초등 예비교사의 과학 탐구 교수 지향 - 과학 실험 결과 불일치 상황을 중심으로 -

조은진 · 최취임 · 윤혜경†

Pre-service Elementary Teachers' Orientation toward Scientific Inquiry Teaching: Focusing on the Anomalous Situation

Cho, Eunjin · Choi, Chuiim · Yoon, Hye-Gyoung†

국문 초록

이 연구에서는 과학 탐구 교수 지향을 '개념 이해', '활동', '과정기능', '과학적 실천', '공학적 실천'의 5가지로 구분하고 초등 예비교사가 가진 일반적, 맥락적 과학 탐구 교수 지향을 개별 심층 면담을 통해 알아보았다. 초등 예비교사의 일반적인 과학 탐구 교수 지향은 어떠한지 일반적인 상황의 질문을 통해 알아보고, 구체적으로 실험 결과가 예상과 다른 불일치 상황(anomalous situation)에서 다시 이들의 교수 지향을 조사하여 과학 탐구 교수 지향의 맥락 의존성을 탐색하고자 하였다. 연구 결과, 일반적인 상황에서는 '과학적 실천' 교수 지향이 많이 나타났으며, 구체적인 수업 상황인 불일치 상황에서는 '개념 이해' 교수 지향이 많이 나타났다. 또 일반적인 상황과 구체적인 상황에서 과학 탐구 교수 지향은 일관적이지 않은 경우가 많았다. 구체적인 수업 상황인 불일치 상황에서도 전체적으로 실험 결과가 예상과 다르게 나오는 경우(응결이 전혀 일어나지 않은 경우)와 모둠별로 실험 결과가 일치하지 않는 경우(일부 모둠에서만 응결이 일어난 경우), 과학 탐구 교수 지향은 다른 패턴으로 나타났다. 전체적으로 불일치 상황이 발생하는 경우는 '개념 이해' 교수 지향이 더 많이 나타났고, 모둠별로 결과가 다르며 일부 모둠에서만 불일치 상황이 발생하는 경우는 '과학적 실천' 교수 지향이 좀 더 많이 나타났다. 즉, 초등 예비교사의 과학 탐구 교수 지향은 복합적인 성격을 가지며 상황 의존적 성격이 강하다고 할 수 있다. 이러한 연구 결과가 교사교육에 주는 시사점을 논의하였다.

주제어: 초등 예비교사, 과학 탐구 교수 지향, 교수 지향, 불일치 상황

ABSTRACT

In this study, the orientation toward scientific inquiry teaching was classified into five categories, namely, 'concept understanding', 'activity driven', 'process skills', 'scientific practice', and 'engineering practice', and the orientation toward scientific inquiry teaching of pre-service elementary teachers was investigated through individual in-depth interviews. We aimed to investigate the context dependence of scientific inquiry teaching orientation by comparing general questions with specific class situations where experimental results are different from expectations. We found that 'scientific practice' orientation was more common in the general situation, whereas 'concept understanding' orientation was more common in the specific class situation. In addition, in general and specific class situations, the orientation was often inconsistent. Even in a specific class situation, the orientation toward scientific inquiry teaching was different according to the situations. When the experimental results were all different from expected (when no condensation occurred), 'concept understanding' orientation was more common; however, when the results were different among students groups (condensation only occurred in some groups), 'scientific

이 논문은 2019년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 인문사회분야 중견연구자지원사업의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2019S1A5A2A01036864).
2023.02.03(접수), 2023.02.14(1심통과), 2023.03.03(2심통과), 2023.03.06(최종통과)
E-mail: yoonhk@cnue.ac.kr(윤혜경)

practice' orientation was more common. In other words, the results showed that the orientation toward scientific inquiry teaching of pre-service elementary teachers is not single, has complex properties, and is strongly context-dependent. The implications of these research results on teacher education were discussed.

Key words: pre-service elementary teachers, orientation towards science inquiry teaching, teaching orientation, anomalous situation

I. 서 론

과거 교사의 전문성 계발에 적용되어 온 패러다임은 교사에게 부족한 내용 지식을 보충해 주거나 새로운 교육이론을 소개해 주어 교사의 지식을 보완해주는 것에 중점이 있었다. 그러나 이러한 '지식 결핍 해소' 관점의 교사교육은 1980년대 이후 교사 스스로 자신의 실행과 지식을 성찰하도록 하는 반성적 교사교육으로 전환되었다. 이는 교육이론이 자연과학 이론처럼 일반화될 수 없는 속성이 있고 임시적이며 상황 의존적(Levin, 2004)이라는 점이 인식되면서, 실행에 기초를 둔 이론의 관점이 중요시되었기 때문이다(Ball & Bass, 2002; Forzani, 2014). 나아가 '실행을 위한 이론적 지식(knowledge for practice)' 뿐 아니라, '실행과 그에 대한 반성으로부터 얻어진 지식(knowledge in practice)', '실행의 주체(agency)로서 교육적 실행 과정에 관한 탐구를 통해 이론과 실행을 접목한 지식(knowledge of practice)'이 교사의 전문적 지식으로 강조되었다(Cochran-Smith & Lytle, 1999). 이같이 교육적 실행에 더 큰 방점이 주어짐에 따라, 교사교육 연구에서는 교사들이 아는 것을 실제로 행하도록 이끄는 인지적, 정의적 요인은 무엇인지 탐구하게 되었다(Abd-El-Khalick & Lederman, 2000).

한편, 사회심리학적 연구(e.g., Ajzen & Fishbein, 1980)에서 개인의 신념이 행동에 영향을 준다는 이론이 널리 인정되면서, 교사교육 영역에서도 교사의 신념에 관한 연구가 더 큰 관심을 받게 되었다. 교사의 개인적 구인(construct)에 해당하는 신념은 교수 실행에 관련된 의사 결정을 이끌고, 수업 운영에 영향을 주며, 교실 상황을 이해하는 데 렌즈의 기능을 수행한다(조은진, 2020; Jones & Carter, 2007; Pajares, 1992; Richardson, 1996). 교사교육 영역의 많은 연구가 교사의 신념이 교실 수업에 주는 영향과 신념의 중요성, 근원, 변화에 대한 저항 등에 관해 탐구해 왔으며, 특히 교사의 신념 체계가 교사의 경험과 그 경험을 재회상하고 해석하는 과정을 통해 형성되고, 다시 교사의 전반적인 사고 과정이나 수업 활동을 안내한다는 사실이 보고되었다(Eick & Reed, 2002; Wallace & Kang, 2004). Ernest(1989)는 유사한 수준의 지식을 소유한 교사들이 그 신념에 따라 다른 방식의 수업을 진행한다는 실증적 결과를 토대로 교사의 신념을 이해함으로써, 교사의 교수 관련 의사결정과 그 결과를 예측하는 것이 가능하다고 하였다. 이에 국내에서도 교사의 신념에 관한 연구가 꾸준히 수행되어왔다. 예를 들면 과학 실험 수업에 대한 교사의 신념(팽애진과 백성혜, 2005), 과학 학습에 대한 신념(안영돈과 임희준, 2014), 과학에 대한 인식론적 신념(한수진 등, 2011), 과학, 과학 학습, 과학 교수에 대한 인식론적 신념(윤혜경 등, 2015) 등에 관한 연구가 있다. 과학교사는 과학 내용을 가르치기 때문에 과학에 대한 교사의 인식론적 신념이 많이 연구되었고 이 또한 교수 행동과 관련이 있다고 보고되고 있지만(Brickhouse, 1990), 그 관계에 관해서는 상반된 연구 결과가 존재한다. 즉 현대적인 인식론적 신념을 가진 교사가 탐구 학습 환경을 더 잘 조성하는 것으로 나타나기도 하지만(Kang, 2008) 실제 교수 행동에 인식론적 신념이 잘 발현되지 못한다는 연구 결과도 있다(양일호 등, 2005). 인식론은 과학 지식의 본질과 기원, 지식 습득의 방법과 한계, 지식의 정당화에 관해 탐구하는 것이며, 인식론적 신념은 지식의 본성, 인간이 지식을 얻게 되는 과정에 대한 개인적 믿음과 관련된 것이다(Hoffer & Pintrich, 2002). 따라서 과학교사의 인식론적 신념은 과학 지식의 본성, 과학의 본성에 대한 이해와 관련된 것이며 과학 교수 행동에 영향을 줄 수 있다. 그러나 교사의 신념은 인식론적 신념 이외에 다양한 대상과 범주를 가질 수 있다. 예를 들면 학생이나 교사의 역할에 대한 신념, 평가에 대한 신념 등, 다양한 대상, 영역 및 수준이 가능하다.

이러한 교사의 신념은 교수 활동 과정에 있어 신념 내의 하위 영역끼리 서로 복잡하게 얽혀 영향을 주고받지만, 그중에서도 교사의 과학 수업 실행과

더욱 밀접한 관련성을 갖는 것으로 여겨지는 것이 '과학 교수 지향(orientation towards science teaching)'이다. 과학 교수 지향은 과학 교수에서 무엇이 중요하고 교수·학습이 어떻게 이루어져야 하는지에 관한 교사의 신념으로서, 교수 전략 선택 및 설계, 교육과정 자료의 조직 및 구성, 평가 계획 및 수행 등을 안내 또는 결정하는 역할을 한다는 점에서 매우 중요한 의미를 지닌다. Anderson and Smith(1987)는 '교수 지향(teaching orientation)'이라는 용어를 처음으로 도입하면서, 그 의미를 '교사들의 일반적인 사고나 행동 패턴'을 기술하는 데 두었는데(p. 99), 이후 여러 연구자는 교수 지향이 상황에 따라 달라질 수 있고, 내용 지식이나 학생의 오개념에 대한 교사의 지식을 개선하면 달라질 수 있으며, 교수 전략에 대한 지식 발달에 따라 달라질 수 있는 '유연한 태세(flexible stance)'라고 부연하였다. 또 여타의 연구에서는 교수 지향이 보다 견고한, 개인화된 수업 태세라는 의미로 사용되기도 하였다(Kind, 2016). 예를 들면, Grossman(1990)은 교수 지향이 교수 실행에 광범위한 영향을 주며 변화하기 어려운 것이라고 여겼다. 이후, 과학교사 교육자들의 큰 관심을 유발한 Magnusson *et al*.(1999)의 '교수 내용 지식(pedagogical content knowledge: PCK)' 모델에는 그 구성 요소로 '과학 교수 지향', '과학 교육과정 지식', '학생들의 과학 이해에 관한 지식', '과학 평가에 관한 지식', '과학 수업 전략에 관한 지식' 등의 5가지가 포함되었는데, 이때 '과학 교수 지향'은 나머지 요소들에 모두 영향을 주는 핵심적이고 포괄적인 요소로 제시되었다. 또 Magnusson *et al*.(1999)은 '과학 교수 지향'의 유형을 과학 수업의 목표를 중심으로 하여 '학문', '강의', '활동', '개념 변화', '과정', '발견', '프로젝트 기반 과학', '탐구', '안내된 탐구' 등의 9가지 유형으로 구분하였다(Table 1). Magnusson *et al*.(1999)의 PCK 모델에 기반을 두면서, 각 구성 요소 사이의 관련성을 기술하고, 그 역동성을 부각하기 위해 변형하여 발전시킨 PCK 모델로서 '펜타곤 PCK 모델(Pentagon Model of PCK)'(Park & Chen, 2012)이 존재한다. 펜타곤 PCK 모델에서는 PCK 구성 요소들의 상호 관련성을 강조하기 위해 오각형 형태를 사용하였고, 하나의 요소와 다른 요소 사이의 상호작용에 같은 가중치를 두었다(Park & Chen, 2012). 이때 적용된 과학 교수 지향 개념은 교수법 선택에 국한된 것이 아니라, 과학을 가르치는 목표에 대한 신념 등까지 포함하여 그 폭이 넓은 의미로 확대되었다. 이는 여러 요인이 복잡하게 얽혀 과학 교수 지향에 영향을 준다는 실증적 연구 결과를 반영한 것이라고 할 수 있다(Friedrichen & Dana, 2005). 이처럼 과학 교사가 소유한 과학 교수 지향은 과학 교육의 목표뿐만 아니라, 교수 방법, 교수에 대한 태도 등의 요소를 포괄하며(Friedrichen & Dana, 2005), 국내에서도 과학교사의 교수 지향은 교사 학습의 효과를 살펴보거나 교사의 수업을 해석하기 위한 연구에서 주요한 구인으로 다루어져 왔다(e. g. 방은정과 백성혜, 2010; 정득실 등, 2007).

다른 한편으로, 2012년 개최된 'PCK 정상회의(PCK summit)'는 PCK 개념의 창시자인 Lee S. Shulman이 그 개념에 존재하는 약점들, '교사의 교수에 영향을 미치는 정의적 측면을 포함하지 않은 점, 교수 맥락을 생략한 점, 교사가 소유한 교육에 대한 시각과 교육목표를 고려하지 않은 점, PCK와 학생의 성취 사이의 관계를 다루지 않은 점' 등을 언급한 것으로부터 촉발되었다(Gess-Newsome, 2015, pp. 9-10). PCK 정상회의에서는 Shulman이 제시한 PCK 개념의 취약점을 보완하는 데 중점을 두어 교사의 전문적 지식을 구성하는 요소를 도출하였으며, 각 요소에 관한 기술과 함께 그 관계를 보여주는 '교사의 전문 지식과 기능 모델(model of teachers' professional knowledge & skill, TPK&S 모델)'을 제시하였다(Gess-Newsome, 2015; Gess-Newsome & Carlson, 2013; Gess-Newsome *et al*., 2017; Helms & Stokes, 2013). 기존 PCK 개념의 구성 요소와 그 구조에 대해 좀 더 실제적인 변화를 도모한 새로운 PCK 모델로서 TPK&S 모델이 전달하는 교수 전문성에 대한 메시지는 교수 전문성을 가늠하거나 증진하고자 할 때 가장 중요시하여 다뤄야 할 것이 교사의 내용 지식 이해의 수준이라기보다는 교사 자신의 지식을 수업에 적용하기 위해 변형하여 표현하고, 구현할 수 있는 능력이라는 것이다. 또한, 그러한 교사의 전문적 능력은 모든 교수·학습 주제에 일괄적용 가능한 형태의 것이 아니라, 주제에 특화된 것이면서 교실 상황, 교사의 신념 및 지향의 영향을 받는다는 사실이다. 이러한 PCK 연구 동향으로부터 교사의 교수 실행이 주제 특이적이고, 교사 개인적이며, 교실 상황에 많은 영향을 받는다는 점이 중요함을 알 수 있다.

한편, '과학 탐구'는 지난 반세기 이상 과학 교수

에서 주요한 지향점이었다(Schwab, 1962). 교사가 탐구 수업을 지향하고 실행하기 위해서는 먼저 과학 탐구가 무엇인지 이해하고 이 교수 전략을 적용할 때 직면할 수 있는 어려움에도 불구하고 과학 탐구 수업의 경험을 확장하는 것이 중요하다(Melville *et al*., 2008). 그러나 과학교육 내에서 탐구 지도의 의미나 구체적인 방안에 대해 아직 많은 이견이 존재하고(Abd-El-Khalick *et al*., 2004; Anderson, 2002; Lucero *et al*., 2013), 과학교사가 소유한 과학 탐구 개념은 물론, 그 실행력과 신념은 부족하다고 진단되고 있다(Bartos & Lederman, 2014; NRC, 2000). 과학 교수 지향을 핵심어로 하는 다양한 과학교육 연구 중에서 교사의 과학 탐구 교수 지향을 분석한 Roehling and Luft(2004)는 과학 탐구 수업을 효과적으로 운영하는 교사들은 전통적 방식의 수업을 운영하는 교사에 비해 과학 탐구의 중요성이나 필요성에 관한 강한 교수 지향을 보이는 것으로 나타났다. 국내에서는 양정은과 최애란(2020)이 중학교 과학교사의 과학 탐구 교수 지향에 관해 연구했는데, 1년간 교수・학습공동체에서 과학 탐구 수업을 협력적으로 계획하며 수행한 중학교 과학교사들은 과학 탐구 교수 지향을 효과적으로 발달시켰으며 연구자들은 이들의 과학 탐구 교수 지향이 가지는 특성을 질적으로 상세하게 분석하였다.

‘과학 탐구’는 교사 대부분이 동의하는 바람직한 교수 지향일 수 있지만, 많은 교사 특히, 예비교사의 경우 ‘과학 탐구’ 혹은 ‘탐구 수업’을 다양한 의미로 이해하고 있어(Anderson, 2002; Crawford, 2007), 탐구적인 교수를 지향한다는 것이 서로 다른 의미일 가능성이 있다. 또 예비교사의 경우에는 아직 교수 경험이 풍부하지 않기 때문에, 이들의 교수 지향은 경력 교사보다 더 유동적일 수 있다. 따라서 예비교사의 ‘과학 탐구 교수 지향’을 좀 더 구체적인 맥락에서 살펴볼 필요성이 제기된다.

어떤 주제를 가르치는 맥락에서 특정 교수를 실행하는 것은 교사교육을 통해 습득한 기술을 단순하게 보편적으로 적용하는 것이 아니라, PCK의 주인으로서 전문성을 갖는 교사의 선택에 해당한다. 이에 예비교사의 과학 탐구 교수 지향이 실제 어떤 것을 의미하는지, 맥락에 따라 얼마나 달라지는지를 이해하는 것은 교사교육에서 과학 탐구 교수 지향을 발달시키기 위한 첫걸음이라 할 수 있다. 따라서 이 연구에서는 초등 예비교사의 과학 탐구 교수 지향을 일반적인 맥락에서 조사하는 동시에, 특정 탐구 수업의 맥락에서 조사하고 이를 비교하고자 하였다. 그리고 탐구 수업의 맥락으로는 실험 결과 불일치 상황을 도입하였다. 초등 예비교사가 과학 수업에서 겪는 어려움을 분석한 선행 연구(윤혜경, 2004)에 의하면 가장 많이 언급된 것이 실험 결과가 자신이 아는 과학적 이론이나 예상과 다르게 나온 경우였으므로 이러한 불일치 상황에서 초등 예비교사가 자기의 교수 행동을 결정하고 그 이유를 설명하도록 함으로써 초등 예비교사의 교수 지향을 구체적 맥락에서 살펴볼 수 있을 것이라 보았다. 실험 결과 불일치 상황은 교사가 느끼는 곤란함, 어려움이며 이는 교사가 수업에서 느끼는 일종의 딜레마 상황으로 볼 수 있다. 이는 교사가 실제 수업에서 직면할 수 있는 일종의 비구조화된 문제이며 예비교사나 교사는 이러한 딜레마 상황에서 자신의 신념이나 지향에 기초하여 특정한 교수 행동을 결정할 것으로 생각된다. 또한, 초등학교 과학 수업에서 실험 결과가 이론과 일치하지 않는 상황에서의 대처 전략은 교사들의 과학 지식에 대한 인식론적 신념을 조사하는 데에도 효과적인 도구가 될 수 있다는 선행연구도 존재한다(한수진 등, 2011; Nott & Wellington, 1998). 이에 본 연구에서는 초등 예비교사가 가지고 있는 과학 탐구 교수 지향은 어떠한지 일반적인 질문을 통해 알아보고, 구체적으로 과학 실험 불일치 상황에서 다시 이들의 교수 지향을 조사하여 과학 탐구 교수 지향의 맥락 의존성을 탐색하고자 하였다. 구체적인 연구 질문은 다음과 같다.

1) 초등 예비교사의 일반적인 과학 탐구 교수 지향은 어떠한가?
2) 과학 실험 불일치 상황에서 나타나는 초등 예비교사의 과학 탐구 교수 지향은 어떠한가?

II. 연구 방법

1. 연구 참여자

이 연구의 참여자는 모 교육대학교 과학교육과 4학년 재학생으로서, 사전 면담 대상자 2명을 포함하여 총 22명의 초등 예비교사들이 연구의 목적과 내용에 관해 설명을 듣고 연구 참여에 자발적으로 동의하였다. 연구 참여자들은 모두 ‘초등과학교육 I’

과 '초등과학교육 II' 과목을 수강하면서 초등학교 과학과 교육과정 및 교과서 내용 요소에 관련된 학습을 하였고, 1주간의 참관 실습과 2주간의 수업 실습을 경험하였다.

2. 자료 수집

초등 예비교사 개개인을 대상으로 한 심층 면담을 통해 이 연구의 자료를 수집하였다. 심층 면담은 반 구조화된 방식으로 온라인 화상회의를 통해 30분 내외로 진행되었다. 먼저, 면담 질문의 적절성을 확인하고 검토하기 위해 2명의 초등 예비교사를 대상으로 사전 면담을 진행하였다. 사전 면담의 결과를 바탕으로 3명의 연구자가 면담 진행 방식과 면담 질문의 적절성을 논의하여 면담 질문을 확정하였다. 면담 질문은 초등 예비교사들의 일반적인 과학 탐구 교수 지향과 맥락적인 수업 상황에서의 과학 탐구 교수 지향에 관한 것으로 구성되었다. 구체적으로, 일반적인 과학 탐구 교수 지향 영역의 질문은, 1) 과학 탐구 수업의 목표는 무엇인가요?, 2) 과학 탐구 수업에서 교사의 역할로 가장 중요한 것은 무엇인가요? 등의 2가지이다. 다음으로 맥락적인 과학 탐구 교수 지향을 알아보기 위해 초등학교 5학년 '날씨와 우리 생활' 단원에 포함된, '집기병에 물과 얼음을 넣고 집기병 표면의 변화를 관찰하는 실험'을 제시하고, 그 실험 수업에서 모둠별 학생 활동의 결과로 발생할 수 있는 '집기병 표면에 작은 물방울이 생기지 않은 상황'에서 어떻게 교수할 것인지에 관해 질문하였다. 구체적으로, 1) 실험 결과 물방울이 생기지 않은 상황에서 어떻게 수업을 진행할까요?, 2) 왜 그렇게 수업을 하고자 하는지 그 이유를 설명해 보세요, 3) 만약 일부 모둠에서는 집기병 표면에 물방울이 생겼는데 일부 모둠에서는 집기병 표면에 물방울이 생기지 않았다면 어떻게 수업을 진행할 것 같나요?, 4) 왜 그렇게 수업을 하고자 하는지 그 이유를 설명해 보세요. 등의 4가지이다. 면담은 질문을 순서대로 제시하며 진행하였는데, 질문마다 충분한 시간을 할애하였다. 또한, 연구 참여자의 응답 내용이 분명하지 않을 때는 면담자가 표현을 달리하여 다시 질문하거나, 면담자가 이해한 바를 진술하여 연구 참여자에게 확인하는 과정을 거쳤다. 모든 면담은 연구 참여자의 동의를 얻어 녹화되었으며, 녹화 후 전사되었다.

3. 자료 분석

초등 예비교사의 과학 탐구 교수 지향을 분석하기 위해 Magnusson *et al.*(1999)과 Kind(2016)의 과학 교수 지향 유형을 참고하였다. Magnusson *et al.*(1999)은 과학 교수 목표에 따라 9가지의 과학 교수 지향을 분류하였으며, Kind(2016)는 237명의 예비 중등 과학 교사를 대상으로 수행한 실증적 연구 결과를 토대로 '산과 염기'에 관해 가르칠 때 나타날 수 있는 교사의 행동을 Magnusson *et al.*(1999)의 과학 교수 지향 유형별로 제시하였는데, 이를 종합하여 나타내면 Table 1과 같다.

Table 1을 바탕으로 2명의 연구자가 초등 예비교사들이 가지고 있는 일반적인 과학 탐구 교수 지향과 맥락적인 과학 탐구 교수 지향을 1차 분석하였다. 이후 3인의 연구자가 함께 1차 분석 결과를 가지고 분석틀의 타당성을 논의하였다. 논의 결과 Table 1의 과학 교수 지향의 유형을 수정해야 할 필요성이 제기되었다. 이는 기존 연구자(e. g., Kind, 2016)가 지적한 바와 같이, '학문 중심'과 '개념 변화'의 구분 기준이 모호하고, '탐구'와 '안내된 탐구'가 제대로 구분되지 않는 등의 문제점이 발견되었기 때문이다.

반복적인 논의를 통해 본 연구의 초등 예비교사가 실현하고자 하는 과학 탐구 수업의 목표에 중점을 두어 과학 탐구 교수 지향의 분석 틀을 마련하였다. 결과적으로, 수정된 분석 틀에서는 과학 탐구 교수 지향을 '개념 이해', '활동', '과정기능', '과학적 실천(scientific practice)', '공학적 실천(engineering practice)'의 5가지 유형으로 구분하였는데, 이는 Magnusson *et al.*(1999)의 '학문', '강의', '개념 변화'를 묶어서 '개념 이해'로, '안내된 탐구', '발견', '탐구'를 '과학적 실천(scientific practice)'으로, '프로젝트 기반 과학'은 '공학적 실천(engineering practice)'으로 분류한 것이다(Table 2). 예를 들어, 과학 탐구 수업의 목표가 최종적으로 과학 개념을 이해하는 것이고, 과학 탐구는 과학 개념을 눈으로 볼 수 있게 해 주는 것으로 여기는 초등 예비교사의 과학 탐구 교수 지향은 '개념 이해'로, 학생들이 다양한 체험 활동을 통해 과학의 즐거움을 경험하는 것으로 과학 탐구 수업의 목표를 정하면 '활동'으로 분류된다. 학생들이 변인통제를 이해하여 변인통제를 하도록 이끄는 것과 같은 특정 탐구 기능의 습득 혹은 발달을 과학 탐구 수업의 목표로 한다면 '과

Table 1. Teaching goals and behaviors according to the science teaching orientation (Kind, 2016; Magnusson *et al*., 1999)

과학 교수 지향	수업 목표	산과 염기 지도에서 가능한 교사의 행동
학문 (Academic rigor)	개념을 증명하고 개념 사이의 관련성을 보여주어 과학을 지식체로 나타내는 것이 목표임	비전형적인 예를 포함해서 다양한 예를 제시하고, 이온이나 용액과 같은 다른 영역의 주제와 연결을 시킴
강의 (Didactic)	내용 지식을 전달하여 학생들이 상기하도록 하는 것이 목표임	산과 염기가 무엇인지 정의를 내리고, 산과 예기의 예를 보여줌
활동 (Activity-driven)	학생들이 직접 경험하도록 하는 것이 목표임	다양한 용액을 제공하고 산인지 염기인지를 확인하는 활동을 하며 재미있는 과제에 중점을 둠
개념 변화 (Conceptual change)	학생들이 가지고 있는 순진한 개념에 반하는 맥락에 직면하게 해 학생이 가진 순진한 개념을 과학적 개념으로 변화시키는 것이 목표임	산과 염기에 대한 학생들의 개념을 사전에 조사하고, 산과 염기에 대한 학생들의 이해를 발달시킬 수 있는 활동을 계획함
과정 (Process)	학생들의 과학 과정기능을 발달하도록 하는 것이 목표임	여러 가지 지시약을 사용해서 pH를 측정하기, 식물 지시약 만들기, 적정 방법 등과 같은 과정기능 발달을 중점으로 활동을 함
발견 (Discovery)	목표한 과학 개념을 학생 스스로 발견할 기회를 갖도록 하는 것이 목표임	학생들이 스스로 조사하도록 하면서, '무엇이 산성 물질로 만들까?'와 같은 개념 기반 질문을 제시함
탐구 (Inquiry)	탐구로 과학을 표상하는 것이 목표임	'어떤 화학물질이 산 또는 염기일까?'와 같은 문제를 탐구하는 기회를 제공함
프로젝트 기반 과학 (Project-based science)	학생들이 실제 문제에 대한 해결책을 조사하는 데 참여하는 것이 목표임	'산과 염기를 일상생활에서 어떻게 사용할까?'와 같은 질문을 하고 실생활에 관련된 예를 사용함
안내된 탐구 (Guided inquiry)	자연 세계나 과학적 현상을 이해하는 책임을 공유하는 학습자 공동체를 구성하는 것이 목표임	'산과 염기를 활용해서 어떻게 하면 접착제를 만들 수 있을까?' 같은 문제를 제시하여 학생들이 교사의 지원을 받아 그룹으로 문제를 해결하는 활동을 하게 함

Table 2. Analysis framework for the orientation towards scientific inquiry teaching

과학 탐구 교수 지향	과학 탐구 수업 목표	과학 탐구 수업의 특징
개념 이해	학생들의 과학 개념 이해가 목표임	수업에서 이루어지는 실험과 같은 활동은 과학 개념 이해를 위한 수단으로 실험 결과는 과학 개념의 예시로 사용됨
활동	학생들에게 직접 체험 활동을 경험하도록 하는 것이 목표임	과학적 개념 이해를 목적으로 하지 않고 확인이나 발견에 사용되는 다양한 직접 체험 활동을 제공함
과정기능	학생들의 기초 탐구 기능, 통합 탐구 기능과 같은 과정기능을 발달시키는 것이 목표임	관찰, 측정과 같은 기초 탐구 기능과 변인통제, 가설 설정과 같은 통합 탐구 기능을 발달시킬 수 있는 활동을 제공함
과학적 실천	학생들에게 과학자들이 하는 과학의 탐구 과정을 경험하도록 하는 것이 목표임	문제를 정의하고 해결하기 위해 다양한 활동을 함 예를 들면 모델 개발 및 사용하기, 탐구 조사 계획하기, 자료 분석 및 해석하기, 설명 만들기, 증거를 기반으로 논증하기, 소통하고 평가하기 등의 활동을 함
공학적 실천	학생들이 실제 문제에 대한 해결책을 제안하거나 산출물을 만들어내는 것이 목표임	실생활과 관련된 문제를 해결할 수 있는 해결책을 설계하고 그 설계에 따라 어떤 장치나 도구와 같은 인공물을 만드는 활동을 함

정기능'에 속하고, 학생들에게 과학 탐구를 수행하는 기회를 제공하거나 스스로 과학 탐구를 할 수 있는 능력을 키워주는 것을 목표로 삼으면 '과학적 실천'에 해당한다. 마지막으로 실제 문제에 대한 해결책을 설계하고 최종적으로 산출물을 만들어내는 것이 목표라면 '공학적 실천'으로 분류된다. 새로운 분석 틀을 적용한 2, 3차 분석 시에는 3명의 연구자가 각자의 분석 내용을 공유하면서 의견 일치에 이르기까지 충분한 논의의 과정을 거쳤는데, 그 결과는 초등 예비교사들이 자신의 과학 탐구 수업을 묘사하는 가운데 드러난 특정 교수 방법보다는 그들이 일관되게 진술한 과학 탐구 수업의 목표에 초점을 두었다. 또한, 과학 탐구 수업에서 교사의 역할에 관한 질문에 대한 초등 예비교사들의 답변으로부터 과학 탐구 수업의 특징을 포착하여 일반적인 과학 탐구 교수 지향 분석 결과에 포함하였다. 연구 결과를 제시할 때는 '일반적인 과학 탐구 교수 지향', '과학 실험 불일치 상황에서의 탐구 교수 지

향' 및 '맥락에 따른 과학 탐구 교수 지향'의 3가지 범주로 나누었고, 면담 질문에 관한 분석 결과와 해석을 뒷받침할 수 있는 연구 참여자의 답변 내용을 직간접 인용으로 포함하였다. 연구 참여자 22명에 대해 S1~S22의 기호를 임의로 부여하여 사용하였으며 이 중 2명은 사전연구 대상자로 본 연구 결과 분석에서는 제외하였다.

III. 연구 결과 및 논의

1. 일반적인 과학 탐구 교수 지향

초등 예비교사 20명의 일반적인 과학 탐구 교수 지향은 크게 1) 개념 이해 2) 과학적 실천 3) 과정기능의 3가지에 속한 것으로 분석되었다. 초등 예비교사 20명 중에서 2명은 2가지 지향을 동시에 표출하여 복합적인 과학 탐구 교수 지향을 소유한 것으로 나타났다(Table 3).

본 연구에 참여한 초등 예비교사 20명의 20%에 해당하는 4명은 "과정이 중요하다고 말해야 할 것 같지만"(S2)이라든가, "탐구를 중시하는 추세지만"(S21)이라고 언급하면서, 탐구 수업의 최종 목표는 결국 과학 지식의 이해에 있다고 설명하였고 '개념 이해' 지향을 나타냈다. 이에 해당하는 답변의 예를 다음에서 볼 수 있다.

> 과학적으로 탐구하고 ... (중략) ... **<u>지식의 개념을 형성하도록 방향 설정</u>** ...(S9)

> ... 애들이 그거(과학 탐구)를 경험하고 ... (중략) ... **<u>정제된 지식을 자기만의 지식으로 만들 수</u>** 있을 것 같아요.(S12)

이러한 결과 중심적인 교수 지향을 보인 초등 예비교사들은 모두 탐구 수업의 중요성이나 교사의 역할을 묻는 말에 대해 과학적 방법에 속하는 기능 습득의 어떤 것도 언급하지 않았으며, 탐구를 지도할 때는, 학생들에게 과학적 현상을 제공하여 관찰하게 한 후에 스스로 탐구 문제를 생성하도록 이끄는 것보다, 제시된 문제를 중심으로 탐구를 경험하게 하여 결과적으로 개념 이해에 도달하게 하는 전통적인 방식을 선호하였다. 이는 과학 탐구의 경험을 중시하기는 하지만, 경험 자체보다는 경험의 결과에 더 치중하는 것으로, 학생들에게 과학 탐구의 경험을 제공하는 것이 개념 이해에 도움이 될 것이라는 믿음을 반영한 것이다. 그러한 초등 예비교사들은 탐구 수업 내 학생의 실천을 개념 이해의 수단으로 여겨 인지적 학습 목표를 달성하는 것을 최종적인 목표로 선정하였다.

이같이 탐구 수업이 학생들의 개념 이해를 돕기 위한 보조적인 기능을 수행한다고 여기는 초등 예비교사들은 과학 탐구과정을 잘 안내하는 것과 개

Table 3. The orientation towards scientific inquiry teaching of pre-service elementary teachers in general situations

유형	응답자 수 (%)	응답 사례
개념 이해	4 (20%)	• 과학 지식을 알게 하는 것(S2) • 결국은 과정을 통해서 최종 산물인 지식까지 갈 수 있다고 생각하니까 그걸(탐구를) 통해서 지식까지 가겠다. 개념 학습까지 가겠다(S21)
과학적 실천	13 (65%)	• 아이들이 탐구하는 과정을 경험해 보도록 하는 게 과학 탐구 수업의 목적이라고 생각합니다. .... (중략) ... 여러 가지 감각을 사용한 관찰이 있을 수도 있고요. 그리고 그 관찰한 것을 정리하는 곳에도 그냥 단순하게 모모는 모모다 이런 것이 아니라 ... (중략) ... 그것과 이것의 공통점과 차이점은 무엇이고 ... (중략) ... 나만의 가설을 설정해서 그것을 또 다른 실험으로 연계하는 것이 있을 수도 있고 ... (중략) ... 자신 나름대로의 추측을 해보는 과정도 포함(S7) • 학생들이 일단 호기심을 가져서 그거에 대해서 설명하려고 할 때 자기만의 생각을 표현해보고 그것을 과학적으로 증명해내는 게 목표(S20)
과정기능	1 (5%)	• 탐구를 하면서 이제 관찰이나 측정이나 비교하거나 이런 기능들을 수행을 하고 탐구과정에서 그런 기능을 습득하는 거 그게 이제 목적이 될 것(S16)
개념 이해 및 과학적 실천	2 (10%)	• 궁극적인 목표는 첫 번째로는 결국에는 지식 전달에 있을 수도 있고 두 번째는 학생들이 지식 전달에서 끝나는 게 아니라 미래에도 뭔가 자기 스스로 그런 과학 탐구를 수행할 수 있는 능력을 길러주는 것에도 목표가 있다고 생각을 합니다.(S5) • 우선 첫 번째는 이제 단순한 교과서 실험이라고 생각을 하면 목표는 어쨌든 교과서에 제시된 과학 개념을 조금 더 학생들이 알기 쉽게 제공하고 ... (중략) ... 두 번째 진짜 탐구 수업 같은 경우에는 ... (중략) ... 어쨌든 문제를 인식하고 실험을 설계하고 가설 설정하고 또 이제 자신의 가설이 맞는지 검증까지 해보고 그러한 과정들을 길러주는 게 이제 탐구 수업의 목표인 것 같습니다.(S3)

념 이해에 다가가도록 정보와 피드백을 제공하는 것, 특히 과학 탐구의 마지막 단계에서 학습 목표에 해당하는 지식을 잘 정리해주는 것을 교사의 역할로 꼽았다. 이러한 답변의 예를 들면 다음과 같다.

> **교사 역할로 중요한 것은 오개념을 방지하는 것** ... (중략) ... 그게 **오개념이 생기면 다음 학습 때도 영향을 미치니까 정리가 필요** ...(S12)

> 자신이 관찰한 것을 그대로 좀 더 객관적으로 보고 그 **객관적인 그거를 통해서 결론을 도출했는지 이런 거를 학생들이 잘 하고 있나 이렇게 보고 좀 이거를 이렇게 할 수 있도록 유도**하는 게 탐구 수업에서는 교사의 역할로 가장 중요하다고 생각합니다.(S21)

이러한 교수 지향은 과학의 과정기능을 훈련한다거나, 과학적 현상에 대해 교사와 학생이 협력하여 탐구를 수행하는 안내된 탐구(guided inquiry)라든가, 학생이 어떤 현상에 대해 제기한 질문을 중심으로 탐구를 수행한다거나, 혹은 학생들이 설정한 문제를 스스로 해결하도록 하는 방식의 열린 탐구(open inquiry)와는 크게 동떨어져 있다.

'과학적 실천' 지향을 보인 초등 예비교사들은 13명으로서 그 비중(65%)이 가장 높았다. 이 초등 예비교사들은 학생들에게 과학자의 탐구를 실제로 경험할 기회를 제공하는 것이 탐구 수업에서 가장 중요하다는 관점을 보이면서, 학생을 중심으로 탐구를 조망하여 과학 탐구의 목표를 정하고, 탐구과정에 포함된 기능을 열거하면서 탐구 수업 방식을 설명하였다. 이들은 이미 정해진 탐구과정을 따르고 정답에 해당하는 결과에 도달하는 것을 중시하는 대신에, 학생들만의 가설을 설정해서 다른 실험을 설계한다든가, 학생 스스로 탐구 결과에 관해 설명을 구축하도록 이끄는 수업을 머릿속에 그리면서 탐구 수업의 목표를 설명하였다. 또한, 대부분은 공통으로 학생들의 토론 참여와 소통의 과학 탐구 내 사회적 기능을 강조하였고, 학생들의 호기심이나 궁금증이 탐구의 시작이며, 학생들이 탐구하면서 나름대로 증명한 결과나 결론을 생성하는 것을 그 목표에 포함하였다. 이러한 답변의 예를 들면 다음과 같다.

> 그 이론에 도달하기 위해서 자기가 어떤 과학 지식을 활용해야 하는지 **스스로 찾고 그걸 직접 계획해보는 경험**에 있다고 생각합니다.(S6)

> 네 우선 탐구 수업이 **기본적으로 학생 중심으로 이루어져야** 한다고 생각을 하기 때문에 ...(S14)

> 저는 약간 무책임할 수도 있지만 지식을 얻는 것보다는 사실 약간 지식보다는 **진짜로 실패를 하든 안 하든 그 과정이 정말 중요하다고 생각합니다. 직접 해보는 거** ...(S22)

이같이 경험 중심적이면서 학생 중심적인 교수 지향을 표출한 초등 예비교사들은 학생들이 주도적으로 과학적으로 실천하는 의도나 욕구를 실현하는 과정을 중시하였는데, 한 초등 예비교사는 이를 "아이들의 주관성"(S7)으로 칭하면서, 탐구 수업을 지도하는 교사는 학생들이 탐구하는 과정을 바라만 보고 있을 것이 아니라, 학생들의 탐구과정에 동참하여 의견을 나누는 등의 역할도 해야 한다고 설명하였다. 다른 초등 예비교사는 학생들이 탐구를 실천하면서 그 주제에 포함된 지식을 이해하지 못한다고 하더라도, "진심으로"(S10) 탐구했다면 성공적인 탐구에 해당한다고 강조하였다. 과학적 실천 교수 지향으로 분석된 초등 예비교사들은 대부분 탐구 수업이 학생들에게 사고력 증진의 기회가 될 것으로 생각하였고, 탐구과정에서의 의사소통의 가치를 높게 평가하여 사회적 측면에 대한 이해가 높은 경향을 보였다. 이러한 답변의 예를 들면 다음과 같다.

> **사고력을 키우도록 의견을 자유롭게 내도록** 하고 피드백을 해서 **점점 더 깊은 그런 질문들을 해나가는 게 좋지 않을까** 생각합니다.(S13)

> **학생들이 이제 수업을 진행하는 동안 여러 가지 의견을 낼 수 있도록 하는 역할**이 더 중요하다고 생각하고(S14)

'개념 이해'와 '과학적 실천'의 2가지 지향을 동시에 표출한 초등 예비교사 2명(10%)은 탐구 수업의 목표를 묻는 말에 대하여, "교과서 실험"(S3), "진짜 탐구"(S3), "미래에 뭔가 자기 스스로 그런(과학자의) 과학 탐구를 수행할 수 있는 능력을 길러주는 것"(S5) 등의 표현을 사용하여 현실적인 탐구 수업의 첫 번째 목표로 과학 지식 이해를 꼽았으며, 이상적인 목표로서 실질적인 과학자의 실천에서 볼 수 있는 일련의 실험 과정을 경험한다든가

토론에 참여한다든가, 사고력 신장의 기회로 삼는 것을 두 번째 목표로 삼았다. 또한, 이들은 그러한 목표를 이루도록 돕기 위해 적절한 정보를 제공하고 안내하는 것을 교사의 역할로 설명하였다. 이러한 초등 예비교사들은 공통으로 현실적인 탐구 수업과 이상적인 탐구 수업을 분리하여 연구 질문에 답하는 특징을 보였으며, 이들 중 한 명은 자신의 학창 시절에 경험했던 학교 과학 수업을 떠올리면서 실제로 탐구 수업이 얼마나 진정한 탐구에 다가갈 수 있을지에 대해 고민하기도 하였다.

이같이 복합적인 교수 지향을 보인 초등 예비교사들은 탐구 수업을 지도할 때, 학생들이 탐구한 결과가 제대로 나오도록 유도하기 위해 안내하고 정보를 제공하는 것과 함께, 학생들의 호기심 영역 혹은 현상을 떠올리도록 발문하거나, 학생들이 적극적으로 토론에 참여하도록 촉진하는 것을 교사의 역할로 설명하였다. 이는 '개념 이해'와 '과학적 실천'의 2가지 교수 지향을 복합적으로 소유한 초등 예비교사로서 탐구의 결과와 과정을 동시에 중시하는 관점을 일관성 있게 표출한 것으로 판단할 수 있다.

'과정기능' 지향을 소유한 예비 교사(1명, 5%)는 관찰, 측정 등의 과정기능을 열거하면서, 학생들에게 과학자들이 새로운 지식을 얻기 위해 사용하는 과정기능과 사고 과정을 경험하도록 이끌어, 궁극에는 통합적 사고 능력까지 발달시킬 기회를 제공하는 것을 탐구 수업의 목표로 삼았다. 이는 학습자의 탐구 경험 자체를 중시하는 관점으로, 탐구 결과가 그 학습 주제에 관련된 내용 이해에 어떻게 영향을 미치는가에 관해서는 관심을 두지 않았다. 이는 실험 결과가 제대로 나오지 않더라도, 실험해 본 것 자체가 더 중요하다는 방식의 사고를 드러낸 것으로서, 실제 수업에서는 학생들의 내용 이해를 위해 다른 시간을 추가하여 할애하고자 하는 의도를 보여주었다. 이러한 교수 지향은 학습자를 과학자로 여기는 관점이 반영된 것으로(Adey & Shayer, 1993; Driver, 1983), 탐구 수업에서 교사는 학습 주제에 관련된 내용 지식을 이해하도록 이끄는 것보다 과학의 방법에 필수적인 기능들을 습득하는 것을 우선시한다. 과정기능 교수 지향을 드러낸 예비교사(S16)는 학생들이 탐구를 경험하는 것 자체가 중요하다고 강조하면서도, 탐구 문제에 관심을 기울이지 않거나, 과학 탐구과정에 수반되는 탐구자 혹은 탐구자들이 구축한 다양한 설명이나 정당화 근거를 평가하는 등의 사회적 측면의 목표를 언급하지 않고, 다만 관찰, 분류, 가설 설정과 같은 과학의 과정기능을 습득하는 것을 목표로 상정하였다. 덧붙여, 탐구 수업을 지도하는 교사에게 필요한 역량으로 가장 중요한 것은 사전에 교사 자신이 과학의 과정에 관해 깊이 있는 이해를 구축하는 것이고, 실제로 탐구를 지도할 때는 학생들이 수행하는 탐구과정을 제대로 평가하고 적절한 안내자의 역할을 하는 것이라는 의견을 피력하였다.

2. 과학 실험 불일치 상황에서의 탐구 교수 지향

구체적인 수업 상황에서 과학 탐구 교수 지향을 알아보기 위해 집기병에 물과 얼음을 넣고 집기병 표면의 변화를 관찰하는 실험에서 예상되는 결과인 응결 현상이 관찰되지 않은 상황을 제시하고, 만약 응결 현상이 관찰되지 않는다면 그 상황 1, 2에서 어떻게 수업을 할 것인지 질문하였다. 상황 1은 모든 모둠의 실험 결과에서 물방울이 생기지 않은 상황이고, 상황 2는 일부 모둠에서만 물방울이 생기지 않은 상황이다. 이렇게 실험 결과가 예상과 같지 않은 불일치 상황에서 초등 예비교사들의 과학 탐구 교수 지향을 분석한 결과는 Table 4와 같다. 구체적인 수업 상황에서 초등 예비교사들은 주로 '개념 이해'와 '과학적 실천' 교수 지향을 나타냈으며, '개념 이해'와 '과학적 실천' 교수 지향을 동시에 가지고 있는 초등 예비교사도 있었다. 그러나 본 연구에서는 '활동'과 '공학적 실천' 지향은 나타나지 않았다. 또한, 초등 예비교사들의 교수 지향이 상황 1, 2에 따라 다르게 나타나기도 하였다(Table 4).

상황별로 보면 학생들과 함께 실험하는 수업에서 모든 학생의 실험 결과가 예상한 결과대로 나오지 않는 상황 1에서는 12명(60%)의 초등 예비교사들이 '개념 이해' 지향을 나타냈다. 이러한 결과는 연구에 참여한 초등 예비교사들이 일반적인 과학 탐구 교수 지향에서 대부분 '과학적 실천'(13명, 65%) 지향을 나타낸 것과 차이가 있었다. 상황 1에서 '개념 이해' 교수 지향을 나타낸 초등 예비교사들은 학생들에게 과학 개념과 연관된 현상을 보여주어 그 개념을 이해시키기 위해 과학 실험을 하는 것 즉 과학 실험을 과학 개념 이해를 위한 도구로 보고 있는 것으로 보인다. 이들은 아래의 발췌처럼 실험 결과가 제대로 나오지 않는 경우 예상한 결과

Table 4. The orientation towards scientific inquiry teaching of pre-service elementary teachers in anomalous situations

유형	응답자 수 (%)		응답 사례
	상황1	상황2	
개념 이해	12 (60%)	6 (30%)	• 수업을 하는 목적 자체가 아이들에게 어떤 과학적인 현상을 설명하고, 그 다음에 그 이유를 전달하는 거에 목적이 있기 때문에(S4) • 성공한 사례가 우리가 실험 속에서 전달하고자 하는 지식을 잘 설명해 주기 때문에(S5)
과학적 실천	1 (5%)	10 (50%)	• 관찰하는 학생들한테 그럼 뭐가 달랐길래 이렇게 결과가 달라졌을까? 라고 질문을 하면서 그런 조작의 차이에서의 차이를 통한 결과의 차이를 보여주는 것도 의미가 있을 것이다(S8) • 이제 자기들의 실험에는 어떠한 문제가 있었는지 깨달을 수 있을 것 같아서. 실패했어도 다른 탐구를 하는 기회를 제공(S10)
과정기능	1 (5%)	0	• 궁극적으로 '추리'하는 기능에 중점을 두고 싶었습니다.(S15)
개념 이해 및 과학적 실천	4 (20%)	2 (10%)	• 만약에 학습 목표가 좀 응결이라는 거를 이 아이들이 학생들이 이해하는 거에 좀 목표가 많이 있으면 ...(중략)... 만약에 실험하는 과정을 학생들한테 그게 좀 학습 목표가 그런 쪽에 더 초점이 있으면 ...(S13)

대로 나오는 실험 영상을 보여준다거나, 실험 결과가 잘 나올 수 있도록 조건을 바꿔 재진행을 하는 등과 같은 방식으로 수업을 이끌어 갈 것이라고 답하였다. 이들은 개념 이해를 위해서 원하는 실험 결과가 나오는 것이 중요하다고 보았다. 그리고 이러한 수업은 개념을 정확하게 전달하는 것이 중요하다고 생각을 하고 있어 교사가 개념을 설명해 주려고 하기도 하지만 그 이후에는 "일단 명확하게 전달을 하고 그다음에 근데 이게 왜 이렇게 안 되었을까 같이 이야기해볼 수 있을 것 같아요(S5).", "학생들이 직접 찾게 해주는 게...(S4)"와 같이 교사 중심 수업보다는 학생 중심 수업을 이끌어가고자 하고 있었다. 이러한 수업은 일반적인 과학 탐구 수업에서 교사의 역할로 지식을 정리해주는 것, 피드백을 제공하는 것으로 보고 있는 것을 반영하고 있는 것으로 볼 수 있다.

> **실험을 통해서 응결이라는 거를 배웠으면** 하는 그런 학습 목표가 있고 어쨌든 학생들이 직접 실험을 해보고 그 결과를 학생들 눈으로 보고 이제 '이게 응결 현상이구나'라는 거를 직접 보는 게 학습 효과가 가장 크다고 생각합니다 ... (중략) ... 실험이 제대로 진행이 되도록 교실 기온을 조금 높여서 **실험이 제대로 진행될 수 있도록** ...(S3)

> 아무리 그 실험에 오류가 있더라도 나중에 그거를 다시 재현하는 기회를 꼭 제공해야 아이들이 **과학적 개념을 더 잘 체화시킬 수** 있을 것 같아요. 교실 상황에 대한 교실 상황에 지금 이런 제약이 있다는 걸 알려주고 우선 **다른 영상이나 그런 자료를 대체한** 다음에 만약에 기회가 되면 실험을 다시 합니다.(S6)

> 이제 이 실험이라는 게 **교과서에 제시된 내용을 좀 쉽게 이해하려고** 경험하고 이해하려고 하는 건데 그 경험의 상황이 교과서에 있는 내용이랑 반대면 학생들에게 대개 오개념을 줄 수도 있고 그럴 수 있다고 생각해요. 한번 **똑같은 걸 다시 해보자** 해서 수업을 한 번 더 할 것 같습니다. 같은 실험으로 다른 장소나 다른 조건에서 ...(S8)

상황 1에서 '개념 이해' 지향 외에 나타난 교수 지향은 '과학적 실천'과 '과정기능'이 있었으나 소수에 불과했다. '과학적 실천' 지향을 가진 초등 예비교사는 1명(5%, S10)이었으며, 그는 "과학이라는 학문이 스스로 탐구를 해보고 이제 깨닫고 발견하는 그런 과정이 되게 중요하다고 생각하고, 학생들이 조금이라도 스스로 뭔가 탐구할 수 있는 능력을 키우는 기회를 최대한 주는 게 좋다."(S10)고 하면서 실험 결과가 예상대로 나오지 않은 이유에 관해 함께 탐구해 보는 방향으로 수업하고자 하였다. '과정기능' 교수 지향을 가진 초등 예비교사도 1명(5%, S15)이었다. 이 초등 예비교사는 실험 결과가 예상과 다르게 나왔을 때 학생들이 추리를 해보도록 하는 수업을 진행하고자 하였는데, 이는 상황 1에서 과학 탐구 수업의 목표로 학생들의 추리 기능을 키워주는 것을 중요하게 생각하고 있음을 밝힌 것과 일관되었다.

마지막으로 4명(20%)의 초등 예비교사는 '개념 이해'와 '과학적 실천' 지향을 동시에 나타냈다. 이들은 과학에서 학생들이 탐구를 경험하는 것이 중요하다고 생각하면서도, 이를 통해서 학생이 개념을 더 잘 이해할 수 있다고 생각하고 있었다. 예를 들어, S21은 학생들이 과학적 개념을 가지고 있지

않다면 개념 이해를 우선으로 하고, 만약 과학적 개념을 이해하고 있다면 과학적 실천을 우선시하겠다고 말하며, 학생의 기존 지식의 수준에 따라 수업의 목표를 다르게 설정하였다. 다음 인용문은 이러한 복합적인 교수 지향을 나타낸 예시이다.

> 일단은 실험을 통해서 이게 과학적 원리를 확인하려고 했는데 올바른 결과가 나오지 못했으니까 **아이들에게 올바른 개념을** 잡아주면서 또 **탐구해 볼 수 있는 기회를 제공**할 수 있다고 생각해서. 저는 **원인을 바로 알려주는 것보다 스스로 탐구해 보는 그 과정이 중요시 된다**고 생각합니다.(S22)

> 그 실험을 하는 이유는 그 원리에 대해서 **아이들이 탐구해 보게 하는 것**에 있는데 그 문제점을 찾는 과정에서 아이들이 조금 더 왜 이런 현상이 일어났는지 **조금 정확하게 이해할 수** 있을 것 같습니다.(S7)

> 저 실험에서는 **응결이라는 개념을 가르치기 위한 거여서** 응결이라는 개념을 학생들이 구체적인 상황을 통해서 가르쳐야 되니까 학생들이 구체적인 상황을 통해 받아들일 수 있게 해야 되는 상황이니까 ... (중략) ... 만약에 응결이라는 개념을 조금이나마 알고 있다거나 아니면 실생활에서 응결 ... (중략) ... 차가운 컵 표면에 물이 맺히는 현상에 대해서 알고 있는 학생들이라면 정확히 말하면 그런 그 개념을 확실히 보여준다는 것보다는 학생들이 **이 원인(불일치 원인)에 대해서 생각해 보는 탐구 기회**가 그 학생들에게 더 필요할 수 있을 것 같다고 생각했습니다.(S21)

상황 2의 경우에는 상황 1과 반대로 과학적 실천 지향이 10명(50%)으로 가장 많이 나타났다. 이는 일반적인 과학 탐구 교수 지향을 분석한 결과와 유사한 패턴으로 볼 수 있다. 초등 예비교사들은 예상되는 실험 결과가 나타나지 않는 상황1에서는 주로 개념 이해를 수업의 목표로 보고 있었는데, 실험 결과가 모둠에 따라 차이가 나타나는 상황 2에서는 과학적 실천을 수업의 주요 목표로 두는 경우가 많았다. 아래 인용문을 보면, "다른 탐구를 할 수 있는 기회"(S10, S20), "더 깊이 있는 탐구"(S13)라고 한 것처럼 이들은 실험 결과가 모둠마다 다르게 나오는 상황이 오히려 학생들에게 또 다른 탐구의 기회를 제공할 수 있는 것으로 여겼다. 이러한 수업은 학생 중심으로 이루어지고 교사는 "아이들한테 실험이 잘못된 이유를 생각해 보도록 하면 선생님이 정리하는 시간을 갖게 하는 거예요(S13)". "탐구하게끔 발문을 계속해서 어떤 조에서는 더 차가운 물을 붓는다든가...(S20)"와 같이 학생들에게 기회를 제공하고 발문을 통해 유도하는 역할을 하는 것으로 인식하고 있었다. 즉 교사의 역할을 또 다른 탐구 활동을 유도하거나, 적절한 발문을 제공하는 것으로 본 관점이 반영되어 있다.

> 이제 자신들의 실험에는 어떠한 문제가 있었는지 깨달을 수 있을 것 같아서. 실패했어도 **다른 탐구를 할 수 있는 기회**를 제공(S10)

> 1, 3, 5 모둠이 지금 실험이 성공적으로 나왔는데 나머지 모둠들은 한번 우리 모둠이랑 뭐가 다른지 자기가 실험을 설계하고 그런 과정들이 그래서 그런 것들을 뭐가 다른지 생각해 보면서 하면 좀 느끼는 게 많지 않을까 생각합니다. **그 탐구 과정을 더 스스로 경험해 보게 하고 싶어서** 네 **더 깊이 있는 탐구를 하게 하고 싶어서**인 것 같습니다.(S13)

> 이렇게 탐구하도록 그야말로 또 **다른 탐구가 시작**되는 거요.(S20)

'과학적 실천' 교수 지향 다음으로 초등 예비교사들이 많이 가지고 있는 교수 지향은 '개념 이해'(6명, 30%)에 해당하였다. 이들은 모둠별로 다른 실험 결과가 나타났지만, 학생들이 응결 개념을 이해하도록 이끌기 위해 예상대로 응결 현상이 나타난 모둠의 실험 결과를 보여주면서 교사가 직접 응결에 관해 설명하는 방식으로 수업을 진행하고자 하였다.

> 우선 아이들이 **오개념을 가지면 안 되니까** 그거에 대해서 가장 실험과 그 **실험 원리에 대해서 이해를 하는 게 가장 우선적**이 되어야 한다고 생각을 합니다.(S4)

> 성공한 사례가 우리가 실험 속에서 **전달하고자 하는 지식**을 잘 설명해 주기 때문에 의도한 대로 실험이 된 조의 집기병을 보여주면서 기본적인 원리는 설명을 하고 ...(S5)

> 그 **과학 현상을 그 이론으로 돼 있는 현상**을 학생들이 실제로 눈으로 볼 수 있도록 하는 ...(S6)

상황 2에서도 상황 1에서처럼 개념 이해와 과학적 실천 교수 지향을 둘 다 복합적으로 나타낸 초등 예비교사들이 2명(10%)이었다. 이들은 과학 탐구 수업의 목표가 개념 이해뿐만 아니라 탐구과정을 경험하고, 탐구 능력을 발달시키는 것이어야 한다고 생각하고 있었다. 예를 들어, 초등 예비교사 S9은 실

험 결과를 통해서 과학적 개념을 확인하는 것을 최우선으로 두면서 서로 다른 결과가 나왔다는 사실을 활용해서 예상치 못한 문제를 해결하는 데 필요한 과학적 태도나 능력을 길러주는 것을 목표로 하였다. 그러한 답변 일부를 다음에서 확인할 수 있다.

> **과학적 개념을 실제 현상에서 발견이 최우선**, 학생들이 원래 수업 목표를 달성하는 거에 최선을 우선을 가장 두고 그리고 학생들이 이렇게 학생들이 나중에 이제 스스로 실험을 계획하고 수행하면서 일어나는 문제점들이 있을 텐데 그거를 **해결하려고 하는 태도를 길러주기 위해서** 학생들이 그런 예상치 못한 문제에 예상치 못한 문제를 대처하는 학생이 스스로 할 수 있게끔 교사가 지원해서 학생 스스로 주도적으로 과학적 과학실험을 하고 예상치 못한 문제에도 더 탐구해 보려는 태도를 가지게끔 하려고 이 수업을 이렇게 하려고 했습니다.(S9)

> 수업 시간 안에서는 성공적으로 나온 결과에 대해서 이제 먼저 예시로 보여주고 **전체 학생한테 (이론을) 설명을 해 준 다음** 모둠별로 왜 그런 결과가 다르게 나왔는지 **그 요인을 같이 분석해 보는 식으로 진행**할 것 같아요.(S19)

3. 맥락에 따른 과학 탐구 교수 지향

연구 참여자별로 맥락에 따른 과학 탐구 교수 지향을 비교한 결과를 Table 5에서 볼 수 있다. Table 5에서 주목할 만한 것은 첫 번째로 연구 참여자 대부분이 일반적인 상황과 구체적 상황에서 다른 유형의 과학 탐구 교수 지향을 보였다는 점이다. 일반적인 지향과 구체적인 상황에서의 지향이 모두 같게 나타난 경우는 2명(10%)에 불과하며(S2, S10), 초등예비교사 대부분은 일반적인 상황과 구체적 상황에서 다른 유형의 과학 탐구 교수 지향을 보였다.

일반적인 상황에서 '과학적 실천' 지향을 나타내는 13명(65%)의 초등 예비교사 중 12명(60%)은 구체적인 상황에서 '개념 이해' 혹은 '개념 이해 및 '과학적 실천' 지향을 나타냈다. 또 일반적인 상황에서 '개념 이해' 교수 지향을 나타냈던 초등 예비교사 4명(20%) 중 3명(15%)도 구체적인 상황에서 '개념 이해 및 과학적 실천' 혹은 '과학적 실천' 지향을 나타냈다. 일반적인 상황에서 '개념 이해 및 과학적 실천'의 복합적인 지향을 보인 2명의 초등 예비교사

Table 5. The orientation towards science inquiry teaching according to the context

연구 참여자	일반적인 과학 탐구 교수 지향	구체적 상황에서의 과학 탐구 교수 지향	
		상황 1	상황 2
S2	개념 이해	개념 이해	개념 이해
S3	개념 이해 및 과학적 실천	개념 이해	개념 이해
S4	과학적 실천	개념 이해	개념 이해
S5	개념 이해 및 과학적 실천	개념 이해	개념 이해
S6	과학적 실천	개념 이해	개념 이해
S7	과학적 실천	개념 이해 및 과학적 실천	과학적 실천
S8	과학적 실천	개념 이해	과학적 실천
S9	개념 이해	개념 이해	개념 이해 및 과학적 실천
S10	과학적 실천	과학적 실천	과학적 실천
S12	개념 이해	개념 이해	과학적 실천
S13	과학적 실천	개념 이해 및 과학적 실천	과학적 실천
S14	과학적 실천	-	과학적 실천
S15	과학적 실천	과정기능	-
S16	과정기능	개념 이해	개념 이해
S17	과학적 실천	개념 이해	-
S18	과학적 실천	개념 이해	과학적 실천
S19	과학적 실천	개념 이해 및 과학적 실천	개념 이해 및 과학적 실천
S20	과학적 실천	개념 이해	과학적 실천
S21	개념 이해	개념 이해 및 과학적 실천	과학적 실천
S22	과학적 실천	개념 이해 및 과학적 실천	과학적 실천

-: 과학 탐구 수업 지향이 명확하게 드러나지 않은 경우임

는 구체적인 상황에서는 모두 '개념 이해' 지향을 나타냈다.

두 번째로 주목할 것은 구체적인 수업 상황이라도 상황 1과 상황 2에서 초등 예비교사들의 교수 지향이 같지 않다는 점이다. 과학 탐구 수업의 지향을 판단하기 어려운 경우를 제외하고 상황1과 상황2를 비교해 보면 6명(30%)의 초등 예비교사가 '개념 이해' 교수 지향을 일관되게 나타냈고, 1명(5%)은 '과학적 실천'을, 1명(5%)은 '개념 이해 및 과학적 실천' 교수 지향을 지속해서 나타냈다. 반면 9명(45%)의 초등 예비교사는 상황 1과 상황 2에서 서로 다른 교수 지향을 보였다. 앞서 기술하였듯이 같은 상황에서도 초등 예비교사는 학생들의 수준에 따라 다른 교수 지향을 보이기도 하였다. 이러한 결과를 볼 때 초등 예비교사들의 과학 탐구 교수 지향은 하나로 고정된 것이 아니라 복수의 과학 탐구 교수 지향을 가질 수 있으며, 이는 과학 탐구 교수 지향이 복합적인 성격의 구인이라는 점을 확인시켜 준다. 즉, 어떤 상황에 직면하느냐에 따라, 그리고 그 상황에서 학생들의 수준이나 특성에 따라 초등 예비교사가 어떤 수업을 목표로 하는지가 달라지는 것으로 생각할 수 있다.

IV. 결론 및 제언

이 연구에서는 과학 탐구 교수 지향을 '개념 이해', '활동', '과정기능', '과학적 실천', '공학적 실천'의 5가지 유형으로 구분하고 초등 예비교사가 가진 과학 탐구 교수 지향을 개별 심층 면담을 통해 알아보았다. 초등 예비교사가 가지고 있는 과학 탐구 교수 지향은 어떠한지 일반적인 질문을 통해 알아보고, 구체적으로 실험 결과가 예상과 다른 불일치 상황(anomalous situation)에서 다시 조사하여 과학 탐구 교수 지향의 맥락 의존성을 탐색하고자 하였다.

연구 결과 일반적인 상황에서는 '과학적 실천' 교수 지향이 많이 나타났으며 구체적인 상황인 불일치 상황에서는 '개념 이해' 교수 지향이 많이 나타났다. 또 일반적인 상황과 구체적인 상황에서 과학 탐구 교수 지향은 일관적이지 않은 경우가 많았다. 구체적인 불일치 상황에서도 전체적으로 실험 결과가 예상과 다르게 나오는 경우(응결이 전혀 일어나지 않은 경우)와 모둠별로 실험 결과가 일치하지 않는 경우(일부 모둠에서는 응결이 일어난 경우), 과학 탐구 교수 지향은 다른 패턴으로 나타났다. 전체적으로 불일치 상황이 발생하는 경우 '개념 이해' 교수 지향이 좀 더 많이 나타났고, 모둠별로 결과가 다르며 일부 모둠에서 불일치 상황이 발생하는 경우 '과학적 실천' 교수 지향이 좀 더 많이 나타났다. 즉, 초등 예비교사의 과학 탐구 교수 지향은 상황 의존적인 특성이 있고, 복합적인 성격이 강하다고 할 수 있다. 이러한 결과는 교사의 신념이나 인식론적 신념이 맥락에 따라 달라질 수 있다는 선행연구 결과(Leach *et al*., 2000)와 일치한다. 또한, 복합성을 갖는 교수 지향의 특성과 관련해서는 선행연구 결과와도 부합하는데, 중등 사회 교사들의 경우도 2가지에서 3가지의 교수 지향을 동시에 나타낸 경우가 우세하였다(White, 1982).

연구 참여자 수가 적은 본 연구의 한계로 인해 이러한 결과를 일반화할 수 없으나, 본 연구 결과를 통해 교사교육과 관련하여 다음과 같은 시사점을 생각해 볼 수 있다.

첫째, 일반적인 상황에서 '과학적 실천' 교수 지향이, 실험 불일치 상황에서 '개념 이해' 교수 지향이 많은 것은 초등 예비교사들이 이론적으로는 과학적 탐구, 과학적 실천에 대해 어느 정도 이해하고 있고 이를 표현할 수 있지만, 구체적인 실험 상황에서는 개념 이해를 우선으로 교수 행동을 결정할 가능성이 크다는 것을 의미한다. 이러한 '개념 이해' 교수 지향에서는 학생이 수행하는 과학 실험이나 과학 활동은 개념 이해를 위한 수단으로 여겨지고 탐구 결과를 통해 학생들이 과학 개념을 이해하도록 돕는 것을 교사의 주요한 역할로 여겨진다. 과학 교육과정 문서와 과학교육 연구에서 수십 년간 과학 탐구나 과학적 실천을 강조해 왔고, 그 결과로 초등 예비교사들은 '과학적 실천' 교수 지향을 이해하고 이를 설명하기도 하지만, 구체적인 수업 상황에서는 여전히 개념 이해가 우선시 되며 교사들이 아는 것과 실행하는 것 사이에 격차가 있을 수 있음을 시사한다. '개념 이해' 교수 지향 자체가 문제는 아니며, 과학 탐구를 통해 개념 이해가 촉진되기도 하지만(정원우, 1998), 이것을 최우선으로 하는 것은 현대적인 과학 교수 · 학습 관점에서는 바람직하지 않을 수 있다.

둘째, 초등 예비교사들의 과학 탐구 교수 지향은 복합적인 특성을 나타냈다. 과학 수업 실행 경험이 아직 많지 않은 초등 예비교사가 복합적인 교수 지

향을 가지는 것은 자연스러운 것일 수 있지만 이러한 복합적인 교수 지향의 유형은 한정적이었고 모두 '개념 이해 및 과학적 실천' 교수 지향의 유형이었다. 이는 2가지 지향이 가장 우세한 교수 지향이고 상황에 따라 2가지 교수 지향 중 하나가 발현될 가능성이 크다는 것을 의미한다. 과거 Magnusson *et al*.(1999)은 자신의 PCK 모델을 구성하면서, 과학 교사들이 1~2개의 주요 과학 교수 지향을 소유하고, 그에 더하여 다수의 과학 교수 지향도 가질 수 있으며, 심지어는 상반되게 보이는 과학 교수 지향을 가질 수도 있다고 하였다. 그러므로 교사 교육과정에서 초등 예비교사가 자기의 교수 지향을 드러낼 기회가 필요하다. 즉 다양한 과학적 활동을 체험하는 기회를 제공하고 과학 탐구 수업의 다양한 교수 지향이 발현될 수 있는 구체적인 상황이 무엇인지 연구하여 그러한 상황을 제공하고 자신의 교수 지향을 돌아보도록 하고 성찰하도록 할 필요가 있다.

셋째, 초등 예비교사들은 상황에 따라 다른 과학 탐구 교수 지향을 나타냈다. 실험 결과가 예상과 다른 불일치 상황이라도 모든 모둠에서 실험 결과가 예상대로 나오지 않는 경우와 일부 모둠에서만 실험 결과가 불일치하는 경우 교수 지향이 다르게 나타났는데, 전자보다 후자의 경우 '과학적 실천' 교수 지향이 더 많이 나타났다. 즉 실험 결과가 나오지 않은 경우보다는 모둠별 불일치 상황이 초등 예비교사에게 탐구 활동이 가능한 상황으로 인식되었으며 이러한 상황이 교사에게 탐구 지도를 유발할 가능성이 있다. 이러한 결과는 교사 교육과정에서 다양한 실험 결과가 나오는 불일치 상황에 초등 예비교사들이 좀 더 자주 노출되도록 하는 것이 과학적 실천 지향을 발달시킬 수 있는 하나의 방안임을 시사한다. 역으로 초등 예비교사 자신들이 탐구를 수행하는 과정에서 모둠별로 실험 결과가 다른 불일치 상황에서 교사 교육자는 더 적극적인 탐구 수행을 격려해야 하고 이러한 학습 경험, 탐구 경험이 초등 예비교사가 과학적 실천을 지향하도록 하는 방안이 될 수 있다. 이처럼 실험 결과가 이론과 다른 불일치 상황에 어떻게 대처해야 할지에 대한 실천적 지식을 교육할 필요성은 선행연구(윤혜경, 2008; 한수진 등, 2011)에서도 꾸준히 제안해 왔다.

본 연구에서 '과정기능' 교수 지향은 매우 소수인 것으로 나타났으며 '공학적 실천', '활동' 교수 지향은 나타나지 않았다. 이는 연구에서 사용한 상황과 관련될 수 있으며 다양한 상황을 도입하여 연구하면 초등 예비교사의 과학 탐구 교수 지향이 더 폭넓게 나타날 가능성이 있으므로 후속 연구가 필요하다. 나아가 PCK의 여러 요소 및 과학에 대한 인식론적 신념 등과 교수 지향 사이의 관계에 관한 연구를 통해 과학교사의 교수 지향을 효과적으로 변화시키는 방안에 관한 연구가 후속되어야 할 것이다.

참고문헌

방은정, 백성혜(2010). 중학교 과학 교사의 교수 지향과 이에 영향을 미치는 요인 분석. 한국과학교육학회지, 30(6), 719-738.

안영돈, 임희준(2014). 초등 교사의 과학 학습에 대한 신념과 수업 내용, 방법, 환경 측면에서의 교수 실제에 관한 사례 연구. 과학교육연구지, 38(3), 555-568.

양일호, 한기갑, 최현동, 오창호, 조현준(2005). 초등 초임 교사의 과학의 본성에 대한 신념과 과학 교수-학습 활동과의 관련성. 초등과학교육, 24(4), 399-416.

양정은, 최애란(2020). 중학교 과학 교사의 과학 탐구 교수 지향. 대한화학회지, 64(4). 210-224.

윤혜경(2004). 초등 예비교사들이 과학 수업에서 겪는 어려움. 초등과학교육, 23(1), 74-84.

윤혜경(2008). 과학 실험 실습 교육에서 초등 교사가 느끼는 딜레마. 초등과학교육, 27(2), 102-116.

윤혜경, 강남화, 김병석(2015). 예비 과학교사의 과학, 과학학습, 과학 교수에 대한 인식론적 신념: 인식론적 신념의 맥락 의존성. 한국과학교육학회지, 35(1), 15-25.

정득실, 김찬종, 이선경, 오필석(2007). 구성주의적 수업을 위한 워크숍에 참여한 중등 과학 교사의 교수 지향과 수업 실행. 한국과학교육학회지, 27(5), 432-446.

정원우(1998). 고등학교 지구과학 실험 실습 교육에 대한 조사분석. 한국지구과학회지, 19(5), 439-448.

조은진(2020). 과학교사의 '과학의 본성' 교수 의지 사례 연구: 지식과 신념의 상호작용 탐색. 학습자중심교과교육연구, 20(5), 21-50.

팽애진, 백성혜(2005). 과학 실험 수업에 대한 중등 과학 교사의 신념 사례 연구. 한국과학교육학회지, 25(2), 146-161.

한수진, 이인혜, 강석진, 노태희(2011). 위기 상황에의 대처 전략을 통한 초등교사들의 과학에 대한 인식론적 신념 연구. 초등과학교육, 30(1), 61-70.

Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N. G. (2000). Improving science teachers' conceptions of nature of science: A critical review of the literature. International Journal of Science Education, 22(7), 665-701.

Abd-El-Khalick, F., Boujaoude, S., Duschl, R., Lederman,

N. G., Mamlok-Naaman, R., Hofstein, A., ... & Tuan, H. L. (2004). Inquiry in science education: International perspectives. Science Education, 88(3), 397-419.

Adey, P., & Shayer, M. (1993). An exploration of long-term far-transfer effects following an extended intervention programme in the high school science curriculum. Cognition and Instruction, 11(1), 1-29.

Ajzen, I., & Fishbein, M. (1980). Understanding attitude and predicting social behavior. Englewood Cliffs.

Anderson, C. W., & Smith, E. L. (1987). Teaching science. In V. Richardson-Koehler (Ed.), Educators' handbook: A research perspective (pp. 84-111). Longman.

Anderson, R. D. (2002). Reforming science teaching: What research says about inquiry. Journal of Science Teacher Education, 13(1), 1-12.

Ball, D. L., & Bass, H. (2002, May). Toward a practice-based theory of mathematical knowledge for teaching. Proceedings of the 2002 annual meeting of the Canadian Mathematics Education Study Group (pp. 3-14). Edmonton Alberta.

Bartos, S. A., & Lederman, N. G. (2014). Teachers' knowledge structures for nature of science and scientific inquiry: Conceptions and classroom practice. Journal of Research in Science Teaching, 51(9), 1150-1184.

Brickhouse, N. W. (1990). Teachers' beliefs about the nature of science and their relationship to classroom practice. Journal of Teacher Education, 41(3), 53-62.

Cochran-Smith, M., & Lytle, S. L. (1999). Relationships of knowledge and practice: Teacher learning in communities. Review of Research in Education, 24(1), 249-305.

Crawford, B. (2007). Learning to teach science as inquiry in the rough and tumble of practice. Journal of Research in Science Teaching, 44(4), 613-642.

Driver, R. (1983). The Pupil as Scientist. Open University Press.

Eick, C. J., & Reed, C. J. (2002). What makes an inquiry-oriented science teacher? The influence of learning histories on student teacher role identity and practice. Science Education, 86(3), 401-416.

Ernest, P. (1989). The knowledge, beliefs and attitudes of the mathematics teacher: A model. Journal of Education for Teaching, 15(1), 13-33.

Forzani, F. M. (2014). Understanding "core practices" and "practice-based" teacher education: Learning from the past. Journal of Teacher Education, 65(4), 357-368.

Friedrichsen, P., & Dana, T. (2005). A substantive-level theory of highly-regarded secondary biology teachers' science teaching orientations. Journal of Research in Science Teaching, 42(2), 218-244.

Gess-Newsome, J. (2015). A Model of Teacher Professional Knowledge and Skill including PCK: Results of the Thinking from the PCK Summit. In A. Berry, P. M. Friedrichsen, & J. Loughran (Eds.), Re-Examining Pedagogical Content Knowledge in Science Education (pp. 14-27). Routledge.

Gess-Newsome, J., & Carlson, J. (2013, September). The PCK summit consensus model and definition of pedagogical content knowledge. In J. Gess-Newsome (Chair), Symposium. The European Science Education Research Association (ESERA) Conference, Nicosia, Cyprus.

Gess-Newsome, J., Taylor, J. A., Carlson, J., Gardner, A. L., Wilson, C. D., & Stuhlsatz, M. A. (2017). Teacher pedagogical content knowledge, practice, and student achievement. International Journal of Science Education, 39(1), 1-20.

Grossman, P. L. (1990). The making of a teacher: Teacher knowledge and teacher education. New York, NY: Teachers College Press.

Helms, J., & Stokes, L. (2013). A Meeting of Minds around Pedagogical Content Knowledge: Designing an International PCK Summit for Professional, Community, and Field Development. Inverness Research. (PCK Summit Report). Retrieved from http://www.inverness-research.org/reports/2013-05_Rpt-PCK-Summit-Eval-final_03-2013.pdf

Hofer, B. K., & Pintrich, P. R. (2002). Personal epistemology: The psychology of beliefs about knowledge and knowing. Lawrence Erlbaum Associates.

Jones, M. G., & Carter, G. (2007). Science teacher attitudes and beliefs. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), Handbook of research on science education (Vol. 1, pp. 1067-1104). Routledge.

Kang, N. H. (2008). Learning to teach science: Personal epistemologies, teaching goals, and practices of teaching. Teaching and Teacher Education, 24(2), 478-498.

Kind, V. (2016). Preservice science teachers' science teaching orientations and beliefs about science. Science Education, 100(1), 122-152.

Leach, J., Millar, R., Ryder, J., & Séré, M. G. (2000). Epistemological understanding in science learning: The consistency of representations across contexts. Learning and Instruction, 10(6), 497-527.

Levin, B. (2004). Reforming education: From origins to outcomes. Routledge.

Lucero, M., Valcke, M., & Schellens, T. (2013). Teachers' beliefs and self-reported use of inquiry in science education in public primary schools. International Journal of Science Education, 35(8), 1407-1423.

Magnusson, S., Krajcik, J., & Borko, H. (1999). Examining pedagogical content knowledge: The construct and its implications for science education. Springer.

Melville, W., Fazio, X., Bartley, A., & Jones, D. (2008). Experience and reflection: Preservice science teachers' capacity for teaching inquiry. Journal of Science Teacher Education, 19(5), 477-494.

National Research Council. (2000). Inquiry and the national science education standards: A guide for teaching and learning. National Academies Press.

Nott, M., & Wellington, J. (1998). Eliciting, interpreting and developing teachers' understandings of the nature of science. Science & Education, 7(6), 579-594.

Pajares, M. F. (1992). Teachers' beliefs and educational research: Cleaning up a messy construct. Review of Educational Research, 62(3), 307-332.

Park, S., & Chen, Y. (2012). Mapping out the integration of the components of pedagogical content knowledge (PCK): Examples from high school biology classrooms. Journal of Research in Science Teaching, 49(7), 922-941.

Richardson, V. (1996). The role of attitudes and beliefs in learning to teach. In J. Sikula (Ed.), Handbook of research on teacher education (2nd ed., pp. 102-119). New York: Macmillan.

Roehrig, G. H., & Luft, J. A. (2004). Constraints experienced by beginning secondary science teachers in implementing scientific inquiry lessons. International Journal of Science Education, 26(1), 3-24.

Ryan, G. W., & Bernard, H. R. (2000). Data management and analysis methods. Handbook of Qualitative Research, 2(1), 769-802.

Schwab, J. J. (1962). The teaching of science as enquiry. In J. J. Schwab & P. F. Brandwein (Eds.), The teaching of science (pp. 3-103). Simon and Schuster.

Wallace, C. S., & Kang, N. H. (2004). An investigation of experienced secondary science teachers' beliefs about inquiry: An examination of competing belief sets. Journal of Research in Science Teaching, 41(9), 936-960.

White, C. S. (1982). A validation study of the Barth-Shermis social studies preference scale. Theory and Research in Social Education, 10(2), 1-20.

조은진, 서초고등학교 교사(Eunjin Cho; Teacher, Seocho High School).

최취임, 서울대학교 강사(Chuiim Choi; Instructor, Seoul National University of Education).

† 윤혜경, 춘천교육대학교 교수(Hye-Gyoung Yoon; Professor, Chuncheon National University of Education).