



과학 교사의 탐구 수업 전문성 신장을 위한 교사학습공동체(PLC) 프로토콜의 활용 가능성 탐색

이기영, 정은영, 광영순*

강원대학교, 전남대학교, 한국교육원대학교

Exploring the Applicability of PLC Protocol for Enhancing Science Teachers' Teaching Expertise on Inquiry Class

Kiyoung Lee, Eunyoung Jeong, Youngsun Kwak*

Kangwon National University, Chonnam National University, Korea National University of Education

ARTICLE INFO

Article history:

Received 2 June 2022

Received in revised form

26 July 2022

30 August 2022

Accepted 30 August 2022

Keywords:

Teacher Professional Learning Community, Protocol, Science teacher, Science inquiry, Teaching expertise

ABSTRACT

The goal of this study is to develop a protocol that can be used for the purpose of developing inquiry class expertise in science teacher PLC, and to explore the possibility of field application of the developed protocol through test application with in-service teachers. PLC protocol for science inquiry class, consisting of five stages, was developed and applied sequentially to six participating teachers. In order to check the applicability of the protocol, the participating teachers wrote a reflection journal for each stage, and after the completion of the five-stage protocol, the participants' perceptions of the protocol were investigated through a group interview. The results are as follows: first, a protocol for enhancing science teachers' professionalism of inquiry classes was composed and developed in five stages such as (1) Revealing ideas about science inquiry classes, (2) Sharing science inquiry class experiences, (3) Looking together at students' scientific inquiry results, (4) Building literacy for science inquiry teaching, and (5) making science inquiry lesson plans. Second, the possibility of extensive application of the PLC protocol developed in this study was confirmed through the reflection journal and post-interview analysis results of the participants. According to the participating teachers, the protocol helped the systematic operation of PLC and teachers' participation. In addition, by experiencing the five-stage protocol, the teachers had an opportunity to reflect on their inquiry classes and ponder for improvement, and gained confidence in inquiry classes. Based on the research results, ways to develop and utilize the PLC protocol for science teachers were suggested.

1. 서론

OECD 교육 2030 프로젝트에서는 나침반의 역할로 학생 행위주체성(student agency)을 강조하고 있다. 행위주체성이란 학생이 사회에 참여하여 주변의 타인, 사건, 환경을 더 나은 방향으로 만드는 데 영향을 미치고자 하는 책임감으로 정의되며, 학생이 맞닥뜨릴 미래의 복잡성과 도전 과제를 당당하게 해결하며 나아가는 힘, 더 나아가 자신과 주변 사회에 긍정적인 영향을 주는 방향으로 행동할 수 있는 능력을 갖춘다는 것을 의미한다(OECD, 2018). 학생들에게 이러한 행위주체성을 길러주기 위한 다방면 주체의 중심에는 교사가 있다. 이는 교사가 변화의 객체가 아닌 주체로서 '적응적 전문가(adaptive expert)'의 면모를 갖추어야 하며(Darling-Hammond & Bransford, 2005), 교사가 '역량의 효과적인 모델(effective model of competence)'이 되어야 함을 의미한다(Bruner, 1976). 다시 말해, 교사가 먼저 행위주체성(teacher agency)을 길러야 한다는 것이다.

급변하는 미래 사회에서 필요한 교사의 전문성 개발은 동료와의 협력적 참여를 통한 교수와 교수 실행을 개선하기 위한 지속적인 학

습에 방점을 두고 있다. 이러한 접근은 Shulman(1983)이 '원격 조정'이라고 표현했던 하향식(top-down)의 엄격히 따라야 할 원칙이나 지시와는 상반되는 것으로, 미리 처방된 표준화된 실행을 따르기보다는 공동체 동료와의 소통과 공유를 통해 전문성을 개발하고 이를 다양한 맥락에 적절히 적용할 수 있어야 한다는 것을 의미한다. 다시 말해, 교사 전문성 개발에 있어 상향식(bottom-up) 구조를 구축하는 것을 목표로 해야 한다는 것이다(Darling-Hammond, 2017). 이러한 변화의 중심에서 추동력으로 작용하고 있는 것이 교사들의 전문적 학습공동체(Professional Learning Communities, 이하 PLC)라고 할 수 있다.

PLC의 개념은 미국을 비롯한 서구에서 고립된 개인주의와 개별 교사에게 책무성을 묻는 교사 문화와 하향식 장학 형태의 교사전문성 개발에 대한 대안으로 제시되었다(Kwak, Lee, & Jeong, 2021). "교육의 질은 교사의 질이 아닌 교사 협력의 질에 의해 결정된다."라는 주장(Hargreaves & Shirley, 2009)과 같은 맥락에서 PLC는 구조화된 협력을 통한 교사 전문성 개발이라는 새로운 교사 교육 패러다임의 산물이다.

* 이 논문은 2020년도 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2020S1A3A2A01095782).

교신저자 : 광영순 (kwak@knue.ac.kr)

<http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2022.42.4.439>

과학 교육에서도 개혁 기반의 과학 교수의 초점이 교사 중심의 하향식에서 학생 중심으로 옮겨왔듯이, 과학 교사 교육과 전문성 개발의 초점 또한 좀 더 참여적이고 구성주의 지향의 상향식 접근법으로 바뀌고 있다(Jones *et al.*, 2013; Nelson, 2009). 과학 교사 교육 분야의 최근 연구들은 PLC가 교실에서 이루어지는 활동이나 상황들을 공유하고 해석하며, 문제를 제기하고 논의하는 과정에서, 과학 수업 전문성을 발달시키고 교수 효율성을 높이기 위한 이론을 쌓아나갈 수 있는 토대가 될 수 있음을 보고하고 있다(e.g., Dogan, Pringle, & Mesa, 2015; Shim, 2020; Yang & Choi, 2020).

하지만 PLC가 언제나 긍정적인 결과를 낳는 것은 아니다. 구성원들간의 래포 형성과 협력관계가 적절히 구축되지 않으면 오히려 부정적인 결과로 나타날 수 있다. 전통적인 학교의 교사들은 가능하면 논란을 피하고 싶어 하고, 자신의 업무를 사유화함으로써 스스로를 고립시키는 문화가 강하다. 이러한 학교 문화에서 교사들은 그들이 하는 것과 그들의 학생들이 하는 것을 보호하려고 하거나, 단지 ‘보여주고 말하는’ 형태로만 공유하며 학생들의 학습이나 전문적인 실천의 더 깊은 측면을 공유하는 것을 꺼린다(Allen, 1998). 이러한 맥락에서 개별 교사가 자신 고유의, 때로는 묵시적인, 전문적 실천의 심층과 실천적 지혜를 공유할 수 있는 메커니즘이나 방안이 필요하다(Kwak & Kim, 2016; Seo, 2009).

한편, PLC가 성공하기 위한 3가지 요소로 구조적 조건(structural condition), 사회·인적 자원(social human resource), 공동체(community)를 들 수 있다. 구조적 조건은 학교의 기본적인 체제나 거버넌스 등과 관련된 인프라로서 학교의 자율성, 협력 등을 의미하며, 사회·인적 자원은 주로 학교 문화나 환경에 해당되는 요소로서 개선을 위한 개방성, 지원적 리더십, 효능감 등이 포함된다. 마지막 요소인 공동체는 PLC의 실행과 밀접하게 관련된 것으로, 규범과 가치의 공유, 반성적인 대화, 학습에의 초점이 포함된다(Louis, Kruse, & Byrk, 1995). PLC가 성공적으로 운영되기 위해서는 이 3가지 요소들이 모두 중요하지만, 특히 세 번째인 공동체 요소가 핵심인데, PLC라는 학습공동체의 효율적인 실행을 위해 강력한 책략으로 활용될 수 있는 것이 프로토콜(protocol)이다(McDonald *et al.*, 2013).

프로토콜이란 이질적인 요소들이 결합한 시스템 안에서 가능한 행동 패턴을 관장하는 규약적 규칙들(Galloway, 2004), 그리고 우발적(contingent) 환경에서 자발적인 규제를 할 수 있는 기법을 의미한다(McDonald *et al.*, 2013), 어원적으로 보면 집단 내의 다양한 아이디어를 하나의 과정을 통해 결합할 뿐만 아니라 집단 내의 사람들을 하나로 만들어준다는 의미를 내포하고 있다(Kim, 2013). 교사 학습공동체에서 프로토콜은 효과적인 의사결정으로 이어질 수 있는 대화를 통해 공동체가 깊은 이해를 얻도록 돕는 과정이며, 프로토콜을 통해 학습 공동체는 학생 작업, 교사 실천의 결과물, 교육과 관련된 문서 또는 교육자의 일상생활에서 표면화되는 문제와 이슈를 통해 아이디어를 깊이 있게 탐구할 수 있다(Easton, 2009).

프로토콜의 장점은 공동체 구성원들의 차이에서 기인하는 오해를 줄이고 전문적이고 심도있는 대화를 촉진함으로써 교사의 전문성 신장을 지원할 수 있다는 것이다(Park, Kim, & Chang, 2018). 바꾸어 말하면, 프로토콜은 교사들의 전문성 개발을 외부의 형식적인 도구를 통해 억압하기 위한 기제라기보다는, 공동체 내에서 목표 지향적이고 협력적인 대화를 바탕으로 교사 스스로 전문성을 신장해나갈 수 있는

환경과 문화를 형성하기 위한 지원 기제라고 할 수 있다(Park, Kim, & Chang, 2018). PLC 운영에서 핵심적인 역할을 담당하는 리더를 촉진자(facilitator)라고 하는데, 이 촉진자의 주된 임무는 구성원들의 적극적인 참여 유도, 공평한 기회 보장, 신뢰 구축 등이다(McDonald *et al.*, 2013). 프로토콜은 이 3가지 임무가 정교하게 작동할 수 있도록 설계된 것으로, 촉진자를 보조하는 수단이라고 할 수 있다.

교사 학습공동체에 대한 선행연구에 따르면, 대부분의 과학 PLC들은 특정한 프로토콜의 적용 없이 경험이나 직관에 의존하여 운영해오고 있는데, 이는 학습공동체의 지속가능성과 발전이라는 고민으로 이어지는 것으로 나타났다(Kwak, Lee, & Jeong, 2021). 이러한 연구 결과는 공동체 내 토의를 조정하고 촉진하는 수단으로 프로토콜 활용의 필요성을 역설한 Easton(2009)의 주장과 맥을 같이 한다.

Easton(2009)은 PLC에서 프로토콜을 사용하는 이유를 세 가지로 요약하였는데, 첫째는 발표자와 참여자를 보호할 수 있다는 점이다. 이는 프로토콜의 외교적 본성(diplomatic nature)을 반영한 것으로, 발표자의 발표에 대해 피드백할 때 참여자들이 따뜻하고 잔인하지 않은 피드백 절차를 활용하게 함으로써 발표자가 언어적으로 두들겨 맞지 않도록 보호하여 공동체 내에서 풍부한 사고와 심도있는 담화를 가능하게 한다. 둘째, 프로토콜은 깊이 있는 대화를 가능하게 한다. 프로토콜이 없으면 공동체내에서 대화가 무작위로 계획성 없이 진행되기 쉬우며, 그 결과 대화가 표류하며 추상적 대화 수준에 머물 수 있다. 셋째, 탐구를 촉진한다. 프로토콜은 공동체 참여자들이 ‘탐구 관점(inquiry stance)’을 취할 수 있게 도와준다. ‘왜 우리가 그것을 했을까?’, ‘왜 우리가 그렇게 했을까?’, ‘어떻게 하면 그것을 더 잘할 수 있을까?’ 등에 대한 질문을 던지게 함으로써, 공동체 구성원들이 전문적 학습을 하도록 지원한다.

국내외적으로 PLC를 위한 프로토콜 개발 및 활용 사례에 관한 연구는 매우 드물다. 국내에서는 교육과정 문해력 프로토콜 개발하고 이를 유·초·중등 PLC 리더 교사 역량 연수 프로그램으로 활용하여 적용가능성을 탐색한 연구(Park, Kim, & Chang, 2018)가 있는데, 이 연구에서는 PLC 운영 도구로서 프로토콜이 방법적 효과성을 담보하고 있음을 보여주었다. 또한 Kim(2013)은 초등학교 PLC에서 ‘두려움과 희망’ 프로토콜과 ‘학생 결과물 읽기’ 프로토콜을 적용하였는데, 연구 결과에 따르면 실용적인 절차로서의 프로토콜의 유용성뿐만 아니라, 프로토콜이 연구, 모델 정립, 확산에 도움이 되는 조정자의 역할을 할 수 있는 것으로 나타났다. 국외 사례로는 학생들의 비판적 사고 향상을 목적으로 하는 PLC에서 탐구 프로토콜(inquiry protocol) 활용에 대한 교사의 인식을 조사한 연구(Rieck, 2013)가 있는데, 참여 교사들은 PLC에서 탐구 프로토콜 활용이 비판적 사고 수업 설계에 많은 도움이 된다고 인식하는 것으로 나타났다. 또한 Rieck(2013)의 연구에서는 프로토콜 사용 과정에서 교사의 주인 의식 여부가 성패에 결정적인 영향을 미친다고 보고하였다.

위와 같은 국내외 연구 사례에서 알 수 있듯이 과학교육 분야에서 PLC와 관련된 프로토콜 개발이나 활용 사례는 찾아보기 어렵다. 이러한 맥락에서 본 연구에서는 과학 교사 학습공동체의 지속가능성 담보를 위해 과학 PLC에서 활용할 수 있는 프로토콜(이하 PLC 프로토콜)을 개발하되, 가장 중요한 과학교사 전문성 중 하나인 ‘과학탐구 수업 전문성’ 향상을 위한 프로토콜을 개발하고, 개발한 프로토콜의 현장 활용 가능성을 탐색하고자 하였다.

II. 연구 내용 및 방법

본 연구에서는 과학 PLC에서 활용할 수 있는 과학탐구 수업 전문성 신장을 위한 프로토콜을 개발하고, 현장 활용 가능성을 탐색하기 위하여 Figure 1과 같은 연구 절차에 따라 연구를 수행하였다.

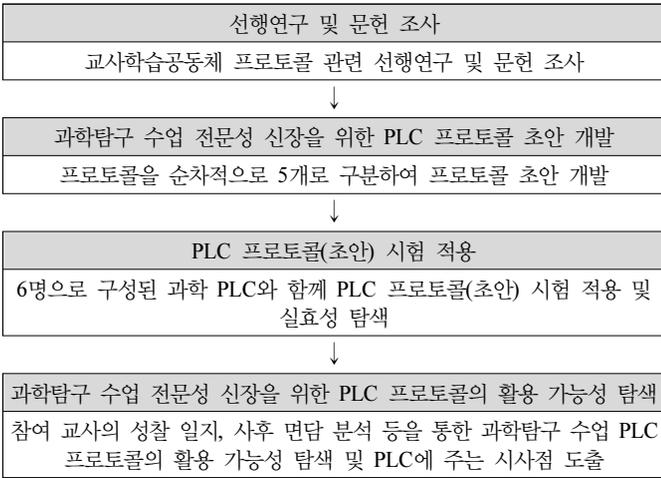


Figure 1. Research procedure

본 연구는 크게 (1) 프로토콜 개발, (2) 개발한 프로토콜의 시험 적용을 통한 PLC 프로토콜의 활용 가능성 탐색으로 구성된다.

1. 프로토콜 개발

프로토콜의 특징과 유형에 대한 선행 연구(Easton, 2009; McDonald *et al.*, 2013)를 고찰하여 성공 사례 분석 프로토콜, 학생 활동 결과물 살피기 프로토콜 등이 과학탐구 수업 전문성 신장을 위한 PLC 프로토콜에 적용하기에 적합하다고 판단하였다. 그리고 교사학습공동체에 교육과정 문해력 프로토콜을 적용한 사례(Park, Kim, & Chang, 2018)를 고찰하여 프로토콜의 전반적인 구성과 촉진자의 구체적 역할을 설정하는 데 참고하였다.

본 연구에서는 과학교사들의 탐구 수업 전문성 신장을 촉진하는데 활용할 수 있는 PLC 프로토콜을 (1)과학탐구 수업에 대한 생각 드러내기, (2)과학탐구 수업 경험 공유하기, (3)학생의 과학탐구 결과물 들여다보기, (4)과학탐구 지도 소양 쌓기, (5)과학탐구 수업계획 짜기 등의 5단계로 순차적으로 구성하였다(Table 1 참고).

기존 과학교사 수업전문성 관련 연구를 종합하고 분석하여 과학교사의 탐구 수업 전문성 신장을 위한 전문성 개발단계별로, 먼저 과학탐구 수업에 대한 교사의 생각을 드러내고, 교사 자신이 운영하였던

과학탐구 수업 사례를 소개하고 검토하며, 그 수업에서 학생이 작성한 결과물을 들여다봄으로써 탐구 수업의 실효성을 점검하는 활동을 순차적으로 운영하는 것으로 프로토콜 1, 2, 3을 구상하였다. 이어서 과학탐구 수업을 PLC 차원에서 실제로 체험하는 과정을 포함할 필요가 있다고 판단하여, 2015 개정 교육과정에 명시된 과학탐구 과정기능(skills) 중에서 학교 현장의 과학 교사들에게 익숙하지 않은 과정기능인 ‘증거에 기초한 토론과 논증’을 중심으로 구체적인 과학탐구 과정기능에 대한 이해를 높이고 이를 지도하는 방안을 탐색하는 활동으로 프로토콜 4를 선정하였다. 과학과 과정기능의 경우 학생들의 핵심역량을 함양하고 지식생산의 단계를 구체화한 것으로 2015개정 교육과정에서 강조되었다. 과학과 과정기능은 과학탐구의 과정과 기능이기도 하다. 2015개정 교육과정 현장적용 실태조사 연구에 따르면, 과학과의 기능 중에서 과학교사들에게 익숙한 ‘자료 수집, 분석 및 해석’, ‘결론 도출 및 평가’, ‘의사소통’ 등은 활용 빈도가 높은 반면에, ‘수학적 사고와 컴퓨터 활용’, ‘모형의 개발과 사용’, ‘증거에 기초한 토론과 논증’ 등은 과학수업에서 활용 빈도가 저조하였다(KOFAC, 2018; 2019; 2020; Kwak, 2020). 과학과 과정기능 중, 증거와 기초한 토론과 논증은 과학탐구의 과정기능 중에서 결과 해석과 논의의 타당성 확보를 위한 것으로 과학탐구에서 보편적으로 요구되는 필수 과정기능이므로, 본 연구에서는 PLC 차원에서 과학탐구 지도 소양 쌓기의 초점으로 선정하였다.

프로토콜 5는 앞선 프로토콜 1~4를 모두 활용하여 증거 기반 토론 논증 활동이 포함된 과학탐구 수업계획을 모듈별로 작성하는 캡스톤 활동으로 구상하였다. 이상과 같이 과학탐구 수업 전문성 신장을 위한 PLC 프로토콜을 개발하는 과정에서 교사들이 PLC에서 실제로 활용할 수 있도록 촉진자, 발표자, 참여자가 각 단계에서 수행해야 할 역할과 내용을 명시함으로써 PLC 안에서의 담화나 사고가 표류하지 않고 탐구 수업 전문성 신장이라는 목표를 향해 일관되게 나아갈 수 있도록 하였다.

2. 프로토콜 시험 적용 및 활용 가능성 탐색

개발한 프로토콜 초안을 과학 교사 6명으로 구성된 PLC에 시험 적용하였고, 교사들의 성찰 일지와 함께 심층 면담을 통해 프로토콜의 현장 활용 가능성을 탐색하였다. 탐구 수업 전문성 신장을 위한 PLC 프로토콜(초안)을 2021년 12월 초순부터 2022년 1월 하순까지 총 5회의 워크숍을 통해 시험 적용하였는데, 파일럿팅에 참여한 PLC 구성원들은 Table 2와 같다.

프로토콜 1~3은 온라인으로 각각 2시간~2시간 30분 동안 적용·운영하였고, 프로토콜 4와 5는 대면 워크숍으로 운영하였다. 프로토

Table 1. Configuration of the PLC protocol for enhancing the teaching expertise of science inquiry class

구분	제목
프로토콜 1	과학탐구 수업에 대한 생각 드러내기
프로토콜 2	과학탐구 수업 경험 공유하기
프로토콜 3	학생의 과학탐구 결과물 들여다보기
프로토콜 4	과학탐구 지도 소양 쌓기
프로토콜 5	과학탐구 수업계획 짜기

Table 2. Participants of the research

ID	교직 경력	전공	소속 학교급
A 교사	5년	생물	고등학교
B 교사	9년	생물	고등학교
C 교사	18년	지구과학	중학교
D 교사	14년	물리	중학교
E 교사	12년	지구과학	중학교
F 교사	3년	화학	중학교

콜 시험 적용에서 연구진은 촉진자의 역할을 수행하였다.

PLC 프로토콜을 예비 적용하는 과정에서 6명의 참여 교사들은 각 프로토콜에 따른 활동을 수행한 뒤에 성찰 일지를 작성하였다. 성찰일지에는 교사 자신의 생각, 느낌, 의견 등을 자유롭게 기록하였다. 그리고 예비 적용 이후에 6명의 참여 교사들을 3명씩 2개 집단으로 구분하여 각 집단별 면담을 온라인으로 각각 1시간씩 실시하였다. 교사 면담에서는 프로토콜 활용의 이로운 점과 어려운 점, PLC 프로토콜 활용의 효과성 등을 논의하였다. 면담을 녹화였고, 녹화한 내용을 전사한 후 분석하였다. 3명의 연구자가 전사한 면담 자료에서 나타나는 주요 주제를 도출하고 비교하는 과정을 반복함으로써 분석자간 일관성을 높이기 위해 노력하였다. 또한 분석자가 도출한 주요 주제를 모든 연구자가 기존 선행 연구에 비추어 다시 한번 점검하고 그 의미를 논의하였다.

III. 연구 결과 및 논의

1. 과학탐구 수업 전문성 신장을 위한 PLC 프로토콜 개발

학교 안팎을 막론하고 과학교사들은 전문성 확보와 신장을 위해 공동체로 모인다. 과학교사가 가장 필요로 하는 전문성 중 하나는 과학지식 생산의 방법론이면서 과학을 교수·학습하는 방법인 과학과 ‘탐구’를 가르치고 배우는 역량, 즉 ‘과학탐구 수업 전문성’이다. 이러한 맥락에서 본 연구에서는 과학교사로서 전문성 개발을 목적으로 한 교사 학습공동체 안의 협력적인 대화와 토의를 촉진하는 역할을 할 프로토콜로 ‘과학탐구 수업 전문성 신장을 위한 프로토콜’을 개발·지원하고자 하였다. 즉, ‘과학탐구 수업’ 역량 향상을 지향점으로 하여 과학 교사 학습공동체가 구성원들의 전문성을 신장할 수 있는 환경과 문화를 형성하고 전문적이고 심오한 대화를 통해 공동체로서 성장하는 데 활용할 수 있는 메커니즘 혹은 수단으로 ‘과학탐구 수업 전문성 신장을 위한 PLC 프로토콜(이하 탐구 수업 PLC 프로토콜)’을 개발하였다. 본 연구에서 개발한 탐구 수업 PLC 프로토콜을 개관하면 Table 3과 같다.

탐구 수업 PLC 프로토콜은 순차적으로 진행되는 5개 프로토콜로 구성된다. 학생들과 함께 과학탐구 수업을 실시할 수 있는 교사의

전문실천 역량을 학습공동체(PLC)를 통해 개발하는 데 초점을 둔 이 탐구 수업 PLC 프로토콜은 실제로 과학교사들이 과학탐구 수업을 지도하기 위해 갖추어야 할 실천역량을 순차적으로 구성한 것이다.

탐구 수업 PLC 프로토콜의 최종 산출물은 별도의 논문에서 다루어 지므로, 본 연구에서는 프로토콜 4를 중심으로 프로토콜을 상세하게 소개하고, 나머지 프로토콜은 간략하게 소개하고자 한다.

프로토콜 4에 앞서서, 프로토콜 1(과학탐구에 대한 생각 드러내기)에서 PLC 구성원들은 각자가 생각하는 과학탐구의 의미와 외연, 학교 과학수업을 통한 과학탐구 체제의 필요성, 좋은 과학탐구의 조건 등에 대하여 공동체 내에서 깊이있는 대화를 통해 인식을 공유한다. 프로토콜 2(과학탐구 수업 경험 공유하기)에서 PLC 구성원들은 각자 체험한 과학탐구 수업 사례를 공유하고 분석함으로써 성공적인 과학탐구 수업의 특성에 대한 공유된 인식을 도출할 수 있다. 프로토콜 3(학생의 과학탐구 결과물 들여다보기)에서는 PLC 구성원들이 준비해 온 학생 탐구활동 결과물을 발표·공유하고 학생 탐구 활동 결과물에서 무엇을 점검해야 하고, 학생의 어떤 탐구능력이 발달했는지를 어떻게 판단하는지 등을 논의할 수 있다.

탐구 수업 PLC 프로토콜에서 명시적으로 PLC를 통해 과학 교사들의 과학탐구 과정기능에 대한 이해를 높이기 위해 개발된 프로토콜 4(과학탐구 지도 소양 쌓기)에서는 과학과 탐구 과정기능 중 ‘증거에 기초한 토론과 논증’을 실제로 지도하는 과정을 체험함으로써 교사의 과학탐구 수업 전문성을 신장하는 데 초점을 둔다. 2015 개정 교육과정에서 과학과 과정기능은 문제 인식, 탐구 설계와 수행, 자료의 수집·분석 및 해석, 수학적 사고와 컴퓨터 활용, 모형의 개발과 사용, 증거에 기초한 토론과 논증, 결론 도출 및 평가, 의사소통 등 총 8가지이다. 이 중에서 ‘증거에 기초한 토론과 논증’이라는 과학탐구 과정기능의 경우 실제로 토론뿐만 아니라 과학탐구실험의 결과로부터 결론을 도출하거나 상대방을 설득하는 데에도 필요한 가장 중요한 과학탐구 과정기능 중 하나이다. 이에 본 연구에서는 ‘증거에 기초한 토론과 논증’을 학습공동체에 소속된 교사들이 연수를 통해 학습자의 입장에서 직접 체험해보는 프로토콜을 개발하였다. 프로토콜 4를 개관하면 Table 4와 같다.

Table 3. Overview of the PLC protocol for enhancing the teaching expertise of science inquiry class

구분	제목	내용
프로토콜 1	과학탐구 수업에 대한 생각 드러내기	<ul style="list-style-type: none"> ● 개별활동: 내가 생각하는 과학탐구 수업이란? ● 모둠활동: 학교 과학에서 왜 탐구를 해야 하는가? ● 모둠활동: 어떤 것이 좋은 과학탐구인가?
프로토콜 2	과학탐구 수업 경험 공유하기	<ul style="list-style-type: none"> ● 개별발표: 나는 이런 과학탐구 수업을 해봤어요! ● 토의: 현행 과학탐구 수업의 문제점과 개선 방안은?
프로토콜 3	학생의 과학탐구 결과물 들여다보기	<ul style="list-style-type: none"> ● 개별발표: 프로토콜 #2에서 소개했던 수업의 학생 결과물 발표 ● 토의: 학생 결과물에서 보이는 것, 결과물을 작성한 학생에 대한 추측 등에 대한 토의
프로토콜 4	과학탐구 지도 소양 쌓기	<ul style="list-style-type: none"> ● 생각과 경험 공유하기 ● 증거 기반 토론 논증 활동 이해하기 ● 활동 사례에서 학생들의 배움 포착하기 ● 증거에 기초한 토론·논증 지도의 핵심 추출하기 ● 증거에 기초한 토론·논증 지도의 전략 탐색하기
프로토콜 5	과학탐구 수업계획 (lesson plan) 짜기	<ul style="list-style-type: none"> ● 모둠활동: 프로토콜 #1~4에서 수행한 활동을 토대로 동일 주제에 대한 과학탐구 수업 지도안을 모둠별로 공동으로 작성

Table 4. Overview of the protocol #4 (Building literacy for science inquiry teaching)

구분	프로토콜 4: 증거에 기초한 토론·논증 지도를 중심으로 과학탐구 지도 소양 쌓기	
개요		
준비물	필기구, 매직펜(칼라펜), 포스트잇, 컬러보드	
진행 단계	단계	활동
	(1) 생각과 경험 공유하기	▷ ‘증거에 기초한 토론과 논증’의 의미 - 개별 활동: 내가 생각하는 ‘증거에 기초한 토론과 논증’이란? - 모둠 활동: 우리 PLC 차원에서 ‘증거에 기초한 토론과 논증’의 의미와 의의? - 발표 및 정리하기: PCL 차원에서 증거에 기초한 토론·논증의 의미, 과학탐구 과정기능에서 위상과 중요성
	(2) 증거 기반 토론 논증 활동 이해하기	▷ 과학탐구 과정기능 중 ‘증거에 기초한 토론·논증’의 의미와 의의 - 생각 열기: 과학교육에서 ‘증거에 기초한 토론과 논증’이란? - 개별 활동: 나는 2015 개정 교육과정에 제시된 증거 기반, 토론과 논증 등과 같은 과정기능을 어떻게 이해하고 활용하는가? - 모둠 활동: 우리 PLC에서는 과학과 교육과정에 제시된 ‘증거에 기초한 토론·논증’을 과학탐구 수업에서 어떻게, 얼마나 구현하고 있는가? - 발표 및 정리하기: 과학논증의 구조, 과학탐구 수업에서 증거기초 토론·논증의 필요성
	(3) 활동 사례에서 학생들의 배움 포착하기	▷ 활동 사례에서 학생의 증거기초 토론·논증 역량 포착하기 - 개별 활동: 내가 실행한 증거기초 토론·논증 활동에서 학생들은 무엇을 배웠을까? - 모둠 활동: 증거기초 토론·논증 활동에서 학생들은 무엇을 배워야 할까? - 발표 및 정리하기: 증거기초 토론·논증 탐구기능의 학습 성과와 학생 역량
	(4) 증거에 기초한 토론·논증 지도의 핵심 추출하기	▷ 증거기초 토론·논증 수업 이야기: 증거기초 토론·논증 지도의 성공과 실패 경험 - 개별 활동: 나의 증거기초 토론·논증 지도 경험 이야기 적어보기 - 발표 및 정리하기: 증거기초 토론·논증 수업 전문성과 관련된 PLC의 경험과 성장
(5) 증거에 기초한 토론·논증 지도의 전략 탐색하기	▷ 증거기초 토론·논증 지도를 위한 효과적인 전략 - 모둠 활동: PLC 차원에서 탐구실험 활동을 통해 증거기초 토론·논증을 지도할 전략 도출, 개발하기 - 정리하기: 증거에 기초한 토론·논증, 글쓰기, 주장하기 등을 위한 다양한 전략	
진행 방법	*각 단계별로 1시간 내외로 진행 *모든 사고와 응답은 개별적으로 먼저 시간을 주고 이어서 공동체 차원으로 확대함. *프로토콜 적용 전에 증거기초 토론·논증과 관련된 교육과정 자료 및 연구자료를 제공함.	

‘증거에 기초한 토론과 논증’에 초점을 둔 ‘과학탐구 지도 소양 쌓기’ 프로토콜은 (1)생각과 경험 공유하기, (2)증거 기반 토론 논증 활동 이해하기, (3)활동 사례에서 학생들의 배움 포착하기, (4)증거에 기초한 토론·논증 지도의 핵심 추출하기, (5)증거에 기초한 토론·논증 지도의 전략 탐색하기 등 5단계로 구성된다.

(1)생각과 경험 공유하기 단계에서는 교사공동체 구성원들이 각자 증거에 기초한 토론·논증에 관하여 들어보거나 지도해본 경험을 공유하고, 공유한 경험을 토대로 구성원들이 질문과 토론을 통해 공동체 차원에서 ‘증거에 기초한 토론과 논증이 무엇인지’에 대한 공유된 인식에 도달하는 과정이다.

(2)증거 기반 토론 논증 활동 이해하기 단계는 앞서 도출한 증거에 기초한 토론·논증을 뒷받침하는 이론적 도구로서 논증의 구조, 과학과 교육과정에서 나타난 ‘증거에 기초한 토론과 논증, 과학교육에서 제시되어온 ‘증거에 기초한 토론과 논증’의 필요성 등을 공동으로 탐구하게 하여 구성원들이 전문적 학습을 하도록 지원하는 단계이다. 이 단계는 학교현장에서 시행착오를 통해 터득한 증거에 기초한 토론·논증과 과학교육 이론에서 논의되는 증거에 기초한 토론·논증 사이의 간극을 줄이고, 학습공동체 차원에서 전문적 학습을 통해 집단지성을 발휘하여 증거에 기초한 토론·논증의 실천적 지식을 도출하는 단계이다.

(3)활동사례에서 학생들의 배움 포착하기 단계에서는 공동체 구성원들 각자가 체험한 증거에 기초한 토론·논증을 지도한 과학과 수업 또는 교과외 활동의 구체적인 사례를 기록하여 공유하고, 사례들을 중심으로 ‘증거에 기초한 토론과 논증 활동사례에서 학생들은 무엇을 배

웠는지, 혹은 무엇을 배워야 할지’를 중심으로 증거에 기초한 토론·논증의 가능 조건과 실행가능성 등을 탐색하는 단계이다. 즉 앞서 체득한 실천적 지식을 구체적인 사례를 중심으로 점검하는 단계이다.

(4)증거에 기초한 토론·논증 지도의 핵심 추출하기 단계는 학습공동체 구성원 각자가 경험한 증거기초 토론·논증 지도의 성공/실패 여부와 그 근거, 성공/실패의 원인 등을 분석하고, 서로의 경험을 바탕으로 증거에 기초한 토론·논증 활동을 지도할 때 반드시 포함해야 할 요소, 즉 과학탐구 수업을 증거에 기초한 토론·논증 활동으로 만드는 요소와 그 이유를 도출하는 단계이다.

(5)증거에 기초한 토론·논증 지도의 전략 탐색하기 단계는 증거에 기초한 토론과 논증 활동을 학교 수업에서 효과적으로 지도하기 위한 전략을 공동으로 산출하는 단계이다.

이러한 일련의 단계를 거치면서 학습공동체 구성원들은 개별적 차원에서 집단적 차원으로 옮겨가면서 공동체 차원에서 전문적 학습을 통해 합의된 실천적 지식을 도출하고 공유하게 된다.

본 연구에서는 ‘증거에 기초한 토론과 논증’이라는 과학탐구 과정기능에 대하여 프로토콜을 개발하였지만, 장차 모형의 개발과 활용, 수학적 사고와 컴퓨터 활용 등과 같은 과학탐구 과정기능에 대해 다양한 ‘과학탐구 지도 소양 쌓기’ 프로토콜을 개발할 수 있을 것이다.

탐구 수업 PLC 프로토콜의 마무리 단계인 프로토콜 5(과학탐구 수업계획 짜기)에서는 프로토콜 1~4에서 수행한 활동을 토대로 동일 주제에 대하여 과학탐구 수업 지도안을 모둠별로 공동으로 개발하는데 활용할 수 있다. 프로토콜 5를 통해 앞서 학습공동체 활동들을 통해 습득한 과학탐구 수업 지도 역량을 총체적으로 발휘할 기회를

제공하려는 것이다. 또한 개별이 아닌 모둠으로 협업을 통해 하나의 공동 수업계획안을 만들어내고(planning), 이를 실제 수업에서 수행하고(teaching), 이후 함께 성찰하는(reflecting) 과정에서 교수학적 추론(pedagogical reasoning)을 지속적으로 활용함으로써 수업 전문성 신장을 기대할 수 있다. 본 연구에서는 실제로 소규모 연수 형태의 PLC 모임을 통해 프로토콜 4와 5를 1박 2일의 일정으로 실제로 체험하였다.

2. 과학탐구 수업 PLC 프로토콜의 활용 가능성 탐색

개발된 프로토콜의 활용 가능성을 탐색하기 위하여 현직 과학 교사 6명과 연구자로 PLC를 구성하고, 연구자가 촉진자로 참여하면서 이 연구에서 개발한 과학탐구 수업 프로토콜을 시험적으로 적용하였다. 다음은 시험 적용 과정에서의 참여 교사의 성찰 일지와 사후 면담을 질적으로 분석한 결과를 토대로 프로토콜의 활용 가능성을 몇 가지 측면으로 구분하여 정리한 것이다.

가. 프로토콜의 효과 측면에서의 활용 가능성

PLC에서 프로토콜을 활용하는 효과에 대해 참여 교사들은 주로 정서적인 측면에서 긍정적으로 인식하고 있는 것으로 나타났다. 구체적으로 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 그동안의 탐구 수업에 대한 성찰의 기회가 되었으며, 앞으로 어떻게 탐구 수업을 할 것인가에 대한 고민의 출발점이 되었다. 참여 교사들은 1, 2, 3단계 프로토콜을 경험하면서 지금까지 자신의 탐구 수업을 되돌아보면서 부족한 점이나 깨닫지 못한 부분에 생각해 볼 기회가 되었다고 응답하였다. 또한, 이를 통해 앞으로 자신의 탐구 수업을 어떻게 개선할 것인가를 고민하는 계기가 되었다고 인식하고 있었다.

“막연하게 해왔던 다양한 탐구 활동들에 대해 다시 한번 생각해 보게 되었고, 이제까지 했던 탐구라고 생각했던 수업들에 대해 이걸 왜 했지? 이게 적합했나? 등 반성해보는 기회도 되었다.”

-교사 성찰 일지 발췌(E교사)

“내 생각이 이렇게 조금씩 바뀐다는 것을 직접 경험을 해봄으로써 제가 수업을 짤 때도 그런 부분들을 고려를 해서 짜봐야 하겠다는 고민을 해볼 수 있는 시작점이 되었다.”

-사후 면담 발췌(F교사)

“뭐라 그럴까, 약간의 자극제가 되었던 부분이 있었던 것, 그래서 이 프로토콜대로 뭔가 생각을 조금 해본다고 했을 때 학생들한테 어떻게 제시 해주면 좋을지, 어떤 방법으로 물어볼지에 대해서 좀 많은 고민을 했던 시간이었던 것 같다.”

-사후 면담 발췌(B교사)

둘째, 탐구 수업에 활용할 수 있는 다양한 생각과 자료를 얻었다. 다른 교사들의 생각을 공유하고(프로토콜 1단계), 탐구 수업에 사용했던 여러 가지 자료들을 공유하는(프로토콜 2, 3단계) 과정에서 자연스럽게 참여 교사들의 서로 다른 생각과 자료들을 얻을 수 있었다고 응답하였다. 특히 A교사는 프로토콜 1, 2, 3을 경험한 후, 탐구 수업 관련 생각과 자료를 얻을 뿐만 아니라, 교사들이 시행착오를 줄이는데 프로토콜이 도움이 될 수 있을 것이라고 주장하였다.

“실제 제가 수업하는 과정에서 충분히 활용할 수 있는 그런 것들을 많이 얻어가지 않았나 그런 생각을 했다. 또 저희가 탐구에 어떤 부분을 반영해야 하는지에 대한 생각도 더 많이 가지게 된 것 같다.”

-사후 면담 발췌(C교사)

“세 번의 모임을 통해 여러 선생님들과 수업을 공유하고 탐구 수업에 대해 많은 것을 얻었다. 탐구 수업에 대한 프로토콜이 제시된다면 교사들이 시행착오를 줄이고 수업에 적용하는 데 많은 도움이 될 것 같다.”

-교사 성찰 일지 발췌(A교사)

셋째, 탐구 수업에 자신감이 생겼다. 참여 교사들은 탐구 수업에 대한 두려움이 있었는데 이번 프로토콜을 경험하는 과정에서 한번 해볼 수 있다는 자신감이 생겼다고 응답하였다. C교사는 프로토콜을 시험 적용하는 기간에 자신의 수업에서 새로운 탐구 수업을 시도하였으며, 이를 통해 자신감을 얻었다고 말하였다. 특히 동료 교사들과 함께 프로토콜을 수행한 경험이 많은 도움이 되었다고 응답하였다. 이러한 C교사의 답변은 시사하는 바가 크다. 과학 교사들의 탐구 수업에 대한 두려움을 자신감으로 바꾸는 데 마지막 프로토콜 5단계에서 경험한 ‘공동 수업 설계’가 도움이 되었다고 생각하고 있었다. 이는 단위 학교에서 과학탐구 수업을 개별 차원이 아닌 동학년 교사들이 공동으로 계획하고, 수행하고, 성찰하는 일련의 과정을 거친다면 탐구 수업에 대한 교사의 어려움을 감소시키고, 더 나아가서 탐구 수업을 활성화하고 그 효과성을 제고할 수 있는 방안이 될 수 있음을 시사한다. 또한 A교사는 프로토콜4(증거에 기초한 토론과 논증)를 경험한 후, 성취 수준이 낮은 학생에게도 탐구 수업을 한번 해볼 수 있다는 교수 효능감이 높아졌다고 응답하였다.

“제 나름대로 시도를 해봤는데 사실 프로토콜이 아니었으면 그렇게 바로 시도를 해볼 수 있었을까, 사실 프로토콜이 영향을 좀 준 것 같다. 논증 같은 경우는 거의 해보지도 못했고 그냥 막연히 되게 어렵다고 생각을 했다. 저 혼자 하라고 했으면 못했을 텐데 선생님들하고 같이 저희가 마지막에 한번 해봤잖아요. 그런 과정을 거쳐서 지금은 한번 해볼 수 있겠다는 생각이 든다.”

-사후 면담 발췌(E교사)

“학업성취 수준이 낮은 학생들을 대상으로 ‘증거에 기초한 토론과 논증’ 수업을 진행하기 어려울 것으로 생각했는데 단계를 세분화하여 안내하면 학생들도 쉽게 할 수 있을 것으로 보인다.”

-교사 성찰 일지 발췌(A교사)

나. PLC 운영 측면에서의 활용 가능성

PLC에서 프로토콜을 활용하는 것에 대해 참여 교사들은 PLC의 체계적 운영과 교사들의 참여도 제고에 도움이 되는 것으로 인식하고 있었다. 구체적으로 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 참여 교사들은 프로토콜이 PLC를 보다 체계적으로 운영하는 데 도움이 될 수 있다고 인식하였다. 참여 교사 중 D교사는 프로토콜을 일종의 매뉴얼에 비유하면서 이런 매뉴얼이 있으면 PLC를 보다 체계적으로 운영할 수 있을 것이라고 말하였으며, 또한 해마다 주제를 바꾸어서 이런 프로토콜을 개발한다면 PLC 운영의 결과들이 체계적으로 축적할 수 있을 것이라고 하였다.

“축진자라든지 매뉴얼화 되어있고 거기에 이제 주제가 정해져 있으면 어떻게 보면 중구난방으로 비슷한 이야기를 매년마다 계속할 것들을 조금씩 주제를 변경해 가면서 그 주제에 초점을 두어 이야기들을 나누고 그 부분에 맞춰서 무언가 결론이 나오고 그게 매년 데이터화되어서 쌓이면 어떻게 보면 비슷한 경험들을 조금 범주화시켜서 정리할 수 있을 것 같다는 생각은 들었다.”

-사후 면담 발췌(F교사)

한편, 체계성의 맥락이 다소 다르지만 PLC에서 교사들이 생각이나 자료를 보다 체계적으로 공유하는 데 프로토콜이 도움이 된다는 의견도 있었다. 또한 D교사의 경우는 프로토콜 3(학생 결과물 살펴보기)을 경험한 후 학생들의 결과물을 동료들과 공유하여 고찰해본 것이 처음이었는데, 이 활동이 미처 발견하지 못한 학생들의 모습과 성장을 보다 면밀히 살펴볼 수 있는 계기가 되었다고 인식하고 있었다.

“이렇게 이제 하다 보면 사실 그런 것[경험]도 더 뭔가 좀 더 체계적으로 잘 공유가 될 수 있을 것 같다. 대부분 선생님들이 그렇게 생각을 안 하실 것 같다. 그냥 교육과정에 쓰여 있어도 탐구하면 거의 대부분 그냥 전통적인 그런 실험인 걸로 생각하지... 그런데 이렇게 서로가 왜 이게 좋은지에 대해서도, 본인이 생각한 탐구가 어떤 거니까 본인이 이걸 했을 때 좋았다고 이런 과정을 따라서 하면 좀 체계적으로 알게 된다.”

-사후 면담 발췌(E교사)

“제가 수업을 진행한 자료들을 다른 선생님들과 함께 검토하고 분석하면서, 제가 수업시간에 미처 발견하지 못한 학생들의 모습과 성장한 지점을, 여러 선생님들과 함께 검토하면서 더 면밀히 알 수 있게 되지 않았나 생각한다.”

-교사 성찰 일지 발췌(F교사)

둘째, 교사들의 PLC 참여도(율)를 보다 높일 수 있다. 참여 교사 중 C교사는 강사에 의해 주도적으로 또는 일방적으로 이루어지는 기존 교사 연수의 문제점을 지적하면서, 프로토콜이 PLC에 참여한 교사들의 더욱 적극적인 참여를 이끌어내는 장치가 될 수 있다고 주장하였다.

“연수 형태와 비교를 하면 사실 이걸 약간 저도 부담도 되긴 했지만, 옆 사람이 한 말을 또 해도 되니까 ‘각자 생각한 거를 다 말해보세요’라고 해서 6명 중에서 누가 더 뭔가를 주도하지도 않고 그냥 각자 다 말하게 하잖아요. 그래서 자기 생각을 무조건 말하게 되고, 왜 그렇게 됐는지 본인 생각도 말하고 그것에 대해서 좋다, 나쁘다 이런 것[평가]도 없다. 말할 때도 이게 맞는지, 틀린지 이런 걱정을 사실 조금은 덜 하고 말할 수가 있는 것 같다.”

-사후 면담 발췌(E교사)

또한, 프로토콜이라는 틀이 있으면 단계별로 진행할 수 있기 때문에 교사들이 서로의 생각을 단계별로 공유할 수 있는 장점이 있으며, 이로 인해 교사의 참여도가 높아짐으로써 원래 PLC의 목표를 달성하기에 적합하다는 의견들도 있었다.

“프로토콜을 보다 보니까 탐색하기 단계가 들어 있어서 좀 더 기존 방식과는 다른 단계가 들어 있어서 다양한 의견을 들어볼 수 있을 것 같다는 장점이 있다.”

-사후 면담 발췌(A교사)

이와 더불어 프로토콜이 기승전결의 단계를 가지고 있어 좋다는 의견이 있었는데, D교사의 이야기의 기승전결에 대한 비유는 의미심장하다. 프로토콜은 기본적으로 대화 구조로 되어있어 교사들의 생각에서부터 출발한다. 현행 연수가 기승(起承)이 없이 전결(轉結)만 있다는 것은 전문성 개발이 우수교사나 교수 등 소수 전문가에 의해 주도되는 하향식 전달 방식이며, 여기에는 참여 교사의 생각이 개입될 여지가 거의 없다. 하지만 프로토콜은 수평적 대화를 통해 서로의 생각을 공유하고(기승), 협업으로 산출물을 만들어내는(전결) 상향식 이므로 민주적이며 실질적인 전문성 개발이 가능하다는 것을 시사한다.

“프로토콜을 가지고 참여하면은 좀 단계를 명확하게 해서 참여율을 높일 수는 있어서 원래의 교사공동체의 목표를 달성하기에 적합한 것 같다. 이야기의 기승전결이라고 하면 보통 연수는 전하고 결만 했던 것 같다. 그런데 이 프로토콜은 기승 단계가 포함된 점이 좋았던 것 같다.”

-사후 면담 발췌(D교사)

다. 교생 지도 및 예비교사 교육 측면에서의 활용 가능성

참여 교사들은 이 연구에서 개발된 프로토콜을 현직 교사뿐만 아니라 교생 지도나 예비교사 교육프로그램에서 프로토콜을 유용하게 활용할 수 있을 것이라고 생각하였다. 교생 지도 경험이 많은 D교사의 경우는 단위 학교에서 운영되는 PLC와 별도로, 교사들이 교생을 지도할 때 이러한 프로토콜이 있으면 매우 유용할 것이라고 지적하였으며, 비교적 최근에 임용된 A교사는 예비교사 교육에서 이런 프로토콜들이 활용된다면 예비교사들에게 더 실제적인(authentic) 경험을 제공할 수 있을 것이라고 주장하였다.

“제가 교생 지도를 오랫동안 해본 경험이 있어서 이번에 이 프로토콜을 겪으면서 만약에 교생 선생님이 왔을 때 이 프로토콜에 맞춰서 교생 선생님이 수업하기 이전에 전 단계로 이런 프로토콜을 통해서 각자의 내면에 있는 좋은 탐구 수업이 무엇인지를 명확하게 논의해보고 좋은 결론을 얻으면 참 좋겠다는 생각을 했다.”

-사후 면담 발췌(D교사)

“사실 대학 때는 탐구 수업이라고 하면 그냥 탐구 수업의 정의와 종류 이런 식으로 강의식으로 받아들이는 경향이 있는데, 실제로 자기 생각을 이야기해보고 다른 친구들 이야기도 들어보고 하면서 탐구 수업에 대한 개념이나 아니면 수업 방법에 대해 생각을 정리할 수 있는 시간이 되지 않았을까 생각한다.”

-사후 면담 발췌(A교사)

라. 프로토콜 활용의 어려운 점

이 연구에서 시험적으로 적용해 본 과학탐구 수업 프로토콜을 경험하면서 겪은 어려운 점에 대해 참여 교사들은 프로토콜 자체의 문제점보다는 프로토콜 적용 시 제기될 수 있는 현실적인 어려움 측면에서 다양한 의견을 제시하였다.

첫째, PLC에 참여하는 교사 변수와 관련된 2가지 어려움을 제시하였는데, 하나는 프로토콜을 운영하기 위한 촉진자 역할을 원활하게 수행할 수 있는 교사의 존재에 대해 의문을 제기하였고, 다른 하나는 참여 교사들의 의지와 성향 등 교사 정서와 관련된 변수가 프로토콜

활용에 크게 영향을 미친다고 지적하였다.

“촉진자를 맡아주시실 분의 원가 경력과 경험과 그런 부분들도 사실 되게 중요한 것 같다. 그래서 제가 이론적으로 배웠다고 해서 촉진자 역할을 할 수 있는 것은 아니니까, 이론과 경험이 뭔가 균형이 맞춰진 누군가가 있어야 하지 않느냐는 생각이 든다.”

-사후 면담 발췌(F교사)

“그냥 학교 가서 이걸 하자고 하면 특히 이렇게 젊은 분하고 나이가 좀 있는 분하고 성향의 차이가 좀 있다. 우리 학교 같은 경우는 한 40대 이상의 여자 선생님들이 많은 학교라서 사실 그렇게 막 호응하실 것 같지는 않다.”

-사후 면담 발췌(E교사)

둘째, 학교급에 따른 차이가 있다는 의견을 제시하였는데, 중학교의 경우는 프로토콜을 가지고 활용할 때 과학 교사들이 어느 정도 동질적이어서 서로 소통이 잘 될 수 있으나, 고등학교의 경우는 전공이 달라 이질적이어서 소통이 어려울 수 있다는 것이다.

“중학교 내용의 경우에는 어느 정도 과학 선생님들이라고 하면은 아는 내용을 기반으로 하기 때문에 서로 논의가 되는데 고등학교의 경우에는 제가 [생물 전공이라 물리학, 화학, 지구과학 선생님들이 말씀하시는 부분에 대해서는 거의 못 알아듣는 경우가 태반이다.”

-사후 면담 발췌(B교사)

셋째, 단위 학교 PLC에서 프로토콜을 활용·적용하기 위한 시간 확보가 어렵다는 의견을 제시하였다. 이 연구에서 개발된 프로토콜들이 적게는 90분에서 많게는 180분 정도 소요되는데, 학교에서 이런 시간을 과학 교사들이 공통으로 확보하는 것이 현실적으로 매우 어렵다고 교사들은 지적하였다. 이에 대해 A교사는 현실적인 대안으로 학교안 PLC보다는 학교밖 PLC에서 프로토콜을 활용할 것을 제안하였다.

“이 프로토콜이 많게는 3시간 정도의 시간이 확보가 되어야 한다고 본다. 사실 이게 학교에서는 그만큼의 시간을 선생님들이 개인적으로 확보하려고 하실지 그것도 조금 의문이 들기도 하고, 좀 형식적으로 이루어질 것 같다는 생각이 들었다. 그래서 학교내 공동체보다는 학교 밖 전학공 [PLC]에서는 교과에 좀 관심 있고 참여하시는 분들이 계시니까 거기에서 먼저 도입을 해보면 어떨까 생각해봤다.”

-사후 면담 발췌(A교사)

IV. 결론 및 제언

이 연구는 ‘어떻게 하면 교사들의 PLC 활동이 단순 팀워크나 피상적인 과업 수행에 머무르지 않고 강력한 전문적 학습공동체로 정착하게 만들 것인가?’라는 고민에서 출발하였다. 이러한 고민 해결의 첫걸음으로 이 연구에서는 과학 교사 PLC에서 탐구 수업 전문성을 함양하기 위한 목적으로 활용할 수 있는 프로토콜을 개발하고, 현장 교사들과 함께 시험 적용을 통해 개발된 프로토콜의 현장 활용 가능성을 탐색하고자 하였다. 개발된 5단계의 프로토콜을 6명의 참여 교사들 대상으로 순차적으로 적용하였으며, 활용 가능성을 알아보기 위해

단계마다 교사 성찰일지를 작성하게 하였으며 5단계 프로토콜 적용 후 집단 면담을 통해 프로토콜에 대한 교사들의 인식을 조사하였다. 연구 결과, 다음과 같은 결론을 도출하였다.

첫째, 과학 교사 탐구 수업 전문성 신장을 위한 5단계의 프로토콜을 개발하였다. 이 프로토콜은 (1)과학탐구 수업에 대한 생각 드러내기, (2)과학탐구 수업 경험 공유하기, (3)학생의 과학탐구 결과물 들여다보기, (4)과학탐구 지도 소양 쌓기, (5)과학탐구 수업계획 짜기 등의 단계로 순차적으로 구성된다. 이 연구에서 개발된 5단계의 탐구 수업 PLC 프로토콜은 모임 진행을 위한 절차와 형식을 제공함으로써 PLC의 체계적인 운영에 도움을 줄 뿐만 아니라, 그 자체로도 과학 교사 학습공동체에서 교사의 탐구 수업 전문성 신장을 위한 도구로 유용하게 활용될 수 있을 것이다.

둘째, 참여 교사의 성찰 일지와 사후 면담 분석 결과를 통해 이 연구에서 개발된 과학탐구 수업 전문성 신장 프로토콜의 광범위한 활용 가능성을 확인하였다. 먼저, 프로토콜 효과 측면에서 참여 교사들은 5단계 프로토콜을 경험한 것이 그동안 자신의 탐구 수업에 대한 성찰의 기회와 개선을 위한 고민의 출발점이 되었으며, 탐구 수업에 활용할 수 있는 다양한 자료와 생각들을 얻을 수 있었다고 인식하였다. 이것은 1~3단계 프로토콜의 영향인 것으로 판단된다. 이 연구에서 의도한 프로토콜이 상향식으로 교사들의 생각을 끄집어내는 데서부터 출발하는 것이었기 때문에 1단계(내가 생각하는 과학탐구 수업이란?), 2단계(내가 해본 과학탐구 수업은?), 3단계(내가 수행한 탐구 수업의 학생 결과물 함께 들여다보기)를 거치면서 참여 교사들은 자신의 생각을 표출하고 동료 교사들과 공유하는 과정에서 성찰과 고민을 겪었을 것이며, 또한 이 과정에서 탐구 수업과 관련된 동료들의 다양한 생각과 자료들을 직간접적으로 얻었을 것이다. 이와 같은 결과는 ‘반성적 실천’과 ‘협력적 반성’을 수업 전문성 재개념화 방안으로 제시한 다수의 연구들(Chin & Ham, 2009; Peel & Shortland, 2004; Raelin, 2001)의 주장과 일치하는 것으로, 이른바 ‘기술적 합리성(technical rationality)(Schön, 1983)’에 기초한 기존의 전통적 교사 교육 관점에서 벗어나 ‘의사소통과 협력적 활동’에 기초한 대안적 관점의 필요성을 제기한다.

또한, 참여 교사들은 프로토콜 경험을 통해 탐구 수업에 대한 자신감이 생겼다고 인식하였는데, 이것은 프로토콜 4~5단계의 영향으로 판단된다. 4단계(과학탐구 수업 소양 쌓기: 증거에 기초한 토론과 논증)를 통해 과학탐구 수업과 관련된 최신 소양을 습득하고, 이를 5단계(논증이 반영된 과학탐구 수업 계획하기)에서 적용해 본 경험이 그동안 해보지 못했던 새로운 탐구 수업에 대한 두려움을 없애주면서 동시에 자신감을 상승시킨 것으로 보인다. 이와 같은 분석은 PLC 참여 횟수가 많을수록 자기 효능감(self-efficacy) 수준이 증가했다는 OECD(2014) 조사 결과와 일맥상통하는 것이기도 하다. 하지만 이것이 온전히 프로토콜의 효과인지 PLC 자체의 효과인지는 추가적인 검증과정을 통해 규명할 필요가 있다.

다음으로, PLC 운영 측면에서 참여 교사들은 프로토콜이 PLC의 체계적 운영, 교사의 PLC 참여도 제고에 도움이 되는 것으로 인식하고 있었는데, 프로토콜이 있음으로써 기승전결의 스토리를 가진 PLC 운영이 가능하며, 이를 통해 교사 주도의 전문적 학습(teacher-led professional learning)이 가능하다는 것이다. 특히 프로토콜은 PLC에

참여한 모든 교사들이 골고루 발언할 수 있도록 하는 대화 구조(dialogue structure)를 특징으로 하기 때문에 교사들의 참여도를 높이는 효과적인 도구가 될 수 있다고 인식하고 있었다.

마지막으로, 참여 교사들은 프로토콜의 활용 범위를 단위학교 PLC에서 교생 지도나 예비교사 교육 측면까지 확장하여 생각하고 있었다. 이는 이 연구에서 개발된 프로토콜의 활용성과 적용 가능성이 생각보다 광범위할 수 있음을 시사한다. 다시 말해 과학 교사 PLC에서 활용하기 위해 개발한 프로토콜이지만, 예비교사 교육이나 교생 지도에도 유용하게 사용할 수 있다고 현장교사들이 인식한다는 것은 프로토콜이 다방면에서 교사의 전문성 개발에 효과적인 도구가 될 수 있음을 말해준다.

한편, 프로토콜 활용에 대해 긍정적인 인식뿐만 아니라 어려운 점도 지적되었는데, 그 중 첫 번째는 촉진자 문제였다. 프로토콜의 적용에서 촉진자가 핵심적인 역할을 해야 하는데, 단위 학교에 촉진자 역할을 할 수 있는 교사가 존재하느냐에 대한 의문이었다. 두 번째는 프로토콜 활용에 필요한 시간 확보 문제였다. 이 연구에서 개발된 5개의 프로토콜이 적게는 90분에서 많게는 180분까지 소요되는데 단위 학교에서 이런 시간을 교사들이 공동으로 확보하기가 어렵다는 것이다. 이런 측면에서 일부 참여 교사들은 이런 프로토콜을 학교안 PLC보다는 학교밖 PLC에서 활용하면 좋겠다는 의견을 제시하였다. 이러한 문제점들은 결국 시스템의 문제로 귀결된다. 정책을 통해 시스템 차원에서 교사 전문성 개발을 위한 지원이 이루어질 수 있도록 제반 여건을 갖추는 것이 우선되어야 한다. 이런 맥락에서 브리티시 컬럼비아, 홍콩, 상하이, 싱가포르의 교사 전문적 학습 지원 시스템 사례(Jensen *et al.*, 2016)를 벤치마킹할 필요가 있다.

위와 같은 결론을 토대로 과학 교사 PLC에서 프로토콜 개발 및 활용에 대해 제안하면 다음과 같다.

첫째, 과학 교사의 전문성과 관련된 다양한 범주의 프로토콜이 개발되어야 할 것이다. 이 연구에서는 과학탐구 수업이라는 전문성 범주에 한정하여 프로토콜을 개발하였지만, 과학 교육과정 재구성, 학생 참여형 과학 수업 전략, 과정 중심 평가 등 다양한 범주로 프로토콜의 개발 범위를 확대할 필요가 있다. 이런 다양한 프로토콜들을 개발하여 보급한다면, 단위 학교 과학 교사 PLC에서 교사들의 전문성 개발 요구에 따라 취사선택하여 활용할 수 있을 것이다.

둘째, 촉진자 역할을 할 과학 교사 PLC 리더를 위한 프로토콜 활용 프로그램을 마련할 필요가 있다. 이 연구에서도 드러났지만, PLC 운영에서 핵심적인 역할을 하는 것이 촉진자인데, 단위 학교에 촉진자 역할을 할 수 있는 교사의 존재 여부에 대해 회의적이다. 촉진자가 자신이 속한 PLC를 효과적으로 운영하기 위해서는 프로토콜과 같은 보조 도구에 익숙해야 하며 능숙하게 활용할 수 있어야 한다. 따라서 학교안 PLC에서 촉진자 역할을 할 교사들을 위한 별도의 프로그램을 마련한다면 프로토콜 활용을 통해 PLC를 활성화하는 데 많은 도움이 될 것이다. 이러한 제안들은 실제로 싱가포르 교사 아카데미(Academy of Singapore Teachers, AST)에서 이미 실행 중인 것이기도 하다. AST에서는 학교안 PLC를 지원하기 위한 조치로 PLC 촉진자를 위한 연수과정을 개설하고 있으며, PLC 조직과 운영에 도움이 되는 툴킷(toolkit)을 개발하여 제공하고 있다.

국문요약

이 연구에서는 과학 교사 PLC에서 탐구 수업 전문성을 함양하기 위한 목적으로 활용할 수 있는 프로토콜을 개발하고, 현장 교사들을 대상으로 시험 적용을 통해 개발된 프로토콜의 현장 활용 가능성을 탐색하고자 하였다. 5단계로 구성된 과학탐구 수업 PLC 프로토콜을 개발해서 6명의 참여 교사를 대상으로 순차적으로 적용하였다. 프로토콜의 활용 가능성을 알아보기 위해 단계마다 성찰일지를 작성하게 하였으며 5단계 프로토콜 적용 후 집단 면담을 통해 프로토콜에 대한 참여 교사의 인식을 조사하였다. 연구 결과는 다음과 같다. 첫째, 과학 교사 탐구 수업 전문성 신장을 위한 프로토콜을 (1)과학탐구 수업에 대한 생각 드러내기, (2)과학탐구 수업 경험 공유하기, (3)학생의 과학탐구 결과물 들여다보기, (4)과학탐구 지도 소양 쌓기, (5)과학탐구 수업계획 짜기 등의 5단계로 구성·개발하였다. 둘째, 참여 교사의 성찰 일지와 사후 면담 분석 결과를 통해 이 연구에서 개발된 과학탐구 수업 PLC 프로토콜의 광범위한 활용 가능성을 확인하였다. 참여 교사들은 프로토콜이 PLC의 체계적 운영, 교사의 참여도 제고 등에 도움이 되었으며, 5단계 프로토콜을 경험함으로써 자신의 탐구 수업에 대한 성찰과 개선을 위한 고민의 기회를 얻었고 탐구 수업에 대한 자신감이 생겼다고 인식하였다. 연구 결과를 토대로 과학 교사 PLC 프로토콜 개발 및 활용에 대해 제안하였다.

주제어 : 교사학습공동체, 프로토콜, 과학 교사, 과학탐구, 수업 전문성

References

- Allen, D. (Ed.). (1998). *Assessing student learning: From grading to understanding*. New York: Teachers College Press.
- Brunner, R. (1976). *Lehrer training Grundlagen, Verfahren, Ergebnisse* [Teacher training: Basics process result]. München: E. Reinhardt Verlag.
- Chin, Y. & Ham, Y. (2009). The Trends and Tasks about Study of Reconceptualization of Teaching Professionalism. *The Journal of Yeolin Education*, 17(2), 47-71.
- Darling-Hammond, L. (2017). *Empowered educators: How high-performing systems shape teaching quality*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Darling-Hammond, L., & Bransford, J. (2005). *Preparing teachers for a changing world: What teachers should learn and be able to do*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Dogan, S., Pringle, R., & Mesa, J. (2015). The impacts of professional learning communities on science teachers' knowledge, practice and student learning: A review. *Professional Development in Education*, 42(4), 569-588.
- Easton, L. B. (2009). *Protocols for Professional Learning*. Alexandria, VA: Galloway, A. (2004). *Protocol: How Control Exists After Decentralization*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Hargreaves, A., & Shirley, D. (2009). *Fourth way: The inspiring future for educational change*, CORWIN A SAGE company.
- Jensen, B., Sonnemann, J., Roberts-Hull, K., & Hunter, A. (2016). *Beyond PD: Teacher Professional Learning in High-Performing Systems*. Washington, DC: National Center on Education and the Economy.
- Jones, M., Blonder, R., Gardner, G., Albe, V., Falvo, M., & Chevrier, J. (2013). Nanotechnology and Nanoscale Science: Educational challenges. *International Journal of Science Education*, 35(9), 1490-1512.
- Kim, N. (2013). A study on the usefulness and possibility of protocols in the professional learning community. *The Journal of Elementary Education*, 26(3), 1-20.
- Korea Foundation for the Advancement of Science and Creativity [KOFAC]. (2018). *Report on 2017 teacher training achievement of Integrated Science*. Seoul: KOFAC.
- Korea Foundation for the Advancement of Science and Creativity [KOFAC]. (2019). *Monitoring study on the implementation of the 2015 national science curriculum in elementary and secondary schools*. Seoul:

- KOFAC.
Korea Foundation for the Advancement of Science and Creativity [KOFAC]. (2020). Analysis of field application of 2015 revised science curriculum. Seoul: KOFAC.
- Kwak, Y. (2020). Trend analysis of curriculum application status of 2015 revised integrated science and scientific laboratory experiment curriculum. *Journal of the Korean Society of Earth Science Education*, 13(1), 53-63.
- Kwak, Y., & Kim, J. (2016). Features and future tasks of Korean teachers' learning communities. *The Journal of Curriculum and Evaluation*, 19(1), 179-198.
- Kwak, Y., Lee, K., & Jeong, E. (2021). Qualitative inquiry into the characteristics of science teacher learning communities: Cases within and across schools. *Journal of Korean Association for Science Education*, 41(4), 297-310.
- Louis, K., Kruse, S., & Bryk, A. (1995). Professionalism and community: What is it and why is it important in urban schools? In K. Seashore Louis & S. Kruse (Eds.), *Professionalism and community: Perspectives on reforming urban schools* (pp. 3 - 22). Thousand Oaks, CA: Corwin Press.
- McDonald, J. P., Mohr, N., Dichter, A., & McDonald, E. C. (2013). *The Power of Protocols; An Educator's Guide to Better Practice*(3rd ed.). Teachers College, Columbia University.
- Nelson, T. (2009). Teachers' collaborative inquiry and professional growth: Should we be optimistic?. *Science Education*, 93(3), 548-580.
- OECD (2014). *TALIS 2013 Results: An International Perspective on Teaching and Learning*. Paris: OECD.
- OECD (2018). *OECD Future of Education and Skills 2030*. <https://www.oecd.org/education/2030-project>.
- Park, Y., Kim, M., & Chang, J. (2018). A study on the development and applicability of the curriculum literacy protocol for the professional learning community. *Journal of Education & Culture*, 24(5), 31-56.
- Peel, D. & Shortland, S.(2004). Student teacher collaboration: Preservice on learning together. *Innovation in Education & Teaching International*, 41(1), 49-58.
- Raelin, J.(2001). Public reflection as the basis of learning. *Management learning*, 31(10), 11-30.
- Rieck, J. (2013). *Protocol Use in a Professional Learning Community: Teachers' Perceptions of Instructional Design and Understanding of Students' Critical Thinking*. Walden University ProQuest Dissertations Publishing.
- Seo, K. (2009). Teacher learning communities and professional development. *The Journal of Korean Teacher Education*, 26(2), 243-276.
- Shim, S. (2020). Exploring How a High School Science Teacher's Understanding and Facilitation of Scientific Modeling Shifted through Participation in a Professional Learning Community. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 40(1), 29-40.
- Schön, D. (1983). *The reflective practitioner: How professionals think in action*. New York: Basic Books.
- Shulman, L. (1983). Autonomy and obligation: The remote control of teaching. In L.S. Shulman & G. Sykes (Eds.), *Handbook of teaching and policy* (pp. 484-504). New York: Longman.
- Yang, J., & Choi, A. (2020). Pedagogical Content Knowledge for Science Practice-Based Instruction Developed by Science Teachers in a Teacher Learning Community. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 40(5), 565-582.

저자정보

이기영(강원대학교 교수)
정은영(전남대학교 교수)
곽영순(한국교원대학교 교수)