

온-오프라인 혼합 학습환경에서 과학교사의 교수 지향과 PCK 특징

김지수 · 최애란*

이화여자대학교 과학교육과
(접수 2023. 7. 5; 게재확정 2023. 9. 21)

Characteristics of Teaching Orientation and PCK of Science Teachers in Online-offline Mixed Learning Environment

Jisu Kim and Aeran Choi*

Department of Science Education, Ewha Womans University, Seoul 03760, Korea.

*E-mail: achoi@ewha.ac.kr

(Received July 5, 2023; Accepted September 21, 2023)

요약. 본 연구는 온-오프라인 혼합 학습환경에서 과학교사의 교수 지향과 그에 따른 PCK의 특징 탐색을 목적으로 한다. 본 연구에서는 교사 12명을 대상으로 설문, 반구조화 면담, 수업관찰 및 현장노트의 질적 자료를 수집하여 귀납적으로 분석하였다. 본 연구 참여교사의 과학 교육 목표 지향과 과학 교수·학습 지향의 조합으로 범주화하여 ‘과학 개념 이해-강의식 수업’ ‘과학 개념 형성-탐구 수업’ ‘과학 개념 및 탐구 과정 적용-탐구 수업’ ‘과학 개념 및 탐구 과정 적용-강의식 수업’ ‘과학 정보 분석 및 판단-탐구 수업’ ‘과학적 태도 함양-탐구 수업’ ‘과학적 태도 함양-강의식 수업’ ‘과학·기술·사회 상호관계 인식 함양-탐구 수업’의 교수 지향을 추출하였다. 온-오프라인 혼합 학습환경에서 과학 교육 목표 지향과 관계없이 ‘탐구 수업 지향’의 교사는 ‘강의식 수업 지향’의 교사와 다르게 다양한 탐구 활동을 위한 온라인 학습환경 특이적인 교육과정에 관한 지식을 형성하고 있는 것으로 나타났다. ‘과학 개념 이해-강의식 수업 지향’의 교사들은 학생 이해 점검을 위한 질문 전략, 반복 강의 전략 등의 교수 전략에 관한 지식을 가지고 있었다. 반면, ‘과학 개념 형성-탐구 수업 지향’의 교사들은 학생들의 과학 개념 형성을 위해 온라인 학습환경에서 실시간 모둠 활동을 수행하는 전략, 코로나 19 이전 수행하던 대면 모둠 활동을 가상 실험, 학생 개별 실험으로 대체하여 수행하는 전략에 관한 지식을 가지고 있었다. ‘과학 개념 이해-강의식 수업 지향’의 교사들은 학생 과학 학습에 관한 지식이 드러나지 않은 반면, ‘과학 개념 형성-탐구 수업 지향’의 교사들은 온라인 학습환경에서 탐구 수업 관련된 학생의 학습 어려움에 관한 지식을 가지고 있었다.

주제어: 온-오프라인 혼합 학습환경, 과학교사, 교수 지향, 교과교육학적 지식

ABSTRACT. This study explore characteristics of teaching orientation and pck of science teachers in online-offline mixed learning environment. Data consisted of open-ended survey, semi-structured interview, class observation, field notes from 12 science teachers. We categorized teaching orientation considering both science education goals and science teaching-learning orientation. There were 8 different teaching orientations such as ‘understanding science concepts-lecture centered’ ‘constructing science concepts-inquiry based’ ‘applying science concepts and inquiry-inquiry based’ ‘applying science concepts and inquiry-lecture centered’ ‘analyzing and judging science information-inquiry based’ ‘developing scientific attitude-inquiry based’ ‘developing scientific attitude-lecture centered’ and ‘developing perception of interrelationships among science, technology, and society-inquiry based’. Teachers with inquiry based teaching-learning orientation seemed to have knowledge of science curriculum specific to online learning environment for student inquiry. While teachers with ‘understanding science concepts-lecture centered’ teaching orientation appeared to have questioning strategy of checking student understanding and strategy of repeating a lecture, teachers with ‘constructing science concepts-inquiry based’ teaching orientation appeared to have knowledge of instructional strategies to perform online group activities targeting student construction of knowledge and to replace face-to-face group activities with virtual experiments and individual experiments. While teachers with ‘understanding science concepts-lecture centered’ teaching orientation did not show knowledge of student science learning, teachers with ‘constructing science concepts-inquiry based’ teaching orientation appeared to have knowledge of student difficulties in inquiry based learning.

Key words: Online-offline mixed learning environment, Science teacher, Teaching orientation, Pck

서 론

과학 교수 지향(orientation toward teaching science)은 교사의 과학 교수에 관한 방향성으로 교수 전략, 교육과정 자료, 학습 평가 등을 계획 및 실행하는 과정에서 선택의 방향을 결정하거나 안내하는 역할을 한다.^{1,2} Friedrichsen, Dreil, & Abell(2011)³은 과학 교수 지향의 3가지 하위요소로 과학 교수의 목적과 목표, 과학의 본성, 과학 교수·학습에 관한 지식과 믿음을 제안하였다. 과학 교육 목표에 관한 지식과 믿음은 과학을 왜 가르쳐야 하고, 과학 교수에서 무엇이 중요한지에 대한 교사의 지식과 믿음이다.⁴ 과학 교수·학습에 관한 지식과 믿음은 과학 교수·학습 과정에서 교사의 역할, 학습자의 역할, 학생이 과학을 학습하는 방법, 과학을 매력적이고 이해하기 쉽게 가르치는 방법 등에 대한 지식과 믿음을 포함한다.^{3,4} 과학의 본성에 관한 지식과 믿음은 지식 형성 방법으로서 과학, 과학 지식 형성 과정, 과학 지식의 특성에 대한 교사의 지식과 믿음을 포함한다.^{3,5}

과학 교수 지향은 과학교사의 전문성 탐색 도구인 PCK(Pedagogical Content Knowledge)의 하위요소 중 하나이다. Magnusson et al.(1999)¹은 PCK(Pedagogical Content Knowledge)의 5가지 요소로 과학 교수 지향, 과학 교육과정에 관한 지식, 과학 교수 전략에 관한 지식, 학생의 과학 학습에 관한 지식, 과학 학습 평가에 관한 지식을 제시하고, 과학 교수 지향과 다른 PCK 요소 간 상호작용을 강조하였다. Park(2007)⁶도 과학 교수를 위한 PCK 오각형 모델(Pentagon model)에서 5가지 PCK 요소를 오각형의 각 꼭짓점에 두고 과학 교수 지향이 다른 PCK 요소들과 상호작용을 한다고 주장하였다. 이러한 관점에서 과학교사의 교수 지향을 중심으로 교사의 교수 활동을 분석한 연구가 다수 있는데,^{7,13} Park & Chen(2012)⁷은 Park(2007)⁶이 제시한 PCK의 펜타곤 모델을 바탕으로 PCK 요소 간 상호작용의 빈도를 분석하여 강한 강의 중심의 교수 지향을 가진 교사는 다른 교사들에 비해 교수 전략에 대한 지식과 다른 PCK 요소 간의 상호작용이 적다는 것을 밝혔다. Aydin & Boz(2013)⁸도 과학 교수 지향이 학생들의 오개념에 대응하는 교수 전략에 영향을 미치며, 평가 방법과 평가 결과를 사용하는 방법에도 영향을 미친다고 보고하였다. Friedrichsen & Dana(2005)⁹는 교사의 교수 지향이 다른 PCK 요소에 영향을 미칠 뿐 아니라 다른 PCK 요소들도 교수 지향에 영향을 미친다고 하였다. 이와 같은 연구는 Magnusson et al.(1999)¹과 Park(2007)⁶이 제시한 PCK 요소 간 상호작용 모델에서 교수 지향이 다른 PCK 요소들과 양방향 상호작용을 한다고 주장한 것을 뒷받침한다. 또한, Kwon et al.(2006)¹⁰은 중등과학교사의 교수 지향을 관리중심 과학수업 지향, 전통적

과학수업 지향, 구성주의적 과학수업 지향으로 나누고, 각 지향에 따라 학습자의 이해에 대한 지식과 동기 유발 방법에 차이가 있다고 보고하였다. 하지만 Kwon et al.(2006)¹⁰의 연구에서는 과학수업 전반에서 나타나는 과학교사의 PCK가 아닌 동기 유발 방법 및 학생 이해와 교수 지향 간 관련성만 보고하여 교수 지향과 다른 PCK 요소와의 관련성을 모두 탐색하지는 못했다는 한계점이 있다. Jeong et al.(2007)¹¹은 Magnusson et al.(1999)¹이 제시한 9가지 교수 지향을 바탕으로 구성주의적 수업을 위한 워크숍에 참여한 교사들의 과학 교수 지향을 분석하여 교수 지향에 따라 과학 교수 전략에 차이가 있고, 교사의 교수 지향이 수업 계획 및 실행의 기본적인 방향 설정과 수업 전반에 걸친 수많은 의사결정에 지속적으로 영향을 주었다고 보고하였다. Wei & Liu(2018)¹²는 화학 교사의 다차원적인 교수 지향과 학습 맥락에 따른 PCK를 탐색한 연구에서 교수 지향이 학생의 과학 학습에 관한 지식과 과학 교수 전략에 관한 지식에 영향을 미친다고 주장하였다. 물체의 운동 단원과 빛과 렌즈 단원 수업에서 나타나는 과학 교수 지향과 다른 PCK 요소와 관련성을 탐색한 Shin & Song(2021)¹³은 과학 교수 지향이 다른 PCK 요소의 선정 및 조직에 영향을 미치나, Friedrichsen et al.(2011)³이 제안한 교수 지향의 하위 3가지 신념이 다른 PCK 요소에 영향을 미치는 정도에는 차이가 있으며 교수 지향의 하위 3가지 신념 중 ‘과학의 본성에 관한 신념’은 다른 PCK 요소와의 관련성이 적다고 보고하였다.

2020년 COVID-19 범유행 상황에서 사회적 거리 두기 단계에 따라 등교 원칙이 긴급하게 조정되었고,¹⁴ 학교 현장은 온라인 수업과 오프라인 수업이 시시각각 변화하며 반복되는 온-오프라인 혼합 학습환경이 조성되었다. COVID-19 범유행 상황 초기에는 사회적 거리 두기 단계에 따라 온라인 또는 오프라인 학습환경이 조성되고, 온-오프라인 혼합 학습환경이 최적의 학습을 위해 체계적으로 계획하여 설정되는 것이 아니라는 특이점이 있었다. 따라서 COVID-19 범유행 상황 초기에는 온-오프라인 혼합 학습환경의 맥락 특이적인 교사의 PCK가 수업의 질에 중요한 역할을 했을 것으로 사료된다. 여러 연구에서 교사의 맥락에 관한 지식에 따라 교수 활동과 PCK가 달라질 수 있다고 주장하였는데,^{1,15-17} Shulman (2015)¹⁵은 PCK가 Pedagogical Content Knowledge의 줄임말이지만 Pedagogical Context Knowledge의 줄임말이 될 수도 있다고 하며, 교수 활동에서의 맥락적 지식을 강조하였다. 즉, 교수·학습에 영향을 미치는 많은 요인이 맥락에 의해 결정되며, 교수 활동은 정책적, 문화적, 개인적, 사회적 환경 등의 맥락을 고려하여 수행되어야 한다는 것이다.¹⁵ Grossman(1990)¹⁶도 교사의 지식은 맥락 특이적이라고 설명하며, 맥락적 지식에는

교사들이 일하는 지역에 관한 지식, 학교 환경에 관한 지식, 학생과 사회에 관한 지식이 포함된다고 하였다. Magnusson et al.(1999)¹은 Grossman (1990)¹⁶의 연구를 바탕으로 맥락적 지식과 PCK 요소 간에 상호작용하는 모형을 제시하며, 교사는 맥락에 관한 지식을 바탕으로 과학 교수 활동의 어려움을 극복할 수 있다고 하였다. Park et al.(2018)¹⁸이 설명한 특이적 PCK(Idiosyncratic PCK)도 교사들이 학습 맥락에 따라 다른 교수 전략과 자료를 선정하고 구조화 하여 반응적으로 교수한다는 것을 시사한다. Gess-Newsome(2015)¹⁷은 교실 맥락과 PCK 간에 양방향 화살표를 나타내어 교실 맥락과 PCK가 상호작용한다는 것을 강조하였고, 수업은 교사가 무엇을 알고 믿는지를 넘어 특정 맥락에 의해 형성된다고 하였다. 즉, 교사의 PCK는 맥락 특이적이며, 교사의 PCK는 수업 맥락과 상호작용을 한다. Wei & Liu(2018)¹²도 맥락적 요인들이 학생의 학습에 관한 지식, 교수 전략에 관한 지식, 평가에 관한 지식 등 PCK를 구성하는데 영향을 미친다고 하였다. 이러한 관점에서 COVID-19 상황의 온라인 학습환경과 오프라인 학습환경이 반복되며 나타나는 온-오프라인 혼합 학습환경이라는 맥락에서 과학교사의 교수 지향에 따른 PCK 요소별 특징을 탐색한다면 온-오프라인 혼합 학습환경에서 과학 교수 활동의 다양한 모습을 이해하는데 도움이 될 것으로 사료된다. Shin & Song(2021)¹³의 연구는 COVID-19 상황에서 진행되었으나 교실 또는 온라인이라는 상황을 교사의 과학 교수 지향과 PCK 요소들 사이의 관련성에 영향을 미치는 변수로 특별히 고려하지 않고, 교수 지향과 PCK 요소 간 상호작용을 보고하였다는 한계점이 있다. 이에 본 연구에서는 온-오프라인 혼합 학습환경에서 드러나는 중등과학교사의 과학 교수 지향에 따른 PCK의 특징을 알아보고자 한다.

연구 방법

연구 대상

본 연구에서는 온-오프라인 혼합 학습환경에서 과학수업을 하는 과학교사를 스노우볼 표집 방식으로 연구 대상으로 모집하였다.¹⁹ 본 연구 제1 저자와 같은 대학원에 재학 중인 현장 교사, 같은 대학교를 졸업한 현장 교사에게 본 연구에 대한 안내를 하고 참여 의사를 확인하였으며, 최종적으로 중등과학교사 12명을 연구 참여자로 선정하였다. 본 연구에 참여한 교사들의 학교급, 전공과목, 경력 등 구체적인 사항은 Table 1에 제시된 바와 같다.

자료 수집

본 연구는 교사의 교수 지향과 PCK에 관한 심층 정보를

Table 1. Background information of participant teachers

Teacher	Affiliation	Major	Teaching Years	Education
A	High School	Chemistry	35 years	PhD
B	Middle School	Physics	15 years	PhD
C	Middle School	Chemistry	24 years	Master
D	Middle School	Chemistry	9 months	Master
E	Middle School	Chemistry	4 years	Bachelor
F	Middle School	Chemistry	4 years	Bachelor
G	High School	Chemistry	9 years	Bachelor
H	Middle School	Chemistry	1 year	Bachelor
I	Middle School	Chemistry	1 year	Bachelor
J	Middle School	Physics	3 years	Master
K	High School	Earth Science	9 months	Bachelor
L	High School	Physics	3 years	Bachelor

수집하기 위하여 설문, 반구조화된 면담, 수업관찰 및 현장노트의 질적 자료를 2020년 10월 29일부터 2021년 4월 21일까지 수집하였다. 설문은 온-오프라인 혼합 학습환경에서 나타나는 중등과학교사의 교수 지향과 PCK 요소를 탐색하기 위한 개방형 8문항으로 구성하였고, 다음과 같다: 1. 선생님께서 과학 교육의 목표로 가장 중요하다고 생각하시는 것은 무엇인가요? 그 목표가 가장 중요하다고 생각하시는 이유는 무엇인가요? 2. 1의 목표를 학생이 혹은 선생님이 달성하기 위해서 어떠한 교수·학습 전략(방법)이 중요하거나 필요하다고 생각하시나요? 3. 코로나 19 상황 이전 오프라인 학습환경에서 선생님께서 실제로 사용하셨던 교수·학습 전략(방법)은 무엇입니까? 여러 가지 수업 전략을 사용하셨다면 그 전략을 모두 적어주세요. 4. 3번 문항에 답변하신 교수·학습 전략(방법) 중 주로 사용하셨던 교수·학습 전략(방법)은 무엇입니까? 그 교수·학습 전략(방법)을 주로 사용하셨던 이유는 무엇인가요? 5. 코로나 19 상황 이후 온-오프라인 혼합 학습환경에서 선생님께서 사용하시는 교수·학습 전략(방법)은 무엇인가요? 여러 가지 수업 전략을 사용하신다면 그 전략을 모두 적어주세요. 6. 5번 문항에 답변하신 교수·학습 전략(방법) 중 주로 사용하시는 교수·학습 전략(방법)은 무엇입니까? 그 교수·학습 전략(방법)을 주로 사용하시는 이유는 무엇인가요? 7. 선생님은 어떤 온라인 수업 플랫폼을 사용하시나요? 선생님께서 경험하신 온라인 수업 플랫폼의 좋은 점과 불편한 점이 있다면 적어주세요. 8. 코로나 19 상황 이전 오프라인 학습환경과 코로나 19 상황 이후 온-오프라인 혼합 학습환경에서의 수업 계획 및 실행에 어떠한 차이점이 있나요?

면담은 설문 후와 수업 관찰 후에 교사별 2회 연구 참여자가 원하는 장소에서 실시하였으며, 직접 만나 면담이 어려운 연구 참여자는 화상프로그램 ZOOM을 활용하여

Table 2. Class observation

Teacher	Class observation	Topic
A	1 online class	Inquiry of Science in life
B	1 online class	Planets and Universe
C	1 online class	Motion and Energy
D	1 online class	Science and My future
E	1 recorded class	Light and Waves
E	3 recorded classes	Light and Waves
F	3 recorded classes	Properties of Matter
G	3 recorded classes	Redox Reaction
H	2 recorded classes	Phase Changes of Matter
I	2 offline classes	Composition of Matter
J	1 online class	Disasters, Catastrophes, and Safety
J	1 recorded class	Disasters, Catastrophes, and Safety
K	3 recorded classes	Biodiversity and Conservation
L	3 recorded classes	Force and Motion

면담하였다. 면담은 연구 참여자의 동의를 얻어 녹취한 후 모두 전사하여 분석하였다. 설문 후 면담에서는 교사의 설문 답변 내용 중 추가적인 설명이 필요한 부분에 대한 질문을 하였고, Park et al.(2011)²⁰이 사용한 교사의 PCK를 탐색할 수 있는 문항을 참고하여 면담문항을 개발하였다. 설문 후 면담은 수업 관찰 전에 교사별로 1회씩 30분에서 1시간 50분 동안 실시되었으며, 수집된 설문 후 면담 녹취 전사본은 A4 용지 기준 169페이지였다.

또한, 본 연구 제1 저자는 온-오프라인 혼합 학습환경에서 교사별 최소 1회에서 최대 3회의 수업을 비참여 관찰 혹은 간접 관찰하면서 궁금한 점과 교사의 설명이 필요하다고 생각되는 부분에 초점을 두고 현장 노트를 작성하였다(Table 2). 수업 영상은 모두 전사하여 분석하였다. 현장 노트와 수업 영상 전사 자료를 반복적으로 읽으며 교사의 PCK를 파악하기 위해 추가적인 질문이 필요한 부분을 수업 후 면담문항으로 개발하였고, Park(2003)²¹ 연구에서 개발한 PCK 측정 도구, Park et al.(2011)²⁰ 연구에서 사용한 면담 문항을 참고하여 개발하였다. 수집된 수업 관찰 후 면담 녹취 전사본은 A4 용지 기준 105페이지였다.

자료 분석

본 연구에서는 설문, 교사 면담, 수업 관찰을 통해 얻은 자료를 연역적 접근과 귀납적 접근을 모두 적용하여 분석하였다.

본 연구에서는 수집한 모든 자료를 반복적으로 읽으며 교수 지향이 드러나는 부분을 추출하여 선행연구에서 제시된 교수 지향의 하위요소 ‘과학 교육 목표’와 ‘과학 교수·학습 지향’의 범주로 1차 연역적 분석한 후, 해당 내용을 가장 잘 표현할 수 있는 이름을 붙이는 귀납적 코딩을 하

였다.²² 예를 들어 설문 후 면담에서 “전체적으로 강의 위주의 수업을 하고 있고요. 그 이유는 과학적 개념을 일단 획득하는 게 중요하니까”라고 대답한 것을 ‘과학 교육 목표 지향’으로 1차 연역적 분석한 후, ‘과학 개념 이해’으로 귀납적 코딩하였다. 그리고 ‘과학 교수·학습 지향(연역적 분석)’ 중 ‘강의식 수업 지향(귀납적 분석)’으로 코딩하였다. 원자료를 반복적으로 읽으며 명명한 코드가 수집된 자료를 명확하고 적절하게 설명하고 있다고 판단될 때까지 코드를 수정하는 과정을 반복하여 코드를 확정하였다.

과학 교육 목표 지향의 하위 코드는 ‘과학 개념 이해’, ‘과학 개념 형성’, ‘과학 개념 및 탐구 과정 적용’, ‘과학 정보 분석 및 판단’, ‘과학적 태도 함양’, ‘과학·기술·사회 상호관계 인식 함양’이 있었다. 또한, 과학 교수·학습 지향의 하위 코드는 ‘강의식 수업 지향’과 ‘탐구 수업 지향’이 있었다. 교사의 강의식 수업이 학생의 학습 증진에 효과적이라는 믿음은 ‘강의식 수업 지향’, 학생들이 과학 탐구를 수행하는 과학 탐구 수업이 학생의 과학 학습 증진에 효과적이라는 믿음은 ‘탐구 수업 지향’으로 분류하였다. 한 교사가 두 가지 이상의 교수 지향을 가지고 있는 경우 중복 코딩하였다. 이와 같은 과정으로 추출한 과학 교육 목표 지향과 과학 교수·학습 지향의 조합으로 Table 3와 같이 교수 지향을 범주화 하였다. 예를 들어 과학 교육 목표 지향으로 ‘과학 개념 형성’을 가지는 교사가 과학 교수·학습 지향으로 ‘탐구 수업 지향’을 가지는 경우 ‘과학 개념 형성-탐구 수업 지향’으로 교수 지향을 범주화 하였다.

또한, Kim & Choi(2022)²²가 보고한 온-오프라인 혼합 학습환경에서 학습환경 특이적 PCK에 근거하여 교수 지향에 따른 PCK 요소별 특징을 분석하였다. 수집된 자료를 반복적으로 읽으며, 온-오프라인 혼합 학습환경에서 교수 지향에 따라 나타나는 PCK 요소를 과학 교육과정에 관한 지식, 과학 교수전략에 관한 지식, 학생의 과학 학습에 관한 지식, 과학 학습 평가에 관한 지식의 네 가지 PCK 요소로 분류하였다. 이후 Kim & Choi(2022)²²가 추출한 온-오프라인 혼합 학습환경에서 학습환경 특이적인 PCK 하위요소 중 어떠한 하위요소에 포함되는지 분석하고 기술하였다. 본 연구에서는 각 교수 지향에서 드러나는 PCK 요소만을 연구 결과에 제시하였으며, 이를 Table 3에 나타내었다.

본 연구에서는 다양한 자료를 수집하여 분석하는 삼각 검증 방법을 사용하였고, 본 연구의 제 1 저자이며 과학교사의 PCK 관련 연구 경험이 있는 과학교육학 석사학위 과정생 1인과 과학교육전문가 1인이 합의에 이를 때까지 지속적으로 분석 내용을 논의하여 분석의 신뢰도와 타당도를 확보하였다.

Table 3. Teaching orientation and PCK components in online-offline mixed environment

Teaching Orientation			PCK component					
Goal for Science Education	Teaching and Learning	Teacher	Knowledge of Curriculum	Knowledge of Instructional Strategy	Knowledge of Student Understanding	Knowledge of Assessment		
Science concept learning	Understanding science concepts	Lecture centered	G, K, L	Teaching materials for science concept learning	<ul style="list-style-type: none"> · Questioning strategy for student learning · Lecture strategy in online learning environment 			
	Constructing science concepts	Inquiry based	A, B, C, D, E, F, G, H, I, J	<ul style="list-style-type: none"> · Reorganization of science curriculum for student science inquiry in online-offline mixed learning environment · Online platforms for particular topics 	<ul style="list-style-type: none"> · Learning task elaboration strategy for student construction of science concepts · Activity selection and implementation strategy for student construction of science concepts in online learning environment · Teacher-student interaction strategy and student-student interaction strategy for student construction of science concepts in online learning environment · Implementation strategy of science experiments in online learning environment 	Student difficulty of doing science inquiry in online learning environment	Assessment methods for student inquiry process and product in online learning environment	
								Applying science concepts and inquiry
		Lecture centered	K, L	Science curricular materials for daily life examples	Lecture strategy for daily life examples of science concepts	Student motivation and interest when applying science concepts to our life		
	Analyzing and judging scientific information	Inquiry based	G	Science curricular materials for student analysis of scientific information in online-offline mixed learning environment	<ul style="list-style-type: none"> · Activity selection and implementation strategy for particular information analysis · Lecture strategy when student activity is inappropriate in online learning environment 			
	Developing scientific attitude	Inquiry based	E, I	Science curricular materials for student scientific attitude	Activity selection and implementation strategy for student scientific attitude	Student motivation and interest when doing scientific inquiry and using various online platforms		
Lecture centered		L	Science curricular materials for student scientific attitude	Lecture strategy for student scientific attitude	Student motivation and interest when identifying usefulness of science and daily life examples			
Developing perception of interrelationships among science, technology, and society	Inquiry based	J	<ul style="list-style-type: none"> · Media contents for particular scientific issues · Online platforms for student investigation and group discussion 	Scientific issue selection and implementation strategy for student group discussion	Student motivation and interest for real life scientific issues			

연구 결과 및 해석

과학 개념 이해 – 강의식 수업 지향

과학 교육 목표 지향으로 ‘과학 개념 이해’ 지향의 교사는 모두 과학 교수·학습 지향으로 ‘강의식 수업 지향’을 가지고 있었다(Table 3).

과학 교육 목표에 관한 지향으로 ‘과학 개념 이해’는 학생들이 과학 개념을 이해하는 것이 중요한 과학 교육의

목표라는 믿음이다. 과학 교수·학습 지향으로 ‘강의식 수업 지향’은 교사의 강의식 수업이 학생들의 과학 개념 이해에 효과적인 방법이라고 여기는 믿음이다. ‘과학 개념 이해-강의식 수업 지향’을 가지는 3명의 교사 중 K교사와 L교사는 온라인 또는 오프라인의 학습환경과 관계없이 공통으로 나타나는 온라인 또는 오프라인 학습환경 비특이적인 ‘과학 개념 이해-강의식 수업 지향’을 가졌으며, G교사는 온라인 학습환경 특이적인 ‘과학 개념 이해-강의식 수업

지향'을 가지고 있었다.

K교사와 L교사는 온라인 또는 오프라인 학습환경 비특이적 과학 교육 목표 지향으로 '과학 개념 이해'를 가지고 있었고, 과학 개념 이해가 다른 과학 교육 목표보다 중요하다고 믿었다. 예를 들면 K교사는 일단 과학 개념을 획득하는 것이 중요하다고 하였으며, L교사는 과학 개념이 이해되어야 과학 개념을 적용할 수 있기 때문에 과학 개념 이해가 가장 중요한 과학 교육 목표라고 하였다.

전체적으로 강의 위주의 수업을 하고 있고 그 이유는 과학적 개념을 일단 획득하는 게 중요하니까

(K교사, 설문 후 면담)

일단은 개념 이해를 가장 중요하게 생각하고 있거든요. 개념이 이해되어야지 이런 게 이런 데 쓰이는구나. 그거에 대한 기초를 파악하고 나중에 본인이 진학하는 과에 가서도 기초를 알아야지 응용을 할 수 있으니까. 개념을 이해하고 이 개념이 응용돼서 어떻게 쓰인다 이렇게 많이 알려주거든요. 그래서 개념 이해가 제일 중요한 것 같아서 개념 이해를 위주로 수업하는 것 같아요.

(L교사, 설문 후 면담)

'강의식 수업 지향'의 G교사, K교사, L교사는 온라인 학습환경에서 학생 과학 개념 이해를 위해 녹화 강의 영상 혹은 실시간 강의 수업이 효율적이라고 하였고, 특히 G교사는 온라인 학습환경에서 학생들이 과학 개념을 이해하기에 가장 효율적인 방법이 녹화 강의라고 하였다.

녹화 강의 경우는 개념 설명을 한다는 측면에서 (중략) 개념을 전달하는 수업으로는 한번 제가 한 번 제작해 놓으면 아이들이 여러 번 볼 수도 있고, 제가 한번 말했을 때 이해가 안 된 친구들은 돌려볼 수도 있고. 온라인 포맷에선 그래도 강의식으로 전달하는 수업이 가장 효율적인 것 같다고 그런 생각한 것 같아요.

(G교사, 설문 후 면담)

가. 과학 교육과정에 관한 지식

'과학 개념 이해-강의식 수업 지향'의 K교사와 L교사는 학생들의 과학 개념 이해를 위한 부교재에 관한 지식을 가지고 있었는데, 예를 들면 K교사는 학생들의 과학 개념 이해를 위해 빈칸 채우기를 포함한 부교재를, L교사는 빈칸 채우기와 개념 적용 문제로 구성된 부교재를 제작하여 활용하였다. 또한, G교사는 온라인 학습환경에서는 학생들이 과학 개념을 효과적으로 이해할 수 있는 시각 자료를 선정한다고 하였다.

부교재를 다른 단원 같은 경우는 채워 주거든요. PPT를 통해서. 근데 그거는 채워주지 않고 리로스쿨이라는 과제를 낼 수 있는 프로그램이 있거든요. 거기에 과제를 제출해서 그 다음 차시에 제가 PPT로 다시 설명하는 방식으로 하고 있어요.

(K교사, 설문 후 면담)

교과서에 있는 개념 정리가 되어있고. 그 다음에 그 옆에 꼬리 문제가 있어요. 교과서에 핵심개념 정리하기 이런 식으로 되어있는 그런 문제들... 빈칸 채우기 형식으로 되어 있거든요. 그 다음에 내용 정리.

(L교사, 수업 관찰 후 면담)

자료를 선택할 때도 오프라인 수업을 준비할 때는 아이들이 해석해서 지식을 구성해볼 수 있는 자료를 위주로 찾았다면, 온라인 수업을 준비하면서는 효과적으로 이해시킬 수 있는 시각 자료 같은 것 위주로 찾은 것 같습니다.

(G교사, 설문 후 면담)

나. 과학 교수 전략에 관한 지식

'과학 개념 이해-강의식 수업 지향'의 G교사, K교사, L교사는 강의 내용을 이해하였는지 학생 스스로 점검할 수 있도록 질문하는 전략, 학생들이 효과적으로 과학 개념을 이해할 수 있도록 반복해서 강의하는 전략에 관한 지식을 가지고 있었다. 온라인 학습환경에서 학생이 강의 내용을 이해하였는지 스스로 점검하도록 질문하는 전략은 K교사와 G교사가 활용하였다. K교사는 녹화 강의에서 '이해하신 거 맞아요?'라는 질문을 하였고, G교사도 '이해됐죠?', '괜찮죠?'라는 질문을 반복적으로 하였는데, K교사와 G교사는 온라인 학습환경에서 학생들의 반응을 확인할 수 없다는 점을 고려하여 강의 내용을 이해하였는지 학생 스스로 점검하는 전략으로 이러한 발문을 사용하였다고 하였다.

처음에 온라인 수업 영상을 할 때는 그 영상에 굉장히 그런 말이 많이 들어가 있더라고요. 여러분 다 이해하신 거 맞아요? 이해하신 거 맞겠죠. 저는 맞다고 생각하고 넘어가겠습니다. 여러분 리액션이 안 보이니까 제가 알 수가 없네요. 이런 애길 엄청 많이 하더라고요.

(G교사, 설문 후 면담)

여러분 이제 이해됐죠? 괜찮죠? 이렇게 넘어갔을 때 이해된 애들은 스스로 이해됨을 좀 느끼고.. 뭔가 이해 안 되는 애들은 이해 안 됨을 깨달았으면 좋겠어서... 괜찮지? 했을 때 어 나 지금 안 괜찮은데? 이 부분 이해 안 되는데? 그리

고 제가 괜찮죠? 하는 부분들이 중요한 부분들이거든요. 계속 반복해서 설명했던 부분들 그걸 좀 느꼈으면 좋겠어서.

(K교사, 수업 관찰 후 면담)

온라인 학습환경에서 학생들의 효과적인 개념 이해를 돕기 위해 반복해서 강의하는 전략은 K교사와 L교사가 활용하였다. 예를 들어, K교사는 온라인 학습환경에서 학생들이 과학 개념을 이해하는 데 어려움을 겪기 때문에 반복이 중요하다고 하였고, 교과서, PPT, 부교재 등을 활용하여 같은 내용을 여러 가지 매체를 통해 반복하는 강의 전략을 활용하였다. L교사도 말로만 복습을 하였을 때 학생들이 집중하지 않는 경우가 있다고 하며, 교사의 질문에 학생들이 답하도록 한 후에 PPT 자료를 이용하여 강의를 반복하는 전략을 활용하였다.

온라인 수업에서는 반복이 중요한 거 같거든요. 이해 못하는 애들이 진짜 많기 때문에... (중략) 교과서 띄워서 수업하고, PPT 띄워서 수업하고, 그 다음에 부교재 채우면서 수업하고. 계속 다른 매체를 통해서 (중략) 가끔 부족할 때는 교과서 PDF를 띄워서 수업을 하는 경우도 있거든요. 계속 반복하는 거죠.

(K교사, 설문 후 면담)

말로만 하면. 아는 애들은 알지만..그냥 생각 없이 앉아 있는 애들은 생각 없이 계속 앉아 있잖아요. 근데 말로 먼저 하고 그 다음에 PPT로 두 번 정도 복습을 해주면 아무래도...

(L교사, 수업 관찰 후 면담)

과학 개념 형성 - 탐구 수업 지향

과학 교육 목표 지향으로 '과학 개념 형성' 지향의 교사들은 모두 '탐구 수업 지향'을 과학 교수·학습 지향으로 가지고 있었다(Table 3). '과학 개념 형성' 목표 지향은 사회적 구성주의 학습이론 관점에서 학생들이 학습할 과학 개념을 스스로 형성하고 과학 개념 형성 과정을 이해하는 것이 중요한 과학 교육의 목표라는 믿음이다. '탐구 수업 지향'은 과학 탐구를 학생이 직접 수행하는 과학 탐구 수업이 학생들의 과학 학습 증진에 효과적인 방법이라고 여기는 믿음이다. Table 3에 제시된 바와 같이 A교사, B교사를 포함한 10명의 교사는 학생들이 과학 탐구 수행을 통해 과학 개념을 스스로 형성해야 하며, 과학자들의 탐구 과정을 이해하는 것이 중요하다고 하였다. 예를 들어 A교사는 학생 간 의사소통을 통해 과학 개념을 형성하는 것이 중요한 과학 교육 목표라고 하였으며, D교사는 과학 탐구 활동 결과를 단순히 외우는 것이 아니라 직접 탐구 과정을

수행하며 핵심 개념을 학습해야 한다고 하였다.

기본개념은 반드시 갖추게 하고. 그런데 기본개념을 일반적인 방식으로 형성되도록 하는 게 아니라 학생과 상호소통을 통해서 기본개념이 형성될 수 있도록.

(A교사, 설문 후 면담)

과학이라는 학문 자체가 과학자들이 발견해 낸 결과물들 지식 뿐만이 아니라 과학자들이 탐구하는 과정, 다른 과학자들과 토의나 논의를 하는 과정, 얻어낸 데이터를 가지고 자료를 해석하는 과정 등등 그런 과정도 과학의 한 부분이라고 일부라고 생각하거든요. 그래서 학생들이 과학을 결과만 암기해서 외우는 게 아니라 그 과정을 경험하면서 배울 수 있도록 하는 게 제 목표라고 생각합니다.

(D교사, 설문 후 면담)

탐구 과정을 통한 과학 개념 학습 뿐 아니라 학생들이 탐구 과정을 이해하는 것이 과학 교육의 목표라고 B교사, F교사, H교사가 언급하였는데, 예를 들어 B교사는 과학 기술의 발전 과정과 과학자들의 탐구 과정을 이해하는 것이 중요한 목표라고 하였으며, H교사는 과학 지식 뿐 아니라 과학 탐구 과정에 대한 이해를 강조하였다.

학생들이 과학 기술의 발전 과정, 과학자들의 탐구 과정을 이해...

(B교사, 설문)

자연 현상을 탐구하는 과정도 있고 (중략) 과학자들이 자연 현상을 탐구를 하는데 그 탐구 과정을 학생들이 그거역시 배워야 된다고 생각을 합니다.

(H교사, 설문 후 면담)

'과학 개념 형성-탐구 수업 지향'의 A교사와 B교사를 포함한 10명의 교사는 과학 탐구를 학생이 직접 수행하는 과학 탐구 수업이 학생들의 과학 개념 형성에 효과적인 방법이라는 믿음을 가졌다. A교사와 B교사를 포함한 10명의 교사는 학생들이 다양한 탐구 활동을 수행하는 과정을 통해 과학 개념을 학습하는 방법을 지향하였다. 예를 들면 B교사는 학생들이 탐구를 수행하는 과정에서 탐구 과정을 익히고 개념을 이해하는 수업을 하는 것이 필요하다고 하였고, F교사는 학생들이 직접 과학 개념을 찾는 학생 중심 수업이 탐구 수업과 같다고 하며 탐구 수업 지향을 드러냈으며, J교사는 사회과학문제(SSI) 맥락에서 학생들이 탐구 과정을 경험하고 지식을 형성하는 탐구 수업을 지향한다고 하였다.

학생들을 가르치는 데 있어서는 탐구의 과정 그러니까 학생들이 탐구를 수행하고 탐구의 과정을 익히고 그걸 통해서 과학의 의미를 찾고 그러면서 개념을 이해해야 하고 그런 과정을 좀 많이 했던 것 같아요.

(B교사, 설문 후 면담)

탐구 수업을 모를 때는 탐구 수업이라는 용어로 생각하진 않았어요. 학생 중심이 되어야 하고, 아이들이 직접 뭔가 찾아 가는 수업이고 이런 식으로만 생각할 수 있었는데 탐구 수업을 교수님께서 소개 해주시고 그게 굉장히 제가 지향하던 수업을 설명할 수 있는 방법이라고 생각을 했거든요. 복합적으로 탐구 수업이 되게 많이 지향하고 싶은 부분이에요.

(F교사, 설문 후 면담)

SSI 수업을 하면서도 (중략) 그 안에서 탐구가 필요하다면 저는 아이들이 직접 실험도 해 보고 과학자들이 만들어가는 탐구 과정을, 지식을 만들어가는 탐구 과정을 경험해 보고 하는 것을 원해요.

(J교사, 설문 후 면담)

가. 과학 교육과정에 관한 지식

‘과학 개념 형성-탐구 수업 지향’의 교사들은 학생들이 온라인 학습환경과 오프라인 학습환경의 각 학습환경의 특성에 맞는 탐구 활동을 수행할 수 있도록 교육과정을 재구조화하는 지식과 온라인 학습환경에서 탐구 활동 수행에 활용할 수 있는 온라인 수업 플랫폼과 온라인 수업 자료의 종류와 특징을 파악하여 적절성을 판단하는 지식을 가지고 있었다.

온라인 학습환경과 오프라인 학습환경의 각 학습환경 특성에 맞는 탐구 활동을 수행할 수 있도록 교육과정을 재구조화한 교사는 D교사, H교사를 포함한 6명이 있었는데, 예를 들면 H교사는 학생들이 의견을 공유하는 모둠 토의 활동을 오프라인 학습환경에서 수행하고 학생들이 개별적으로 수행할 수 있는 활동은 온라인 학습환경에서 수행하도록 중(소)단원 순서를 바꾸는 교육과정 재구성을 하였다. D교사도 학생-학생 간 상호작용하는 활동이 오프라인 학습환경에서 활발하게 이루어진다는 점을 고려하여 모둠 토의 등 상호작용이 필요한 활동을 오프라인 학습환경에서 수행하도록 교육과정을 재구성하였다.

다른 친구들과 나눠서 아이디어를 공유해야 되는 파트를 구분해서, 혼자 할 수 있는 것은 온라인에서 해 버리고, 같이 의견을 나누어야 되는 것은 오프라인에서 하고, 이렇게 하였습니다.

(H교사, 설문 후 면담)

쌍방향으로 활발하게 저랑 학생이랑 활발하게 이루어져야 하는데, 온라인에서는 그게 사실 좀 쉽지는 않아서, 대면했을 때보다는 잘 안 되는 것 같아요. 그래서 저는 그런 것을 오프라인에 학교 나왔을 때 최대한 많이 하려고 하는 편이에요.

(D교사, 설문 후 면담)

‘과학 개념 형성-탐구 수업 지향’의 10명 교사 모두가 온라인 수업 플랫폼의 특징을 파악하여 온라인 학습환경에서 탐구 활동 수행을 위한 적절성을 판단하는 것으로 나타났는데, 예를 들면 F교사는 패들렛이 학생들의 사진 과제를 공유와 피드백 하는 활동에 적절한 수업 플랫폼이라고 판단하였고, 과학 글쓰기를 공유하는 활동 수행에는 네이버 밴드가 적절한 수업 플랫폼이라고 판단하였다. H교사는 원노트(OneNote)가 다양한 형태의 파일을 첨부할 수 있고 글을 자유롭게 쓸 수 있는 특징이 있어 과학 글쓰기 활동에 적절한 수업 플랫폼이라고 판단하였다. J교사는 온라인 학습환경에서 실시간으로 활동 결과물을 공유하는 활동에는 구글 클래스룸의 협업 문서와 패들렛이 적절한 수업 플랫폼이라고 판단하였다.

패들렛이 굉장히 유용한 때가 있거든요. 과제 같은 거 세 개 정도를 생성을 했으면 애들이 직접 사진을 올리고 그거에 대해서 피드백 하는 (중략) 과학 글쓰기 같은 거는 패들렛 보면 오히려 잘 안 보일 것 같거든요. 사진처럼 팡팡 뜨는 게 아니라 계속 읽어야 되는 건데 패들렛에 있으면 정신이 없을 것 같은 때에는 그냥 밴드에 댓글로 다는 것을 제일 많이 했던 것 같고요.

(F교사, 설문 후 면담)

OneNote는 그림을 첨부할 수도 있고 음성을 첨부할 수도 있고, 글도 자유롭게 쓸 수 있고...적합하다고 생각했어요.

(H교사, 설문 후 면담)

협업해서 프레젠테이션 만들거나, 협업 문서 만들거나, 패들렛 이용해서 전체 과제 같이 올려서 공유하거나 그런 것들 많이 활용을 하게 된 것 같아요.

(J교사, 설문 후 면담)

‘과학 개념 형성-탐구 수업 지향’의 교사들은 온라인 학습환경에서 탐구 활동을 수행하기 위해 온라인 수업 자료의 특징을 파악하여 적절성을 판단하였는데 J교사를 포함한 7명의 교사는 온라인 학습환경에서 시뮬레이션 프로그램, 애플리케이션 등 적절한 수업 자료를 선정하여 기계 입자 운동, 별자리, 태양계 등 학생들이 직접 관찰하기 어려운 현상을 관찰할 수 있도록 하였다. 예를 들어 J교사

는 온라인 학습환경에서는 학생들이 별자리를 관찰할 수 있는 애플리케이션이 적절한 수업 자료라고 판단하였으며, B교사는 온라인 학습환경에서 학생들이 천체자료를 조사하고 관찰할 수 있는 스텔라리움 사이트가 적절한 수업 자료라고 판단하여 선정하였다.

태양계 같은 거 할 때 태양계 관련 어플 되게 많거든요. 또는 별자리 관찰할 때 별자리 돌려 가면서 볼 수 있는 어플 깔고 그걸 해 보자.

(J교사, 설문 후 면담)

스텔라리움 들어가는 것도 하고 그건 제가 보여줬고 실시간으로 보여줄 수 있으니까. 관련된 기사, 한국천문연구원 링크 걸어주고.

(B교사, 설문 후 면담)

Kim & Song(2020)²³은 온라인 수업 플랫폼과 자료를 활용하여 학생 중심 탐구 활동을 지원할 수 있다고 하였으며, Chang & Joung(2017)²⁴은 시뮬레이션 프로그램, 애플리케이션 등을 도입하여 학생 실험 및 관찰 기회를 확장할 수 있다고 하였다. 학생 참여형 과학과 온라인 수업 사례를 연구한 Byun(2021)²⁵도 온라인 학습환경에서 학생 참여 탐구 수업을 수행하기 위해서는 수업에서 활용할 플랫폼 및 관련 테크놀로지에 관한 교사의 지식이 필수적이라고 하였는데, 본 연구에 참여한 ‘과학 개념 형성-탐구 수업 지향’의 교사들도 온라인 학습환경에서 학생 탐구 수행을 위하여 온라인 수업 플랫폼에 관련된 교육과정 관련 지식을 활용한 것으로 보인다. 또한, 본 연구에 참여한 ‘과학 개념 형성-탐구 수업 지향’의 교사들은 기체 입자 운동, 별자리, 태양계 등 현상을 관찰할 수 있는 온라인 수업 자료를 활용하는 지식을 가지는 것으로 드러났는데, Chang & Joung(2017)²⁴이 주장한 바와 같이 과학 탐구 수업에 스마트 기기와 스텔라리움, 애플리케이션 등을 활용하면 직접 관찰하기 어려운 현상에 대한 관찰 기회가 확대될 수 있으므로 이와 같은 온라인 수업 자료 활용 지식은 온-오프라인 혼합 학습환경에서 학생 탐구 수행을 지향하는 교사의 필수적인 교육과정에 관한 지식이라고 볼 수 있다.

나. 과학 교수 전략에 관한 지식

본 연구에서 ‘과학 개념 형성-탐구 수업 지향’을 가진 10명의 교사는 학생들의 과학 개념 형성을 위해 온라인 학습환경에서 수행하기에 적절한 다양한 활동을 선정 및 수행하는 전략에 관한 지식을 가지는 것으로 나타났다. ‘과학 개념 형성-탐구 수업 지향’의 교사들이 학생의 탐구

수행을 통한 과학 개념 형성을 위해 사용한 과학 교수 전략은 온라인 학습환경에서 실시간 모둠 활동을 수행하는 전략, 코로나19 이전에 수행하던 모둠 활동을 다른 활동으로 대체 수행하는 전략, 코로나19 이전에 수행하던 실험 활동을 온라인 학습환경에서 가상 실험 혹은 학생 개별 실험으로 대체하여 수행하는 전략 등이다.

온라인 학습환경에서 실시간 모둠 활동을 수행하는 전략은 A교사, C교사를 포함한 5명의 교사가 활용하였는데, 예를 들어 A교사는 학생들의 과학 개념 형성을 위하여 ZOOM, 구글 프레젠테이션 등을 활용하여 학생들이 교사-학생 간, 학생-학생 간 상호작용하는 전략을 사용하였다. C교사는 학생들이 교과서의 개념과 탐구 활동을 분석하는 모둠 활동을 통해 과학 지식을 형성하도록 하였다.

기본 개념을 일방적인 방식으로 형성되도록 하는 게 아니라 학생하고 상호소통을 통해서 기본 개념이 형성될 수 있도록 그렇게 노력을 하고 있고요.

(A교사, 설문 후 면담)

질문도 스스로 만들어 가지고 서로 나누는 시간을 가지면서 스스로 그걸 찾아내는 활동을 해왔죠. 탐구 활동 같은 경우도 제가 설명해주는 것이 아니라 동영상이든 시범 실험이든 교과서의 내용 탐구 활동이든 그걸 보면서 스스로 분석하고 그 적을 수 있도록 활동지에도 구성하고 있고 수업도 구성되어져 있습니다.

(C교사, 설문 후 면담)

코로나19 이전에 수행하던 모둠 활동을 온-오프라인 혼합 학습환경에서 과학적 글쓰기, 설문형 수업, 간단한 퀴즈 등 다른 활동으로 대체하여 수행하는 전략은 D교사, E교사, H교사를 포함한 4명의 교사가 활용하였는데, 예를 들어 H교사는 실험을 관찰하고 결과를 해석하여 과학 글쓰기 활동을 하면서 학생들이 지식을 구성할 수 있도록 하였고, D교사와 E교사는 설문 혹은 발문에 학생들이 답을 하면서 활동 전후 자신의 개념 변화 및 형성을 하도록 학습과제를 정교화 하였다.

과학 글쓰기뿐만 하고 있는데, 가장 중요하게 생각하는 거는 실험을 보고 거기에서 얻은 데이터로 내가 지식을 구성해 나갈 수 있는 거. 실험 결과로만 끝내는 게 아니라 실험 결과를 이용해서 아 이게 그래서 결국 의미하는 게 뭔가 라고 생각을 할 수 있는 걸 초점을 두고 수업을 구성을 해 나갔어요. (중략) 실험 결과에서 나왔던 푸른색 염화코발트 종이 어떻게 되고 드라이아이스와 석회수가 만났을 때 어떻게 반응하는지 이것 자체가 중요하다기보다는 이걸

이용해서 내가 얻어 낼 수 있는 그런 지식은 무엇인지에 조금 초점을 두려고 했어요.

(H교사, 수업 관찰 후 면담)

학습지에 실험을 하기 전에 ‘여러분들은 예상을 적어보세요’ 라고 하고, 실험하는 중간에는 ‘관찰한 것을 자세하게 기록해 보세요’, 실험 후에는 ‘내가 실험 전에 예상했던 것과 비교해서 적어보세요’ 라고 했어요. (중략) 실험 영상을 보여주다가 중간에 질문이 등장해요. 질문에 답을 하지 못하면 다음으로 넘어갈 수가 없는, 애들이 답을 적을 수밖에 없는 구조로 편집을 하거든요. 온라인에서는 그런 장치들을 좀 활용하는 것 같아요.

(D교사, 설문 후 면담)

구글 설문은 강의 영상, 유튜브 영상 링크를 넣을 수가 있고 그 밑에 질문을 넣고 섹션을 나눌 수 있어요. 이 질문이 필수 과제니까 이걸 안 채우면 다음으로 안 넘어가요.

(E교사, 설문 후 면담)

코로나19 이전에 수행하던 실험 활동을 온라인 학습환경에서 가상 실험 혹은 학생 개별 실험으로 대체하여 수행하는 전략은 A교사, B교사, D교사, J교사를 포함한 5명의 교사가 사용하였는데, 예를 들어 온라인 학습환경에서는 학생들이 실험물을 관찰하지 못하므로 D교사는 3D 모형을 통해 직접 돌려가며 관찰하도록 하였으며, J교사는 학생들이 애플리케이션을 활용하여 직접 가상실험을 수행하고 관찰하는 활동을 구조화하여 실행하였다. 또한, A교사와 B교사는 실험키트를 만들어 학생들에게 배부하고, 학생이 개별적으로 실험을 수행하도록 하였다.

온라인 학습 자료 중에 3D 모형 학생들이 직접 돌려 가면서 볼 수 있는 그런 자료들도 잘 돼 있더라고요. 실험은 아니지만 3D 모형을 보면서 볼 수도 있게 그런 것도 좀 활용하는 편이에요.

(D교사, 설문 후 면담)

가상 실험을 모아 놓은 사이트가 있는데 거기에 있는 실험을 애들이 간접적으로나마 해볼 수 있도록 했어요. 전기, 자기 할 때 그걸 많이 했었어요. 조정을 해주고 그에 따라 어떻게 바뀌어지는지 볼 때 가상 실험을 활용 했었고. (중략) 별자리 돌려가면서 볼 수 있는 어플 깔고 그걸 해 보자. 사진을 캡처해서 과제를 올려 보자 이런 식으로 했던 것 같아요.

(J교사, 설문 후 면담)

실험 방법에 대한 영상을 찍어 가지고 올려줬어요. 그리고

학생들에게 소분 작업을 해서 집으로 가져갈 수 있게. 등교한 날 가정으로 보냈거든요. 그런데 염산을 보낼 수가 없는 거예요. 그래서 염산 대신 식초를 대신 사용을 했어요. (중략) 직접 아이들이 무슨 새싹을 키우고, 키운 것을 결과물을 사진 자료로 클래스룸에 찍어서 올리고 결과 보고서를 작성하고 그런 거죠.

(A교사, 설문 후 면담)

과학반이나 클럽 활동이나 소수 영재학급 애들에게 실제 꾸러미를 보냈어요. 보내고 좀 키고 실제로 시연하게 하고 시연하게 한 다음에 그걸 가지고 결과 분석을.

(B교사, 설문 후 면담)

‘과학 개념 형성-탐구 수업 지향’의 교사들은 학생들이 온-오프라인 혼합 학습환경에서 탐구 수행을 통해 과학 개념을 형성할 수 있도록 기존의 오프라인 학습환경에서 수행하던 탐구 활동을 온라인 학습환경에서 수행하기 적절한 활동으로 변경 혹은 대체하여 실행하였다. 이는 Gess-Newsome(2015)¹⁷이 주장한 바와 같이 학습 맥락과 과학교사의 교수 지향이 과학 교수 전략에 관한 지식 및 수업 실행에 영향을 준 것으로 보여진다.

다. 학생의 과학 학습에 관한 지식

‘과학 개념 형성-탐구 수업 지향’의 교사들은 온라인 학습환경에서 학생들이 모둠 탐구 활동을 수행할 수 없어 생기는 탐구 수업 관련된 학생의 학습 어려움에 관한 지식을 가지고 있었다. D교사와 E교사는 코로나19 이전에는 학생 모둠 탐구 활동에서 또래 교수가 이루어지고 학생들이 스스로 개념을 형성할 수 있었으나 온라인 학습환경에서는 탐구 활동 및 또래 교수가 이루어질 수 없어 학생들이 학습 어려움을 경험한다고 하였다. 예를 들면 D교사는 코로나19 이후 온라인 학습환경에서 주로 영상을 보고 듣는 수업에 참여하는 학생들이 학습에 어려움을 겪는다고 하였고, E교사도 온라인 학습환경에서 학생들이 개별적으로 학습 활동을 수행하고 또래 교수가 이루어지지 않아 학습 어려움을 겪는다고 하였다.

만약에 이거를 모둠별로 했으면 같이 협의해서 토론해서 같이 모둠별 보고서 채워 나가면서 옆에 있는 친구가 도움을 주고 이런 과정이 있을 텐데... 혼자서 앞에 있는 그냥 영상만 보고 듣다 보니까 그걸 힘들어 하더라고요.

(D교사, 수업 관찰 후 면담)

학교에 나와 수업을 하면 못하는 애들도 잘하는 애들 거를 보고 아니면 잘 알고 있으면 가르쳐주거나 이걸 이거야.

이러면서 다 따라서 하고 이런 게 있어요. 근데 온라인 수업은 못하는 애들은 도와줄 사람이 없잖아요.

(E교사, 설문 후 면담)

Lee & Choi(2012)²⁶는 또래 멘토링 활동이 과학 탐구 능력 향상에 효과가 있다고 보고하였으며, Yun et al.(2016)²⁷의 연구에서도 스마트 기기를 활용한 소집단 학습에서 하위 수준의 학생들이 상위 수준의 학생들에게 도움을 받아 성취도가 높아졌다고 보고하였다. 이러한 선행연구는 또래 교수 활동이 이루어지기 어려운 온-오프라인 혼합 학습환경에서는 학생의 과학 탐구 능력 향상이 미흡할 수 있음을 시사하며, 온-오프라인 혼합 학습환경에서도 학생 탐구 활동과 학생 간 협력과 논의가 활발하게 이루어질 수 있는 교수 전략의 필요성이 제기된다.

라. 과학 학습 평가에 관한 지식

‘과학 개념 형성-탐구 수업 지향’의 A교사와 D교사를 포함한 3명의 교사는 온라인 학습환경에서 학생의 탐구 과정과 결과물을 통해 수행 평가하는 방법에 관한 지식을 가지고 있었다. 예를 들어 A교사는 학생들이 산성토양에서 무순을 키우는 활동을 각 가정에서 수행하며 사진을 찍어 구글 클래스 룸에 업로드한 것을 바탕으로 수행평가 하였으며, 탐구 결과 보고서를 통해 학생의 과학 학습을 평가하였다. D교사는 중학교 1학년의 과학과 미래 단원에서 과학 기술의 발달을 조사하고 미래에 어떤 직업이 나타날 것인지 예측하는 학습 목표를 달성하였는지 평가하기 위해 직업 명함 만들기 활동을 활용하였는데, 직업 명함 만들기 활동의 결과물 뿐만 아니라 줌과 구글 프레젠테이션을 활용하여 학생들이 직업을 조사하고, 명함을 만드는 활동을 관찰하여 모둠 활동과 학생의 개별 참여도를 수행평가 하였다.

직접 아이들이 무순 새싹을 키우고, 그 키운 결과물을 사진 자료로 클래스 룸에 찍어서 올리고 결과 보고서를 작성하고 그런 거죠. (중략) 결과 보고서로 아는 거죠. 그걸 확인 하면 되죠.

(A교사, 설문 후 면담)

교육과 성취기준이 과학 기술의 발달 조사하고 이거에 근거해서 미래에 어떤 직업이 나타날 것인지 예측해 보자. 그래서 저는 이러한 내용을 가지고 직업 명함 만들기라는 방법을 이용해서 수업을 했는데요.

(D교사, 수업 관찰 후 면담)

구글 슬라이드에는 어떤 학생이 뭘 썼는지 이렇게 다 보이

거든요. 어떤 학생이 어디서 작업을 하고 있는지. 기여도 같은 게 좀 확실하게 보여서 그런 걸 평가를 할 수 있는 것 같아요. 모둠 활동도 같이 보면서 모둠 안에서 개별 참여도 볼 수 있는 평가를 새롭게 할 수 있을 것 같아요.

(D교사, 설문 후 면담)

평가가 제한된 온라인 학습환경에서도 ‘과학 개념 형성-탐구 수업 지향’의 교사들이 실험 보고서 평가, 탐구 활동 관찰 등 다양한 평가 방법을 사용한 것은 Yang & Choi(2020)²⁸의 연구에서 탐구 수업을 위한 교사학습공동체 교사들이 선다형 지필 평가, 서술형, 논술형, 실험 보고서 평가 등 다양한 평가 방법을 사용한 것과 같이 교사의 탐구 수업 지향이 반영된 과학 평가 지식을 가진다는 점에서 매우 고무적이다.

과학 개념 및 탐구 과정 적용-탐구 수업/ 강의식 수업 지향

과학 교육 목표에 관한 지향으로 ‘과학 개념 및 탐구 과정 적용’ 지향을 가진 7명의 교사들은 과학 교수-학습 지향으로 ‘탐구 수업 지향’을 가진 5명의 교사와 ‘강의식 수업 지향’을 가진 2명의 교사가 있었다(Table 3). ‘과학 개념 및 탐구 과정 적용’ 지향을 가진 교사들은 교수-학습 지향과 관계없이 공통적으로 실생활 예시가 나타나는 영상 자료, 사진 자료 등 적절한 자료를 판단하는 교육과정 자료에 관한 지식을 가지고 있었으며, 학생들이 과학 개념을 실생활에 적용할 때에 과학 학습에 흥미를 느낀다는 학생의 과학 학습에 관한 지식을 가지고 있었다. 그러나 과학 교수-학습 지향에 따라 과학 교수 전략에 관한 지식과 과학 학습 평가에 관한 지식에는 차이가 있었다.

과학 교육 목표에 관한 지향으로 ‘과학 개념 및 탐구 과정 적용’은 과학 개념과 과학 탐구 과정을 실생활에 적용할 수 있는 능력 함양이 중요한 과학 교육의 목표라는 믿음이다. Table 3에 제시된 바와 같이 A교사와 B교사를 포함한 5명의 교사는 학생이 과학 개념 및 탐구 과정을 여러 가지 자연 현상에 적용할 수 있는 것이 중요하다고 믿으며, 과학 개념이 우리 주변에서 어떻게 사용되었는지 알고 과학의 유용성을 느끼는 것이 중요하다고 하였다. 예를 들면 A교사는 실생활에서 접하는 여러 자연 현상을 과학적으로 설명할 수 있다는 유용성을 이해하고, 학생들이 자연 현상을 접했을 때 과학적으로 설명할 수 있어야 한다고 하였다. B교사는 실생활에서 접하는 여러 자연 현상에 과학 개념과 탐구 과정을 적용할 수 있어야 한다고 하였으며, C교사는 삶과 연결된 과학을 알아나가는 것이 과학 교육의 목표라고 하며 실생활에 과학 개념을 적용하는 것이 중요하다고 하였다. D교사는 학생들이 실생활에서 접하는 자연 현상에 의문을 가지고 학습한 개념을 이용하여 과학적으로 설명해내는 것이 과학 교육의 목표라고 하였다.

이게 과학인지 모르고 그냥 접하는 것들 있잖아요? 근데 알고 보면 그게 과학을 바탕으로 한 것들이예요. (중략) 그래서 교과서에서 국한되는 그런 목표보다는 넓게 나아가서 학생들이 새로운 것을 스스로 판단하고 체득하고 판단하고 적응해 나갈 수 있도록 학생들을 교육한다. 이렇게 말할 수 있을 거 같아요.

(A교사, 설문 후 면담)

과학에 관심이 없어도 그런 걸 어딘가 응용할 수 있고 이용할 수 있고, 아 이게 예전에 배웠던 이런 거다. 그게 내가 지금 살아가는 이런 삶 속에 있어 라는 정도만 좀 알아도. (중략) 이거를 나중에 어딘가에 실생활에 써먹어야 되지 않을까?

(B교사, 설문 후 면담)

과학 교육의 목표는 '삶과 연결된 과학을 함께 알아나가는 것'으로 학생들과 함께 탐구하고 서로 소통하며 더 나은 삶을 만들어가는 과학수업과 교육이 중요하다고 생각합니다.

(C교사, 설문)

자연 현상들을 과학자들이 관찰이나 이런 것들을 통해서 의문을 갖고 결국에 과학적으로 설명을 해내는 것이 어떻게 보면 과학의 그 목표 잡아요. 그런 경험을 학생들에게 해주고 싶어서. 우리 자연에서 우리 주변에서 볼 수 있는 흔한 현상을 우리가 수업 시간에 배운 과학적인 개념으로 과학적으로 설명할 수 있다 라는 것을 느끼게 하고 싶어서.

(D교사, 설문 후 면담)

과학적 소양을 함양하는 것이 중요한 과학 교육 목표라고 강조한 H교사와 K교사는 학생들이 과학 개념을 실생활에 적용하여 사용할 수 있는 것이 과학적 소양이라고 하였다. H교사는 과학 개념이나 과학 탐구 기능을 적용하고 사용하는 능력이 과학적 소양이라고 하였으며, K교사는 과학 개념을 일상생활에 적용하는 능력이 과학적 소양이라고 하였다.

과학 핵심 개념을 얻기 위해서 하는 과정에서 필요한 그런 기능들이나 혹은 거기서 얻은 과학 개념을 학생들이 사회에 나가서 혹은 개인적으로 응용해서 적용해서 사용할 수 있는 것이 과학적 소양이라고 생각합니다.

(H교사, 설문 후 면담)

2015 교육과정에 과학적 소양을 되게 강조하고 있잖아요. 과학적 개념을 가지는 것뿐만이 아니라 개념을 바탕으로 자신이 올바른 과학적 결정을 내리는 게 과학적 소양이라

고 생각을 하거든요. 적용할 수 있는 능력. 개념에서 끝나지 않고.

(K교사, 설문 후 면담)

'탐구 수업 지향'의 H교사는 학생들이 실험 활동을 통해 주장과 근거를 쉽게 제시할 수 있고, 조작적 기능을 할 수 있다고 하면서 실험 활동을 강조하였다.

실험이 학생들에게 되게 중요하다고 생각을 하거든요. 초등학교 때는 많은 실험 기구를 사용해보지 못했고 고등학교 가면 실험 기구는 이미 다 알고 있다고 생각하고 진도를 나가거나 혹은 이론적으로 수능 진도를 나가거나 그러니까 중학교 때 기본적인 실험 도구로 사용 방법이나 그런 것들은 다 익혀야 된다고 생각을 하는데... 실험 도구 같은 경우는 사용하는 스킬 같은 것도 좀 중요하잖아요.

(H교사, 설문 후 면담)

가. 과학 교육과정에 관한 지식

본 연구에서 '과학 개념 및 탐구 과정 적용' 목표 지향의 D교사와 L교사를 포함한 7명은 과학 교수·학습 지향과 관계없이 온-오프라인 혼합 학습환경에서 학생들에게 실생활 예시를 제시하기 위한 자료를 선정하는 지식을 가지고 있었다. 예를 들어 D교사는 학생들이 렌즈와 거울 주제에서 실생활 소재로 안경이 포함된 예능 영상의 일부를 선정하여 학생들의 흥미를 유발하였다. 또한, L교사는 학생들에게 작용-반작용 주제에서 실생활 예시로 교과서 출판사에서 제공하는 드론 관련 영상을 활용하였다(Fig. 1).

안경이라고 하는 실생활의 소재를 통해서 학생들이 흥미를 가지게 하고... 결국 이 단원에서 배우는 학습 목표가 렌즈나 거울이 실생활에서 유용한 도구로 이용된다 라는 게 학습 목표거든요. 그래서 그 목표에 최종적으로 달성하기 위해서 실생활에 사용하는 예시를 좀 가져왔어요.

(D교사, 수업 관찰 후 면담)



Figure 1. Teaching material of L teacher.

나. 과학 교수 전략에 관한 지식

‘과학 개념 및 탐구 과정 적용’ 목표 지향의 교사 중 ‘탐구 수업 지향’의 A교사, B교사를 포함한 5명의 교사와 ‘강의식 수업 지향’의 K교사와 L교사의 과학 교수 전략에 관한 지식에 차이가 있었다.

(1) 과학 개념 및 탐구 과정 적용 - 탐구 수업 지향

‘과학 개념 및 탐구 과정 적용’ 목표 지향의 교사 중 ‘탐구 수업 지향’의 A교사, B교사, F교사를 포함한 5명의 교사는 학생들이 과학 개념을 실생활에 적용해보는 활동 또는 탐구 과정을 실생활에 적용하는 활동을 선정하고 구조화 하여 실행하는 지식을 가지고 있었다. 예를 들어 A교사는 학생이 각 가정에서 플라스틱 배출표시를 찾아서 온라인 학습환경에서 보고서를 함께 작성하는 활동을 구조화 하여 실행하였고, B교사는 가정에서 간이 풍속계를 만들어 집 주변에 풍속계를 설치하기 적절한 장소를 탐색하고, 과학 개념이 적용된 예시를 찾아오도록 한 후 온라인 학습환경에서 모둠 토의를 통해 탐구보고서 작성하는 활동을 구조화 하여 실행하였다. B교사는 온라인 학습환경에서 학생들이 달에 살게 되었을 때 물과 음식 문제를 어떻게 해결할 것인지 조사 탐구를 수행하고 공유하는 활동을 구조화 하여 실행하였다.

플라스틱 배출표시 학생들이 각자 자기 집에서 자기가 직접 찍어가지고 직접 올려야 되는 거잖아요? 그런데 학생들이 공동작업을 하는 거는 함께 조별 토의를 하고 함께 기재하고 작성을 해야 되는 거잖아요? 조사 활동을 각자 해가지고 그걸 취합해서 묶는 것도 온-오프가 연결이 되는 거라고 할 수가 있죠.

(A교사, 설문 후 면담)

요즘에는 도시형 풍속계, 도심 속에서 좋은 어떤 자리가 있는지 탐색해가지고 거기에서 얻어지는 에너지 같은 것들을 모아서 활용하기도 하는 걸로 많이 바뀌었대요. 그거를 학생들한테 해보게 하려고 실제로 간단한 풍속계 만들어서 돌려보기도 하고 집안에서 선풍기 돌렸을 때 풍속 측정하고 바깥에 이제 바람부는 곳 찾아가지고 가장 최적의 풍속계를 놓을 수 있는 장소 찾게 하는 그런 미션 같은 거 수행해서 발표하고.

(B교사, 설문 후 면담)

우리나라도 루나 프로젝트라고 달에 가서 살 수 있는 상황이 되도록 설계하는 프로젝트를 시작한지가 꽤 돼서 2030년에 착륙선을 보낼 예정으로 되어있어서...그런 얘기하면서 실제로 그런 상황이 됐을 때 어떻게 살아야 되나 어떻게 생존을 해야 되나 이런 거에 대해서 찾아보고 얘기를 한 거

죠. (중략) 실제 상황에서의 문제를 해결하는...

(B교사, 수업 관찰 후 면담)

F교사는 탐구 과정을 일상생활에 적용하는 활동을 실행하였는데, 학생들이 일상생활에서 접하는 여러 가지 과학 읽기 자료에 과학 탐구의 핵심적인 활동인 주장, 근거, 이유가 포함되어 있다는 것을 탐색하는 활동을 구조화 하여 실행하였다.

과학적인 설명을 볼 때도 주장과 근거가 구분되어 있지 않아도 찾을 수 있어야 되잖아요. 여기서 지금 얘기하고 있는 게 주장이고 이게 근거구나... 일상생활에서 사람들은 계속 이렇게 얘기를 하고 있었고 우리는 그 요소를 찾을 수 있는

(F교사, 수업 관찰 후 면담)

(2) 과학 개념 및 탐구 과정 적용 - 강의식 수업 지향

‘과학 개념 및 탐구 과정 적용’ 목표 지향의 교사 중 ‘강의식 수업 지향’의 K교사와 L교사는 학생들의 과학 개념 적용 능력 향상을 위해 온라인 학습환경에서 영상이나 사진을 통해 학생들에게 실생활 예시를 강의식으로 설명하는 전략 혹은 실생활 예시를 교사가 강의식으로 설명한 후에 학생이 후속 활동을 하는 전략에 관한 지식을 가지고 있었다. 예를 들면 L교사는 과학 개념 학습을 한 후에 PPT 마지막 슬라이드에 실생활 예시 사진을 띄워주고 학생들에게 실생활 예시를 강의식으로 설명하였고, K교사는 온라인 학습환경에서 PPT 수업 마지막 슬라이드에 실생활 예시를 나열하고 강의식으로 설명한 후에, 학생들이 일상생활에서 과학 개념이 적용된 예시를 찾아 오프라인 학습환경에서 발표하는 활동을 실행하였다.

이거는 접촉해 있는 물체. 그 사람이 땅을 밀어. 그러면 땅도 사람을 밀잖아. 그치? 이거 땀에 우리가 걸을 수 있다. 다음 육상선수가 출발대를 왜 쓰냐. 사람이 출발대를 짊 밀어. 그럼 출발 때도 사람을 밀어주겠조?

(L교사, 수업 3차시 전사록)

피피티 수업 제일 마지막 장에 예시들을 나열하면서 이거에는 이런 개념이 적용됐던 거였어. 혹은 이거는 이런 개념을 적용됐던 거였어. 이런 식으로.. (중략) 아이들이 예를 들어서 자기장에 대해서 배우면 교통카드에 자기장이 그하고 찍히는 그런 거를 찾아내서 발표를 하거든요. 애들이 일상생활에서 심화 탐구를 해서 발표하는 과정을 거치고 있어요.

(K교사, 설문 후 면담)

다. 학생의 과학 학습에 관한 지식

‘과학 개념 및 탐구 과정 적용’ 목표 지향의 K교사, L교사를 포함한 7명은 과학 교수·학습 지향과 관계없이 학생들이 과학 개념을 실생활에 적용할 때 흥미를 느낀다는 학생의 과학 학습에 관한 지식을 가지고 있다. 예를 들어 K교사는 학생들이 가장 흥미를 느끼는 학습 내용은 실생활에 적용되는 것이라고 하였고, L교사도 일상생활에 적용되는 과학에 재미를 느끼는 학생들이 이과를 선택한다면서 학생들은 실생활에서 이용되는 학습 내용에 흥미를 가진다고 하였다.

아이들이 제일 관심이 있어 하던 부분이 실생활에 이용되고 나한테 접합되는 그런 거를 결국에 재미있어 하는구나라는 생각을 했어요.

(K교사, 수업 관찰 후 면담)

생활 속에 쓰이니깐 배우면 재밌고, 생활 속에서 많이 쓰이고 그런 이유를 많이 얘기를 하더라고요.

(L교사, 설문 후 면담)

라. 과학 학습 평가에 관한 지식

‘과학 개념 및 탐구 과정 적용-탐구 수업 지향’의 5명의 교사 중 D교사는 탐구 활동에 관한 학생의 발표를 관찰 및 평가하는 지식을 가지고 있었는데, 학생이 거울과 렌즈가 활용된 실생활 예시를 사진 찍어 온라인 학습환경에서 거울과 렌즈를 통해 보이는 상의 특징을 설명할 때 학습한 과학 개념을 실생활에 적용할 수 있는지 평가하였다.

학생들이 직접 주변에서 거울과 렌즈를 어디에 쓰이고 있을까라고 자기가 생각하는 것도 저는 평가의 일부라고 생각했거든요. 우리 주변에는 렌즈나 거울이 어디에 있을까라고 발견해 내는 것부터. 그래서 직접 사진을 찍어 오게 했어요.

(D교사, 수업 관찰 후 면담)

과학 정보 분석 및 판단 – 탐구 수업 지향

과학 교육 목표에 관한 지향으로 ‘과학 정보 분석 및 판단’ 지향의 G교사는 과학 교수·학습 지향으로 ‘탐구 수업 지향’을 가지고 있었다(Table 3). ‘과학 정보 분석 및 판단’은 일상생활에서 접할 수 있는 여러 가지 과학 관련 정보를 분석하고 타당성, 정확성, 신뢰성 등을 판단할 수 있는 능력 함양이 중요한 과학 교육의 목표라는 믿음이다. ‘과학 정보 분석 및 판단’ 지향의 G교사는 다양한 자료를 해석하여 정보의 진위를 판단하여 학생 스스로 의사결정을 할 수 있어야 한다고 하였다.

기초소양을 갖추는 게 가장 중요하다고 생각을 하고요. 제가 생각하는 과학의 기초소양 같은 경우는 (중략) 과학지식을 접했을 때 내가 접한 이 정보가 정말 맞는지, 그게 나한테 정말로 필요한 정보인지 내가 그 정보를 어떻게 활용할 수 있는지에 대해서 스스로 성찰해 볼 수 있는 능력이라고 생각을 하죠.

(G교사, 설문 후 면담)

탐구 수업 지향을 가지고 있는 G교사는 제공된 자료 또는 학생이 직접 실험을 통해 수집한 자료를 분석 및 해석하는 과정이 중요한 학습 활동이라고 하였다.

저는 주로 자료 해석을 쓰는 것 같고 실험할 수 있는 상황에서는 실험을 하고요. 예를 들어서 중화 적정이라든가 산화 환원 반응이라든가 그런 실험하는 상황에서 실험을 하고... 주로 자료 해석이었던 것 같아요.

(G교사, 설문 후 면담)

가. 과학 교육과정에 관한 지식

‘과학 정보 분석 및 판단-탐구 수업 지향’의 G교사는 온-오프라인 혼합 학습환경에서 학생들이 직접 자료를 분석하는 탐구 활동을 통해 과학을 학습할 수 있도록 다양한 출판사의 교과서를 탐색하여 적절한 자료를 선정하는 교육과정에 관한 지식을 가지고 있었다. G교사는 오프라인 학습환경에서는 학생들이 직접 분석해 볼 수 있는 이온화 에너지 값의 표 자료를 제공하였고, 온라인 학습환경에서는 학생들이 모두 토의를 통한 자료 해석 활동을 수행하기 어려워 이온화 에너지 그래프와 같은 시각적 자료를 제공하였다.

이온결합 물질, 공유결합 물질, 금속결합 녹는점 비교하는 것도 실제 녹는점 자료. 실험 자료...(중략) 오프라인 수업 같은 경우는 아이들이 자료를 얼마큼 잘 해석할 수 있고 스스로 얼마만큼 생각해낼 수 있는가에 초점을 맞춰서 예를 들어서 오프라인 수업을 할 때는 이온화 에너지의 경향성에 대해서 배울 때 각 원소 이온화 에너지를 다 주고 그래프를 그려 보라, 경향성을 찾아라 이런 식으로 수업을 한다면, 온라인 수업은 이온화 에너지는 이런 거라고 정의를 알려 주고 그래프를 보여주고 이런 경향성을 갖는다. 바로 이렇게 강의를 하는 거죠.

(G교사, 설문 후 면담)

저는 이런 식으로 뭔가 자료도 많이 제시하고, 제가 강의식 수업하고 교과서 밑줄 치고 이런 수업이 아니니까, 자료도 많이 필요하고 하니까 그런 자료들을 많이 보는 편이에요.

(중략) 교과서는 저희 교과서를 주로 중심으로 보긴 하는데 다른 교과서도 같이 보는 편이에요.

(G교사, 수업 관찰 후 면담)

나. 과학 교수 전략에 관한 지식

‘과학 정보 분석 및 판단-탐구 수업 지향’의 G교사는 학생들의 다양한 정보와 자료를 해석하는 능력 향상을 위해 온라인 학습환경에서 특정 주제를 학습하는 데 필요한 자료 해석 활동을 선정 및 실행하는 교수 전략에 관한 지식을 가지고 있었다. G교사는 구글 설문 폼을 사용하여 자료를 해석하도록 하거나 여러 가지 원자 모형을 비교하여 공통점과 차이점을 탐색하고 주어진 자료를 분석하여 직접 원자 모형을 그려보는 활동을 실행하였다. 또한, G교사는 온라인 학습환경에서 시청하던 녹화 강의 영상을 멈추고 학생이 자료 분석을 직접 하도록 가이드하고, 학생이 스스로 하기 어려운 내용은 교사가 강의식으로 설명을 하는 과학 주제 특이적 교수 전략에 관한 지식을 가지고 있었다.

구글 설문 폼에 자료를 주고 이 자료를 해석해서 여러분 나름대로 써 보세요. (중략) 그 다음으로 실제로 이렇게 톰슨이 이렇게 이렇게 해석을 했습니다. 그러면 이거랑 돌턴의 모형과는 어떤 차이점이 있고 어떤 공통점이 있는지 돌턴의 모형으로 설명할 수 있는지 써보세요. 하고 톰슨은 새로운 모형을 만들었습니다. 여러분들이 톰슨이라고 하면 어떤 모양을 만들었을까요? 이런 식으로 했었어요.

(G교사, 설문 후 면담)

아이들이 스스로 해볼 수 있는 수준의 자료 해석 같은 경우는 스스로 해보라고 하구요. 너무 어렵거나 아니면 제가 자료를 제시하기 어려워서 그냥 강의식으로 그냥 해야 되는 수업 같은 경우는 제가 그냥 강의식으로 수업을.

(G교사, 수업 관찰 후 면담)

Son & Jeong(2020)²⁹은 교실 내 미세먼지 탐구의 맥락에서 데이터 기반 탐구 모형을 적용한 연구에서 학생들이 그래프를 활용하고 데이터를 연계하여 과학적 결과를 해석하는데 어려움을 겪으며, 데이터 수집 및 분석의 전반에서 교사의 스캐폴딩이 중요하다고 보고하였다. 본 연구의 ‘과학 정보 분석 및 판단-탐구 수업 지향’을 가진 교사도 학생들이 온라인 학습환경에서 정보 분석을 성공적으로 수행할 수 있도록 구글 설문을 통해 각 단계에 적절한 질문을 하였으며, 학생들이 직접 수행하기 힘든 내용은 교사가 설명하는 교수 전략을 활용한 것으로 나타났다.

과학적 태도 함양 - 탐구 수업/강의식 수업 지향

과학 교육 목표에 관한 지향으로 ‘과학적 태도 함양’ 지향의 교사 3명 중에는 ‘탐구 수업 지향’의 E교사, I교사와 ‘강의식 수업 지향’의 L교사가 있었다(Table 3). ‘과학적 태도 함양’ 목표 지향의 교사는 과학 교수·학습 지향과 관계없이 공통적으로 온-오프라인 혼합 학습환경에서 학생들이 과학 학습에 흥미를 느끼게 할 수 있는 교육과정 자료를 선정하였다. 하지만 과학 교수·학습 지향에 따라 과학 교수 전략에 관한 지식과 학생의 과학 학습에 관한 지식은 차이가 있었다.

‘과학적 태도 함양’ 목표 지향은 과학 학습이 즐겁고 유용하다는 긍정적 인식을 가지는 등 과학적 태도를 함양하는 것이 중요한 과학 교육의 목표라는 믿음이다. ‘과학적 태도 함양’ 지향의 E교사, I교사, L교사는 학생들이 과학을 지루하고 어려운 학문이라 생각하지 않고 즐겁고 유용하다고 인식하는 것이 과학 교육의 목표라고 하였다. E교사는 학생들이 과학 개념을 형성하고 과학적 소양을 함양하는 과학수업에 즐겁게 참여하는 것이 과학 교육의 목표라고 하였으며, I교사는 학생들이 과학 학습에 부담을 느끼지 않고 과학수업을 즐거운 시간이라고 인식하는 것이 과학 교육의 목표라고 하였다. L교사도 학생들이 과학수업에 호기심을 가지고 과학의 유용성과 즐거움을 인식하는 것이 중요한 과학 교육의 목표라고 하였다.

과학수업이 재밌게 느껴지고 힘들지 않고 즐겁게 느껴지고 지루하지 않고 했으면 좋겠는게 저의 큰 틀이었고 (중략) 궁극적인 목표는 아이들이 기본적인 과학 소양을 갖춘 상태로 즐겁게 수업을 했으면 좋겠는... 그 과정이 즐겁고 행복했으면 좋겠는 거였죠. 그게 제 가장 큰 수업의 목표였어요.

(E교사, 설문 후 면담)

과학 시간이 즐거운 시간이다. 부담이 안 됐으면 좋겠다 라는 게 제일 크고요.

(I교사, 설문 후 면담)

과학의 유용성을 인식하고, 다양한 진로를 탐색할 수 있도록 하여 학생들이 자신이 원하는 진로를 선택할 수 있게 하는 것이 가능하기 위해서는 과학에 호기심이 있어야 가능하기 때문에 과학의 즐거움과 유용성을 인식하는 것이 가장 중요하다고 생각합니다.

(L교사, 설문)

‘탐구 수업 지향’의 E교사와 I교사는 학생이 탐구 학습에 참여하고, 교사는 학생들의 탐구 수업을 계획하고, 적절한 발문을 제공하고, 안내자로서 역할을 수행하는 것이

중요하다고 하였다. 예를 들어 E교사는 교사는 탐구 수업을 구조화하고, 발문하고 토의를 진행하는 등 안내자로서 역할을 해야 하고, 학생은 모둠 토의와 탐구 활동에 성실히 참여하여 스스로 지식을 형성할 수 있어야 한다고 하였다. 특히 E교사는 학생의 탐구 활동 참여는 탐구 활동 수행 뿐 아니라 친구들의 의견을 듣고 조율하는 것까지 포함한다고 하였다.

교사 활동: 학생들이 지식을 스스로 형성할 수 있는 수업을 구성/개방적 질문/토의 진행자

학생 활동: 스스로 지식을 형성/친구들과 모둠 토의 및 성실한 참여

(E교사, 설문)

가. 과학 교육과정에 관한 지식

‘과학적 태도 함양’ 목표 지향의 교사들은 과학 교수·학습 지향과 관계없이 학생들이 흥미를 느끼는 교육과정 자료를 선정하는 교육과정에 관한 지식을 가지고 있었다. 예를 들어 E교사는 빛의 광원 수업에서 주제와 관련이 있는 예능 영상이 학생들이 흥미를 느끼는 자료라고 판단하였다. L교사도 볼링공으로 진자 운동을 하는 영상과 같이 핵심 개념이 포함되어 있고 학생들이 흥미를 느낄 만한 실험 영상이 적합한 영상 자료라고 판단하였다.

오늘 수업이랑 관련된 영상을 볼 거야 라고 하면.. 애들이 예능 쪽이니까 흥미를 갖고 그리고 나서 오늘 보는 거랑 관련된 수업이 있구나. 이렇게 알더라고요.

(E교사, 수업 관찰 후 면담)

볼링공으로 뒤에서 이렇게 내리는 거야. 진자처럼 진자 운동을 하게 해서 애가 다시 내 얼굴까지 오지만 내 얼굴을 때리지는 못하는 거지. (중략) 이런 거 되게 재미있어 해요. 흥미를 유발할 수 있는 그런 소재 많이 이용하는데.

(L교사, 수업 관찰 후 면담)

나. 과학 교수 전략에 관한 지식

과학 교육 목표에 관한 지향으로 ‘과학적 태도 함양’ 지향의 교사 중 과학 교수·학습 지향으로 ‘탐구 수업 지향’의 E교사, I교사와 ‘강의식 수업 지향’의 L교사의 과학 교수 전략에 관한 지식에 차이가 있었다.

(1) 과학적 태도 함양-탐구 수업 지향

‘과학적 태도 함양’ 목표 지향의 교사 중 과학 교수·학습 지향으로 ‘탐구 수업 지향’의 E교사와 I교사는 학생들이 과학 학습에 즐거움을 느낄 수 있는 활동을 선정하고 구조화 하여 실행하는 지식을 가지고 있었다. 예를 들면 E교

사는 온라인 학습환경에서 학생들이 힘들어하는 과제형 수업이나 실시간 쌍방향 수업보다는 교사가 제작한 영상을 보고 학생이 관찰하여 학습지에 기록하거나 가상 실험 활동을 수행하는 탐구 활동을 구성하였다. I교사는 온라인 학습환경에서 코로나19가 우리 몸에 미치는 영향, 손소독 등 개인위생에 신경 써야 하는 이유를 포함한 편지를 쓰는 활동 또는 코로나19 이후 변화한 오프라인 학습 환경에서 학생들이 재미있게 참여할 수 있는 과학 연극 수업을 구성하였다.

자바 실험실에 가면 압력이랑 부피를 왔다 갔다 하면 그 입자들이 보이잖아요. 온도 압력이 높아졌을 때, 낮아졌을 때를 관찰하면서 애들이 총돌 횟수가 늘어나는 걸 찾기를 바랐어요. (중략) 원래는 실험을 했던 내용이지만 애들이 못 하니까 일단 그 상을 보는 걸 먼저 관찰을 시킨 거죠. 일단 제가 이렇게 해주고 애들은 영상을 통해서 관찰을 했던 거죠.

(E교사, 수업 관찰 후 면담)

코로나 바이러스가 미치는 영향을 우리 몸에서 배운 거를 또 적용할 수 있더라고요. 호흡에 질환이 있잖아요. 심장 질환도 있거든요. 그래서 그거를 같이 수업하면서 선별 진료소에 편지 쓰는 것도 했었어요. (중략) ‘손 소독이나 개인 청결 위생을 해야 하는 이유는 이러 이런 거를 빈칸 안에 쓰시오’ 라고 줬어요. 과학적인 내용을 안 쓸 거 같아서 일부러 이렇게 숙제 식으로 양식을 다 줘요. (중략) 소화, 순환, 호흡, 배설을 하는데, 애들한테 우리 몸속을 여행하는 컨셉으로 대본을 써 보라. (중략) 내용을 정리하고 포괄하면서 과학적 의사소통 능력 키울 수 있는 방안으로 연극이 좋겠다 라는 결론을 내리게 됐고 애들한테 후기를 받았는데 너무 재미있다는 게 너무 많은 거예요.

(I교사, 설문 후 면담)

(2) 과학적 태도 함양-강의식 수업 지향

‘과학적 태도 함양-강의식 수업 지향’의 L교사는 학생들이 과학 학습의 즐거움과 유용성을 인식할 수 있는 영상을 이용하여 과학 개념에 대한 강의를 한 후 여러 가지 실생활 적용 예시를 설명하는 교수 전략에 관한 지식을 가지고 있었다. 예를 들면 L교사는 작용 반작용과 관련된 실생활 예시인 드론 영상을 보여주고 발문을 통해 학생들이 궁금증과 즐거움을 느끼고 과학의 유용성을 인식하도록 하였다.

L교사: 힘이 두 물체의 상호작용을 설명할 수 있으면 돼요. 자 봅시다 영상 볼까? 바닥에 정지해 있던 드론이 공중으

로 떠오를 때 날개가 회전하면서 공기를 바닥으로 보낸다. 드론은 바닥으로만 공기를 보내는데 어떻게 위로 떠오를 수 있을까?

(L교사, 3차시 수업 전사록)

다. 학생의 과학 학습에 관한 지식

과학 교육 목표에 관한 지향으로 ‘과학적 태도 함양’ 지향의 3명의 교사 중 과학 교수·학습 지향으로 ‘탐구 수업 지향’의 E교사, I교사와 ‘강의식 수업 지향’의 L교사의 학생의 과학 학습에 관한 지식에 차이가 있었다.

(1) 과학적 태도 함양 - 탐구 수업 지향

‘과학적 태도 함양-탐구 수업 지향’의 E교사와 I교사는 학생들이 흥미를 가지는 활동이 무엇인지에 관한 과학 학습에 관한 지식을 가지고 있었다. 예를 들면 E교사는 학생들이 탐구 활동을 할 때 즐거워한다고 하였고, I교사는 온라인 학습환경에서 동일한 플랫폼을 계속해서 사용하면 지루함을 느껴 과제 제출 방식에 변화를 주었다고 하였다.

과학수업이 재밌게 느껴지고 힘들지 않고 즐겁게 느껴지고 지루하지 않고 했으면 좋겠는데...(중략) 그런 수업이 없을까? 해서 방향으로 찾아간 게 이제 탐구 형식 방법이었던 거예요.

(E교사, 설문 후 면담)

만날 똑같은 방식으로 숙제 올리니까...지루해하니까. 한 번씩 빼 주자 하면 또 좋아하니까.

(I교사, 설문 후 면담)

(2) 과학적 태도 함양 - 강의식 수업 지향

‘과학적 태도 함양-강의식 수업 지향’의 L교사는 학생들이 과학이 적용되는 실생활 예시를 설명하면 과학의 유용성을 인식하고 궁금증을 가지며 과학 학습에 흥미를 느낀다 라는 과학 학습에 관한 지식을 가지고 있었다.

아이들이 과학이 여기저기 응용되는 것을 알면 과학이 유용하다는 것을 스스로 깨닫지 않을까라는 생각을 하는데. (중략) 생활 속에서 많이 쓰이고 배우는 것도 재밌고 그런 이유를 많이 얘기를 하더라고요.

(L교사, 설문 후 면담)

궁금증을 느낀다는 게 과학의 즐거움을 느낀다고 생각을 해요. 궁금증을 가진다는 게 흥미가 없으면 궁금증을 가질 수가 없는데, 일단은 그런 거에 대해서 좀 신기하네. 왜 그

러지? 라고 느끼는 거 자체가 과학의 즐거움을 느꼈다고 생각하고.

(L교사, 설문 후 면담)

과학·기술·사회 상호관계 인식 함양 - 탐구 수업 지향

과학 교육 목표에 관한 지향으로 ‘과학·기술·사회 상호관계 인식 함양’ 지향을 가지는 J교사는 과학 교수·학습 지향으로 ‘탐구 수업 지향’을 가지고 있었다(Table 3).

‘과학·기술·사회 상호관계 인식 함양’ 목표 지향은 과학 기술의 발전에 따른 여러 가지 과학 관련 이슈에 관심을 가지고 토론을 통해 과학·기술·사회 상호관계 인식을 함양하는 것이 중요한 과학 교육의 목표라는 믿음이다. J교사는 학생들이 과학 기술 관련 이슈와 관련된 다양한 관점을 인식하고 토론을 통해 과학·기술·사회 상호관계 인식을 함양하고 의사 결정하는 역량을 함양하는 것이 중요한 과학 교육의 목표라고 하였다.

학생들이 일상 속에서 과학지식을 단순히 적용하는 것을 넘어, 과학 기술이 발전함에 따라 직면하게 되는 문제들에 대해 관심을 가지고 들여다보며 합리적으로 의사 결정할 수 있는 시민으로 성장하도록 돕는 것이 과학 교육의 목표로서 중요한 부분이라고 생각한다.

(J교사, 설문)

가. 과학 교육과정에 관한 지식

‘과학·기술·사회 상호관계 인식 함양-탐구 수업 지향’의 J교사는 자료 조사 및 모둠 토론 활동을 수행을 위한 수업 플랫폼을 선정하고, 학생들이 과학 관련 이슈를 통해 과학 개념에 접근할 수 있도록 과학 개념과 관련된 뉴스 영상, 기사 등 적절한 미디어 자료를 선정하는 지식을 가지고 있었다. 예를 들어 J교사는 학생들이 자료를 조사하고 이를 공유하는 활동을 수행하는 데 적절한 플랫폼으로 페들렛을 선정하였으며, 모둠 토론을 수행하고 의사결정을 하는 데 적절한 수업 플랫폼으로 구글 클래스룸의 구글미트, 구글 프레젠테이션을 선정하였다. 또한, J교사는 과학 이슈를 통해 과학 개념에 접근할 수 있도록 과학 개념과 관련된 뉴스 영상, 기사 등 적절한 미디어 자료를 선정하였다. J교사는 학생들이 산사태가 자신과 관련 없는 문제가 아니라는 경각심을 느낄 수 있는 Fig. 2와 같은 미디어 자료가 적절한 수업 자료라고 판단하였다.

이렇게 한꺼번에 펼쳐서 보면 다른 애들이 어떻게 하는지 보고 감을 얻을 수 있잖아요. 이런 거 할 때는 페들렛이라는 도구가 되게 좋고 서로 피드백이 잘 된다고 생각했어요. (중략) 어떤 SSI 문제에 대해서 다양한 입장을 조사에서 전



Figure 2. Teaching materials of J Teacher.

체가 볼 수 있게끔 하는 경우 같이 보고 같이 그거에 대해서 한번 더 발표를 들으면서 생각해보고 그런 게 가능해지니까.

(J교사, 설문 후 면담)

인간의 개발이 자연에 영향을 미치기 때문에 일어날 수 있는 재해나 재난에 대해서 아이들이 좀 더 경각심을 가지고 바라보길 원했구요. 애들이 실제 상황을 보면서 경각심을 느끼고 실제로 산사태는 이렇게 일어나는 거구나라고 알고 관련 기사를 읽어보고, 과학적으로 접근하는 그런 활동을 하고 싶었어요.

(J교사, 수업 관찰 후 면담)

Nam et al.(2017)³⁰은 스마트 기기를 활용한 온라인 토론은 교실 토론에서 제한된 시간 내에 자신의 의견을 표현하기 어려워하는 소극적인 학생들의 토론 참여를 높이고, 반대 주장과 근거를 비판적으로 분석하여 신중하게 의사결정하는 데 어려움을 겪는 학생들에게 유익하다고 하였다. 본 연구의 ‘과학·기술·사회 상호관계 인식 함양·탐구 수업 지향’의 교사는 온라인 학습환경에서 과학 이슈를 둘러싼 다양한 입장을 탐색하고 모둠 토론할 수 있는 온라인 수업 플랫폼을 적절하게 활용하는 교육과정에 관한 지식을 가지고 있어 학생들이 자신과 상대 측의 주장과 근거를 충분히 검토하여 의사 결정할 수 있고 학생들의 토론 참여를 높일 수 있었을 것으로 보인다.

나. 과학 교수 전략에 관한 지식

‘과학·기술·사회 상호관계 인식 함양·탐구 수업 지향’의 J교사는 학생들이 과학 관련 이슈를 접하고 토론을 통해 의사결정을 하고 학습할 수 있는 교수 전략에 관한 지식을 가지고 있었는데, 자료를 조사 및 공유하는 탐구 활동 및 과학 관련 이슈에 관한 모둠 토론 활동을 구조화 하여 실행하였다. J교사는 학생 각자가 수행한 조사 및 탐구 활동의 결과물을 온라인 학습환경에서 공유하면서 하나의 문

제를 둘러싼 다양한 관점을 파악할 수 있고, 모둠 토론을 통해 과학 관련 이슈에 관한 의사결정 과정을 경험한다고 하였다. 예를 들어 J교사는 학생들이 백신 접종 관련 이슈에 대한 의사결정 과정을 경험하도록 백신 접종 관련 다양한 자료를 제공하고 실시간 모둠 토론 활동을 구조화 하여 실행하였다.

어떤 문제에 대해서 엄청 많은 자료들이 있잖아요. 근데 그거를 한 명이 조사하기가 너무 힘들잖아요. 그렇기 때문에 다른 관점을 조사해서 그걸 공유하게 되면 정말 풍성한 측면을 볼 수 있을 것이고, 그 문제에 관련된 다양한 관점들을 이렇게 파악할 수 있을 것이라서 집단지성을 활용하게 되는 거 같구요. (중략) 실시간으로 하는 이유는 SSI의 경우에는 중요한 게 자기 의견을 말하고 아이들이랑 소통하고 뭔가 그런 것들이 중요하잖아요. 같이 결정해보고 어떤 문제에 대해서 탐색해 보고 이런 게 중요해서 아무래도 실시간이 좋은 것 같아요.

(J교사, 설문 후 면담)

몇 주전만 해도 백신에 대한 논의가 되게 많았잖아요. (중략) 백신 개발에 대해서 얼마나 다양한 가치를 얹혀 있고 다양한 관점이 있고 이런 것들을 고려했을 때 좀 더 합리적인 의사결정이 가능하잖아요.

(J교사, 수업 관찰 후 면담)

다. 학생의 과학 학습에 관한 지식

‘과학·기술·사회 상호관계 인식 함양·탐구 수업 지향’의 J교사는 논의하는 문제가 현실적이고 의미가 있다고 느낄 때 학생들이 학습 동기를 가진다는 학생 과학 학습에 관한 지식을 가지고 있었다. 예를 들어 도심에서 일어난 산사태 피해를 입은 주민의 인터뷰가 포함된 산사태 관련 뉴스 또는 백신 관련 뉴스 기사를 통해 학생들이 학습 동기를 가지게 된다고 하였다.

우면산의 경우에는 서울에서 일어난 일이고 아파트에 살고 있는데 산이 무너지면서 긴박한 상황이 우리에게 또 벌어질 수 있는 거다 라는 거를 (중략) 그 수업에 몰입할 수 있잖아요.

(J교사, 수업 관찰 후 면담)

Byun(2019)³¹은 과학의 개인적 유용성 즉, 일상생활에 적용도가 높은 경우 학생의 학습 동기 부여가 된다고 보고하였고, Park & Cha(2022)³²도 온라인 학습환경에서 과학 관련 사회 쟁점 문제를 선별하여 토의하는 활동을 진행한 고등학생들의 자기주도 학습 능력 향상되었다고 보

고하였다. 이러한 관점에서 본 연구의 ‘과학·기술·사회 상호관계 인식 함양-탐구 수업 지향’의 교사가 학생의 과학 학습에 관한 지식을 가지고 일상생활에서 현실적인 과학 관련 사회 쟁점 문제를 선정함으로써 학생의 학습 동기 부여가 되고 자기주도 학습 능력 향상에 기여했을 것으로 사료된다.

결론 및 제언

과학교사의 교수 지향과 다른 PCK 요소의 관련성을 보 고한 연구가 많이 있었지만, 본 연구는 온-오프라인 혼합 학습환경의 맥락에서 과학교사의 교수 지향에 따른 다른 PCK 요소별 특징을 구체적으로 밝혔다는 점에서 의의가 있다. 본 연구의 8가지 교수 지향 모두 교육과정에 관한 지식이 드러났는데 ‘과학 개념 이해-강의식 수업 지향’의 교사들은 학생들의 과학 개념 이해를 위한 부교재에 관한 지식을 가지고 있는 반면, ‘과학 개념 형성-탐구 수업 지향’의 교사들은 온라인 학습환경과 오프라인 학습환경의 각 학습환경의 특성에 맞는 탐구 활동을 위해 교육과정을 재구조화 하는 지식과 온라인 수업 플랫폼과 온라인 수업 자료의 종류와 특징을 파악하여 적절성을 판단하는 지식을 가지고 있었다. 또한, ‘과학 개념 및 탐구 과정 적용’ 목표 지향의 교사들은 과학 교수·학습 지향과 관계없이 실생활 예시 자료를 선정하는 지식을 가지고 있었고, ‘과학 정보 분석 및 판단-탐구 수업 지향’의 교사는 온-오프라인 학습환경에서 자료 분석 탐구 활동에 적절한 자료를 선정하는 교육과정에 관한 지식을 가지고 있었다. ‘과학적 태도 함양’ 목표 지향의 교사들은 과학 교수·학습 지향과 관계없이 학생들이 흥미를 느끼는 교육과정 자료를 선정하는 교육과정에 관한 지식을 가지고 있었고, ‘과학·기술·사회 상호관계 인식 함양-탐구 수업 지향’의 교사는 자료 조사 및 모둠 토론 활동을 수행을 위한 수업 플랫폼을 선정하고, 과학 개념 관련 뉴스 영상, 기사 등 미디어 자료를 선정하는 지식을 가지고 있었다.

본 연구의 8가지 교수 지향 모두 관련된 교수·학습 전략에 관한 지식이 드러났으며 ‘과학 개념 이해-강의식 수업 지향’의 교사들은 학생 스스로 이해 점검을 위한 질문 전략, 반복 강의 전략에 관한 지식을 가지고 있는 반면, ‘과학 개념 형성-탐구 수업 지향’의 교사들은 학생들의 과학 개념 형성을 위해 온라인 학습환경에서 실시간 모둠 활동을 수행하는 전략, 코로나19 이전 수행하던 모둠 활동을 가상 실험, 학생 개별 실험으로 대체하여 수행하는 전략에 관한 지식을 가지고 있었다. ‘과학 개념 및 탐구 과정 적용’ 목표 지향을 가지는 교사 중 ‘탐구 수업 지향’의 교사들은 학생들이 과학 개념을 또는 탐구 과정을 실생활에

적용하는 활동을 선정하고 구조화 하여 실행하는 지식을 가지고 있는 반면, ‘과학 개념 및 탐구 과정 적용’ 목표 지향을 가지는 교사 중 ‘강의식 수업 지향’의 교사들은 온라인 학습환경에서 영상이나 사진을 사용하여 실생활 예시를 강의식으로 설명하는 전략, 실생활 예시를 강의식으로 설명한 후 학생 활동을 가이드하는 전략에 관한 지식을 가지고 있었다. ‘과학 정보 분석 및 판단-탐구 수업 지향’을 가진 교사는 온라인 학습환경에서 학생들이 특정 주제를 학습하는 데 필요한 자료 분석·해석 활동을 선정 및 실행하는 교수 전략에 관한 지식을 가지고 있었다. ‘과학적 태도 함양’ 목표 지향의 교사 중 ‘탐구 수업 지향’의 교사들은 학생들이 과학 학습에 즐거움을 느낄 수 있는 활동을 선정하고 구조화 하여 실행하는 지식을 가지고 있었고, ‘과학적 태도 함양-강의식 수업 지향’의 교사는 학생들이 과학 학습의 즐거움과 유용성을 인식할 수 있는 영상을 이용하여 과학 개념에 대한 강의를 한 후 여러 가지 실생활 적용 예시를 설명하는 교수 전략에 관한 지식을 가지고 있었다. ‘과학·기술·사회 상호관계 인식 함양-탐구 수업 지향’의 교사는 학생이 자료 조사 및 공유하는 탐구 활동, 과학 이슈에 관한 모둠 토론 활동을 구조화 하여 실행하는 교수 전략에 관한 지식을 가지고 있었다.

본 연구의 8가지 교수 지향 중에서 ‘과학 개념 이해-강의식 수업 지향’의 교사들은 학생의 과학 학습에 관한 지식을 드러내지 않은 반면, ‘과학 개념 형성-탐구 수업 지향’의 교사들은 온라인 학습환경에서 학생들이 모둠 탐구 활동을 수행할 수 없어 겪는 탐구 수업 관련된 학생의 학습 어려움에 관한 지식을 가지고 있었다. ‘과학 개념 및 탐구 과정 적용’ 목표 지향의 교사들은 과학 교수·학습 지향과 관계없이 학생들이 과학 개념을 실생활에 적용할 때 흥미를 느낀다는 학생의 과학 학습에 관한 지식을 가지고 있다. ‘과학적 태도 함양-탐구 수업 지향’의 교사들은 학생들이 탐구 활동을 하거나 다양한 온라인 플랫폼을 사용할 때 흥미를 가진다는 등 학생의 과학 학습에 관한 지식을 가지고 있었고, ‘과학적 태도 함양-강의식 수업 지향’의 교사는 과학이 적용되는 실생활 예시를 설명할 때 학생이 과학의 유용성을 인식하고 궁금증을 가지며 과학 학습에 흥미를 느낀다는 등 학생의 과학 학습에 관한 지식을 가지고 있었다. ‘과학·기술·사회 상호관계 인식 함양-탐구 수업 지향’의 교사는 논의 주제가 현실적이고 의미가 있다고 느낄 때 학생들이 학습 동기를 가진다는 학생의 과학 학습에 관한 지식을 가지고 있었다.

본 연구의 8가지 교수 지향 중에서 과학 평가에 관한 지식이 드러난 지향은 2가지뿐 이었는데, ‘과학 개념 형성-탐구 수업 지향’의 교사들은 온라인 학습환경에서 학생의 탐구 과정과 결과물을 통해 수행 평가하는 방법에 관한

지식을 가지고 있었고, ‘과학 개념 및 탐구 과정 적용-탐구 수업 지향’의 교사는 탐구 활동에 관한 학생의 발표를 관찰 및 평가하는 지식을 가지고 있었다.

온-오프라인 혼합 학습환경에서 과학 교육 목표 지향과 관계없이 ‘탐구 수업 지향’을 가진 교사는 ‘강의식 수업 지향’을 가진 교사와 다르게 다양한 탐구 활동을 위한 온라인 학습환경 특이적인 ‘교육과정 자료’에 관한 지식을 형성하고 있는 것으로 나타났다.³³ 과학 교수를 위한 콘텐츠 활용형 온라인 수업 영상을 개발한 Shin & Park(2020)³⁴은 과학교사가 탐구 수업을 위해 시범 실험 영상, 유튜브 동영상, 디지털 교과서 실험 영상 등 영상 자료를 활용하였으나 콘텐츠 활용 온라인 수업으로 진정한 탐구 수업을 하기 어렵다고 하였다. Kim & Cho(2008)³⁵도 과학 교과의 탐구형 콘텐츠를 수업에 적용하기 위해서는 과제의 성격이나 학습자의 성향에 맞는 콘텐츠 설계 및 개발이 필요하다고 하였고, Lim(2003)³⁶은 온라인 학습환경에서 효과적인 탐구 학습이 이루어지기 위해서는 학생 주도 탐구 활동 설계가 필요하다고 하였다. 이처럼 여러 연구에서 온라인 학습환경에서 효과적인 탐구 학습이 이루어지기 위해서는 영상 자료 뿐 아니라 다양한 수업 보조도구와 프로그램 등을 이용하여 학생 중심의 탐구 활동을 설계해야 함을 시사하고 있다. 이러한 관점에서 본 연구에 참여한 ‘탐구 수업 지향’을 가진 교사들이 온-오프라인 혼합 학습환경에서 과학 탐구 수업을 수행하기 위해 영상 자료 뿐 아니라 다양한 온라인 수업 플랫폼과 가상 실험실, 별자리 관찰 어플 등 다양한 온라인 수업 보조도구와 프로그램을 활용하여 모둠 활동, 가상 실험, 과학적 글쓰기 등 다양한 학생 중심의 탐구 활동을 포함한 수업을 계획하고 실행한 점은 매우 고무적이다. 온-오프라인 혼합 학습환경에서 강의식 수업 지향을 가진 교사와 다르게 탐구 수업 지향을 가진 교사들이 온라인 수업 도구를 적극적으로 활용한 사례는 기존의 오프라인 학습환경 기반 연구 결과와 유사하게 교수 지향이 과학교사의 PCK에 영향을 보여주었다는 점에서 의의가 있다. Han & Shim(2021)³⁷은 예비 과학교사에게 온라인 수업 도구 활용 교육 프로그램을 실시한 후 온라인 수업 도구 활용 수업 설계 능력에 대해 높은 인식 수준을 보였으나, 학생의 과학 탐구 능력 향상을 위해 온라인 수업도구를 적절히 활용한 교수-학습 활동을 설계하는 능력은 다른 설계 능력에 비해 다소 낮은 편이라고 보고하였다. 최근 온라인 수업에서 사용할 수 있는 교육과정 자료가 다양하게 개발되고 있으므로 이와 같은 교육과정 자료와 교수-학습 전략의 효율적인 연계를 위해서는 온-오프라인 혼합 학습환경에서 적절한 교육과정 자료를 선정하고 수업을 설계 및 실행할 수 있는 역량을 함양한 과학교사 양성 프로그램 개발의 필요성을 시사한다.

본 연구는 교사가 한 가지 이상의 교수 지향을 가지고 있으며, 수업 계획 및 실행 과정에서 다양한 교수 지향이 복합적으로 나타날 수 있다고 주장한 여러 선행연구와 유사한 시사점을 제시한다.^{28,38} 예를 들면 온-오프라인 혼합 학습환경에서 ‘과학 개념 이해-강의식 수업 지향’에 더하여 ‘과학 개념 및 탐구 과정 적용’ 또는 ‘과학적 태도 함양’의 과학 교육 목표 지향을 가지는 교사들은 학생들이 과학 개념이 실생활에 적용되는 것을 알 때 과학 학습에 흥미를 느낀다는 온-오프라인 혼합 학습환경 특이적인 학생의 과학 학습에 관한 지식을 가지고 있었다. 그러나 ‘과학 개념 이해-강의식 수업 지향’에 더하여 ‘과학 정보 분석 및 판단’의 과학 교육 목표 지향을 가진 교사는 학생의 과학 학습에 관한 지식을 특별히 드러내지 않았다. 이러한 관점에서 교사의 다양한 교수 지향이 수업 계획 및 실행 과정에서 구체적으로 어떻게 드러나는지 심도 깊게 분석하는 후속 연구도 의미 있을 것으로 사료된다.

본 연구는 맥락적 요인에 따라 교사의 PCK와 수업 실행이 달라질 수 있다는 여러 선행 연구의 관점에서 온-오프라인 혼합 학습환경에서 나타나는 다양한 수업을 이해하는 데에 유용한 정보를 제공할 것으로 사료된다.^{12,17,18} 그러나 교수 지향이 평가에 대한 지식에 미치는 영향을 좀 더 자세하게 분석하기 위해서는 연구 대상의 수, 질적 데이터의 종류와 양을 확대한 후속 연구의 필요성이 제기된다. 또한, 본 연구에서는 교수 지향을 제외한 다른 PCK 요소 간 상호작용에 대한 체계적인 분석이 이루어지지 않은 한계점이 있다. 교수 지향 뿐 아니라 다른 PCK 요소가 서로 상호작용한다는 여러 선행 연구의 관점에서 온-오프라인 혼합 학습환경에서 나타나는 PCK 요소 간 상호작용에 대해 구체적으로 탐색하는 후속 연구를 제안할 수 있겠다.⁶⁹ 코로나19 이후 디지털 기기 보급 및 무선 인터넷 망 설치 등 디지털 환경이 구축된 오프라인 학습환경에서 교사의 PCK 변화를 탐색하는 후속 연구도 의미 있을 것으로 사료된다.^{39,40}

Acknowledgments. Publication cost of this paper was supported by the Korean Chemical Society.

REFERENCES

1. Magnusson, S.; Krajcik, J.; Borko, H. *In Examining Pedagogical Content Knowledge* (pp. 95-132); Dordrecht: Springer, 1999.
2. Park, S.; Oliver, J. S. *Research in Science Education* 2008, 38, 261.
3. Friedrichsen, P.; Driel, J. H. V.; Abell, S. K. *Science Education* 2011, 95, 358.
4. Schneider, R. M.; Plasman, K. *Review of Educational*

- Research* **2011**, *81*, 530.
5. Lederman, N. G. *Nature of Science: Past, Present, and Future*. S.K. Abell & N.G. Lederman (Ed.), *Handbook of Research on Science Education* (pp. 831-879); Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, **2007**.
 6. Park, S. H. *Journal of The Korean Association For Science Education* **2007**, *27*, 743.
 7. Park, S.; Chen, Y. C. *Journal of Research in Science Teaching* **2012**, *49*, 922.
 8. Aydin, S.; Boz, Y. *Chemistry Education Research and Practice* **2013**, *14*, 615.
 9. Meis Friedrichsen, P.; Dana, T. M. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching* **2005**, *42*, 218.
 10. Kwon, H. J.; Kim, C. J.; Choe, S. U. *Journal of The Korean Earth Science Society* **2006**, *27*, 289.
 11. Jeong, D. S.; Kim, C. J.; Lee, S. K.; Oh, P. S. *Journal of The Korean Association For Science Education* **2007**, *27*, 432.
 12. Wei, B.; Liu, H. *Chemistry Education Research and Practice* **2018**, *19*, 452.
 13. Shin, C.; Song, J. *Journal of The Korean Association For Science Education* **2021**, *41*, 155.
 14. Ministry of Education. *Announcement of Implementing Measures of School Concentration Including Standards for on-offline Classes Related to 2020-2 Academic Management*; Press release (2020.07.31.), **2020a**.
 15. Shulman, L. S., In A. Berry, P. Friedrichsen; J. Loughran (Eds.) *Re-examining Pedagogical Content Knowledge in Science Education*; London: Routledge Press, **2015**.
 16. Grossman, P. L. *The Making of a Teacher: Teacher Knowledge and Teacher Education*; New York: Teachers College Press, **1990**.
 17. Gess-Newsome, J., In A. Berry, P. Friedrichsen; J. Loughran (Eds.) *Re-examining Pedagogical Content Knowledge in Science Education*; London: Routledge Press, **2015**.
 18. Park, S.; Suh, J.; Seo, K. *Research in Science Education* **2018**, *48*, 549.
 19. Kim, Y. *Qualitative Research Methodology*; Paju: Academy Press **2012**.
 20. Park, S.; Jang, J. Y.; Chen, Y. C.; Jung, J. *Research in Science Education* **2011**, *41*, 245.
 21. Park, S. *The Journal of Korean Teacher Education* **2003**, *20*, 105.
 22. Kim, J.; Choi, A. *Journal of the Korean Chemical Society* **2022**, *66*, 472.
 23. Kim, H.; Song, J. *Journal of the Korean Association for Science Education* **2020**, *40*, 451.
 24. Chang, J.; Joung, Y. J. *Journal of the Korean Association for Science Education* **2017**, *37*, 359.
 25. Byun, T. *School Science Journal* **2021**, *15*, 257.
 26. Lee, S. H.; Choi, S. Y. *Journal of Korean Elementary Science Education* **2012**, *31*, 311.
 27. Yun, J.; Kang, S.; Noh, T. *Journal of the Korean Association for Science Education* **2016**, *36*, 519.
 28. Yang, J.; Choi, A. *Journal of the Korean Association for Science Education* **2020**, *40*, 565.
 29. Son, M.; Jeong, D. *Journal of the Korean Association for Science Education* **2020**, *40*, 657.
 30. Nam, H.; Kang, H.; Noh, T. *Journal of the Korean Association for Science Education* **2017**, *37*, 787.
 31. Byun, T. *Secondary Education Research* **2019**, *67*, 411.
 32. Park, S.; Cha, H. *Biology Education* **2022**, *50*, 382.
 33. Oh, Y.; Lee, S. *The Journal of Elementary Education* **2010**, *23*, 21.
 34. Shin, J. Y.; Park, S. H. *Journal of the Korean Association for Science Education* **2020**, *40*, 595.
 35. Kim, I. S.; Cho, E. S. *The Journal of the Korea Contents Association* **2008**, *8*, 457.
 36. Lim, B. *Journal of Educational Technology* **2003**, *19*, 69.
 37. Han, H.; Shim, K. *Teacher Education Research* **2021**, *60*, 629.
 38. Bang, E.; Paik, S. H. *Journal of the Korean Chemical Society* **2012**, *56*, 274.
 39. Ministry of Education. *The 3rd Supplementary Budget Under the Jurisdiction of the Ministry of Education for the Construction of Digital Education Infrastructure was Confirmed*; Press release (2020.07.03.), **2020b**.
 40. Lim, I.; Chang, J.; Hong, O. *School Science Journal* **2022**, *16*, 45.