 과학기술과 관련된 여러 문제 등에 대해서 과학적 방법으로 진단하여 해결 방법을 탐구하고, 사회적 참여를 통해 실천하고 공유하고, 기여하는 활동이다. 예를 들어, 생활 속에서 발생하는 미세먼지 문제들에 대해 문제를 인식하고 과학적인 해결 방안을 찾아, 이를 사회적 실천으로 옮기는 과정을 들 수 있다(장진아 등, 2021).

앞서 기술한 우리 사회의 변화와 2022 개정 과학과 교육과정의 강조점, 과학교육의 방향 등을 고려하였을 때 초등 과학교육에서 ‘과학적 참여와 실천’에 대한 수업을 실시하는 것은 당연한 일이 되었다. 이에 ‘과학적 참여와 실천’을 학교 과학 수업에서 어떻게 구현할 수 있는지 고민해볼 필요가 있으며, 이를 가르칠 준비가 되어 있는지 점검할 필요가 있다. ‘과학적 참여와 실천’이 학교 현장에서 적절히 구현되기 위해서는 교사의 역할이 중요하므로 예비교사들이 어떻게 수업을 구성하는지 살펴보고 이에 맞는 교사교육을 제안할 필요가 있다.

그러나 ‘과학적 참여와 실천’의 실행을 위해, 미래세대과학교육표준과 2022 개정 과학과 교육과정을 통해 하위 요소들이 구체적으로 논의되기는 하였으나(이중혁 등, 2021), 아직 예비교사의 수업 구성과 관련한 선행연구는 많이 이루어지지 않았다. 예비교사들이 구성한 과학수업의 특징을 역량이나 테크놀로지 활용과 같은 특화된 관점에서 분석한 연구들이 수행되어 왔으나(나지연과 장병기, 2018; 맹승호와 이관희, 2022; 서미림과 정은영, 2023), 이러한 연구들에

서는 과학적 참여와 실천에 초점을 두지는 않았다. 또한 참여와 실천에 관련이 높다고 할 수 있는 과학 관련 사회적 쟁점(SSI: Socio-Scientific Issues) 교육의 경우, 그 수가 적지만 중등 예비교사들에게 SSI 수업을 개발해보는 활동이 포함되어 있는 SSI 교육 프로그램을 제공하고 예비교사들의 SSI 교수에 대한 인식을 살펴보는 연구가 있었다(이현주와 장현숙, 2011).

이 연구에서는 초등 예비교사들이 설계한 교수학습 과정안을 수집하여, 예비교사들이 설계한 ‘과학적 참여와 실천’ 수업의 특징을 분석하고 초등학생을 위한 ‘과학적 참여와 실천’ 수업의 설계와 실행을 조력하기 위한 교사교육 방안을 제안하고자 한다. 특히 2022 개정 과학과 교육과정의 성취기준에서 다루고 있는 위험 중 하나인 소음 문제를 중심으로, 예비교사들이 소음에 대한 참여와 실천 수업을 어떻게 구성하는지 살펴보았다. 특히 소음은 학생들이 일상생활에서 쉽게 접할 수 있으며, 강도, 노출 기간, 개인의 민감도에 따라 다양한 피해를 입힐 수 있는 위험이다(윤수진, 2010). 즉, 교육과정에서 다루고 있으면서도, 초등학생들이 쉽게 경험할 수 있는 위험으로서, 소음을 소재로 하여 예비교사들이 구성한 과학적 참여와 실천 수업의 특징을 살펴보았다.

II. 연구 방법

1. 연구 참여자 및 자료 수집

본 연구의 참여자는 A 교육대학교에 재학 중인 초등 예비교사(이하 예비교사) 총 18명이다. 예비교사들은 초등과학교육 I, 초등과학교육 II, 초등과학교육론, 에너지영역 탐구에 해당하는 강좌를 모두 수강한 4학년 학생들로서, 과학과 교육과정 및 과학교수학습 이론에 대한 전반적인 이해를 갖추고 있었다. 또한 과학교육 강좌를 통해 위험사회의 개념, 과학기술 관련 사회적 이슈에 관심을 두는 교육(예: STS, SSI)에 대해 학습하였으며, 2022 개정 과학과 교육과정 및 미래과학교육표준의 방향과 지향점, ‘참여와 실천’에 대한 개념 및 하위 요소들에 대해 배운 뒤에 본 연구에 참여하였다. 더불어 참관 실습과 수업 실습 각 1회씩, 총 2번의 실습 경험이 있었기 때문에 교수학습 과정안을 설계하고 실천해본 경험을 갖추고 있었다.

예비교사들은 2인 1모둠으로 총 9개 모둠을 구성

하고, 교육과정 성취기준을 모둠별로 해석하여 교수학습 과정안을 구성하였다. 예비교사들에게 제시된 성취기준은 2022 개정 초등학교 과학과 교육과정의 성취기준[4과07-03]인 “일상생활에서 발생하는 소음의 예시를 찾고, 소음을 줄이는 방법을 찾아 실천할 수 있다.”이다. 교육과정에서는 이 성취기준은 적용할 때 “소음을 줄이는 방법을 찾아 실천해봄으로써 공동체의 문제 해결에 참여하는 민주 시민으로서의 소양을 기르되, 소리 자체에 대한 부정적 인식이 형성되지 않도록 유의”할 것을 권고하고 있다. 예비교사들은 모둠별 토의를 통해 해당 성취기준의 의미에 대해 논의하고 과학과 교수학습 과정안을 구성하였다. 학습 목표, 교수학습 단계 및 세부 활동, 준비물 및 유의사항, 활동의 기획 의도, 단계별 시간 등의 정보를 교수학습 과정안에 담을 수 있도록 예비교사들에게 과정안 양식을 제공하였다. 모둠별로 교수학습 과정안을 구성하는 동안 질문이 발생할 때 온라인 스프레드시트에 기록해 줄 것을 예비교사들에게 요청하였고, 교수자는 이 질문을 확인하여 질문을 한 모둠에 즉시 피드백하였으며, 교수학습 과정안 구성이 끝나고 전체 학생을 대상으로 질문을 공유하고 해당 질문과 관련한 내용을 논의하였다. 또한 예비교사들의 교수학습 과정안을 지도하고, 질문에 응답하는 과정에서 교수자는 예비교사들의 활동 초점과 의도를 관찰 일지로 작성하였다.

종합하면, 본 연구에서는 18명의 예비교사들이 모둠 활동을 통해 구성된 9개의 교수학습 과정안과 이들이 모둠별로 토의하는 과정에서 제기한 여러 가지 질문, 그리고 교수자의 관찰 일지를 수집하였다. 이렇게 수집된 자료들을 통해, 예비교사들이 구성한 초등학생을 위한 과학적 참여와 실천 수업의 특징을 살펴보았다.

2. 자료 분석

이 연구에서는 예비교사들이 구성한 교수학습 과정안을 분석하기 위하여, 교수학습활동의 ‘목표 및 내용’과 ‘구조 및 방법’이라는 두 가지 관점에서 분석을 수행하였다. 본 연구에서는 교수학습 과정안을 평가하는 분석 도구로서 개발된 ‘과학수업 과정안 분석틀(SLPAI: Science Lesson Plan Analysis Instrument)’을 기본으로(Jacob *et al.*, 2008) 본 연구의 맥락에 맞게 수정, 보완하였다. 구체적으로, SLPAI에서는 ‘표준(standards) 및 실천과의 부합성’, ‘수업 설계의 인지적

측면(수업 목표와 내용, 평가 등), ‘수업 설계의 사회문화적, 정의적 측면(학생 참여와 담화 및 테크놀로지 활용)’, ‘과학 실천에 대한 설명과 활용’과 같이 네 가지 항목을 제시하였다. 본 연구에서는 세부 범주를 본 연구의 맥락에 맞게 재구조화하여, ‘수업 설계의 인지적 측면’을 ‘참여와 실천 활동 내용’으로 수정하고, ‘목표 · 내용’이라는 대범주로 묶었다. ‘수업 설계의 사회문화적, 정의적 측면’과 ‘과학 실천에 대한 설명과 활용’을 ‘참여와 실천 활동 교수학습 방법 및 관련 교수학습 자료’로 수정하고, ‘구조 · 방법’이라는 대범주로 범주화하여 본 연구의 분석틀을 Table 1과 같이 구성하였다.

특히 Table 1에 제시된 분석틀은 과학적 참여와 실천이라는 본 연구의 초점에 맞춰, 분석 범주와 세부 요소들을 재구성한 것이다. 목표 및 내용 측면에서는 기본적으로 각 교수학습 과정안의 학습 목표와 활동 주제, 구체적인 내용을 조사하였다. 먼저, 학습 목표와 관련해서, 제시된 성취기준인 “일상생활에서 발생하는 소음의 예시를 찾고, 소음을 줄이는 방법을 찾아 실천할 수 있다([4과07-03]).”를 근거로 예비교사들이 설정한 구체적인 학습 목표를 조사하였다. 더불어 활동 내용을 분석하기 위해, 교수학습 활동에서 구성된 주요 주제와 구체적인 활동 내용을 조사하고, 이러한 내용이 과학적 참여와 실천의 내용 범주(문제 인식, 자료 수집 및 분석, 실행 및 공유)와 어떻게 연결되는지 분석하였다. 과학적 참여와 실천의 3가지 내용 범주는 선행연구에서 조사된 과학적 참

여와 실천 활동 내용들을 본 연구의 맥락에 맞게 수정하여 활용하였다(김가형과 이현주, 2017; 장진아 등, 2021). 구체적으로, ‘문제 인식’은 소음과 관련된 문제 상황을 소개하고 이해하는 활동을, ‘자료 수집 및 분석’은 소음과 관련된 정보나 지식을 수집하고 분석하는 활동을 의미한다. 끝으로 ‘실행 및 공유’는 자료 분석 결과를 토대로 문제해결 방안을 제안하고 이를 실행에 옮기거나 공유하는 과정을 포함한다.

활동의 구조 및 방법 측면에서는 구체적인 자료 및 교수학습 방법을 조사하여, 교수학습 과정이 어떠한 방식으로 진행되는지 파악하였다. 교수학습 방법의 경우, 기존 연구에서 ‘참여와 실천’ 활동에서 자주 사용하는 것으로 보고된 교수학습 방법으로서 조사활동, 실험활동, 토의 · 토론 활동, 역할극, 문제해결학습, 협력학습 등(이윤정과 장신호, 2023)을 하위 분석 요소로 활용하였다. 또한 교수학습 자료는 이러한 활동 구성을 위해 필요한 수업 자료 및 학생 활동 자료를 조사하였다.

Table 1의 분석틀을 이용해 수집한 교수학습 과정안의 활동 내용과 방법을 분석한 뒤, 각 교수학습 과정안의 공통점과 차이점을 비교하면서, 교수학습 과정안의 특징을 추출하여 이를 범주화하는 과정이 이루어졌다. 이때 교수학습 과정안에서 나타나는 활동의 의도와 목표, 활동 내용, 활용된 교수학습 방법을 기준으로 비슷한 특징을 보이는 수업들을 분류하여 범주화하였다. 이렇게 교수학습 과정안에서 추출된 특징이 예비교사들이 제기한 질문 및 교수자의 관찰

Table 1. The analysis framework of this study

과학수업 과정안 분석틀 (SLPAI) (Jacob et al., 2009)	‘참여와 실천’ 수업을 위한 교수학습 과정안 분석틀(본 연구)		
	분석 관점		세부 설명
표준(standards) 및 실천과의 부합성	학습 목표		설계된 수업의 학습 목표 기술
	활동 주제		설계된 수업의 주요 활동 주제 기술
수업 설계의 인지적 측면 (목표, 내용, 적용, 평가 등에 대한 수업 설계)	‘참여와 실천’ 활동 내용 (장진아 등, 2021)	문제 인식	소음 문제를 소개하고, 문제점을 이해하기 위해 구성된 활동 내용
		자료 수집 및 분석	관련된 자료나 정보를 수집하고 분석하기 위해 구성된 활동 내용
		실행 및 공유	구체적인 방안 도출하여, 이를 실행 및 공유하기 위해 구성된 활동 내용
수업 설계의 사회문화적, 정의적 측면(학생 참여 및 담화 촉진, 형평성, 테크놀로지 활용을 위한 방법 설계)	‘참여와 실천’ 활동 교수학습방법 (이윤정과 장신호, 2023) 및 관련 교수학습 자료	구조 · 방법	참여와 실천 활동의 각 단계별로 활용된 교수학습방법(조사활동, 실험활동, 토의 · 토론 활동, 역할극, 문제해결학습, 협력학습 등) 및 이를 수행하기 위한 자료들
과학 실천에 대한 설명과 활용 (헨즈온, 과학의 본성, 탐구의 실행 등)			

일지 내용과 어떻게 연계되는지를 함께 점검하여, 예비교사들이 구성한 활동의 의도나 관련된 고민들을 추가 분석할 수 있었다.

연구자 2인이 독립적으로 교수학습 과정안을 분석, 범주화하고, 불일치하는 부분에 대하여 논의를 통해 합의를 도출하는 과정을 반복하였다(Merriam, 1998). 끝으로 같은 특징이 나타나 같은 범주로 묶인 수업의 활동을 다시 살펴보면, 이에 맞는 특징의 이름을 정하였다. 특히 이름을 정할 때, 예비교사들이 설명했던 활동 의도와 이들이 제기했던 질문에 초점을 맞춰, 예비교사들이 구성하고자 했던 활동의 의도와 특징이 충분히 반영되도록 하였다. 이러한 과정을 통해, 연구자 간, 데이터 간 삼각 검증을 거치며 자료 분석의 타당도를 확보할 수 있었다.

III. 결과 및 논의

예비교사들의 교수학습 과정안을 분석한 결과, 과학적 참여와 실천 수업의 초점 및 활동 흐름에 따라 총 4가지의 특징을 도출할 수 있었다. Table 2에 제시된 바와 같이, 9개의 교수학습 과정안(A~I)에서 구성된 과학적 참여와 실천 수업은 크게 ‘문제해결형’, ‘탐구형’, ‘조사형’, ‘행동촉구형’이라는 4가지 활동으로 구성되는 특징을 보였다. 이처럼 교수학습 과정안에서 나타난 4가지 특징은 교수학습 과정안 A, B, E, G와 같이 한 수업에서 한 가지 특징만 나타나기도 했지만, 교수학습 과정안 C, D, F, H, I에서와 같이 수업 맥락에 따라 2~3가지 특징이 서로 융합되기도 했다. 가령, 교수학습 과정안 C에서는 문제해결형 활동과 조사형 활동이 융합된 수업이 구성되었는데, 도입부에 해결할 문제를 제시하고, 이를 해결하기 위해 조사형 활동을 접목하여 마무리 단계에서 문제해결 방안을 제안하는 형태의 활동이 구성되었다. 예비교사들이 구성한 활동의 4가지 특징을 중심으로, 참여와 실천 수업들을 분석한 결과는 다음과

같다.

1. 문제해결형 활동 구성

문제해결형 활동에서는 공통적으로 실생활에서 제기된 문제 상황을 제시하는 것으로 수업을 시작하였다. 이어서 문제해결을 위한 계획을 수립하고, 방안을 탐색하여, 문제를 해결하는 과정으로 수업이 마무리되었다.

수업 단계별 특징을 살펴보면, 문제 인식 단계에서는 초등학생의 생활에서 마주하는 소음 관련 문제 상황을 제시한다. 이때 ‘우리 교실의 소음 문제’와 같이 공동체 차원의 문제를 제시하는 경우와 초등학생이 일반적으로 경험할만한 개인적 차원의 문제를 제시하는 경우로 나눌 수 있었다. 가령, 과정안 I에서는 악기를 연주하는 학생인 영철이가 층간소음을 항의하는 이웃과의 갈등을 겪는 모습을 문제 상황으로 제시하였다. 자료수집 및 분석 단계에서는 문제 해결을 위한 아이디어를 공유하고, 해결 방안을 찾는 활동이 이루어진다. 문제해결 방안을 탐색하기 위하여, 수업마다 조금씩 다른 교수법이 접목되었는데 예를 들어, 과정안 A에서는 모듈별 토의 활동이, 과정안 C에서는 태블릿 PC를 이용한 조사 활동이 접목되었고, 과정안 I에서는 실험 활동을 통해 해결 방안을 모색하였다. 실행 및 공유 단계에서는 문제 인식 단계에서 제기했던 문제를 다시 떠올리며 이에 대한 해결 방안을 이끌어냈다. 자료 수집 및 분석 단계에서 수행한 활동에 따라 해결 방안이 달랐는데, 과정안 A와 C에서는 조사 활동이나 토의 활동을 한 경우에는 여러 해결 방안이 도출하고 도출된 여러 가지 방법들의 장단점을 평가하였다. 반면, 과정안 I에서는 실험 활동을 토대로 해결 방안을 도출한 수업에서는 소리의 전달을 잘 막는 물질을 적용한 해결 방안을 도출하였다. Table 3은 문제해결형 참여와 실천 유형으로 분석된 교수학습 과정안의 주요 활동 내용을 정리한 것이다.

Table 2. The analysis results of lesson plans designed by preservice teachers: Focusing on the four features

특징	교수학습 과정안								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
문제해결형	○		○					○	○
탐구형					○	○			○
조사형			○	○					
행동촉구형		○		○		○	○	○	

Table 3. The lesson flows of problem-solving activities

과정안	문제인식	자료수집 및 분석	실행 및 공유
A	실생활 문제로서, 교실 소음 문제 제시하기(토의 활동)	소음 문제 해결 방법 계획, 공동체 문제 해결을 위한 방법 도출하여 발표하기(토의 활동)	실천한 방법의 효과와 장단점에 대해 이야기하기(토의 활동)
C	소음 경험 공유하고, 문제 상황 선택하기(토의 활동)	소음 문제 해결 방법 조사하기, 조사 내용을 소리의 성질과 연결 짓고 발표하기(조사 활동)	해결 방법을 개인적/사회적 차원으로 논의하기(토의 활동)
H	소음 피해로 인한 문제 상황 살펴보기(토의 활동)	소음 문제를 줄이는 방법 토의하기(토의 활동)	소음 문제를 해결하기 위한 교실 규칙 만들어 실천하기(체크리스트)
I	실생활 문제로서, 악기 소리 때문에 이웃과 중간소음 갈등을 겪고 있는 영철이의 고민 제시하기(토의 활동)	소음의 전달을 막는 효과적인 물질을 찾기 위해 나무판, 스펀지를 이용해 소리 전달을 비교하는 실험하기(실험 활동)	탐구 결과를 토대로 영철이의 고민 해결하기(토의 활동)

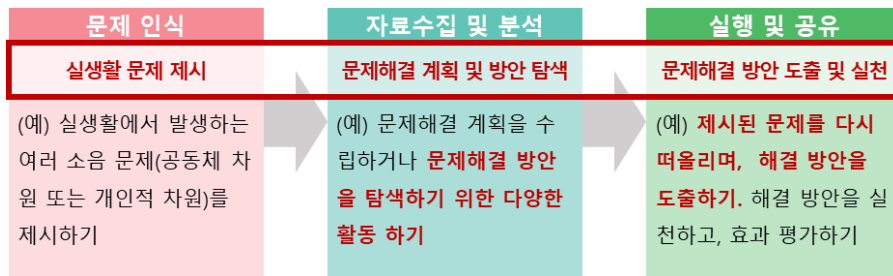


Fig. 1. The lesson flows of problem-solving activities

이와 같이 문제해결형 활동의 단계별 특징은 Fig. 1과 같이 요약될 수 있다. 이러한 수업 흐름은 실생활 문제를 중심으로 수업이 전개된다는 점에서 문제해결학습 또는 문제중심학습(problem-based learning: PBL)과 유사하다. 하지만 문제해결학습과 같이 비구조화된 문제를 구성하여 학습자 주도로 문제를 해결해나가기 보다는(Hung, 2009), 교사에 의해 안내된 문제를 중심으로 구조화된 문제해결 과정을 거쳐 해결 방안을 찾도록 구성되었다.

특히 예비교사들은 문제에 대한 해결방법을 찾는 두 번째 단계에서 학생들에게 얼마나 자율성을 부여해야 하는지에 대해 논의하였는데, 이는 문제해결학습에서 교사가 직면하는 대표적인 어려움 중 하나로 보고된 바 있다(장진아 등, 2017). 예를 들어, 예비교사들이 제기한 질문을 보면, “학생들이 도출한 해결방법이 적절하지 않을 때 교사가 직접 개입해서 직접적으로 해결방안을 제시하는 것이 적절한가”를 고민하는 모습을 보였다. 대부분의 예비교사들은 제한된 시간과 초등학생의 역량을 고려하여 문제해결 과정을 어느 정도 구조화한 안내된 문제해결 활동을 구성하였다.

이렇게 예비교사들이 구조화한 문제해결 과정과 방법은 크게 개인적 차원과 사회적 차원으로 나뉘었다. 개인적 차원의 문제 해결은 과정안 I와 같이 가상의 학생을 1명 설정하고 가상의 학생이 경험하는 문제 상황을 제시하여 이를 해결하기 위한 실험활동을 하고 이를 기반으로, 가상의 학생이 경험하는 문제 상황 해결 방법을 이야기해보는 단일 상황에 대한 개인적 대처에 초점을 두어 수업을 설계하였다. 이에 대해 교수자는 “실천의 범위를 고민할 필요(관찰 일지-과정안 I 지도 과정)”라고 작성하여 성취기준 “소음을 줄이는 방법을 찾아 실천”해 본다는 것의 ‘실천’의 범위에 대한 고민이 필요함을 지적하였다. 반면, 과정안 A, H에서는 공동체의 문제로서 소음 문제를 소개하고 우리 학급이나 교실에서 함께 문제를 해결할 수 있는 방법을 찾는 데에 초점을 두었고, 과정안 C에서는 개인적 차원과 사회적 차원으로 나누어 문제 해결방법을 찾도록 하였다. 위와 같은 사례들은 예비교사들이 과학적 참여와 실천 수업을 구성할 때 개인적 차원의 문제해결과 사회적 참여와 실천 활동을 통한 문제해결을 고려한다는 점을 보여준다.

2. 탐구형 활동 구성

탐구형 활동의 대표적인 특징은 자료수집 및 분석 단계에서 소음을 줄이는 방안을 탐구하기 위한 실험을 한다는 점이다. 즉, 실험 활동을 통해 소음의 전달을 막을 수 있는 물질을 찾거나, 소음을 줄이는 방법을 직접 확인하거나 비교해보는 활동을 수행하고, 실험 결과를 토대로 실천 방안을 도출하였다. 이처럼 탐구형 활동에서는 과학적인 증거를 기반으로 결론 혹은 실천 방안을 도출하는 것에 초점을 두었다.

수업 단계별 활동을 살펴보면, 문제 인식 단계에서는 소음의 특징과 경험에 대해 간략하게 이야기하거나, 실생활의 문제를 소개하는 등 다양한 방식으로 소음 문제를 소개하였다. 특히 탐구형 활동이 문제해결형 활동과 융합되어, 과정안 I에서와 같이 문제인식 단계에서 실생활 문제를 제시하고, 실험을 통해 문제해결방안을 탐구하는 활동이 구성되기도 했다. 자료수집 및 분석 단계에서는 소음을 줄일 수 있는 장치를 개발하거나, 실험을 수행하여 소음 저감 효과를 직접 확인하는 활동이 전개되었다. 이때, 과정안 F와 I에서처럼 실험 목적과 방법을 체계적으로 제시하는 과학 실험 활동을 구상한 경우도 있었지만, 과정안 E에서와 같이 STEAM 활동의 일환으로 일상생활 상황에 접목하여 노래방 부스를 만들기 위한 융합 수업을 고안하여 효과를 확인하는 경우도 있

었다. 끝으로 실행 및 공유 단계에서는 실험 활동을 통해 도출된 결과를 활용하여 소음을 줄이는 실천 방안을 도출하는 특징을 보였다. 가령, 과정안 I에서는 “스펀지와 같이 소리를 전달되지 않은 물질을 활용해 소음을 줄인다.”와 같이 소리의 전달과 연결된 해결 방안을 논의하였다. 이러한 유형의 수업 활동을 정리하면 Table 4와 같다.

이와 같이 도출된 탐구형 활동의 단계별 특징을 정리하면 Fig. 2와 같이 요약될 수 있다. 특히 연구진은 탐구형 수업에서는 자료 수집 및 분석 단계에서 과학적 탐구나 실험을 통해 실천 방안을 도출한다는 점에 주목하였다. 하지만 과학적 탐구나 실험을 토대로 실천 방안을 도출하는 것이 자연스럽지 않은 경우도 발생했다. 예를 들어, 과정안 F에서는 소음의 전달을 막는 여러 가지 물질을 비교하는 실험을 한 뒤, 이를 토대로 실천 방안을 도출하여 실천을 다짐하는 역할극 활동을 구상하였는데, 이에 대해 교수자는 “소음을 줄이기 위한 방법을 찾는 실험 활동과 실천을 위한 역할극 활동이 서로 연계되지 않음”을 지적하였다. 이처럼 소음 문제를 해결하는 데에는 개인적, 사회적 차원의 다양한 방법이 있는 것에 비해, 탐구형 수업에서는 탐구 결과를 토대로 실천 방안을 이끌어내는 데에 제한이 있었기 때문에 이 과정에서 논리적 간극이 발생하기도 하였다.

Table 4. The lesson flows of inquiry activities

과정안	문제인식	자료수집 및 분석	실행 및 공유
E	소음이 무엇인지 알고, 경험 공유하기(토의 활동)	소음을 줄이는 장치로서, 노래방 부스 만들기(STEAM 융합, 실험 활동)	소음을 줄이는 방법 정리하기(토의 활동)
F	소음이 무엇인지 알고, 경험 공유하기(토의 활동)	소음을 줄일 수 있는 방법으로서 아크릴판, 담요, 휴지를 이용해 실험하기(실험 활동)	실천 방안 도출하여 구체적인 행동으로 실천해보며 다짐하기(역할극)
I	실생활 문제로서, 악기 소리 때문에 이웃과 층간소음 갈등을 겪고 있는 영철이의 고민 제시하기(토의 활동)	소음의 전달을 막는 효과적인 물질을 찾기 위해 나무판, 스펀지를 이용해 소리 전달을 비교하는 실험하기(실험 활동)	탐구 결과를 토대로 영철이의 고민(실생활 문제) 해결하기(토의 활동)

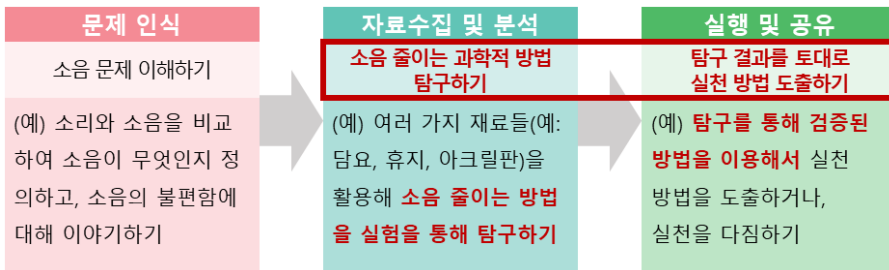


Fig. 2. The lesson flows of inquiry activities

더불어 예비교사들은 탐구형 수업에서 소음을 줄이는 실험을 설계하거나 수행할 때, 초등학생들이 배우지 않은 과학적 개념을 다뤄야 하는가에 대해 고민하였다. 예를 들어, “방음의 종류(차음, 흡음)의 명칭을 사용해도 되는지”, “소리의 흡수를 명시적으로 배우지 않는데 소음을 줄이는 방법으로 사용해야 되는지”에 대해 논의하였다. 과학적 참여와 실천 활동은 생활 속 문제와 연계되기 때문에 교육과정에서 학습한 개념을 넘어서는 다양한 현상을 자연스럽게 다루게 되는 상황을 고려하게 된 것이다. 이러한 문제에 대해 예비교사들은 원리를 이해하는 탐구이기 보다는, 과학적 검증에 초점을 맞춘 탐구임을 강조하였다. 즉, 여러 가지 재료들이 소음을 줄이는데 얼마나 효과가 있는지 비교하고, 이러한 검증 결과를 토대로 해결방법을 도출하는 방식을 취했다.

3. 조사형 활동 구성

조사형 활동에서는 자료수집 및 분석 단계에서 소음 문제를 해결하기 위한 방법을 조사하는 활동을 수행하고, 조사한 결과를 토대로 해결방법을 도출하는 방식의 수업이 진행되었다. 특히 이 유형의 수업들에서는 조사 활동을 수행하기 전에, 학생들이 구체적으로 조사를 할 수 있도록 돕기 위해 조사의 범위나 주제를 구조화하는 과정이 수반되었다. 조사 활동을 수행한 뒤에는 조사한 결과를 발표하는 활동이

지어졌다.

구체적인 사례와 함께 살펴보면, 과정안 C와 D의 문제 인식 단계에서는 탐구형 수업에서와 비슷하게, 일상생활에서 경험한 소음 문제나 경험을 자유롭게 이야기하는 토의 활동으로 진행되었다. 이어서 자료수집 및 분석 단계에서는 조사 활동을 수행하기 위해, 태블릿 PC 등을 이용한 온라인 검색 활동을 접목하였는데 이 때 조사의 범위를 구체화하는 활동이 선행되었다. 과정안 C에서는 학생들과 소음이 발생하는 여러 상황을 이야기한 뒤, 모둠별로 가장 관심이 있는 소음 상황 한 가지를 선택하도록 하였다. 반면, 과정안 D에서는 소리와 소음의 차이를 이야기하면서 소음의 의미를 정의한 뒤, 학급 전체가 도로 소음이라는 주제에 한해서 조사 활동을 하도록 수업 활동을 구성하기도 하였다. 이와 같은 수업을 설계하는 과정에서 예비교사들은 “학생들에게 조사할 키워드를 얼마나 자세히 제시해야 할지”에 대해 논의하였다. 이러한 논의는 온라인 기반의 조사 활동에서는 문제 해결에 적합한 자료를 검색하여 수집하는 것이 쉽지 않으며, 적합한 자료를 조사하는 것이 중요하다는 점(장진아 등, 2017, 2020)이 반영된 것으로 판단된다. 끝으로 실행 및 공유 단계에서는 조사한 결과를 발표하고 이를 토대로 도출한 해결 방안을 정리하고 실천하는 모습을 보였다. 이러한 수업 활동을 정리하면 Table 5와 같다.

Table 5. The lesson flows of investigative activities

과정안	문제인식	자료수집 및 분석	실행 및 공유
C	소음 경험 공유하고, 문제 상황 선택하기(토의 활동)	소음 문제 해결 방법 조사하기, 조사 내용용 소리의 성질과 연결 짓고 발표하기(조사 활동)	해결 방법을 개인적/사회적 차원으로 논의하기(토의 활동)
D	일상생활 속, 도로 소음 문제 인식하기(토의 활동)	소음의 의미 정의하기, 도로에서 소음을 줄이는 방법 조사하고, 각 방법을 소리의 성질과 관련짓기(조사 활동)	유관 기관에 건의하는 편지 작성하기(글쓰기 활동)

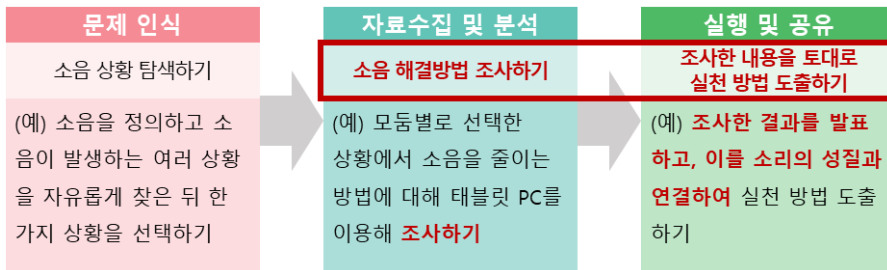


Fig. 3. The lesson flows of investigative activities

위와 같은 조사형 활동의 흐름은 Fig. 3과 같이 요약될 수 있다. 예비교사들은 조사 활동이 추가 되는 수업이 자칫 과학 수업으로서의 정체성을 잃는 것에 대해 우려하였다. 한 모둠에서는 조사 활동을 접목할 경우 “사회 수업과 구분될 수 있게 하려면 어떻게 구성이 필요할지”에 대해 고민하였으며, 이는 초등학생들이 이전에 학습한 “소리의 성질과 해결방안을 학생들이 연결하도록 돕는 발문”이 필요하다고 생각하였다. 이에 조사 내용을 발표하는 과정에서 소리의 성질과 관련된 활동이나 유의점을 추가하였다.

4. 행동촉구형 활동 구성

행동촉구형 활동의 대표적인 특징은 실행 및 공유 단계에서 소음 문제를 해결하기 위한 방안을 실제 행동으로 옮길 수 있는 구체적인 활동을 강조한다는 점이다. 이를 위하여, 다양한 방법의 교수학습 활동이 적용되는 모습을 보였다. 예를 들어, 글쓰기, 역할극과 같이 가상의 상황에서 문제를 해결하기 위한 실질적인 실천 방안을 행동으로 옮겨보거나, 체크리

스트, SNS 게시하기 등과 같이 실천 방법과 장소 등을 구체화하여 이를 실행하도록 독려했다.

이러한 수업의 특징을 단계별로 살펴보면, 문제 인식 단계와 자료수집 및 분석 단계는 각 수업마다 서로 다른 특징을 보였다. 행동촉구형 활동은 다른 유형의 수업들과 융합되어 구성되었는데, 과정안 B, D, G의 사례와 같이 조사형 활동에서 구성된 조사 활동을 통해 해결 방안을 구성한 경우도 있었고, 과정안 F와 같이 탐구형 활동에서 제시된 실험 활동과 융합된 경우도 있었다. 이렇게 여러 가지 방식으로 도출된 해결 방안들은 실행 및 공유 단계에서 구체적인 행동 및 실천으로 연결되는 모습을 보였다. 특히 이러한 실천 방법들은 개인적 차원과 사회적 차원으로 나뉘었다. 개인적 차원에서는 소음을 줄이기 위해 과정안 B에서처럼 “내가 할 수 있는 실천”들을 도출하고, 이러한 방법들을 실천했는지 체크리스트를 만들어 확인하는 활동이 주를 이루었다. 한편, 과정안 H에서와 같이 사회적 차원에서는 소음을 줄이기 위해 공동체에서 함께 실천하고 바꿀 수 있는 일

Table 6. The lesson flows that encourage practical actions

과정안	문제인식	자료수집 및 분석	실행 및 공유
B	소음의 특징 이해하고, 소음 예시 찾기(토의 활동)	소음을 줄이는 방법 알기(소음상황별 해결 카드-토의 활동)	소음 줄이는 방법 실천하기(SNS, 체크리스트)
D	일상생활 속, 도로 소음 문제 인식하기(토의 활동)	소음의 의미 정의하기, 도로에서 소음을 줄이는 방법 조사하고, 각 방법을 소리의 성질과 관련짓기(조사 활동)	유관 기관에 건의하는 편지 작성하기(글쓰기 활동)
F	소음이 무엇인지 알고, 경험 공유하기(토의 활동)	소음을 줄일 수 있는 방법으로서 아크릴판, 담요, 휴지를 이용해 실험하기(실험 활동)	실천 방안 도출하여 구체적인 행동으로 실천해보며 다짐하기(역할극)
G	소음이 무엇인지 알고, 경험 공유하기(토의 활동)	소음을 줄이는 방법 찾기, 소음을 줄이는 장치 살펴보기(토의 및 조사 활동)	소음문제 해결을 위해 관련된 사람들이나 기관에 건의하는 글 작성하기(글쓰기 활동)
H	소음 피해로 인한 문제 상황 살펴보기(토의 활동)	소음을 줄이는 방법 토의하기(토의 활동)	소음 문제를 해결하기 위한 교실 규칙 만들어 실천하기(체크리스트)

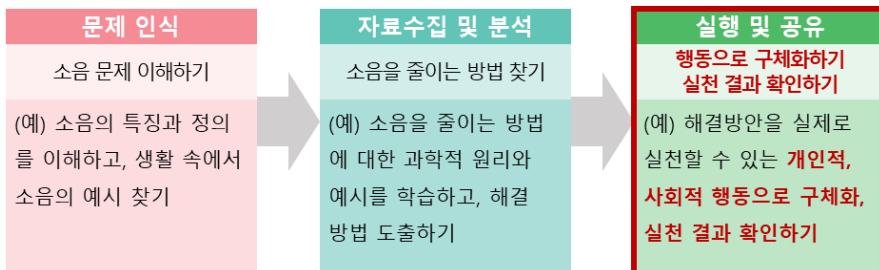


Fig. 4. The lesson flows that encourage practical actions

들을 교실 규칙으로 정하거나, 과정안 F처럼 가상의 상황에서 역할극으로 행동하도록 하였으며, 과정안 D와 G의 사례처럼 실제 건의하는 글이나 편지를 작성해보는 활동을 구성한 경우도 있었다. 이러한 수업 활동을 정리하면 Table 6과 같다.

위와 같은 행동촉구형 활동의 흐름은 Fig. 4와 같이 요약될 수 있다. 특히 행동촉구형 활동을 구성함에 있어서 예비교사들은 초등학생들에게 적절한 참여와 실천의 범주가 어디까지인지에 대해 고민하는 모습을 보였다. 예를 들어, Fig. 4에서와 같이 실행 및 공유 활동을 구성함에 있어서 “운동장에서 발생하는 소음으로 인한 상황일 때는 내가 실천할 수 있는 방법이 아닌데 어떻게 해야 하는지”에 대한 논의가 이루어졌으며, 비슷하게 “실천이 꼭 수업시간에 이루어져야 하는지”에 대한 질문도 제기되었다. 이러한 질문은 소음을 줄이는 방법을 실행하고 공유하는 활동의 주체와 장소 및 시간이 다양할 수 있기 때문이라고 판단된다.

나아가 행동촉구형 활동에서는 소음이라는 사회적 이슈를 해결하기 위해 여러 주체 및 기관들과의 연계된 해결 방법이 자연스럽게 논의되었다. 교실이라는 공간과 수업 시간을 넘어서서 초등학생들이 참여하고 실천할 수 있는 여러 활동들을 구상하며 구체적인 고민들이 함께 논의되었다. 예를 들어, 예비교사들은 “실천과 민주시민을 위하여 활동을 구상하려고 하니, 유관 기관에 건의하는 것이 떠오릅니다. 실천을 수업 활동 안에서 확인할 수 있어야 하나요?”, “해결 방안을 관련 기관에 전달한다면 학급 공통 해결 방안이 좋을까요, 아니면 조별 해결 방안을 전달하는 게 좋을까요?”와 같은 질문을 하였다.

비슷하게 과정안 D에서도 교수자는 예비교사들이 “실천을 관련 기관에 영향력을 행사하는 것으로 생각한다.”는 점을 언급했다. 참여와 실천 활동은 과학적 실행을 토대로 이를 행동으로 옮기는 사회적 과정을 수반하게 된다. 하지만 초등학생에게 적합한 ‘참여와 실천’의 범주는 어디까지인지에 대한 예비교사들의 해석이 다양했으며, 이러한 해석에 따라 교수학습 활동 구성이 달라졌다. 이는 비단 예비교사뿐 아니라 현장 교사 및 교육자들 사이에서도 다양한 해석과 범주가 있을 수 있기 때문에, 학교급별 학생들에게 적합한 방식과 범주의 ‘참여와 실천’에 대한 합의가 선행될 필요가 있다고 판단된다.

IV. 결론 및 제언

이 연구에서는 초등 예비교사들이 설계한 교수학습 과정안을 분석하여, 예비교사들이 인식하는 과학적 참여와 실천 수업의 특징을 분석하고 초등학생을 위한 과학적 참여와 실천 수업의 설계와 실행을 조력하기 위한 교사교육 방안을 안내하는 것을 목적으로 한다. 이를 위하여 예비교사들이 구성한 교수학습 과정안, 교수학습 과정안을 작성하면서 발생한 질문, 교수자의 관찰일지를 분석하였다. 특히 교수학습 과정안의 문제 인식, 자료수집 및 분석, 실행 및 공유 단계에서 나타나는 특징을 분석하였다. 분석 결과, 초등학생을 위한 과학적 참여와 실천 수업의 특징으로서 문제해결형 활동, 탐구형 활동, 조사형 활동, 행동촉구형 활동과 같이 4가지 특징이 도출되었다. 이렇게 도출된 활동들은 다양한 수업의 맥락에 따라 2~3가지 특징이 함께 결합되기도 하고, 한 수업에서 한 가지 특징만 나타나는 경우도 있었다. 예비교사들이 설계한 이 활동들은 초등학생들에게 과학 개념을 실제 생활과 연결 짓고, 실천을 장려한다는 측면에서 적합한 형태의 활동을 예비교사들이 적절히 구성했다고 할 수 있다.

그러나 예비교사들은 4가지 활동을 중심으로 참여와 실천 수업을 설계하는 과정에서 여러 교육적 요인들과 학생의 발달적 특성, 실천적 사항들에 대해 여러 고민을 나타냈다. 이들은 문제해결형 활동과 조사형 활동에서 초등학생들이 해결방법을 얼마나 주도적으로, 자율적으로 찾아나갈 수 있을지, 교사의 개입은 어느 정도가 적정인지에 대해 질문하였다. 탐구형 활동에서는 초등학생들이 소리의 특징을 활용해 소음을 줄이기 위한 장치를 개발하거나 실험을 수행하는 활동이 수반되었는데, 예비교사들은 소리의 흡수와 같이 초등학생들이 배우지 않은 개념을 다루게 되는 상황에 대해 우려하였다. 이에 소리의 특성이나 원리를 탐구하는 데 초점을 두기 보다는 과학적으로 검증된 방식으로 실천 방법을 도출하는 데 초점을 두었다. 끝으로 행동촉구형 활동에서는 초등학생들이 실천 방법을 여러 주체들과 소통하거나 공유하는 ‘사회적인’ 참여와 실천의 적정한 범주에 대해 고민하였다. 즉, 예비교사들은 학생들이 참여와 실천을 성공적으로 수행할 수 있도록 적절한 수준의 지도와 개입이 필요하다는 것을 인식했지만 이 문제를 해결하는 데에는 여전히 고민과 어려움이 있

음을 시사한다.

이러한 맥락에서 본 연구의 결과와 구체적인 사례들은 과학적 참여와 실천 수업을 성공적으로 설계할 수 있는 전문성을 기르기 위한 교사교육 및 교수학습 방법적 측면에서 다음과 같은 의미를 갖는다. 먼저, 교사교육의 측면에서 본 연구의 결과는 예비교사들의 과학적 참여와 실천 수업 설계를 조력할 수 있는 방안을 찾는 데에 도움이 될 수 있다. 구체적으로 소음 문제에 대한 실천방법을 찾는 과정에서 초등학생의 발달 수준을 고려할 때 교육과정의 범위를 넘어서는 개념을 어떻게 다뤄야하는지, 사회적 참여와 실천은 어느 범주까지 포함할 수 있는지를 명확히 할 필요가 있다. 이를 위하여 초등학생의 수준에서 소음 문제에 대한 과학적 참여와 실천 활동의 ‘적합한 방식과 범주’에 대한 이론적 논의와 경험적 근거를 토대로 한 추후 연구가 이루어질 필요가 있겠다.

특히 본 연구에서는 교육과정 성취기준에 제시된 ‘소음’이라는 생활 문제를 중심으로 연구를 수행하였다. 2022 개정 과학과 교육과정에서 신설된 ‘과학과 사회’ 영역과 관련지어 실생활의 문제나 위험을 과학적으로 인식하고, 대응할 수 있는 역량을 키우는 것을 목표로 한다. 특히 앞으로 학생들이 접하게 될 VUCA 시대의 여러 위험은 그 맥락이 더 복잡하고 예측하기 어려운 경우가 많아질 것이다(Barnett, 2012; OECD, 2018). 이러한 복잡성을 고려할 때, 참여와 실천 수업에서 교사가 고려해야할 사항들 역시 더 복잡하고 다차원적인 속성을 지니게 될 것이다. 이러한 맥락에서 본 연구의 결과는 2022 개정 교육과정의 ‘과학과 사회’ 영역 및 소음과 같은 실생활의 위험 관련 참여와 실천 수업을 위한 교사교육의 기초 자료로서 활용될 수 있을 것이다.

나아가 교수학습 방법적 측면에서 본 연구의 결과들은 초등학생 수준에 적합한 과학적 참여와 실천 활동의 방식과 범주를 구체화한 여러 유형의 특징들을 보고하였다. 이러한 결과들은 과학적 참여와 실천을 수업으로 구성하는 과정에서 과학적 개념, 과학적 탐구, 사회적 행동으로의 참여와 실천 등 다차원적 요소들이 동시에 고려되어야 함을 시사한다. 미래과학교육표준에서는 참여와 실천 차원에서 학습 단계별로 기대되는 수행 수준을 제시하였는데(KOFAC, 2019), 이러한 이론적 논의들이 실제 교육 사례들을 바탕으로 좀 더 구체화될 필요가 있다. 이러한 맥락

에서 추후 연구에서 과학적 참여와 실천 수업을 구성하기 위해 고려해야 할 다차원적인 요인들을 포괄하는 교수학습 방법이 정립될 필요가 있으며, 본 연구는 이를 위한 토대로서 도움이 될 것으로 기대된다.

참고문헌

- 교육부(2021). 2022 개정 교육과정 총론 주요사항의 신규 대비표. 세종: 교육부.
- 교육부(2022). 과학과 교육과정. 교육부 고시 제2022-33호 [별책 9].
- 김가형, 이현주(2017). 지역사회연계 미세먼지 교육프로그램이 중학생들의 이슈에 대한 이해와 시민으로서의 인성과 가치관 함양에 미치는 효과. 한국과학교육학회지, 37(6), 911-920.
- 나지연, 장병기(2018). 초등학생의 과학적 의사소통 능력 함양을 위해 예비 초등교사들이 작성한 수업과정안의 특징. 초등과학교육, 37(1), 54-65.
- 맹승호, 이관희(2022). 과학 학습 언어의 문법적 특성을 고려한 초등학생의 과학적 의사소통 능력 고찰. 초등과학교육, 41(1), 30-43.
- 서미림, 정은영(2023). 초등학생의 디지털 소양 함양을 위한 예비 초등교사의 과학 수업 실행 탐색. 과학교육연구지, 47(2), 127-138.
- 송진용, 강석진, 광영순, 김동건, 김수환, 나지연, 도종훈, 민병곤, 박성춘, 배성문, 손연아, 손정우, 오필석, 이준기, 이현정, 임혁, 정대홍, 정종훈, 김진희, 정용재(2019). 미래세대를 위한 ‘과학교육표준’의 주요 내용과 특징. 한국과학교육학회지, 39(3), 465-478.
- 윤수진(2010). 항공기 소음소송에 있어서의 위험에의 접근이론에 대한 검토. 환경법연구, 32(2), 223-245.
- 이운정, 장신호(2023). 과학 관련 사회적 쟁점 기반 과학 수업 연구의 특징 분석. 초등과학교육, 42(1), 127-148.
- 이종혁, 유금복, 이선경(2021). 과학교육에서 ‘참여와 실천’을 추구하는 융복합 활동으로서 SSI(과학기술관련 사회쟁점)의 교육적 접근: ANT(행위자-네트워크 이론) 관점의 제안. 문화와 융합, 43(10), 765-787.
- 이현주, 장현숙(2011). 과학과 관련된 사회·윤리적 문제(SSI) 교육 프로그램이 예비 과학 교사들의 SSI 교수에 대한 인식에 미치는 영향. 교과교육학연구, 15(4), 913-932.
- 장진아, 조형미, 권오남, 정용재(2017). 모바일 기반 문제 해결학습 설계 및 실행 과정에서 교사가 경험하는 실천적 고민과 선택: 초등 과학·수학 영재 사례를 중심으로. 교사교육연구, 56(4), 519-536.
- 장진아, 박준형, 나지연(2020). 초등 예비교사들의 모바일 기반 과학 문제해결 과정에서 형성된 규범의 특징: 디

- 지텔 시민성의 관점으로. 초등과학교육, 39(1), 40-53.
- 장진아, 임인숙, 박준형(2021). 일반 시민의 과학적 참여와 실천 사례 연구: 미세먼지 문제 대응 활동을 중심으로. 과학교육연구지, 45(2), 201-218.
- 전승준, 곽영순, 고훈영, 이영식, 최성연(2017). 미래 사회 한국인의 과학소양에 대한 요구 분석. 한국과학교육학회지, 37(3), 441-452.
- Bardsley, D. K. (2007). Education for all in a global era? The social justice of Australian secondary school education in a risk society. *Journal of Education Policy* 22, 493-508.
- Barnett, R. (2012). Learning for an unknown future. *Higher Education Research & Development*, 31(1), 65-77.
- Bründl, M., Romang, H. E., Bischof, N., & Rheinberger, C. M. (2009). The risk concept and its application in natural hazard risk management in Switzerland. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 9(3), 801-813.
- Merriam, S. B. (1998). *Qualitative research and case study applications in education*. San Francisco, CA: Jossey-Bass Publishers.
- OECD. (2018). *The future of education and skills: Education 2030. Position Paper*.
- Hagop, A. Y. (2018). Scientific literacy for democratic decision-making. *International Journal of Science Education*, 40(3), 308-327.
- Hung, W. (2009). The 9-step process for designing PBL problems: Application of the 3C3R model. *Educational Research Review*, 4(2), 118-141.
- Jacobs, C. L., Martin, S. N., & Otieno, T. C. (2008). A science lesson plan analysis instrument for formative and summative program evaluation of a teacher education program. *Science Education*, 92(6), 1096-1126.
- KOFAC. (2019). *Scientific Literacy for All Koreans: Korean Science Education Standards for the Next Generation*. Seoul: KOFAC.
- Renn, O., Klinke, A., & Van Asselt, M. (2011). Coping with complexity, uncertainty and ambiguity in risk governance: a synthesis. *Ambio*, 40(2), 231-246.
- Roth, W. M., & Barton, A. C. (2004). *Rethinking Scientific Literacy*. NY: Psychology Press.
- Schenk, L., Hamza, K. M., Enghag, M., Lundegård, I., Arvanitis, L., Haglund, K., & Wojcik, A. (2019) Teaching and discussing about risk: Seven elements of potential significance for science education, *International Journal of Science Education*, 41(9), 1271-1286.
- Schwab, K. (2016). *The fourth industrial revolution*. 송경진 역(2016). *클라우드 슈밥의 제4차 산업혁명*. 서울: 새로운 현재.
- Zint, M., & Peyton, R. B. (2001). Improving risk education in grades 6-12: A needs assessment of Michigan, Ohio, and Wisconsin science teachers. *The Journal of Environmental Education*, 32(2), 46-54.

장진아, 싱가포르 난양공과대학교 국립교육원 연구원(Jina Chang; Researcher, National Institute of Education, Nanyang Technological University).

† 나지연, 춘천교육대학교 과학교육과 교수(Jiyeon Na; Professor, Chuncheon National University of Education).