

교사학습공동체 활동을 한 초임중등과학교사의 과학 탐구 수업에 대한 인식

김유림 · 최애란*

이화여자대학교 과학교육과
(접수 2019. 2. 25; 게재확정 2019. 7. 3)

Inquiry-Based Science Instruction Perceived by Beginning Science Teachers in a Professional Learning Community

Yurim Kim and Aeran Choi*

Department of Science Education, Ewha Womans University, Seoul 03760, Korea. *E-mail: achoi@ewha.ac.kr
(Received February 25, 2019; Accepted July 3, 2019)

요 약. 본 연구는 교사학습공동체에서 과학 탐구 수업이라는 공동의 목표를 자발적으로 설정하고 1년 이상 탐구 수업 계획, 실행 경험 공유, 반성을 함께 한 5명의 교사를 대상으로 과학 탐구 수업에 대하여 어떠한 인식을 갖고 있는지 개방형 설문과 개별 면담 자료를 통해 알아보는 것을 목적으로 한다. 본 연구 참여 교사들은 과학 수업에서 학생들이 스스로 탐구를 수행함으로써 교육 과정에 제시된 과학 핵심 개념을 형성하는 것이 과학 탐구 수업의 목표라고 인식하는 것으로 나타났다. 또한 본 연구의 참여 교사들은 학생들이 과학 수업에서 탐구를 수행하면 ‘과학 핵심 개념 학습’, ‘과학에 대한 흥미 향상’, ‘과학적 사고력 함양’, ‘과학의 본성 이해’ 등의 과학 교육의 목표를 달성할 수 있다고 인식하는 것으로 나타났다. 본 연구의 참여 교사들은 과학 탐구 수업에서 교사의 역할이 중요하다는 것뿐만 아니라 과학 탐구 수업에서 학생들이 탐구를 수행할 수 있도록 하기 위해 교사가 어떠한 역할을 해야 하는지 구체적으로 인식하는 것으로 나타났다. 과학 수업에서 학생들이 능동적으로 탐구를 수행할 수 있도록 교사는 ‘핵심 개념 설정’, ‘과학 실천 기반 교수-학습 내용 재구성’, ‘학생의 수준 고려’, ‘발문 및 피드백 제공’, ‘과학적 개념 설명’, ‘학생들의 활발한 논의 유도’하는 역할을 해야한다고 강조하였다.

주제어: 과학 탐구 중심 수업, 교사학습공동체, 초임중등과학교사

ABSTRACT. The purpose of this study was to investigate beginning science teachers' perceptions of inquiry-based science instruction using open-ended questionnaire and semi-structured interview. Participants of this study voluntarily set up a goal of inquiry-based science instruction, planned inquiry-based science lessons, and shared and reflected their teaching experiences in their professional learning community for more than a year. Participant teachers recognized students' construction of core scientific concepts through performing scientific inquiry as a goal of science inquiry instruction. Participant teachers indicated that goals of science education such as 'learning scientific core concepts', 'improving students' interest of science', 'improving scientific thinking', and 'understanding the nature of science' can be achieved through students' active engagement in scientific inquiry. Participant teachers recognized not only the importance of teachers' role, but also what roles science teachers should play in order to enable students to perform scientific inquiry. Participant teachers emphasized teachers' roles such as 'identifying core concepts', 'reorganizing science curriculum', 'considering student ability', 'asking questions and providing feedbacks to students', 'explaining scientific concepts', and 'leading students' argumentation.'

Key words: Inquiry-based science instruction, Professional learning community, Novice science teachers

서 론

우리나라는 3차 과학과 교육과정에 과학 탐구의 중요성을 제시한 이후 최근 2015 개정 과학과 교육과정에 이르기까지 과학 탐구 중심 학습을 지속적으로 강조하고 있다.¹ 그러나 실제 교육 현장에서는 과학 탐구 수업이 그 의미대로 실행되지 못하고 있다고 여러 선행 연구에서 보고 되어 왔다.²⁻⁵ 과학 탐구 수업에 관한 선행 연구를 고찰한

Abd-El-Khalick (2013)은 잘 설계되고 수행된 과학 탐구 수업일지라도 학생들이 제안하는 아이디어의 최종 결정은 교사가 하고 수업 시간에 학생간의 논의가 거의 일어나지 않는다고 하였다.² Park & Kim(2007)도 리커트 설문조사에서 중학교 과학 교사들이 탐구 수업을 선호한다고 응답하였지만 실제 탐구 수업에서는 학생들이 수집한 증거에 기초하여 결론을 도출하기 보다는 교사의 권위에 기초하여 결론을 도출한다고 주장하였다.⁴

과학 탐구 수업을 관찰하고 분석한 다수의 선행 연구에서도 학생들이 탐구를 수행하여 스스로 개념을 형성하는 진정한 탐구 학습 보다는 교사 중심의 개념 확인 실험과 탐구 기능 수행에 초점이 맞추어진 수업이 현장에서 실행되고 있다고 보고하고 있다.⁶⁻¹⁰ 실험 수업의 실태를 알아보기 위해 중학교 3개 학급의 실험 수업을 관찰하고 분석한 Han, Jeun, & Paik(2014)은 과반수의 교사들이 학생들 간의 의사소통 및 정당화 단계에 시간을 적게 할애하고 있었으며 강의를 통해 과학 지식을 학생들에게 전달한다고 하였다.⁷ Jeong, Lee, & Kim(2006)은 중학교 초·중·고교사 4명의 실험 수업을 관찰하고 분석한 연구에서 주어진 시간 내에 학습 목표를 달성하기 위해 교사가 개념을 먼저 도입한 뒤 학생들이 이를 확인하는 실험 활동을 주로 한다고 보고하였다.⁸ Paeng & Paik(2005)의 연구에서도 과학 교사들이 학생들의 탐구 과정 경험보다는 탐구 결과를 더 잘 이해하고 기억하도록 하는 수단으로 탐구 수업을 하고 있었으며, 학생들은 교과서에 제시된 과정을 수동적으로 수행한다고 보고하였다.⁹

이와 같이 학교 현장에서 과학 탐구 수업이 제대로 이루어지지 않는 것은 학생들의 과학 탐구 활동에 대한 교사의 이해가 제한적인 것과 관계가 있다고 주장되어 왔다. Jeon(2015)은 초등 교사의 과학 탐구 지도에 대한 인식을 설문을 통해 조사하여, 실험을 통해 이미 학습한 개념을 이해하거나 절차적 기능을 수행하는 것을 탐구에서 중요한 활동으로 인식하며 학생들이 자신의 설명을 동료와 의사소통하고 정당화하는 활동의 가치를 낮게 평가하고 있다고 보고하였다.³ Park, Kim, & Park(2004)도 중등 과학 교사들이 탐구 학습을 문제 인식, 가설 설정, 실험 설계, 가설 검증 등의 정형화된 단계를 학생들이 수행하는 것이라고 정의한다고 하였다.⁵ Tang *et al.*(2010)은 과학 탐구 수업에서 엄격히 따라야 하는 단계로서 ‘과학적 방법(science methods)’에만 교사들이 초점을 두는 것이 학생들의 진정한 과학 탐구 참여를 어렵게 한다고 주장하였다.¹⁰ Capps & Crawford(2013)는 과학 탐구에 대한 교사의 관점과 탐구 교수 실행의 관계를 알아보았는데, 탐구에 대하여 제한적인 관점을 가진 교사들은 학생들이 일련의 단계를 따라야 하는 것으로 인식하였으며 학생들은 질문 만들기, 자료 수집하기 등의 탐구 활동을 다른 탐구 활동들과 서로 연계하지 않은채 수행한다고 보고하였다.⁶ 이처럼 과학 수업에서 학생들의 과학 탐구 활동에 대한 교사의 제한적인 이해는 학생들이 스스로 문제를 인식하여 실험을 설계하고 수집한 자료를 기반으로 다른 학생들과 논의하여 과학 지식을 협력적으로 구성하는 탐구 활동을 하는 것이 아니라 단순한 기능 수행과 실험 활동만을 하는 과학 수업으로 이어질 수 있다.

여러 선행 연구에서 과학 탐구 수업에 대하여 교사가 가지고 있는 인식을 조사하여 과학 탐구 수업 실행의 어려움과 저해요인을 설명해왔다.¹¹⁻¹⁵ Park, Kim, & Park(2004)은 탐구 학습에 관한 중등 과학 교사들의 인식을 설문을 통해 분석한 연구에서 48.2%의 교사들이 현 교육 여건에서 탐구 학습이 가능하지 않다고 응답하였으며, 교사들의 탐구 학습에 대한 인식 부족이 탐구 학습의 저해 요인이라고 주장하였다.⁵ Park, Park, & Park(2010)은 탐구 활동에 관한 중등 초·중·고교사들의 인식을 설문을 통해 분석한 연구에서 56.7%의 교사들이 과학 탐구를 교실에서 실행하지 않는다고 하면서 교사의 교수 전략 전문성 부족이 교실 탐구 활동 수행의 방해 요인임을 밝혔는데, 대부분의 초·중·고교사들이 과학 탐구를 어떻게 가르치는지 배운 적이 없기 때문에 탐구 중심 과학 교수에 확신을 가지지 못하고 있다고 하였다.¹¹ 탐구 과정에서 수반되는 논증활동에 대한 인식을 선택형 설문을 통해 조사한 Lee, Cho, & Sohn(2009)은 대다수의 중·고등학교 교사들이 학생들이 논증 활동을 통해 과학 개념을 학습하는 것은 비효율적이라고 인식하고 있기 때문에 탐구 과정 중에 토론 활동 기회를 제공하지 않는다고 하였다.¹² Jang(2006)은 탐구 지향 교수 활동에 대한 예비 초등 교사의 인식을 설문을 통해 알아보았는데, 예비 초등 교사의 30%가 과학 내용 지식의 이해 측면에서 탐구 수업이 도움이 되지 않는다고 응답하였으며 탐구 수업이 학생들에게 명확한 답을 주지 않고 정해진 학습 목표를 달성하는 데 시간이 부족하다고 인식한다고 보고하였다.¹³ Cho *et al.*(2008)는 초등학교 교사를 대상으로 과학 탐구 수업 실행 저해 요인에 관해서 설문을 통해 알아보았고, 교사 외적 요인은 수업 시간 부족, 교사 내적 요인은 탐구에 대한 교사의 배경 지식 부족, 교사의 지도 능력 부족, 탐구 수업의 비효율성이라고 하였다.¹⁴ Lee(2013)는 고등학생의 탐구를 지도하는 탐구 멘토링 프로그램에 멘토로 참여한 예비 과학 교사들의 어려움을 알아보았는데, 예비 교사 자신이 탐구에 대한 경험이 많지 않아 학생들에게 적절한 피드백을 할 수 없고 탐구를 지도하는 능력이 부족하여 어려움을 겪는다고 하였다.¹⁵ 이와 같이 선행 연구에서는 과학 교사들이 학생의 탐구를 통해 과학 개념을 학습하는 것은 비효율적이며 시간이 부족하다고 인식하거나, 과학 탐구 수업을 위한 교사의 역할에 대한 인식이 미흡하기 때문에 탐구 수업이 실행되는데 어려움이 있다고 보고하였다.

교사의 과학 탐구 수업에 대한 제한적 인식을 향상시키기 위한 방안으로는 교사 연수, 멘토링, 교사학습공동체가 제안되어 다양한 모습으로 구현되고 있다. 특히 교사학습공동체는 지식 전달 위주의 교사 연수와 멘토교사의 능동적인 반성없는 멘토링이 갖는 한계점이 보완될 수 있는

방안으로 참여 교사들은 공동의 목적을 가지고 자유로운 공유를 하며 비판적 탐구 및 끊임없는 반성을 한다.¹⁶⁻¹⁸ 이와 같은 교사학습공동체에 장기간 참여하여 과학 탐구 수업을 실행한 교사들이 과학 탐구 수업에 대하여 어떠한 인식을 가지게 되는지 알아본다면 선행연구에서 보고한 과학 탐구 수업에 대한 교사들의 제한적 인식이 어떠한 방향으로 향상 될 수 있는지 시사점을 제시할 수 있을 것이다. 과학 탐구 수업에 대한 교사의 인식을 알아본 대부분의 선행 연구가 탐구 수업을 실행한 경험 유무에 상관없이 다수의 교사를 대상으로 선택형 문항과 리커트 척도를 사용한 설문의 응답을 분석하였거나^{4,5,12,13} 서술형 문항의 응답을 범주화한 뒤 양적 결과로 제시하였기 때문에^{3,11} 실제 과학 탐구 수업을 장기간 실행한 교사들의 과학 탐구 수업에 대한 인식을 심층적으로 알기 어렵다는 한계점이 있었다. 이에 본 연구에서는 교사학습공동체에서 1년 이상 과학 탐구 수업을 계획하고 실행하면서 수업에 대한 반성을 함께 한 초·중등과학교사들이 과학 탐구 수업에 대한 어떤 인식을 갖고 있는지 서술형 설문과 개별 면담을 통해 구체적이고 심층적으로 탐색함으로써 과학 탐구 수업 실행을 위한 시사점을 제공하고자 한다.

연구 방법

연구 참여 교사

본 연구의 참여 교사는 2016년 3월부터 2018년 2월까지 자발적으로 교사학습공동체를 형성하고 과학 탐구 수업을 계획, 실행, 공유한 중학교 과학교사 5명이다. 본 연구 참여 교사들 중 A교사, B교사, C교사 3명은 2016년도에 중등과학교사로 임용되었으며 과학 수업 지도안과 학습 자료를 함께 제작하기 위해 교사학습공동체를 형성하였다. 이후 2016년도에 중등과학교사로 임용된 D교사와 2017년도에 임용된 E교사가 2017년 3월부터 참여하게 되어 5명의 교사가 함께 교사학습공동체를 운영하였다.

교사학습공동체 형성과 운영

본 연구의 교사학습공동체는 초기에 학교 과학 수업 지도안과 학습 자료를 함께 만드는 것을 목적으로 A교사, B교사, C교사 세 명이 자발적으로 형성하였다. 연구 참여 교사들은 교사학습공동체 모임에 참석하여 각자의 수업 지도안과 학습 자료를 함께 만들고 공유하였으며, 필요한 경우 교직 경력 5년 이상인 경력 교사들과 과학 교육 전문가로부터 피드백을 받고 수업 지도안과 학습 자료를 수정 및 보완해나갔다. 교사학습공동체 활동을 하면서 교사들은 교사 중심의 강의식 수업이 아닌 학생들이 적극적으로 참여하는 수업의 중요성과 필요성을 인식하여 교사학습

공동체 2개월 활동 후 과학 탐구 수업으로 지향점을 설정하게 되었다. 이후 교사들은 교사학습공동체 모임에서 과학 탐구 수업 계획을 세우고 실행한 뒤, 각자의 수업 경험을 공유하고, 수행한 과학 탐구 수업에 대한 반성도 함께 하였다.

2016년도에 교사학습공동체에 참여한 A교사, B교사, C교사의 담당 학년은 모두 중학교 2학년이었으며, 과학교육과정의 내용을 2016년 5월부터 과학 탐구 교수·학습 활동으로 함께 계획하고 각자의 과학 수업에서 실행하였다. 2017년도에 교사학습공동체에 참여한 5명의 교사들의 담당 학년은 중학교 1학년, 2학년, 3학년으로 다양하였다. 이에 교사들은 2017년 중학교 2학년 수업을 2016년도에 제작한 자료를 수정 및 보완하여 실행하였고, 중학교 1학년, 3학년 과학 수업 계획도 과학 탐구 교수·학습 활동으로 함께 계획하여 실행하였다. 교사들은 각자의 과학 탐구 수업에서 사용할 MS PowerPoint 자료와 학생 활동지를 교사학습공동체에서 함께 제작하였고, 학습 목표, 핵심 개념, 적절한 과학 실천, 교사의 발문 등에 관한 아이디어를 공유하였다. 특히 활동지에 제시된 자료 및 가이드가 학생들이 과학 탐구를 하는데 적절한 수준으로 제시되어 있는지 검토하고 학생들이 수업 시간에 과학 탐구를 수행하기 위해서 교사가 구체적으로 무엇을 어떻게 해야 하는지에 대해 논의하였다. 교사학습공동체에서 교사들은 각자가 수행했던 과학 탐구 수업 경험을 공유하면서 수업에서 잘되었던 점이나 어려웠던 점에 대하여 토론을 하였고 개선할 점에 대한 피드백을 주고받았다. 또한 교사들은 교사학습공동체에서 자신의 수업에 대해 반성적으로 고찰한 내용을 기록하였다. 교사학습공동체 모임은 교사들이 원하는 시간과 장소에서 주 1-2회씩 2016년도에는 34회, 2017년도에는 19회 이루어졌다. 교사학습공동체 1회 모임 시 회의 시간은 2시간에서 4시간으로 평균 3시간 정도였으며, 모임 장소는 회의실, 카페 등 다양하였다.

설문지 및 면담 문항 개발

설문지

본 연구에서는 교사학습공동체 활동을 한 초·중등과학교사들이 과학 탐구 수업에 대한 어떠한 인식을 가지고 있는지를 알아보기 위한 개방형 설문지를 개발하였다. 설문지의 문항은 과학 탐구에 대한 인식을 조사한 연구^{11,14}와 논의에 대한 인식을 조사한 연구^{12,19}를 참고하여 개발하였다. 설문지는 연구 참여 교사들이 과학 탐구 수업에 대한 인식을 자유롭게 구체적으로 기술할 수 있도록 서술형 문항으로 제작되었다. 학창 시절, 교사 양성 또는 교사 교육 프로그램에서 과학 탐구 수업 경험(문항 1), 과학 탐구를

통한 학습의 의미와 장점(문항 2), 과학 탐구 수업 실행 경험과 어려운 점(문항 3), 교사학습공동체 활동 전, 후 과학 탐구 수업에 대한 인식(문항 4), 과학 탐구 수업에 대한 앞으로의 계획(문항 5)에 대한 내용을 포함한다.

개별 면담

본 연구에서는 연구 참여자들이 개방형 설문지에 작성한 응답을 기반으로 하여 개별 면담 문항을 개발하였다. 교사가 작성한 응답에 대해 이유가 드러나 있지 않은 경우 그렇게 생각한 이유 및 서술한 내용과 관련하여 구체적인 상황이나 예시를 설명해 줄 것을 요구하는 문항을 개발하였다. 또한 설문지의 응답을 반복적으로 읽은 뒤 중요하다고 생각되는 내용에 대해 더 자세히 질문하거나, 내용이 불분명하여 명확한 의미 확인이 필요한 경우 더 구체적으로 질문하는 문항을 개발하였다.

자료 수집

개방형 설문지

개방형 설문은 연구 참여 교사들이 교사학습공동체 활동을 한지 1년 6개월 뒤인 2017년 8월 3일부터 2017년 8월 16일까지 총 2주간 실시하였다. 설문지의 문항은 연구 참여 교사들에게 이메일을 통해 전송되었으며 응답은 워드 파일로 자유롭게 작성하도록 하였다. 각 연구 참여 교사로부터 수집된 설문지 응답의 분량은 평균 2페이지 분량이며 총 10페이지 분량이었다.

개별 면담

연구 참여 교사들이 개방형 설문에 응답한 후에 설문지에 작성한 응답을 기반으로 개별 면담 문항을 개발하여 2017년 11월 2일부터 2017년 11월 12일까지 개별 면담을 실시하였다. 개별 면담은 연구 참여 교사가 근무하는 학교 근처, 교사학습공동체 모임이 이루어지는 카페 등 연구 참여 교사가 정한 장소에 연구자가 방문하여 이루어졌다. 개별 면담 소요 시간은 Table 1와 같으며 각 참여 교사의 면담 시간은 평균 42분이 소요되었다.

개별 면담을 실시하기 전에 연구 참여 교사에게 연구의 목적과 필요성, 내용에 대해 충분히 설명하고 연구자와 연구 참여 교사와의 래포(rapport)를 형성한 뒤 면담을 실시하였다. 개별 면담은 설문지 응답을 기반으로 하여 구

성된 반구조화된 면담 형태로 실시하였다. 과학 탐구 수업과 관련하여 의미 있는 응답이 나왔을 경우 연구 참여 교사들의 응답에 따라 “그것에 대해 더 자세히 설명해 주실 수 있나요?”, “예를 들면 어떤 것들이 있었나요?” 등 추가적인 탐색 질문(probing question)을 하였으며 연구 참여 교사가 면담에 쉽게 응답할 수 있도록 연구 참여 교사가 응답한 설문지를 함께 준비하였다. 모든 개별 면담 내용은 연구 참여 교사의 동의를 얻어 녹음 및 전사하였다. 수집된 개별 면담 전사본의 총 분량은 A4 53페이지 분량이었다.

교사학습공동체 모임 녹음 및 전사본

본 연구에서는 개별 설문 및 면담 내용의 신뢰성을 확보하고자 교사학습공동체 모임의 대화를 녹음 및 전사하였다. 수집된 교사학습공동체 모임의 녹음 파일은 총 53개였다. 각 녹음 파일은 평균 3시간 분량이며 총 113시간 40분 분량이었다. 모든 녹음 파일은 워드 문서로 전사되었으며 총 A4 1791페이지 분량이었다. 녹음 전사본을 읽으면서 연구 참여 교사들의 과학 탐구 수업에 대한 인식이 드러나는 부분을 찾아 개별 설문 및 면담 분석의 신뢰성을 확보하였다.

과학 탐구 수업 반성일지

본 연구에서는 연구 참여 교사들이 교사학습공동체 활동을 하는 동안 작성한 과학 탐구 수업 반성일지를 수집하였다. 연구 참여 교사들은 수업을 마친 후 수업 반성일지를 작성하면서 자신이 했던 과학 탐구 수업에 대해 스스로 반성하는 시간을 가졌다. 수업 반성일지는 특별한 형식과 분량이 있는 것은 아니며 교사들이 자신의 생각을 워드 파일로 각자 자유롭게 작성하였다. 본 연구에서 수집된 반성일지는 총 A4 38페이지 분량이었다. 수집된 반성일지를 읽으면서 과학 탐구 수업에 대한 인식이 드러나는 부분을 찾아 개별 설문 및 면담 분석의 신뢰성을 확보하였다.

자료 분석

본 연구에서는 설문지 응답과 개별 면담 자료 분석을 위해서 수집된 설문지의 응답을 워드 프로그램을 이용하여 모두 입력하였고 연구 참여자의 동의하에 녹음된 면담의 모든 내용을 전사하였다. 설문지의 응답과 개별 면담 전

Table 1. Amount of interview data

| | Teacher A | Teacher B | Teacher C | Teacher D | Teacher E |
|----------------------------------|------------|------------|-------------|------------|-------------|
| Audiotaped Individual Interview | 30 min | 35 min | 60 min | 35 min | 52 min |
| Transcribed Individual Interview | A4 8 pages | A4 8 pages | A4 15 pages | A4 8 pages | A4 14 pages |

사본은 반복적 비교 분석법(constant comparison method)을 통해 개방 코딩, 범주화, 범주 확인의 순서로 분석하였다.²⁰⁻²² 과학 교육 전문가 1인과 과학교육 석사과정 1인이 함께 분석 과정을 논의함으로써 분석 결과의 신뢰성을 높이고자 하였다. 본 연구에서는 설문지 응답과 개별 면담 전사본뿐만 아니라 수집한 교사학습공동체 모임 녹음 및 전사본, 과학 탐구 수업 반성일지 등 다수의 자료를 읽으면서 과학 탐구 수업에 대한 인식이 드러나는 부분을 찾아 개별 설문 및 면담 분석 결과를 삼각검증(triangulation)하여 연구의 타당성 및 신뢰성을 확보하고자 하였다.²³

연구 결과

과학 탐구 수업의 목표에 대한 교사의 인식

본 연구 참여 교사들은 과학 탐구를 통해 학생들이 과학 핵심 개념을 형성하는 것을 과학 탐구 수업의 중요한 목표로 인식하고 있었다. 또한 학생들이 탐구를 수행하면 과학 핵심 개념 학습, 과학에 대한 흥미 향상, 과학적 사고력 함양, 과학의 본성 이해라는 과학 교육의 목표를 달성할 수 있다고 하였다.

가. 과학 탐구 수업의 중요한 목표는 과학 핵심 개념 형성

본 연구 참여 교사들은 과학자들이 수행하는 과학 탐구와 학생들이 수행하는 과학 탐구가 과학 지식을 구성한다는 점은 같으나 학생들이 수행하는 과학 탐구는 달성해야 하는 학습 목표가 있다는 점에서 다르다고 설명하였다. 즉, 과학 탐구 수업의 중요한 목표는 학생들이 과학 탐구를 수행함으로써 최종적으로 과학과 교육 과정에 제시된 핵심 개념을 형성하는 것이라고 설명하였다. E교사는 수업 시간에 교사가 제시한 문제를 해결하기 위해 학생들이 탐구를 수행함으로써 학습해야 할 과학 개념에 스스로 도달하게 된다고 하였다.

학생들이 주어진 문제를 해결하기 위해 여러 가지 방법을 고안해보고 실행하면서 시행착오를 겪는 과정을 통해 학습해야 할 과학적 개념에 스스로 도달하게 되는 것이 과학 탐구를 통한 학습이라고 생각한다.

(E교사, 개방형 설문)

A교사와 C교사도 과학 탐구 수업의 중요한 목표는 학생들이 핵심 개념을 스스로 형성하는 것이며, 과학 탐구 수업에서 학생들은 8가지 과학 실천을 수행함으로써 과학 핵심 개념을 학습하게 된다고 서술하였다.

학생들이 Big idea를 8가지 과학 실천을 이용하여 스스로 개념을 구성하는 것이 과학 탐구를 통한 학습이라고 생각합니다.

(C교사, 개방형 설문)

시간 제약 등 때문에 학생들이 배워야 하는 모든 개념을 문제 인식부터 결론도출까지의 완전한 과학 탐구 과정을 통해 형성할 수는 없다고 생각합니다. 저는 학생들 스스로 지식을 형성하는 것을 가장 중점적으로 보고 탐구와 8practices는 그 도구라고 생각합니다.

(A교사, 개방형 설문)

A교사는 주어진 수업 시간 내에 모든 개념을 완전한 과학 탐구 과정을 통해 형성할 수는 없고, 완전한 탐구 과정을 수행하는 것 보다 학생들이 꼭 학습해야 할 개념을 형성하는 것에 더 중점을 두었다고 하였다. 또한 A교사는 8가지 과학 실천을 도구적인 측면이라고 하면서 과학 실천을 수행하는 것 자체가 과학 탐구 수업의 목표가 아니며 과학 실천을 수행함으로써 학생들이 배워야 할 지식을 학습하는 것을 목표로 두고 있다고 하였다.

이렇게 지식을 형성하는데 모형 해석이 도구였잖아요. 모형 해석이라는 방법을 통해서 아이들이 그런 미각의 성립 과정이라는 거를 형성하게 된 거죠. 틀? 수업의 틀이랄까요? 그니까 음... Contents, 내용이 있잖아요, 아이들이 형성해야 할 지식이 있잖아요. 근데 8practice는 그 지식이 아니거든요. 도구적인 측면이잖아요. 어떤 방법에 대한 서술이잖아요. 그러면 이 방법, 아이들은 이 방법을 사용해서 이러한 지식을 스스로 형성하는 거예요.

(A교사, 개별 면담)

교사학습공동체에 활동 초반 B교사는 과학 수업에서 학생들이 탐구를 수행하면서 흥미를 느끼는 것을 중요하게 생각했지만, 교사학습공동체 활동을 하면서 학생들의 흥미 유발 보다는 과학 탐구를 통해 과학 개념을 형성하여 학습이 되는 것이 과학 탐구 수업의 목표라고 인식하게 되었다.

A교사 B교사는 흥미로운 것을 수업에 넣는 거를 중요하게 생각하잖아요. 그런 의미에서 넣는 건데. 저는 개념을 형성하는 게 중요하다고 생각하거든요.

B교사 저는 흥미가, 제가 생각했을 때는 일단 재미가 없으면 안 듣게 되어서. 애들이 적어도 한 번씩은 흥미 있는 거를 넣어줘야 따라오더라고요.

A교사 개는 학습에 흥미가 있는 게 아니지 그냥 재미있는 활동에만 흥미가 있는 거잖아요. 단순히 실험만 많이 한다고 흥미를 느끼는 건 의미가 없다고 생각해요. 실험

을 해서 중요한 건 그 안에서 우리가 의미를 찾아내는 거지, 단순히 실험 수행 자체가 재미있어서 하는 거는 도움이 되지 않아요.

(6월 25일 교사학습공동체모임 회의 중)

탐구 수업의 목표는 학생들이 스스로 과학 지식을 구성할 수 있도록 하는 거요. 공동체를 하면서 애들이 그 수업 한 차시가 재미있더라도 수업이 끝나고 나서 ‘아 그 수업은 재미있었어.’ 라고 하면 수업이 아니라 어떻게 보면 레크레이션 시간이 된 거 같아요. 그게 아니라 수업을 통해서 애들이 끝나고 난 다음에 ‘아 나는 뭘 배웠어.’ 라고 생각할 수 있어야지만 진짜 과학 수업을 한 거라는 생각이 들었어요.

(B교사, 개별 면담)

Hodson(2014)은 과학자들이 자연 현상을 탐구할 때 수행하는 활동을 학생들이 과학 수업에서 수동적으로 따라 하는 것이 아니라, 학생들이 탐구를 수행함으로써 과학 개념을 학습하는 것이 과학 탐구 학습이라고 하였다.²⁴ Osborne(2014)은 과학자들이 수행하는 기능에만 초점을 맞출 경우 제시된 설명을 확인하거나 성공적인 실험 결과를 얻기 위해 학생들이 조작적 기능을 수행하는 것을 탐구 수행의 목표라고 교사가 인식한다고 하였다.²⁵ 이러한 관점에서 본 연구 참여 교사들이 학생들이 과학 실천을 수행하여 과학 핵심 개념을 형성하는 것이 과학 탐구 수업의 목표라고 인식한 것은 매우 중요한 의미를 가진다.

나. 과학 탐구 수업을 통해 과학 교육 목표 달성

본 연구 참여 교사들은 학생들이 과학 수업에서 탐구를 수행하면 과학 핵심 개념 학습, 과학에 대한 흥미 향상, 과학적 사고력 함양, 과학의 본성 이해라는 과학 교육의 목표를 달성할 수 있다고 하였다.

(1) 학생이 과학 탐구를 수행하여 과학 핵심 개념 학습

본 연구 참여 교사들은 학생들이 과학 탐구를 수행함으로써 과학 핵심 개념 학습이라는 과학 교육의 목표를 달성할 수 있다고 설명하였다. B교사와 C교사는 학생들이 과학 탐구를 수행하여 핵심 개념을 학습하게 되면 강의를 통해 수동적으로 학습할 때보다 핵심 개념을 유의미하게 학습할 뿐만 아니라 개념들 사이에 논리적인 연결고리가 형성되기 때문에 핵심 개념을 오래 기억하는 데에도 도움이 된다고 설명하였다.

저는 좀 더 유의미하게 기억할 수 있을 것 같아요. 그냥 지식을 외우는 거는 의미가 없다고 생각하거든요.

(C교사, 개별 면담)

강의식이나 우리나라 지금까지 공부해왔던 방법은 그냥 과학자들이 만들어 놓은 결과만을 외웠잖아요. 그러니까 유의미학습

관점에서 보면 연결할 선개념이나 아니면 자신한테 이게 아무런 의미가 부여되지 않았으니까 외웠던 것을 금방 잊어버리는데. 근데 탐구를 통해서 자신이 스스로 지식을 구성하게 되면 그 구성하는 과정에서 하나씩 연결고리가 생기면서 훨씬 더 많은 파지를 거치고, 그렇게 되니까 더 머릿속에 인식이 강하게 남을 것 같아요.

(B교사, 개별 면담)

D교사도 학생들이 탐구를 수행함으로써 스스로 개념을 형성하게 되면 과학 지식에 대한 이해도가 높아질 뿐만 아니라 더 오랫동안 기억할 수 있다고 설명하였다. 또한 A교사는 사교육 강의를 통해 과학 지식을 수동적으로 학습해 온 학생보다 탐구를 수행하여 스스로 개념을 형성한 학생이 개념을 다른 상황에 적용하는 능력도 더 높다고 하였다.

과학을 학습하는 데 아무래도 이런 과정을 거치면 과학 지식에 대한 이해도 훨씬 높아지고, 기억도 더 오래 갈 거라고 생각해요. 그냥 단순히 배우고 암기하면 금방 잊어버리는데 이렇게 배우면 좀 더 오랫동안 인출할 수 있을 거라고 생각해요.

(D교사, 개별 면담)

과학 지식을 스스로 형성하기 때문에 이해도도 높아집니다. 학원에서 예습을 해온 학생들이 설명하지 못하는 것들을 설명하기도 하고 다른 상황에 더 잘 적용하기도 합니다.

(A교사, 개방형 설문)

E교사도 학생들이 직접 탐구하여 과학 개념을 학습하였기 때문에 학생들이 교사로부터 수동적으로 전달받은 지식보다 더 오래 기억할 수 있다고 설명하였다.

애들이 직접 지시약을 해보고 그렇게 활동을 할 수 있게끔 하니까 ‘어 선생님, 근데 페놀프탈레인 용액 염기성에서 무슨 색이었죠?’ 이렇게 물어보는 거예요. 그래서 ‘너 지난번에 수산화나트륨 용액에다가 페놀프탈레인 용액 뿌렸잖아 세 번째 칸에 있던 거.’ 그랬더니 ‘아 빨간색’ 이렇게 기억을 하거든요. 외우지 않더라도. 그런 것들이 더 기억에 오래 남는다는 게 그런 것 같아요 직접 해보는 게.

(E교사, 개별 면담)

과학 탐구 수업을 하고 난 뒤 학생의 학습을 알아본 McNeill, Pimentel, & Strauss(2013)는 간단한 학습 목표일지라도 단순히 강의를 통해 지식을 전달하는 것보다 학생들이 탐구 수업에서 지식 구성에 활발하게 참여하도록 하는 것이 학습에 더 효과적이라고 주장하였다.²⁶ Tseng, Tuan, & Chin(2013)도 과학 탐구 수업 경험이 있는 교사들은 학생들의 과학 개

념 이해에 탐구가 매우 효과적인 방법이라고 인식하고 있다고 하였다.²⁷ 본 연구의 교사학습공동체 참여 교사들도 과학 탐구 수업에서 학생들이 탐구 수행을 통해 교육 과정에 제시된 핵심 개념들을 능동적으로 학습하는 과학 교육의 목표를 달성할 수 있다고 인식하고 있었다. 교사들이 과학 탐구 수업은 개념 학습에 비효율적이라고 인식한다고 보고한 선행연구와는 다르게 교사학습공동체에 참여한 본 연구 교사들이 과학 탐구 수행을 통해 과학 개념 학습의 목표를 달성할 수 있다고 인식하는 것은 매우 중요한 의미를 가진다.^{11,12,14}

(2) 학생이 과학 탐구를 수행하면 과학에 대한 흥미 향상

본 연구 참여 교사들은 전달식 강의나 암기를 통해 수동적으로 학습할 때보다 학생들이 과학 탐구 수업에서 스스로 지식을 구성했을 때 과학 학습에 대한 주도권(ownership)을 가지게 되며 과학에 대한 흥미를 느낄 수 있다고 하였다. 손으로 조작하는 단순 활동에서 느끼는 흥미가 아닌 직접 지식을 구성하는 과정에서 학생들이 과학에 대한 흥미를 느낄 수 있다고 설명하였다. 학생들은 과학자가 구성한 과학 지식을 스스로 형성하였을 때 자신들도 과학자처럼 과학을 할 수 있다는 자신감을 가지게 되며 자신이 형성한 지식이 과학자가 구성한 지식과 일치한다는 것을 알게 되었을 때 만족감을 느낀다고 하였다.

과학은 되게 똑똑한 사람만 하는 거라고 생각을 했는데 자기도 할 수 있다는 생각이 든데요. 자기가 공부해보니까, 수업에 참여해보니까 자기도 과학 지식을 만들어낼 수 있고, 다른 공부 잘하는 애들처럼 자기도 할 수 있다 이런 얘기를 되게 많이 하거든요. 그래서 그런 자신감이 생겼다고. 그리고 그게 과학자가 말한 거랑 일치한다. 거기서 얻는 만족감이 되게 크더라고요.

(B교사, 개별 면담)

학생들이 주도권을 가지게 되니까. 되게 수동적으로 배웠다면 이제는 자기들이 주도적으로 과학 지식을 만들어 나간다는 것 같아요. 내가 과학자랑 똑같은 일을 하고 있다는 얘기를 듣는다는 것 자체가 아이들이 더 흥미를 높일 수 있는 거라고 생각을 했어요.

(D교사, 개별 면담)

E교사는 강의식 수업에서 과학 지식을 전달받고 암기하기 때문에 과학이 어렵다고 느끼던 학생들도 탐구 수업에서는 직접 탐구를 하면서 과학 개념을 학습하기 때문에 과학에 대한 흥미를 느낄 수 있다고 하였다. 경력 교사들의 과학 탐구 수업에 대한 신념을 조사한 Bjønness & Knain(2018)은 기계적 암기 학습과는 달리 과학 탐구 수업은 학생들의 과학에 대한 흥미를 일으킬 수 있는 교수-학습의 형태로 교사들이 인식한다고 하였다.²⁸ 본 연구의 참여 교사들도

학생들이 과학자처럼 스스로 지식을 구성하는 과학 탐구 수업에서 과학 학습에 대한 주도권을 가지게 되며 과학에 대한 흥미를 가지게 된다고 인식한 것으로 나타났다.

틀에 박힌 공부 하던 애들, 약간 상위권인 애들도 이론으로만 배웠던 것들을 실험을 직접해보잖아요. 그러니까 더 흥미를 느끼는 것 같아요. 아 과학이 이런 과목이구나. 그 전까지는 암기 과목이라고 생각을 하더라고요. (중략) 이렇게 된다는 게 경험으로 느낀 게 아니고 교과서에서 이렇게 된다고 말을 했으니까 그걸 외운 거고 그러니까 어렵다고 생각을 할 수 밖에 없다고 이해했죠.

(E교사, 개별 면담)

예비 과학 교사의 탐구 지도 경험에 대해 알아본 Cho & Baek(2015)의 연구에서 예비 교사들은 학생들이 스스로 논의를 하여 새로운 지식을 학습하는 것보다는 체험 중심의 재미있는 실험을 통해 즐거움을 느끼는 것을 더 중요하게 인식하는 것으로 나타났다.²⁹ 본 연구의 교사들이 학생들이 과학자처럼 탐구를 수행하여 스스로 지식을 구성할 때 과학 학습에 대한 주도권과 과학에 대한 흥미를 가지게 된다고 인식한 것은 선행 연구의 교사들이 학생들의 재미있는 활동 체험과 즐거움을 중요하게 인식한 것과는 다르게 의미가 있다.

(3) 학생이 과학 탐구를 수행하면 과학적 사고력 함양

본 연구 참여 교사들은 학생들의 과학 탐구 수행은 과학적 사고력을 함양할 수 있는 기회를 제공한다고 설명하였다. 강의식 수업과 달리 과학 탐구 수업에서는 학생들이 교사의 질문에 대하여 스스로 사고하여 자신의 생각을 이야기하고 동료들과 의사소통하면서 과학 개념을 형성해나간다고 하였다.

학생들이 과학 탐구 수업 시간에 주제에 따라 스스로 생각해 내거나 교사가 이끄는 질문에 대해 자신의 생각을 이야기하고 토의할 때 친구들의 생각을 들으며 개념을 형성해나갑니다.

(A교사, 개방형 설문)

특히 C교사는 학생들이 과학적인 근거를 바탕으로 자신의 주장을 동료들과 이야기하는 과정에서 논리적 사고력을 함양할 수 있고, 다른 사람의 주장과 근거의 타당성을 판단하는 과정에서 비판적 사고력을 함양할 수 있다고 하였다. 이는 2015 개정 과학과 교육과정에서 제시된 과학과 핵심 역량 중 ‘과학적 사고력’으로 C교사는 과학 탐구 수업을 통해 교육과정에 제시된 과학적 사고력을 학생들이 함양할 수 있다고 인식한 것으로 보인다.¹

학생들이 사고할 수 있게 하는 게 저희 수업의 특징인 것 같아요. (중략) 자기가 주장, 근거를 얘기하거나 뭔가 얘기를 할 때 논리적 사고에 도움이 되는 것 같고, 누군가의 주장, 증거가 타당한지 얘기하는 과정에서 비판적 사고도 키울 수 있을 것 같아요. 그래서 2015 교육과정에서 원하는 인재상을 갖추기 위해서는 계속 생각해보고 자신의 주장을 말하게 하고 이런 수업이 필요하지 않을까.

(C교사, 개별 면담)

C교사와 D교사는 기존의 주입식 교육과 과학 탐구 수업을 비교하면서 과학 지식을 구성하는 과정에서 과학적 사고에 익숙하지 않은 학생들은 과학 탐구 수업에서 어려움을 겪을 수 있다고 하였다. C교사는 교사의 강의를 통해 단시간에 전달받았던 지식을 학생이 스스로 구성하기 위해서는 시간이 많이 걸리기 때문에 학생들이 탐구 수업에 어려움을 느낀다고 하였다.

사실 주입식 교육의 장점은 하려는 의지가 있는 아이들이 있으면 정말 단기간에 많은 정보를 넣어줄 수 있잖아요. (중략) 탐구 수업은 하나의 지식에 도달하는 과정까지도 너무 오랜 시간에 걸리는 게 지루함으로 느껴질 수도 있을 것 같아서 그런 부분에서는 아직 숙제인 것 같아요.

(C교사, 개별 면담)

어떤 아이들은 그냥 설명해주면 받아들이고 싶어 하는 애들도 있거든요. 그래도 많이 변하기는 했는데 생각하는 것 자체를 어려워하는 친구들은 아직도 탐구 수업을 어려워해요.

(D교사, 개별 면담)

반면 A교사는 성취도가 낮은 학생뿐만 아니라 성취도가 높은 학생들도 과학 탐구 수업에 어려움을 느끼나 이에 대해서는 긍정적으로 인식한다고 하였다. 교사의 강의를 통해 전달받은 지식을 수동적으로 암기하는 것에 익숙했던 학생들이 능동적으로 과학적 사고를 하여 스스로 지식을 구성하는 과정에서 느끼는 어려움이므로 이를 긍정적으로 인식하는 것으로 보인다.

좀 어렵게 느껴지는 애들도 있었는데 잘 하는 애들도 어렵게 느껴진다는 애들이 있었거든요? 저는 이 경우도 긍정적으로 봐요. 왜냐면 단순히 외우기만 해서 쉬웠던 내용을 스스로 생각해 되니까 어렵다고 느끼는 애들이 훨씬 많거든요 실제로는. 그래서 그런 경우에는 오히려 괜찮다고 생각했어요.

(A교사, 개별 면담)

교사의 탐구 수업에 대한 인식을 알아본 여러 선행 연구들은 성취도가 낮거나 암기위주의 학습에 익숙한 학생

들은 과학적으로 사고하는 능력이 부족하여 현장에서 탐구 수업이 제대로 이루어질 수 없다는 부정적인 인식을 교사들이 가지고 있다고 보고하였다.^{13,14} 그러나 과학 탐구 수업에서 교사는 학생들이 스스로 과학적 사고를 할 수 있는 기회를 제공하며 학생들은 능동적으로 과학적 사고를 하여 과학 탐구를 수행한다고 설명하는 본 연구 참여 교사들은 선행 연구 교사들과는 다르게 과학 탐구 수업에 대한 긍정적인 인식을 가지고 있다고 볼 수 있다.

(4) 학생이 과학 탐구 수행을 하면 과학의 본성 이해

본 연구 참여 교사들은 과학 탐구 수업에서 과학자들의 탐구 과정을 학생들이 직접 수행하면 과학자들이 구성한 과학 지식을 탐구의 결과물로 형성하는 것뿐 아니라 과학 지식이 어떻게 형성되었는지 인식론적인 이해도 할 수 있다고 설명하였다. D교사는 학생들이 과학자들의 탐구를 수행함으로써 과학의 본성에 대한 이해를 향상할 수 있다고 하였다. 과학자들이 과학적 설명을 구성하고 합의하는 과정을 학생들이 직접 수행함으로써 과학 지식이 사회적 합의에 의해 구성된다는 것과 과학 지식의 가변성과 같은 과학의 본성을 학습할 수 있다고 설명하였다.

과학 탐구를 함으로써 학생들은 자신들이 하는 방법과 비슷하거나 같은 방법으로 과학자들이 과학 지식을 구성한다는 것을 알게 된다. 이는 단순히 과학 지식을 습득하는 것이 아니라 지식을 구성하는 방법을 배우는 것이기 때문에 진정으로 과학을 학습하는 것이다.

(B교사, 개방형 설문)

그 전까지는 강의식 수업에서 이미 과학자들이 합의한 지식을 전달받고 그거를 외웠잖아요. 근데 탐구 과정을 직접 해봄으로써 과학 지식이 어떻게 형성되었는지 알 수 있게 되었잖아요. 과학자들이 합의를 통해서 여러 가지 의견 중에 어떤 의견을 채택을 해서, 그래서 그게 과학 지식이라는 거를 아이들이 직접 경험을 할 수 있으니까 과학의 본성을 알 수 있게 되는 것 같아요. 과학 지식이 절대적인 게 아니고 사회적 합의를 통해서 이끌어낸 것이라는 그런 과학의 본성을 얘기할 수 있고. 그리고 과학의 본성에 사실 더 많은 것들이 있잖아요. 가변성, 변할 수 있다. 그것도 합의를 통해서 형성된 거기 때문이 합의가 변하면 변할 수 있다는 것도.

(D교사, 개별 면담)

Duschl & Osborne(2002)와 Chwartz, Lederman, & Crawford(2004)은 과학 탐구 수업에서 학생들이 스스로 과학적 설명을 구성하고 증거 기반의 논의에 참여하는 것은 과학의 본성에 대한 이해를 향상하는 데 기여한다고 주장하였다.^{30,31} 본 연구 참여 교사들이 학생들이 과학 탐구 수행 과정에서 과학 지식을 구성하기 위해 논의를 하는 것이 과학의 본성에

대한 이해를 향상시킬수 있다고 하는 것은 과학 탐구 수업에 대하여 전문가적 인식을 가지고 있는 것으로 볼 수 있다.

과학 탐구 수업에서 교사의 역할에 대한 인식

본 연구 참여 교사들은 과학 탐구 수업을 실행하기 위해서는 교사의 역할이 중요하다는 것뿐 아니라 학생들이 탐구를 수행하기 위해 교사가 어떤 역할을 해야 하는지에 대해서도 구체적으로 인식하고 있었다.

가. 핵심 개념 설정

본 연구 참여 교사들은 학생들이 성공적으로 지식을 구성하여 학습 목표를 달성하는 것은 교사가 사전에 과학 탐구 수업을 얼마나 정교하게 계획하는지에 달려있다고 강조하였다. 이를 위해 교사들은 교육 과정에 제시된 성취 기준과 성취 수준을 바탕으로 학생들이 학습해야 하는 핵심 개념을 설정해야 한다고 하였다. A교사는 교과서에 제시된 모든 내용을 정해진 수업 시간 내에 학생들이 과학 탐구를 통해 학습할 수는 없기 때문에 성취기준을 바탕으로 학생들이 학습해야 하는 핵심 개념을 사전에 명확하게 설정해야 한다고 하였다. 선행 연구에서 과학 탐구 수업을 실행하기 어려운 이유로 교과서에 제시된 내용을 탐구로 가르치기에 시간이 부족하다고 언급한 것과 달리 본 연구 참여 교사들은 학생들이 학습해야 할 핵심 개념 위주로 과학 탐구 수업을 계획한다고 설명하는 것은 매우 중요한 의미를 가진다.^{11,12,14,32}

교과서에는 이런 내용이 있고, 학습 성취 기준, 성취 수준은 이런데, 이거를 어떻게 하면 아이들이 스스로 입에서 이 개념을 내뱉게 할 수 있을까? 성취 기준, 성취 수준을 보니까 가르칠 내용이 그렇게 많지 않았어요. 그래서 이것만 아이들이 알게 하면, 스스로 이거를 학습하게 하면 탐구식으로 수업을 해도 괜찮다는 거죠.

(A교사, 개별 면담)

C교사는 교육과정의 성취 기준에 제시된 내용보다 교과서에는 더 많은 내용들이 포함되어 있으며 교과서에 제시된 내용을 모두 탐구 수업으로 가르치는 것이 아니라, 핵심 개념을 중심으로 탐구 수업을 계획하고 실행하면 된다고 설명하였다.

교과서가 너무 어려운 지식도 담고 있다 보니까 탐구로 가르치기 힘들지 않나 생각이 들거든요. 그렇기 때문에 우리는 big idea를 선정해서 수업을 하는 거잖아요. 옛날에 생각했을 때는 ‘탐구로는 절대 못하지 이걸 어떻게 탐구로 하겠어?’ 이었다면 지금 생각으로는 할 수 있기는 하거든요. (중략) 사실 학교 현장에서 막 big idea를 중점적으로 생각하는 분들이 많지는

않더라고요. 성취 기준에 없는 되게 조그만 것들에 집중하시는 분들도 계시는데. big idea를 중심으로 한다는 점이 우리 공동체의 차별점인 것 같아요.

(C교사, 개별 면담)

다음 교사학습공동체 참여 교사들의 대화에서 학생들이 학습해야 할 핵심 개념이 무엇인지 교사들이 논의하여 설정하는 과정이 드러난다. A교사의 중학교 2학년 III. 대기권과 우리생활 단원 수업을 교사학습공동체에서 함께 계획하였는데, 교사들은 교육과정에 제시된 성취기준을 점검하여 단원 팽창과 응결현상으로 구름의 생성 과정을 설명하는 것이 중요한 핵심 개념이라는 것을 공동체 논의를 통해 알게 되었다.

A교사 상승기류를 만들어야 한다는 거를 학생들로부터 끌어내고, 그럼 상승기류는 언제 만들어지는지에 대한 상황을 다 가정을 하고...

B교사 그러면 상승기류가 만들어진다고 하면 지표면이 불균등 가열되는 거랑, 공기가 산 위를 타고 상승하는 거랑 ... 이게 애들한테서 다 나와야 하는 거지?

A교사 나와야 하는 데 그걸 모르겠어요. 나올 수 있을지. 그런데 궁금한 게 구름이 만들어지는 각각의 경우를 알아야 하는 건지 아니면 구름은 상승 기류가 생길 때 만들어진다는 거를 알아야 하는 건지 모르겠어.

C교사 아 여기(성취기준)에 있네요. ‘구름의 생성 과정을 설명할 수 있다.’ 이걸 중요한 게 아니었어.

B교사 구름의 생성 과정을 학생이 설명하면 되는 거니까 이게 메인이 아니네.

C교사 그러면 그냥 단열팽창을 해서 온도가 내려가서 응결된다는 거를 아는 게 중요한 거네. 지난 시간에 했던 구름 발생 실험을 바탕으로 설명해볼 수 있겠다.

(6월 3일 교사학습공동체 모임 회의 중)

D교사는 교육과정에 제시된 성취기준을 바탕으로 학생들이 학습해야 할 핵심 개념을 교사가 명확하게 설정해야 한다는 것을 교사학습공동체 활동을 통해 알게 되었지만 처음에는 설정한 핵심 개념을 학생들이 스스로 형성할 수 있도록 탐구 수업을 구성하는 것이 어렵게 느껴졌다고 하였다.

제가 목표로 하는 성취 기준을 아이들이 도달할 수 있도록, 제가 애들이 말하면 좋겠다고 하는 문장을 미리 적어놓고 애들이 그게 나올 수 있도록 구성을 해요. (중략) 처음엔 성취 기준을 가지고 수업을 만드는 것도 몰랐어요. 여기에서 성취 기준을 먼저 생각을 해놓고 그거를 끌어내는 수업을 해야 한다는 것을

처음 알았기 때문에 탐구 수업을 제가 구성하는 게 너무 어려웠어요.

(D교사, 개별 면담)

C교사는 교사학습공동체 모임에서 동료 교사들과 토의하는 것이 핵심 개념을 설정하는 데 도움이 되었다고 하였고, 교과서에 성취 기준에 제시된 것보다 많은 내용이 포함되어 있어 혼자서 핵심 개념을 설정하는 것은 쉽지 않지만 동료 교사들과 함께 토의를 함으로써 핵심 개념을 설정하는 것에 대해 자신감을 가지게 되었다고 하였다. C교사는 공동체 모임에서 설정한 ‘끓는점은 물질의 특징이다’라는 핵심 개념을 설정하고, 학생들이 물질의 가열 그래프를 해석하여 끓는점이 물질의 특성이라는 주장과 근거를 서술하는 활동을 포함한 교수-학습 계획을 하였다(Fig. 1).

Big idea를 골라내는 과정도 교사학습공동체를 하면서 생각을 했거든요. 교과서에 그렇게 많은 내용이 들어가 있는 줄 몰랐어요. 끓는점은 물질의 특성이라는 것을 배우는 성취 기준이 있는데, 성취 기준에 있는 내용은 정말 조금이고 끓는점 오름까지도 막 설명이 있어요. 훨씬 더 어려운 과제, 부적절한 과제 이런 거는 하지 말자는 결정을 혼자 하는 거는 정말 쉽지 않거든요. ‘나만 우리 애들 덜 가르치나?’ 이런 생각을 하게 되는데, 다같이, 여러 명이 ‘이거 이상하네.’라고 하면 좀 더 확신을 갖게 되는. 그런 것들이 도움이 되는 것 같아요 공동체에서.

(C교사, 개별 면담)

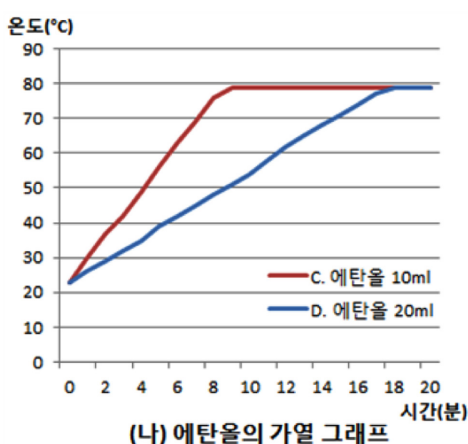
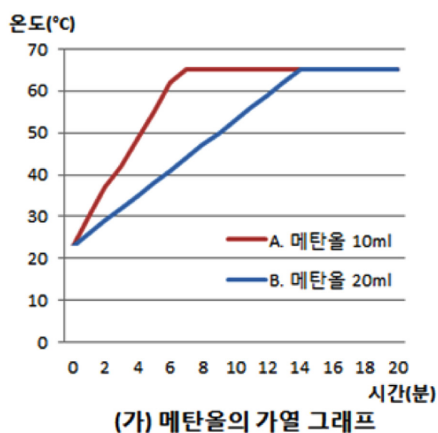
미국 연구회(National Research Council: NRC)는 교과 핵심 개념(disciplinary core ideas)을 제시하여 모든 지식을 가르치는 것이 아니라 학생들이 핵심 개념을 학습하여 스스로 필요한 정보를 수집하고 평가하도록 하는 것이 과학 교육의 중요한 역할이라고 하였다.³³ 우리나라 2015 개정 과학과 교육과정에서도 단편적 지식의 암기를 지양하고 핵심 개념의 심층적 이해에 중점을 두도록 하였다.¹ 이러한 관점에서 본 연구의 교사들이 핵심 개념을 명확히 설정하여 탐구 수업을 계획하는 교사의 역할이 중요하다고 인식한 것은 의미가 있다.

나. 과학 실천 기반으로 교수-학습 내용 재구성

본 연구 참여 교사들은 과학 탐구 수업을 위해서는 학생들이 핵심 개념을 스스로 구성할 수 있도록 교사가 교수-학습 과정을 설계해야 한다고 하였다. A교사는 이것을 “교사가 길을 닦아 놓으면 아이들은 길을 밟아간다”라고 설명하면서 학생들이 학습 목표에 도달할 수 있도록 계획하는 것이 과학 탐구 수업에서 교사의 중요한 역할이라고 인식하고 있었다. B교사는 기존의 교과서에 제시된 방식은 학생들이 스스로 지식을 구성하도록 하는 방향이 아니라 학생이 스스로 지식을 구성할 수 있도록 교사가 교수-학습 내용을 재구성해야 한다고 설명하였다.

기존의 교과서나 문제집은 탐구 수업에 원하는 방향이 아니기 때문에 교육과정 재구성을 해야 한다.

(B교사, 개방형 설문)



1. 시간에 따라 온도는 어떻게 변하는가? 온도가 일정하게 유지될 때 각각 어떤 현상이 관찰될까?
2. 메탄올이 끓는 온도와 에탄올이 끓는 온도는 차이가 있는가?
3. 메탄올이 끓는 온도와 에탄올이 끓는 온도는 각각 물질의 양에 따라 달라지는가?
4. 끓는점은 물질의 특성이 될 수 있는가? 분석한 자료를 바탕으로 자신의 주장과 근거를 써보자.
주장)
근거)

Figure 1. An example of worksheet developed by Teacher C.

또한 교사들은 교과서에 제시된 탐구 활동 중 개념 확인 실험이나 단순히 흥미를 유발하는 활동을 학생들이 스스로 탐구를 수행하면서 자연스럽게 핵심 개념에 도달할 수 있도록 논리적으로 재조직하는 것이 필요하다고 하였다. 교사학습공동체 대화에서 본 연구 참여 교사들은 탐구 수업의 전체적인 흐름과 수업 목표-활동 간의 논리적 연계성에 중점을 두고 학생 활동을 재구성 한다고 하였다.

A교사 수업의 논리적인 흐름이요. 교육과정을 보고, 핵심 개념을 아이들이 마지막에 성취하려면 수업이 도입부터 어떻게 흘러가야 되는지에 대한 논리적인 흐름.

C교사 저도 교육과정을 보고 좀 더 따진다고 했는데 거기에서 핵심을 파악하지 못했던 것 같아요. 애들이 뭔가 하기는 해야 될 것 같은데 뭘 할까? 오존층에 관련된 활동을 넣을까? 이런 마인드가 컸던 것 같아요.

A교사 애들이 활동을 하더라도 그게 목표를 위한 활동이 되어야 하는데 활동을 위한 활동이 되는 것 같아요. 교과서를 보고 좀 현혹돼요. 이거 애들이 재미있어할 것 같아. 흥미로워 할 것 같아.

(5월 6일 교사학습공동체모임 회의 중)

초임교사에게 교과서에 제시된 내용을 재구성 하는 것이 어려울 수 있지만 B교사는 교사학습공동체 모임에서 학생들이 수행할 여러 가지 활동에 대하여 논의하면서 과학 탐구 수업을 구성할 수 있었다고 하였다. B교사는 미국 연구회(National Research Council: NRC)가 제시한 8가지 과학 실천을 학생들이 수행하면서 성취 기준에 도달할 수 있도록 수업을 구성한다고 하였다.

일단은 성취 기준을 놓고, 성취 기준을 학생들이 도달하기 위해서, 결국 말하기 위해서 어떤 과정, 8가지 과학 실천을 집어 넣어야 하나 생각을 해요. 그리고 그 8가지 과학 실천의 순서를 다시 재배열을 해요. 그래서 학생들이 생각했을 때 이순서 다음에 이순서가 될까 이런 식으로 하고, 그거를 생각한 다음에 PPT, 활동지를 만들어요.

(B교사, 개별 면담)

미국 연구회(National Research Council: NRC)에서 제시한 8가지 과학 실천은 과학자가 과학 지식을 구성하는 과정을 토대로 한 것으로 각각 독립적이거나 서로 연관되어 있으며 여러 실천들은 서로 결합하여 함께 수행되기도 한다.³⁴ B교사도 8가지 과학 실천은 고정된 순서에 따라 수행해야 하는 것은 아니며 탐구하는 주제에 따라 다양한 접근 방식으로 학생들이 수행할 수 있도록 교과 내용을 재구성하는 교사의 역할이 필요하다고 인식하고 있었다.

다. 학생의 수준 고려

학생들이 문제 인식부터 결론 도출까지 과학자의 탐구 과정을 모두 수행하는 것도 중요하지만 본 연구 참여 교사들은 학생의 수준에 따라 과학 탐구 수업을 계획해야 한다고 하였다. 다섯 명의 본 연구 참여 교사들이 교사학습공동체에서 수업을 함께 계획할 때 자신이 담당하는 학생들의 수준이나 학교의 환경을 고려하여 과학 탐구 수업을 계획하였다고 설명하였다. E교사는 과학 탐구 수업이 ‘스스로 과학 지식을 구성하는 수업’이라는 생각에는 변화가 없지만, 교사학습공동체 활동을 통해 학생들의 수준이나 환경에 따라 적절하게 탐구 수업을 계획하고 수행해야 한다는 것을 알게 되었다고 설명하였다.

학습자가 가진 조건이나 환경에 따라서 좀 차별적으로 탐구 자료를 적용해야겠다는 생각을 했었어요. 애들 수준에 맞춰서 더 쉽게 바꾼다던지 아니면 너무 고차원적인 탐구 기능을 사용하는 게 아니고 진짜 저차원적인 것부터. 아직 익숙하지 않은 애들이니까. 쉽게 말하면 자료 해석 이런 것도 저차원이잖아요. 그냥 보고 그래프를 보고 알 수 있는 거는 뭘까? 그런 것부터 우리 애들은 시작해야겠구나.

(E교사, 개별 면담)

E교사는 자신의 학생들이 다른 동료 교사들의 학생들보다 강의식 수업에 익숙해있기 때문에 스스로 지식을 구성하는 과정을 어려워해서 제시된 그래프를 해석하는 과학 실천부터 적용하였다고 하였다. B교사도 반성 일지에서(Fig. 2) 학생들이 그래프를 그리는 데 어려움이 느끼는 수준을 고려하여 한 차시로 계획했던 것을 기권의 그래프를 그리는 것과 기권의 특징을 설명하는 것으로 나눌 것이라고 하였다. 즉 과학 탐구 수업에서 학생들의 반응을 바탕으로 교수-학습 계획을 수정 및 보완하였다.

Cho *et al.*(2008)는 학생의 인지수준에 맞지 않은 개방된 형태의 탐구 수업은 오히려 학생들에게 어려울 수 있으며, 교사는 학생의 수준을 고려하여 기초적인 탐구 기능을 단계적으로 지도하는 것이 필요하다고 하였다.¹⁴ 본 연구의 참여 교사들도 무조건 개방된 형태로 탐구 수업을 실행하기 보다는 자신이 담당하는 학생들의 수준을 고려하여 탐구 수업을 계획하는 것이 중요하다는 것을 인식하였다.

라. 발문 및 피드백 제공

본 연구 참여 교사들은 과학 탐구 수업에서 학생들이 스스로 과학 지식을 구성하기 위해서는 학생의 사고를 촉진하는 교사의 발문과 비계 역할을 하는 적절한 피드백이 필요하다고 강조하였다. C교사는 과학 탐구를 하는 주체는 학생이지만 학생이 스스로 과학 지식을 구성하기 위해

06.15.

1교시(2-△) 기권의 구조와 특징을 나가는데 애들이 정말... 그래프를 못 그린다... 내가 또 엄청난 점프를 했다는 생각이 들었다. 수학 선생님께 여쭙보니 애들은 그래프의 축 개념을 어려워하고 한 번에 선을 그리는 건 힘들기 때문에 점 몇 개를 찍은 뒤 잇도록 해야 한다고 하셨다... 내가 중2 때 어느 정도로 생각할 수 있었는지 기억나면 좋겠다. 차라리 기권 그래프 한 차시, 기권의 특징 한 차시를 하는 게 나을 것 같다. 수업을 수정해야겠다.

Figure 2. Reflection written by Teacher B.

서는 학생의 사고를 촉진하는 발문을 하고 학생에게 적절한 피드백을 하는 교사의 역할이 중요함을 강조하였다. 단순히 피드백을 해주는 것 이상으로 구체적이고 정교하게 계획된 발문을 통해 학생의 사고를 촉진해야 한다고 설명하였다.

옛날에도 학생이 뭔가 활동을 하면 교사는 조력자의 역할을 한다는 프레임은 똑같았다면, 이제는 교사가 그냥 돌아다니면서 피드백을 하는 것 이상으로 힘들어 하는 조에 가서는 조금 더 단계적인 발문을 해주고, 활동 시간을 충분하게 준다는 거는 똑같더라도 그 안에서 direction같은 것들이 좀 더 자세해진 것 같고, 생각보다 교사의 역할이 크다는 것을 느꼈어요. 조력자라는 말 자체는 작아 보이잖아요. 근데 교사가 작아 보이면서도 이 수업 전체를 다 쥐고 있어야 가능하기 때문에.

(C교사, 개별 면담)

물질의 특성 단원의 혼합물 분리를 주제로 탐구 수업을 하기 위해 C교사는 이전 시간에 배운 물질의 특성을 이용하여 혼합물을 분리할 수 있다는 것을 학생들이 스스로 이야기 할 수 있도록 교사학습공동체에서 동료교사와 함께 발문을 계획하고 학생들의 반응과 대답을 예상하였다. 이는 Kim *et al.*(2013)과 Jeong, Lee, & Kim(2006)의 연구에서 교사들이 실험 수업에서 학생이 스스로 지식을 구성하도록 돕는 개방형 발문보다 ‘예’, ‘아니오’ 같이 단순한 답을 요구하는 폐쇄형 발문을 한다는 결과와 상반되는 의미 있는 결과라고 볼 수 있다.^{8,35}

C교사 혼합물을 분리해야 한다는 것도 애들이 궁금증을 느끼게 할 수 없을까요?

B교사 ‘일상생활의 대부분 물질들이 혼합물인데 그것들을 내가 순물질 하나만 원할 때는 어떻게 해야 할까?’라고 질문하면 ‘분리해요.’가 나오겠지?

C교사 나올 것 같아요. 혼합물에서 순물질을 분리할 때 물질의 특성을 이용해야 한다는 거를 애들의 입에서 나오게 하고 싶은데, 그럼 좀 더 자연스러울 것 같은데.

B교사 바닷물을 증류하는 정글의 법칙 영상을 보여주고 ‘어

면 물질의 특성을 이용해서 한 걸까?’, ‘끓는점이에요.’
C교사 그럼 차라리 앞 차시에서 순물질을 구별하는 특성에 대해 배웠다면 이번에는 그걸 이용해서 혼합물을 분리한다는 말을 차라리 여기서 해주는 거야. ‘순물질들은 각각의 물질의 특성이 있는데 그걸 이용해서 분리해볼까?’

(8월 28일 교사학습공동체모임 회의 중)

A교사는 과학 탐구 수업을 하기 위해서는 “적절한 질문인지 판단하는 능력을 더 길러야 한다”고 하면서 학생의 능동적인 사고를 자극하여 스스로 지식을 구성하도록 유도하는 질문인지 판단하는 교사의 능력이 필요하다고 하였다. 학생들이 학습해야 하는 ‘정답’을 직접 알려주지 않고 교사의 발문을 통해 학생들의 사고를 체계적으로 자극하여 스스로 핵심 개념에 도달할 수 있도록 해야 한다고 설명하였다.

내가 의도한 답이 있잖아요. 그거에 대해서 애들이 그 답을 써야 해요. 근데 이걸 학생들이 대답하기 위해 내가 직접적으로 질문하면 안돼요. 직접적인 듯 간접적인 direction을 주는 거죠.

(A교사, 개별 면담)

제가 의도했던 성취기준에 맞는 말이 나오도록 질문을 던져서 끌어내는 편이에요. 제가 가서 ‘그러면 이거는 어떻게 되는 거야?’ 이런 식으로 단계별로 질문을 해요. 그러면 제가 의도한 답이 나오더라고요.

(D교사, 개별 면담)

최대한 애들이 생각한 것으로부터 답에 가까이 도달할 수 있게끔 질문을 해서 유도해요.

(E교사, 개별 면담)

본 연구 참여 교사들은 학생들이 지식을 구성할 수 있도록 교사가 발문할 때 학생의 능동적인 사고를 촉진하는 개방형 발문(open-ended question)이 아니라 교사가 원하는 ‘정답’을 학생들이 대답하도록 하는 폐쇄형 발문(closed question)을 하고 있는건 아닌지 반성하였다.

‘내가 하고 있는 질문이 진짜 맞는 건가?’, ‘내가 내 손에 있는 거를 맞춰보라는 질문은 아닌가?’ 이 생각이 계속 들어요. 그러면서도 나는 이 차시 안에 학생이 지식을 구성하도록 해주려면 이런 질문을 해야 하니까 어쩔 수 없이 하면서도 그게 좀 불편할 때도 많고.

(B교사, 개별 면담)

사실 고민이기는 해요. 제가 너무 정해진 답만을 말하도록 유도하는 것 같아서. (중략) 제가 의도했던, 성취 기준에 맞는 말이 나오도록 제가 자주 유도를 하는 편이에요.

(D교사, 개별 면담)

교사학습공동체에서 교사들이 동료와 함께 과학 탐구 수업에서 사용할 발문을 계획하고 학생들의 반응을 예상한 뒤 수정 및 보완하는 과정이 과학 탐구 수업에서 체계적이고 정교한 발문을 하는 교사 역할의 중요성을 인식하는데 기여한 것으로 보인다. Kwon & Nam(2013)의 연구에서도 논의기반 탐구 과학 글쓰기 수업을 적용한 교사들이 학생의 사고를 자극하는 발문을 계획하는 역할이 중요하다고 인식하였으며, 실제 수업에서도 교사들이 단순 확인 형태의 발문보다는 학생의 사고를 자극하는 발문을 하는 것으로 나타났다.³⁶ 구체적이고 정교하게 계획된 발문을 학생들에게 제공하는 교사의 역할이 중요하다고 인식한 본 연구 참여 교사들도 실제 수업에서 학생들의 사고를 자극하는 발문을 사용할 수 있을 것으로 사료된다.

마. 과학적 개념 설명

본 연구 참여 교사들은 학생들이 과학 탐구 수업에서 구성한 지식을 정확한 과학 개념과 연결해주는 교사의 설명이 필요하다고 인식하였다. 학생의 언어로 표현된 문장을 과학적인 용어를 사용하여 정리해줌으로써 학생들이 탐구를 통해 구성한 지식과 과학자들이 정립한 지식을 연결해주는 교사의 역할이 필요하다고 하였다. 본 연구의 참여 교사들이 Lee *et al.*(2013)의 연구에서도 강조한 학생들이 사용한 일상적 용어를 과학적인 개념과 연결하는 교사의 역할이 과학 탐구 수업에서 중요하다는 것을 인식하였다는 점은 매우 중요한 의미가 있다.³⁷

학생들이 구성을 해서 그걸 결국에는 ‘어떤 보일이라는 과학자가 여러분이 실험을 통해서 말한 게 보일의 법칙이다.’라는 것을, 저는 용어를 대입해주면 되는 거예요.

(B교사, 개별 면담)

서로 토의를 통해서 뭔가 결론을 이끌어내면 그걸 통해서 과학자들은 이렇게 정의를 했다. 너희들이 한 것처럼 과학자들도 이렇게 했다. 이런 식으로 탐구 수업을 해요.

(D교사, 개별 면담)

또한 A교사는 과학자가 수행하는 과학 탐구와 달리 학생들이 과학 수업에서 학습해야 하는 핵심 개념들이 정해져 있으며 모든 개념을 탐구를 통해 학생들이 학습할 수 없기 때문에 학생의 수준에서 수업 시간 내에 탐구를 통해 스스로 알아낼 수 없는 개념과 기본적인 용어는 교사의 설명이 필요하다고 하였다.

그 외에 아이들이 알 수 없는 것들이 있어요. 예를 들면 오호츠크 해 기단이 초여름에 춥게 영향을 미치잖아요. 그건 절대 알 수가 없잖아요. 여름이랑 추운 거랑 절대 연관이 안 돼. 이런 거는 아이들한테 이제 제가 설명을 해주죠. 어쩔 수 없이.

(A교사, 개별 면담)

활동이 끝나고 나면 마무리로 결과에 대해서 제가 정리는 해주거든요. 그렇게 정리해주고 이제 애들이 알아낼 수 없는 것들, 기본 개념이나 용어 같은 거는 알아낼 수 없잖아요. 교사가 알려줘야 하는 거잖아요. 그런 것들은 알려주고.

(E교사, 개별 면담)

대부분의 탐구 수업이 교사의 강의를 통해 이미 학습한 개념을 실험으로 확인하는 확인 실험 형태로 이루어진다고 보고한 다수의 선행 연구와 달리 본 연구의 참여 교사들은 학생들이 수업 시간에 탐구를 수행하면서 개념을 형성할 수 있도록 한 후 학생들이 형성한 개념과 과학적인 개념을 연결하는 교사의 설명이 필요하다고 인식한 것은 매우 의미 있는 결과이다.^{7,8,11}

바. 학생들의 활발한 논의 유도

본 연구 참여 교사들은 과학 지식이 사회적 합의에 의해 구성되므로 과학 탐구 수업에서 학생들이 모둠 논의를 통해 과학 지식의 사회적 합의 과정을 경험하도록 하는 것이 중요하다고 강조하였다. 본 연구 참여 교사들은 학생들의 활발한 논의를 유도하기 위해 먼저 학생들이 각자 자신의 생각을 학습지에 기록하게 한 뒤 이를 모둠원간에 공유하여 논의를 하고 모듬의 합의된 의견을 제시하도록 하였다(Fig. 3). 또한 모듬의 의견을 모듬 활동판에 기록한 후 칠판에 부착하고 학급내 다른 모듬의 의견과 공통점과 차이점을 비교하면서 어느 모듬의 의견이 타당한지 학급 논의를 통해 논의 할 수 있도록 교사가 단계적으로 유도하는 역할을 한다고 하였다.

먼저 개인별로 분자 모형을 그리고 이 분자 모형을 모듬별로 다시 토의를 시킨 다음에 그걸 갖고 다시 활동판에다가 모듬의 의견을 그려서 반별로 공유해보게 했어요.

(B교사, 개별 면담)

처음에는 개인적으로 그려보고 그 다음에는 모듬별로 합의를

| 4. 소화순환·호흡·배설-2. 호흡과 배설 | | 활동지B⑥ |
|---|----------|--------|
| 배설기관 모형 이해하기 | 반 번 이름 | |
| * 다른 조의 모형을 함께 살펴보고 잘 표현된 부분과 아쉬운 부분을 한 가지씩 찾아봅시다. (우리 조는 자기평가 해봅시다.) | | |
| 조 | 잘 표현된 부분 | 아쉬운 부분 |
| 1 | | |
| 2 | | |
| 3 | | |
| 4 | | |

Figure 3. An example of worksheet developed by Teacher A.

해서 하나의 구조를 그려보고 그거를 발표를 했거든요. 반 전체 모둠에서 발표를 다 하면 그 중에 뭐가 제일 많이 나왔는지, 그리고 어떤 게 제일 타당해 보이는 지를 전체적으로 얘기를 해보게 하고.

(D교사, 개별 면담)

그러나 학생들이 논의에 참여할 수 있도록 과학 탐구 수업을 계획했다라도 주장에 대한 반박과 재반박 등이 활발하게 일어나는 논의 문화가 정착하기 위해서는 충분한 시간과 교사의 노력이 필요하다고 하였다. B교사는 학생들이 어떤 주장을 제시하거나 상대방의 주장에 대한 반박은 쉽게 할 수 있지만 재반박을 하면서 논의가 활발하게 지속되는 논의 문화 정착은 쉽지 않다고 하였다.

어떤 학생이 A라는 주장을 했을 때 반박이 일어나고 재반박이 일어나는 토의가 되면 좋겠는데 아직까지 제가 봤을 때는 한번에 반박은 갈 수 있지만 재반박은 거의 잘 없거든요. 그래서 그런 토의 문화가 정착해 가는 것도 굉장히 어려운 것 같아요.

(B교사, 개별 면담)

본 연구 참여 교사들은 활발한 논의를 위해서 학생들에게 적절한 피드백을 해주는 것뿐만 아니라 논의를 하는 방법에 대해 체계적으로 가르치는 것도 필요하다고 하였다. 교사학습공동체 교사들은 논의를 하는 절차, 자신의 주장을 다른 사람에게 어떻게 제시해야 하는지, 다른 사람의 주장에 대한 동의나 반박을 어떻게 하는지 등을 가르치기 위한 수업을 함께 계획하고 실행하였다(Fig. 4).

제가 이번 년도에 토의 수업을 하면서 내년에는 좀 더 토의 수업을 체계적으로 가르쳐야겠다는 생각이 들었던 게 누가 얘기를 했을 때 그 다음에 뭘 얘기할지를 모르니까 그냥 ‘응 그렇구나.’하고 접는다는 생각이 드는 거예요. 만약 애가 이렇게 얘기를 했을 때 너는 뭐라고 얘기를 해야 하는지 몇 가지 방법

*** 토의 순서**

- * 활동지에 자신의 생각 쓰기
- * Talking stick 든 사람이 한 가지씩 말하기
- * 모둠 별 결론 결정하기
- * 모둠 별 발표하기
- * 우리 반의 결론 정하기

토의 연습

나는 _____에 대해 _____라고 생각해.

왜 그렇게 생각했니?

왜냐하면 _____이기 때문이야.

나는 _____라는 점에서 너의 의견에 동의해.

나는 _____라는 점에서 너와 생각이 달라.

Figure 4. An example of instruction introducing argument framework.

을 제가 알려줬다면 계속 연습을 할 텐데. 그냥 공부 잘하는 애가 얘기하면 맞구나 라고 접는 거죠.

(B교사, 개별 면담)

Kim, Lee, & Kim(2015)은 교사가 논의에 대한 전문적 지식을 갖추고 있을 때 학생들은 자신의 의견을 정당화하기, 상대방 의견에 반박하기, 대안 주장하기, 논의활동 반성하기와 같은 수준 높은 논의에 참여할 수 있게 된다고 하였다.³⁸ Lee et al.(2013)는 학생들이 논의에 참여할 수 있도록 교사가 학생들과 지속적으로 대화를 전개하고, 관찰한 증거를 바탕으로 추론하고 조별 의견이 어떻게 다른지 비교할 수 있도록 독려하는 교사의 역할이 필요하다고 하였다.³⁷ 본 연구의 참여 교사들도 학생들 간의 활발하고 수준 높은 논의가 이루어지기 위해서는 교사가 학생들의 논의 참여를 유도하고 논의하는 방법에 대해 체계적으로 가르쳐야 한다고 인식하였다. 일 년 이상의 기간 동안 교사학습공동체에서 탐구 수업을 함께 계획하고 수행하면서 수업 경험을 공유하고 반성하는 과정을 통해 연구 참여 교사들이 학생들의 적극적인 논의 참여를 위한 교사의 역할에 대해 인식하게 된 것으로 보인다.

결론 및 제언

본 연구 참여 교사들은 과학 탐구 수업의 중요한 목표가 학생들이 과학 핵심 개념을 형성하는 것이며 학생들이 과학 탐구를 수행하여 ‘과학 핵심 개념 학습’, ‘과학에 대한 흥미 향상’, ‘과학적 사고력 함양’, ‘과학의 본성 이해’ 등의 과학 교육의 목표를 달성할 수 있다고 인식하는 것으로 나타났다. 본 연구 참여 교사들은 과학자들이 과학 탐구를 수행하여 지식을 형성하는 것처럼 학생들도 과학 수업 시간에 스스로 탐구를 수행하여 과학 지식을 형성하지만 학생들이 수행하는 탐구는 달성해야 하는 학습 목표가 있다는 점에서 과학자의 탐구와 다르다고 설명하였다. 이는 과학 탐구 수업이 학생들의 단순한 흥미를 유발하는 활동에 초점을 맞추고 있거나 탐구 기능 수행을 하는데 초점을 맞추고 있다는 선행 연구들의 결과와 상반된다.²⁹

또한 선행 연구들에서 과학 개념을 학습하는 데 도움이 되지 않거나 진도를 나가는 데 시간이 부족하다는 이유로 교사들이 과학 탐구 수업을 하지 않는다고 응답한 것과는 달리 본 연구 참여 교사들은 학생들이 수업 시간에 과학 탐구를 수행함으로써 스스로 핵심 개념을 형성할 수 있다고 인식하고 있었다.^{12-14,39} 이는 탐구 수업에서 학생들의 긍정적인 변화가 교사의 인식 변화를 이끌 수 있다는 Kwon & Nam(2013)의 연구에서와 같이 교사학습공동체에서 교사들이 함께 수업을 계획하고, 동료 교사들과 수업 실행 경험을 공유하고, 반성한 뒤 개선된 수업을 다시 실행하는 과정을 통해 성공한 수업 사례가 누적되면서 학생들이 탐구를 수행하면 스스로 개념을 형성할 수 있다는 인식이 형성된 것으로 보인다.³⁶

현 교육 여건에서 탐구 학습이 가능하지 않다는 부정적인 인식을 교사가 갖고 있다는 선행연구와는 다르게 본 연구 참여 교사들은 과학 탐구 수업이 이루어지기 위해서는 교사의 역할이 중요하다는 것을 인식하고 있었다.^{5,11} 또한, 과학 탐구 수업에서 학생들이 탐구를 수행하기 위해 교사가 구체적으로 어떤 역할을 해야 하는 지에 대해서도 인식하고 있었다. 학생들이 탐구를 수행할 수 있도록 교사는 ‘핵심 개념 설정’, ‘과학 실천 기반 교수-학습 내용 재구성’, ‘학생의 수준 고려’, ‘발문 및 피드백 제공’, ‘과학적 개념 설명’, ‘학생들의 활발한 논의 유도’를 하는 역할을 수행해야 한다고 강조하였다. 선행 연구에서 교사들이 과학 탐구 수업에서 학생의 역할에만 초점을 맞추고 있거나 교사의 역할을 정보 제공자, 문제 풀이자로 한정한다고 보고한 것과는 달리 본 연구 참여 교사들은 학생들이 능동적으로 과학 탐구를 수행하기 위해서 교사가 무엇을 어떻게 해야 하는지 구체적인 역할에 대해서도 인식하고 있는 것으로 나타났다.^{3,5,11}

본 연구 참여 교사들이 교사학습공동체에서 한 여러 가지 활동들이 과학 탐구 수업에 대한 구체적이고 실제적이며 명료한 인식을 가지게 한 것으로 보인다. 동료 교사들과 함께 과학 탐구 교수-학습 활동을 계획 및 실행하고, 수업 실행 경험을 공유하고 반성하는 활동을 하면서 성공한 사례가 누적되면서 학생들이 탐구를 수행하면 스스로 과학 개념을 형성할 수 있다고 인식하였으며, 학생들이 탐구를 수행할 수 있도록 조력하는 교사의 역할의 중요성과 구체적인 역할에 대해서도 인식하였다. 선행 연구에서 교사들이 과학 탐구 수업에 대하여 가지고 있다고 보고한 부정적인 인식과 다르게 교사학습공동체에 장기간 참여하며 탐구 수업을 함께 계획하고 실행한 후 반성한 과학 교사들이 과학 탐구 수업의 목표와 교사의 역할에 대한 긍정적이며 구체적이고 발전적인 인식을 가지고 있다는 본 연구의 결과는 과학 탐구 수업을 위한 교사의 인식 향상을

위한 교사교육 프로그램에 대한 시사점을 제시한다. 본 연구에서 교사들의 과학 탐구 수업에 대한 인식은 교사별로 다소 차이가 있었는데, 이는 1년 동안 같은 교사 전문성 개발 프로그램에 참여해도 교사들마다 변화되는 정도의 편차가 있으며 프로그램에 참여하는 동안 교사 개인이 가지고 있던 이해와 인식이 근본적으로 변화하는 것이 아니라 수정되고 확장되는 것이라고 주장한 Simon, Erduran, & Osborne(2006)의 연구 결과와도 일치한다.⁴⁰ 탐구 기반 수업 연수에 참여한 초임 교사와 경력 교사의 신념과 실행의 변화를 알아본 Luft(2001)는 초임 교사의 신념은 자신이 담당하는 학생의 수준, 지역의 교육과정, 근무하는 학교에서의 경험에 영향을 받으며, 초임 교사가 교사 연수에서 변화된 신념을 유지하기 위해서는 2-3년의 지원이 필요하다고 하였다.⁴¹ 본 연구 결과에서 교사별로 과학 탐구 수업에 대한 인식에 다소 차이가 있는 것은 교사 전문성 개발을 위한 장기적인 프로그램이 지속적으로 필요하다는 것을 시사한다.

과학 교사의 탐구 수업에 대한 인식에 관련한 여러 선행 연구에서는 탐구 수업을 실행한 경험 유무에 상관없이 다수의 교사들을 대상으로 선택형 문항과 리커트 척도를 사용한 설문지의 응답을 분석하거나 서술형 문항 응답의 공통적인 특징을 범주화한 뒤 이를 양적 결과로 보고하여 과학 탐구 수업에 대한 인식을 심층적으로 설명하는 데는 한계점이 있었다.^{3-5,11-13} 본 연구는 교사학습공동체에서 과학 탐구 수업을 계획하고 실행한 경험이 있는 교사들을 대상으로 과학 탐구 수업에 대한 인식을 서술형 설문과 개별 면담 자료를 바탕으로 구체적이고 심층적으로 밝혀냈다는 점에서 의의가 있다. 그러나 본 연구는 교사학습공동체 활동을 한 초임과학교사 5명만을 대상으로 과학 탐구 수업에 대한 인식을 알아보았다는 점에서 한계가 있으므로 다수의 경력교사를 대상으로 하는 후속 질적 연구도 의미 있을 것이다. 또한 교사들이 교사학습공동체에서 계획한 수업이 현장에서 어떻게 실행되는지 수업을 관찰하거나 녹화하여 분석하는 연구는 교사의 이해와 인식이 현장에서 의미 있게 실현되는지도 알아볼 수 있을 것이다.

REFERENCES

1. Ministry of Education, *2015 Education Curriculum* (Notification No. 2015-74 of the Ministry of Education); Ministry of Education: Seoul, 2015.
2. Abd-El-Khalick, F. *Science & Education* **2013**, *22*, 2087.
3. Jeon, K. M. *Journal of Science Education* **2015**, *39*, 267.
4. Park, G. N.; Kim, Y. S. *Journal of Science Education* **2007**, *31*, 1.
5. Park, J. H.; Kim, J. Y.; Park, Y. R. *Journal of the Korean Earth Science Society* **2004**, *25*, 731.

6. Capps, D. K.; Crawford, B. A. *Journal of Science Teacher Education* **2013**, *24*, 497.
7. Han, Y. H.; Jeun, E. S.; Paik, S. H. *Journal of the Korean Association for Science Education* **2014**, *34*, 349.
8. Jeong, J. W.; Lee, K. J.; Kim, J. K. *Journal of the Korean Earth Science Society* **2006**, *27*, 364.
9. Paeng, A. J.; Paik, S. H. *Journal of the Korean Chemical Society* **2005**, *49*, 300.
10. Tang, X.; Coffey, J. E.; Elby, A.; Levin, D. M. *Science Education* **2010**, *94*, 29.
11. Park, Y. S.; Park, J. J.; Park, J. Y. *Teacher Education Research* **2010**, *49*, 281.
12. Lee, H. N.; Cho, H. J.; Sohn, J. J. *Journal of the Korean Association for Science Education* **2009**, *29*, 666.
13. Jang, S. H. *Journal of Korean Elementary Science Education* **2006**, *25*, 96.
14. Cho, H. J.; Han, I. K.; Kim, H. N.; Yang, I. H. *Journal of the Korean Association for Science Education* **2008**, *28*, 901.
15. Lee, B. W. *Journal of the Korean Association for Science Education* **2013**, *33*, 1300.
16. DuFour, R.; Eaker, R. *Professional Learning Communities at Work: Best Practices for Enhancing Student Achievement*; ASCD: Reston, VA, 1998.
17. Hord, S. M. *Professional Learning Communities: Communities of Continuous Inquiry and Improvement*; Southwest Educational Development Laboratory: Austin, Texas: 1997.
18. Seo, K. H. *The Journal of Korean Teacher Education* **2009**, *26*, 243.
19. Kim, D. E. *Unpublished Master's Thesis*; Ewha Womans University, 2014.
20. Kim, Y. C. *Qualitative Research*; Academy Press: Paju, 2012.
21. Strauss, A. L.; Corbin, J. M. *Basics of Qualitative Research: Grounded Theory Procedures and Techniques*; Sage Publications: Newbury Park, CA, 1990.
22. Yu, G. W.; Jeong, J. W.; Kim, Y. S.; Kim, H. B. *Qualitative Research Methods*; Pakyoungsa: Seoul, 2012.
23. Denzin, N. K. *Sociological Methods: A Sourcebook*; Butterworths: London, 1970.
24. Hodson, D. *International Journal of Science Education* **2014**, *36*, 2534.
25. Osborne, J. *Journal of Science Teacher Education* **2014**, *25*, 177.
26. McNeill, K. L.; Pimentel, D. S.; Strauss, E. G. *International Journal of Science Education* **2013**, *35*, 2608.
27. Tseng, C. H.; Tuan, H. L.; Chin, C. C. *Research in Science Education* **2013**, *43*, 809.
28. Bjønness, B.; Knain, E. *Nordic Studies in Science Education* **2018**, *14*, 54.
29. Cho, S. M.; Baek, J. H. *Journal of the Korean Association for Science Education* **2015**, *35*, 573.
30. Duschl, R. A.; Osborne, J. *Studies in Science Education* **2002**, *38*, 39.
31. Schwartz, R. S.; Lederman, N. G.; Crawford, B. A. *Science Education* **2004**, *88*, 610.
32. Lee, S. Y.; Lee, B. W. *Journal of the Korean Association for Science Education* **2018**, *38*, 519.
33. National Research Council. *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*; National Academies Press: Washington, DC, 2012.
34. National Research Council. *The Next Generation Science Standards: For States, by States*; National Academies Press: Washington, DC, 2013.
35. Kim, O. B.; An, U. H.; Kim, E. A.; Ko, M. S.; Yang, I. H. *Journal of the Korean Association for Science Education* **2013**, *33*, 1354.
36. Kwon, J. I.; Nam, J. H. *Journal of the Korean Association for Science Education* **2013**, *33*, 1329.
37. Lee, S. K.; Son, J. W.; Kim, J. H.; Park, J. S.; Seo, H. A.; Shim, K. C.; Lee, K. Y.; Lee, B. W.; Choi, J. H. *Journal of the Korean Association for Science Education* **2013**, *33*, 284.
38. Kim, S. A.; Lee, S. Y.; Kim, H. B. *Journal of the Korean Association for Science Education* **2015**, *35*, 1019.
39. Yoon, H. S.; Kim, H. K.; Lee, K. Y.; Cho, H. H. *Korean Journal of Teacher Education* **2012**, *28*, 343.
40. Simon, S.; Erduran, S.; Osborne, J. *International Journal of Science Education* **2006**, *28*, 235.
41. Luft, J. A. *International Journal of Science Education* **2001**, *23*, 517.