

‘전기 회로 꾸미기’ 단원의 수업에서 나타난 초등교사의 PCK 특성

최경숙 · 원정애 · 백성혜
(한국교원대학교)

The PCK Characteristics of Elementary School Teachers in the Classes of ‘Making Electric Circuit’ Unit

Choi, Kyoung Sook · Won, Jeong Ae · Paik, Seoung Hey
(Korea National University of Education)

ABSTRACT

The purpose of this study is to examine the characteristics and the relationships of PCK components of elementary school teacher in the chapter of electric circuit unit. The subjects of this study were two teachers serving as main teachers in the 5th grade and data were collected through qualitative research methods such as questionnaires for teachers, classroom observations and teacher interviews. The collected data were transcribed and then analyzed. Results of analysis showed that teacher A thought that science was a class to explore and study the principles of nature phenomena and scientific knowledge by themselves. In addition, teacher A helped students to understand the content by using strategies of analogy. The teacher B conveyed the contents of text without any reconstruction. But teacher B understood the standards of curriculum, and didn't want to teach students over the standards. Based on the analysis, we could conclude that PCK is formed on the basis of knowledge and belief about curriculum and knowledge and belief about learners.

Key words : characteristics of PCK, elementary school students, electric circuit content

I. 서 론

교육의 질적 향상을 위해 교사 변인은 매우 중요하다(Duffee & Aikenhead, 1992; 박미화 등, 2007; 박성혜, 2006). 교육과정평가원(2002)도 교육에서 수업의 질을 강조하며, 그 선결 조건으로 교사의 전문성을 들었다. 전문성을 기초로 하는 교사의 능동적인 참여가 없이는 교육과정 개혁이 성공하지 못한다는 점은 교육과정의 역사가 증명하고 있다(강현석과 이자현, 2006).

Shulman(1986)이 제안한 교사의 전문성에 대한 지식인 Pedagogical Content Knowledge(PCK)는 교수법적 지식과 내용 지식의 결합이며(Loughran *et al.*,

2004), 교사를 그 분야의 학자와 구분지어 줄 수 있는 기준이다(Shulman, 1987). Shulman 이후 PCK는 여러 학자들의 연구를 통해 구체화되었고(곽영순, 2006; 박성혜, 2006; 임정환, 2003; Cochran, *et al.*, 1993; Grossman, 1990; Loughran *et al.*, 2004; Magnusson *et al.*, 1999; Marks, 1990; Van Driel *et al.*, 2000), 교사 전문성을 논의하는데 있어 필수적인 요소로 자리 잡았다. 이 중 대표적인 학자의 PCK 정의를 표 1에 제시하였다.

PCK의 특징 중 하나는 Veal & MaKinster(1999)가 주장하였듯이 교과 한정적, 영역 한정적, 주제 한정적이라는 것이다. 교과 한정적이란 동일한 교과라도 과목에 따라 적용하는 PCK가 다르다는 것이다.

이 논문은 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구임(과제번호 2011-0003831).

2011.3.31(접수), 2011.5.19(1심 통과), 2011.5.27(2심 통과), 2011.6.29(최종 통과)

E-mail: shpaik@knu.ac.kr(백성혜)

표 1. 여러 학자들의 PCK에 대한 정의

학자	PCK의 정의
Shulman (1987)	내용 지식과 교육학 지식의 특별한 amalgam
Cochran <i>et al.</i> (1993)	교육학, 교과 내용, 학생의 특성, 학습의 상황이 통합된 교사의 이해
Van Driel <i>et al.</i> (1998)	학습을 촉진시키려는 상황에서 교과 지식에 대한 교사의 해석과 변형
Magnusson <i>et al.</i> (1999)	학습자의 학습 내용, 학습자의 학습 곤란, 학습자의 학습을 도와줄 방법 등에 관한 교사의 진술
Loughran <i>et al.</i> (2004)	학습자들이 과학 내용을 이해하도록 돕는 교수 상황을 제공하기 위하여 교사들이 사용하는 지식

영역 한정적이란 동일한 과목의 한 영역에 대한 PCK 발달이 다른 영역의 PCK의 발달을 보장하지 않는다는 것이다. 그리고 주제 한정적이란 어느 과목의 전반에 대한 PCK가 잘 발달된 교사라 할지라도 모든 주제를 잘 가르칠 수는 없다는 것이다. 이렇게 PCK는 가르치는 내용과 상황에 따라 달라지며 (조희형과 고영자, 2008), 구체적인 과학 주제별로 과학교사의 PCK에 관한 연구가 필요하다(곽영순, 2008, 2009; 박재원 등, 2007; Loughran *et al.*, 2004).

전기 회로 개념을 과학적으로 형성하는 것이 전류 개념을 과학적으로 형성하는데 중요한 요인이 되는 것에 반해, 초등학교 학생들은 전류를 이해하기 위해 기본 요소가 되는 전지, 전구, 전기 회로에 관하여 과학적 개념과는 거리가 있는 다양한 생각을 가지고 있음을 선행 연구(권재술과 김범기, 1998; 김범기와 권재술, 1995; 김영민과 권성기, 1992; 김진숙과 권성기, 2000; 문충식과 권재술, 1992; Cohen *et al.*, 1983; Heller & Finley, 1992)에서 밝혔다. 그런데 최근에는 학생뿐 아니라 학생들에게 가장 직접적으로 영향을 미치는 과학교사, 예비 과학교사들도 전류에 대한 동일한 오개념과 어려움을 가지고 있는 것으로 나타났다(이수아 등, 2007; 이정숙, 2010; 주혜은과 이문남, 2005; 최은정과 홍석인, 2006; McDermott, 1991; Webb, 1992). 이러한 이유로 전기 회로 꾸미기는 초등교사가 지도하기 어려워하는 단원 중의 하나로 뽑히고 있다(김정혜, 2009; Benseghir & Closset, 1996). 교수 학습 과정에서 다루는 내용이 매우 쉽거나 전형적인 교수 틀이 고정되어 있는 단원의 경우에는 교사의 PCK의 특성을 파악하는 것이 어려울 수 있다(박재원 등, 2007).

따라서 이 연구에서는 초등교사의 PCK를 연구하면서 ‘전기 회로 꾸미기’ 단원이라는 주제 한정적인 분석을 하고자 한다. 이 연구의 목적은 교사와 학생들이 가르치거나 배우는데 어려움을 가지는 ‘전기

회로 꾸미기’ 단원에 대한 교사의 PCK의 분석을 통해 현직 교사 연수 및 예비 교사 교육의 바람직한 방향을 얻음으로써 교육의 질 향상에 도움을 주기 위한 것이다. 연구 문제를 구체적으로 제시하면 다음과 같다.

첫째, 초등학교 5학년 2학기 6단원인 ‘전기 회로 꾸미기’ 수업에서 나타난 초등교사의 교과 내용 지식의 특성은 어떠한가?

둘째, 초등학교 5학년 2학기 6단원인 ‘전기 회로 꾸미기’ 수업에서 나타난 초등교사의 교육과정에 대한 지식과 신념의 특성은 어떠한가?

셋째, 초등학교 5학년 2학기 6단원인 ‘전기 회로 꾸미기’ 수업에서 나타난 초등교사의 학생에 대한 지식과 신념의 특성은 어떠한가?

넷째, 초등학교 5학년 2학기 6단원인 ‘전기 회로 꾸미기’ 수업에서 나타난 초등교사의 교수전략에 대한 지식과 신념의 특성은 어떠한가?

다섯째, 초등학교 5학년 2학기 6단원인 ‘전기 회로 꾸미기’ 수업에서 나타난 초등교사의 PCK 전반적인 특성은 어떠한가?

II. 연구방법

1. 연구 대상 학교

이 연구는 광주광역시 소재 W초등학교에서 진행되었다. 개교한지 18년 된 학교로 전체 학생 수는 1,100명 정도이며, 학급 수는 38학급이다. 학년 당 6~7학급으로 각 반의 학생 수는 30명 이내였다. 학교 주변에는 아파트와 주택이 많으며, 학부모의 대부분이 맞벌이를 하고 있다. 각 반의 10% 정도 학생이 결손 가정인 환경이며, 학교 공부가 끝난 후에 학교에서 이루어지는 방과 후 수업이나 공부방과 같은 사교육을 받는 학생이 많았다.

2. 연구 참여 교사

예비 교사들을 대상으로 한 선행 연구(강경희, 2009; 박철용 등, 2008; Nilsson, 2008)에 따르면 교육 실습 중 수업 지도와 관련하여 예비 교사들의 어려움이 많은 것으로 연구되었다. 예비 교사들이 교직에 임용되어 첫 수업을 시작하면서부터 5년 미만의 경우를 초임 교사 기간(Stansbury & Zimmerman, 2000)이라고 하며, 이 기간에 초임 교사들은 예비 교사 시절 겪었던 어려움을 겪으며 시행착오를 거치게 된다(곽영순, 2009; 민희정 등, 2010). 그러므로 초임 교사로서의 한계를 가지지 않는다고 볼 수 있는 교사 경력 6년 이상의 연구 대상자들을 선정하여 이들이 가지는 교사 전문성을 분석해 보고자 하였다.

이 연구에 참여한 교사들은 A, B로 표기하였으며, 연구의 필요성을 충분히 공감하고 적극적으로 연구 대상자로서의 참여 의사를 표현하였으므로 선정하였다. A교사는 고등학교에서 자연 계열을 선택하여 물리2, 화학2, 생물2, 지구과학2의 내용을 공부하였다. 교육대학교에서는 과학을 심화로 전공하였고, 현재 교육대학원 석사 과정을 이수 중이다. 교육대학교를 졸업한 후 받은 과학 관련 연수로는 60시간의 과학 실험 연수와 15시간의 마술을 이용한 신나는 과학 수업 만들기 연수가 있다. A교사는 과학 과목의 존재 이유를 자연 현상에 대한 호기심을 가지고 여러 가지 탐구 방법을 배워 자연 현상의 원리와 과학 지식을 스스로 탐구해 나갈 수 있는 능력을 길러 주기 때문이라고 보았다.

B교사는 지역에서 성적이 우수한 비평준화 고등학교를 졸업하였으며, 인문 계열을 선택하여 물리1, 화학1, 생물1, 지구과학1의 내용을 공부하였다. 교육대학교에서는 실과를 심화로 전공하였고, 교육대학교를 졸업한 후 받은 과학 관련 연수로는 60시간의 과학 실험 연수가 있다. B교사는 과학 과목의 존재 이유를 학생들이 자연 현상을 이해하고, 과학의 기본 개념 등을 알며, 과학적 탐구 능력을 기르고 생활에서 보이는 여러 현상들을 과학적으로 생각해 보기 때문이라고 하였다.

연구에 참여한 교사들의 성별, 경력, 고등학교 때 계열 그리고 5학년 담임 경험의 유무와 같은 개인적 배경은 표 2와 같다.

3. 연구 대상 단원

연구 참여 교사들의 수업 관찰과 면담 등은 5학

표 2. 연구 참여 교사의 개인적 배경

교사별		A교사	B교사
교직경력	6년차		6년차
나이	30대 초반		30대 초반
성별	여		여
고등학교 선택	자연 계열		인문 계열
학부 전공	초등교육		초등교육
학부 심화	과학교육		실과교육
5학년 담임	처음		2년 연속
과학 관련 연수	과학 실험 연수, 마술을 이용한 신나는 과학 수업 만들기		과학 실험 연수
과학 관련 활동	천체 관련 연구회, 별자리 강사 활동 중, 생활과학 선도 강사 활동 중		없음

년 2학기 6단원인 전기 회로 꾸미기 단원에 대한 것이다. 이 단원은 4~6차 교육과정에서는 4학년 학습 내용이었으나 7차 교육과정에서는 5학년으로 이동한 단원으로 모두 6차시로 구성되어 있다. 교사용 지도서(교육과학기술부, 2010)에 제시된 단원의 학습 계열은 그림 1과 같다.

이 단원은 총 6차시로 이루어져 있으며, 각 차시별 학습 목표는 표 3과 같다.

4. 자료 수집

연구에 필요한 자료는 교사 질문지, 수업 관찰, 교사 면담 등을 통해서 얻었다. PCK의 분석을 위하여 질문지, 수업 관찰, 교사 면담 등의 다양한 자료를 수집하는 자료의 다각화는 질적 연구로서의 신뢰도와 타당도를 높이기 위한 것이다(Merriam, 1998).

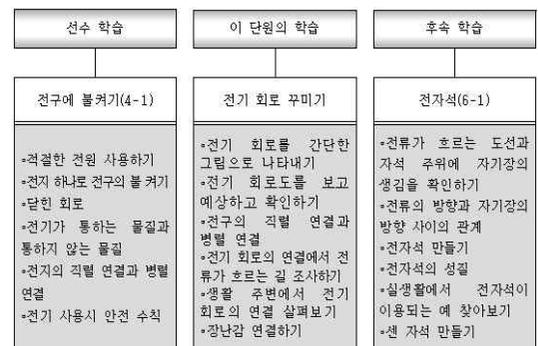


그림 1. 단원의 학습 계열

표 3. 단원의 차시별 학습 목표

차시	학습 목표
1	<ul style="list-style-type: none"> · 전기 회로도를 보고, 전기 회로를 꾸밀 수 있다. · 전기 회로를 보고, 전기 회로도를 그릴 수 있다.
2	<ul style="list-style-type: none"> · 전기 회로도를 보고, 전구나 전동기가 어떻게 될지를 예상할 수 있다. · 예상한 것을 실제 전기 회로를 꾸며서 확인할 수 있다.
3	<ul style="list-style-type: none"> · 2개의 전구를 직렬과 병렬로 연결할 수 있다. · 전구의 직렬과 병렬연결에서 전구의 밝기를 비교하여 말할 수 있다.
4	<ul style="list-style-type: none"> · 전기 회로도에 전류가 흐르는 길을 표시할 수 있다. · 직렬과 병렬연결에서 전류가 흐르는 길의 특징을 설명할 수 있다.
5	<ul style="list-style-type: none"> · 일상생활에서 사용하는 다양한 전기 회로를 조사하여 발표할 수 있다. · 직렬연결과 병렬연결의 장단점을 설명할 수 있다.
6	<ul style="list-style-type: none"> · 전기 회로를 포함한 장난감을 만들 수 있다. · 직렬연결과 병렬연결 방법을 활용하여 장난감들을 연결할 수 있다.

1) 교사 질문지

교사 질문지는 2학기 수업이 시작된 9월에 교사들에게 질문지를 주고 작성 후 돌려받았다. 교사 질문의 목적은 연구 참여자의 배경과 과학을 가르치는 목적, PCK 형성의 기반, 전기 회로 꾸미기 단원에 대하여 알고 있는 교과 내용 지식 등을 알아보기 위한 것이다. 전기 회로 꾸미기 단원과 관련된 연구 참여 교사의 교과 내용 지식을 알아보기 위한 검사는 10개의 문항으로 구성하였으며, 선행 연구(이정숙, 2010; 홍명수 등, 2009; Mcdermott, 1991)에서 사용되었다. 문항에 대한 타당도는 선행 연구에서 Mcdermott의 튜토리얼 학습 강좌를 수강한 대학원생 중에서 물리를 전공한 교사들을 대상으로 리커트 척도의 검사로 이루어졌다. 그 외에 질문지에는 11개의 문항이 포함되었으며, 질문의 내용은 기본 인적 사항과 과학에 대한 인식 그리고 Loughran *et al.* (2004)이 개발한 Content Representation(CoRe)에 기반을 둔 질문으로 구성되어 있다. CoRe는 과학교사들의 교수 내용에 대한 이해와 이러한 지식을 표현하는 방식을 측정하기 위한 하나의 도구이다.

2) 수업 관찰

연구 대상 단원이 2학기 6단원이어서 11월부터 수업 관찰이 시작되었다. 연구 참여자들에게 수업

관찰의 목적을 미리 알려준 후 6차시의 수업을 모두 관찰하였고, 수업 관찰 중에는 연구자가 참여하지 않아 평상시와 별 차이가 없는 수업이 이루어졌다. 모든 수업은 캠코더와 보이스레코더를 이용하여 녹화 및 녹음되었다. 수업 초기에는 교사와 학생이 캠코더를 의식하는 행동을 보였으나, 수업이 진행될수록 이러한 행동은 줄어들었다. 녹화 및 녹음된 자료는 전사하였으며, 전사본의 분석 결과는 그 자체도 중요하지만 이후 교사 면담에 중요한 자료로 활용되었다.

3) 교사 면담

교사 면담의 목적은 교사의 생각과 수업 실제에 대한 비교와 수업에서 관찰된 말과 행동에 대한 교사의 의도, 학생에 대한 교사의 이해 등을 알아보기 위한 것이다(박재원 등, 2007). 질적 연구의 결과는 연구 참여자가 자신이 가지고 있는 생각을 표현하고, 그에 대한 연구자의 해석이 상호작용하면서 생성되는 것이기 때문에, 연구 결과에 대한 연구 참여자의 확인은 연구 결과에 대한 신뢰도를 높이기 위한 필수적인 과정이다(이용숙 등, 2004).

1차 면담은 9월에 작성한 교사 질문지를 바탕으로 연구 참여자의 배경과 과학을 가르치는 목적, 실험 활동의 목적 등을 좀 더 구체적으로 알아보기 위해 실시하였다. 2차 면담은 약 한 달 동안 진행된 전기 회로 꾸미기 단원의 수업 내용을 연구자가 전사한 후에 그 자료를 토대로 이루어졌으며, 차시별 학습 목표나 차시에 대한 학생들이 이해하기 어려울 것이라고 생각되는 점과 같이 연구자가 알아보기 위해 의도된 질문과, 연구자와 연구 참여 교사의 대화에서 질문이 생성되기도 한 반구조화된 면담이었다. 교사가 수업에 대한 기억을 떠올릴 수 있도록 교과서와 수업의 전사본을 놓고 같이 보면서 면담하였고, 교사가 잘 기억하지 못하는 부분은 녹화된 수업 장면을 다시 보면서 진행하였다. 3차 면담은 평상시 과학 수업에서 교육과정의 재구성, 수업 준비에 대한 어려움, 학생 이해 수준에 대한 교사의 생각, 과학의 본성에 대한 교사의 생각, 학습자로서의 교사의 경험, 과학 관련 연수에 대한 생각 등 과학 교육 전반에 걸친 내용으로 이루어졌다.

면담은 각 교사의 교실이나 교과 연구실에서 개별적으로 이루어졌으며, 시간은 대략 1~2시간 정도 소요되었다. 모든 면담 자료는 녹음 및 전사되었

으며, 다른 자료들과 함께 교사의 PCK의 특성을 알아보고, PCK 요소간의 관계를 확인하는데 유용한 자료로 활용되었다. 연구에 필요한 추가 자료는 직접 대면을 통한 추가적인 면담을 통해 얻기도 하고, 전화를 이용한 면담과 인터넷을 이용하여 전자우편을 주고받는 등 다양한 방법으로 실시하였다.

5. 자료 분석

1) PCK 구성 요소 분석 준거

PCK의 연구 접근은 본질적으로 차별화 접근이다(이화진 등, 2007). 즉, 누구에게나 어떤 내용이나 적용할 수 있는 동일한 일반적 모형이나 방법을 찾는 것이 아니라, 교과 내용과 학생, 그리고 수업 상황에 따라 지도하는 방법을 달리해서 학생의 이해를 도모하려는 것이 PCK 연구의 기본 입장이다. 따라서 교과와 본질과 특성에 따라 교과별 PCK 분석틀과 구성 요소에 대한 세부 관점은 달라진다(한국교육과정평가원, 2007).

이 연구에서는 Magnusson *et al.*(1999)이 제시한 PCK 구성 요소와 임정환(2003)의 PCK 측정 도구, 한국교육과정평가원(2007)의 과학과 PCK 연구 분석틀, 고미례 등(2009)의 분석 준거를 바탕으로 공통적으로 언급하고 있는 PCK 구성 요소들을 분석 준거로 선정하였다. 표 4와 같이 과학 교수 지향, 교과 내용에 관한 지식, 과학교육과정에 대한 지식과 신념, 학생에 대한 지식과 신념, 수업 전략에 대한 지식과 신념이 포함된다.

표 4. PCK 구성 요소와 세부 내용

PCK 구성 요소	세부 내용
과학교수 지향	과학을 가르치는데 있어 교사가 가지고 있는 방향성을 말하며, 이 지향에 따라 수업의 목표 및 수업에서 사용하는 전략 등의 교수 특징이 달라진다(Magnusson <i>et al.</i> , 1999).
교과 내용에 관한 지식	교사들이 가르치고자 하는 영역의 사실과 개념에 대한 지식으로 이론, 모델, 개념, 사실을 말하는 서술적 지식과 지식이 성립되는 과정, 수단, 방법에 관한 과정적 지식으로 나눌 수 있다(Shulman, 1987).
과학교육과정에 대한 지식과 신념	교사가 가르치는 주제의 목적과 목표에 대한 지식, 수직적 교육과정에 대한 지식과 STS와 같은 특정 교육 프로그램에 대한 지식을 말한다(Magnusson <i>et al.</i> , 1999).
학생에 대한 지식과 신념	어떤 과학 내용이 학생들의 학습 곤란을 유발하며, 또 이 내용의 어떤 측면을 학생들이 가장 이해할 수 없는지를 알아야 하고, 학생들이 특정 개념을 학습하기 위하여 요구되는 전제에 대한 지식을 말한다(고미례 등, 2009; Magnusson <i>et al.</i> , 1999).
수업 전략에 대한 지식과 신념	주제 한정적 교수 전략은 학생들의 학습을 촉진하기 위하여 특정한 개념이나 원리를 설명하는 방법으로 예시, 사례, 모형, 비유 등을 사용하는 주제 설명에 관한 지식과 문제, 시범, 시뮬레이션, 조사 실험 등을 사용하는 특정 주제에 적용하는 활동들에 대한 지식을 포함한다(고미례 등, 2009; Magnusson <i>et al.</i> , 1999). 또한 과학 수업을 관리하는 것에 대한 교사의 지식을 말한다. 여기에는 주의 집중이나 학생들의 동기 유발에 대한 지식을 포함한다.

2) 분석 방법

이 연구는 질적 연구 방법으로 자료를 분석하였다. 질적 연구 방법에 의한 자료 분석의 절차는 자료의 개념화와 축소(개방코딩), 속성과 차원에 따른 범주의 정교화(축고딩), 범주에 관한 명제문을 통한 기술로 구성된다. 자료의 개념화와 축소 단계에서는 자료를 부분적으로 분해하여 검사한 후 유사성과 차이점을 찾아 비교한다. 속성과 차원에 따른 범주의 정교화 과정에서는 자료의 다양한 범주와 하위 범주들이 맺고 있는 관계의 본질에 대한 진술들을 통해 재조립된다(신경림, 2001). 이 연구에는 각 PCK 요소의 공통점과 차이점, 공통점과 차이점이 갖는 의미, PCK 요소 간의 관련성, PCK와 수업의 관계 등 연구 전반에 걸쳐 반복적 비교 분석을 통해 자료를 분석하고 해석하였다.

자료의 분석 과정에서 해석의 타당도와 신뢰도를 높이기 위하여 다음과 같은 방법을 사용하였다. 첫째, 연구 대상의 구체적 상황을 충분히 이해할 수 있도록 심층적 기술을 하였다. 교사의 PCK는 암묵적으로 행해지고 상황과 긴밀하게 연결되어 있기 때문에 연구 대상이나 상황에 관하여 전반적인 정보를 제공하여 연구대상의 상황을 충분히 이해할 수 있도록 서술하는 것이 중요한 준거가 된다(이용숙 등, 2004). 둘째, 삼각 측정법을 활용하였다. 삼각 측정법이란 다양한 자료를 바탕으로 접근하는 방법으로, 이 연구에서는 교사 질문, 수업 관찰, 면담 등의 자료에서 나타나는 일치도를 중시하였다. 셋째, 과학교육전문가 1인과 석사 과정 연구자 3인에 의

한 동료 검토를 실시하였다. 동료 검토는 연구에 직접 참여하지 않았지만, 관련 연구 및 검토 대상의 전문가로 판단되는 개인들에게 연구 결과가 분석에 이용된 자료를 잘 반영하고 있는지에 대해, 그리고 해석을 하는 과정에서 의미를 왜곡하지 않았는지에 대해 확인하도록 요청하는 것을 말한다(Merriam, 1998). 이러한 과정은 5개월 동안 8차례 걸쳐 수집된 자료를 반복적으로 읽고 비교하면서 공통적 범주와 패턴을 찾고 연구자간 의견이 일치할 때까지 진행되었으며, 연구가 편향된 시각으로 해석되지 않도록 하는데 많은 도움이 되었다.

III. 연구 결과 및 논의

1. 교과 내용 지식의 특성

Carlsen(1999)은 교사가 지닌 교과 내용 지식의 중요성을 강조하였다. 즉, 교사의 교과 내용 지식 수준에 따라 교실 대화에 학생 참여를 허용하는 정도, 학생에게 제시되는 질문의 유형, 미리 규정된 교육 과정 목적에 집착하는 정도가 달라진다는 것이다. Abell(2007)은 교사가 지닌 교과 내용 지식이 부족하거나 자신의 전공이 아닌 단원의 수업을 진행할 경우 교사는 학생들에게 질문할 기회를 주지 않고 교과서의 세밀한 진술까지 집착하며, 주로 강의식 수업을 진행하는 경향을 보인다고 하였다. 반면에 전공한 영역의 단원일 경우 교사는 학생을 대화에 더 많이 참여시키며, 학생들의 질문을 두려워하지 않는다고 한다. 따라서 교과 내용 지식은 효율적인 교수의 충분조건은 아니지만 PCK 발달에 있어서 반드시 필요하다(곽영순, 2009).

검사지 분석 결과, 두 교사는 모두 전기 회로 꾸미기 단원과 관련하여 선행 연구에서 많은 초등 교사들이 보였던 오개념을 비교적 보이지 않아 교과 내용 지식의 수준이 높음을 알 수 있었다. 다만 B교사의 경우 A교사와 비교하였을 때 다소 교과 내용 지식이 부족한 것으로 나타났다. 수업 중에도 학생들의 어려움을 간과하고 수업을 하는 모습을 관찰할 수 있었다. 다음은 B교사의 2차시 수업 장면이다.

B교사: 1번과 2번은 무엇이 다른 걸까?

학생1: 건전지와 건전지 사이에 전선이 있습니다.

B교사: 전선만 차이가 있을까?

학생2: +와 +극 사이에 전선이 있습니다.

B교사: 여기보세요. 1번은 - + - 로 돼 있죠. 2번은 -

+ + - 로 연결되어 있죠.

위의 수업 장면에서 1번은 극이 반대로 연결되어서 불이 들어오고, 2번은 같은 극끼리 붙어서 불이 들어오지 않는 상태를 구분하는 것인데, 학생들은 건전지의 극 연결보다는 건전지와 건전지 사이에 전선이 있음으로 해서 불이 들어오거나 들어오지 않는다고 생각하였음을 알 수 있다. 그러나 B교사는 이러한 학생들의 생각에 적절한 피드백을 제공하지 않고, 교사가 생각하는 극 연결 방식의 정답을 학생들에게 전달하는 모습을 관찰할 수 있었다. 이에 대한 의견을 수업 후 촬영분을 보면서 B교사에게 물어보았다.

연구자: 2번 회로에서 학생들은 극의 연결보다 전선 사이의 선을 더 중요하게 여기는데, 선생님은 이것에 대한 언급하지 않고 넘어가셨네요. 학생들에게 선의 의미를 이야기해 주어야 하지 않을까요?

B교사: 전기 부품 기호를 배웠으니까, 가운데 전선이 있다고 본 것은 잘 대답한 것이지만, 내가 의도한 질문은 불이 들어올까, 안들어 올까를 예상하는 거니까, 선을 크게 고려해야 할 필요가 없잖아. 내가 생각하지 않은 답이니까, 그 부분을 간과한 것 같아.

연구자: 선생님은 전기 회로에서 선의 의미는 무엇이라고 생각하나요?

B교사: 전류가 흐르는 길 정도.

(B교사 2차 면담)

전선의 의미에 대해 교사가 특별히 고려하지 않았으므로, 학생들의 의견을 중심으로 불이 켜지는 상황에 대한 이해를 이끌어가 주는 것이 부족하였음을 알 수 있다. 이는 내용에 대한 지식이 부족한 교사는 학생의 사고에 초점을 맞추지 못하여 적절한 피드백을 제공하기 어렵다는 선행 연구(Tobin & Fraser, 1990)와도 일치한다.

B교사: 내가 확실한 그거 없으니까, 아이들에게 얼버무리게 된다거나 '그러지 않겠니?' 한다거나. 내가 5학년을 연속 2년째 하는데, 전기에 관해서는 교과서에만 의존하게 되는 것도 지식이 부족한니까, 책에 더 의지를 하게 되는 것 같아. 다른 단원은 재구성도 하고 하는데. 전기는 내가 약한 부분인 것 같아. 내가 어려워하니까 교과서에 더 의존하게 되는 것 같아.

(추가 면담)

이러한 B교사의 응답을 통해서도 교사가 가르치는 교과 내용 지식이 부족할 때 교과서에만 의존하여 지식 전달식 수업을 하게 된다는 연구 결과(곽영순, 2009; 박재원 등, 2007)를 다시 한 번 확인할 수 있었다.

B교사의 수업 장면을 분석한 결과, 학생들의 실험은 단순히 활동에 그치고 교사가 일방적으로 내용을 전달하는 것을 볼 수 있었다.

B교사: 1, 2, 3번은 병렬이니까 밝기가 어때요?

학생들: (응답없음)

B교사: 4, 5, 6번은 1, 2, 3번보다 밝기가 어때요?

학생들: (응답없음)

B교사: 전구를 직렬 연결했더니 밝기는?

학생들: 밝아요.

B교사: 밝아져요?

학생들: 어두워져요.

(B교사 3차시 수업 장면)

이러한 활동은 학생들이 실험 활동을 통해 규칙성을 발견하고 스스로 과학적 개념을 정리하도록 하기 보다는 낱알의 지식을 교사가 전달하는 모습의 전형적인 예이며, 교사의 과학 내용 지식이 부족할 때 나타나는 현상에 대한 연구 결과(곽영순, 2009)와 일치한다.

2. 교육과정에 대한 지식과 신념의 특성

교육과정에서 요구하는 개념과 탐구 영역에서 두드러진 차이를 보이는 3차시 실험 수업의 자료를 중심으로 논의하였다. 이 수업은 전구의 연결 방법에 따른 밝기의 차이를 비교하는 내용으로 발견 학습 모형의 단계에 따라 진행하였다. 즉, 학생들이 전구의 밝기에 따라 회로를 분류하고 전구의 밝기가 비슷한 회로에서 공통점을 찾아, 전구를 직렬로 연결하면 어두워지고, 병렬로 연결하면 밝기가 변화가 거의 없다는 규칙성을 발견하고 개념을 정리하도록 구성되어 있다. 그러나 실험에 사용된 전구의 품질이 고르지 않고, 사용되는 전선이 회로의 종류에 따라 3개부터 6개까지 개수가 크게 달라 학생들이 전구의 밝기에서 규칙성을 발견하지 못하는 문제 상황에 부딪혔다. 이때 두 교사는 각각 다른 방법으로 수업을 전개하여 나갔다.

A교사는 실험 결과가 제대로 나오지 않을 경우 밝기의 차이가 큰 것과 작은 것을 구분하여 작은 것

은 오차로 인식하도록 학생들에게 요구하면서 결과에 대한 해석을 유도하였다.

A교사: 전구가 모양은 같지만 불량도 있고, 저항도 달라서 살짝 오차가 있을 수 있어요. 선생님이 둘러보니까 오차가 많아서 결과가 조금 다른 것 같아. 밝기가 전구 한 개량 확연히 차이나는 것도 있고 차이가 조금 덜 나는 것도 있죠. 차이가 덜 나는 것은 비슷한 거라고 봅시다.

(A교사 3차시 수업 장면)

A교사: 전구가 다 같지 않고, 전선도 다 같지 않기 때문에 똑같은 수는 없어요. 큰 차이가 나는 것 빼고 아주 조금 어두워진 것은 비슷하다고 보면 돼요.

(A교사 3차시 수업 장면)

실험 관찰 때문에 수업 시간을 10분 정도 넘기기는 하였으나, 학생들 스스로 6개의 회로를 밝기에 따라 두 가지 종류로 분류한 후, 전구를 직렬로 연결하면 어두워지고 병렬로 연결하면 밝기에 거의 변화가 없다는 규칙성을 발견하고 개념을 정리할 수 있었다.

연구자: 이 수업을 보면 전구와 전선의 변인이 통제되지 않아서 학생들이 실험을 하는데 시간도 오래 걸리고 결과를 찾기까지 많은 어려움이 있었는데도 끝까지 실험을 통해서 학생들이 규칙성을 발견하도록 한 까닭은 무엇인가요?

A교사: 실험 도구가 조금은 바뀌어야 할 것 같아. 전선도 길이가 너무 길고 하니가 적절한 실험 자료가 있으면 좋겠어. (중략) 내가 봐도 직렬회로인 1, 2, 3의 밝기가 너무 다르게 결과가 나왔거든. 오차가 영향을 주기는 하지만, 그래도 어느 정도는 학생들이 납득할 수 있는 결과가 나와야 하기 때문에 실험을 계속 반복하게 했던 것 같아. (중략) 이런 활동을 통해서 (전선의 길이와 수에 따른) 저항이라는 개념을 배울 수 있겠지. 실험을 하면서 이 현상의 원인은 뭘까? 라고 계속 생각해보면서 과학적 사고력도 길러질 수 있을 것 같아.

(A교사 3차 면담)

수업 장면 분석과 면담 내용을 통해 A교사는 실험을 통한 탐구 활동이 학생들의 과학적 사고력 양성에 필요한 단계임을 인식하고 있었다. 따라서 교육과정에서 요구하는 목표를 제대로 인식하고 있었다.

그러나 B교사는 실험 결과가 제대로 나오지 않았을 때, 학생들이 스스로 규칙성을 찾을 수 있도록 시간을 제공하기 보다는 일방적으로 정리하는 모습을 보였다.

B교사: (회로도를 보고 직렬 연결과 병렬 연결로 분류한 후) 1, 2, 3은 병렬이니까 밝기가 어때요?

학생들: 밝아요.

B교사: 4, 5, 6은 직렬이니까 밝기가 어때요?

학생들: 밝아요. 어두워요.

(B교사 3차시 수업 장면)

실험 결과를 토대로 응답하는 학생들은 규칙성을 찾지 못하여 여러 가지 유형의 답을 하였다. 그러나 교사는 학생들의 응답 중에서 맞는 것만을 골라 개념을 정리하는 방식으로 수업을 진행하였다.

연구자: 관찰을 통해서 학생들 스스로 분류를 하고, 규칙성과 개념을 발견해야 하지 않을까요?

B교사: 내가 가지치기를 먼저 해 버렸네. (중략) 난 여기서 연결자체를 중요하게 생각한 게 아니라, 직렬일 때 밝기가 어둡고 병렬일 때 밝기가 어떤지를 아는 것이 더 중요하다고 여겼던 것 같아. 아이들이 스스로 생각했어야 하는 부분을 내가 너무 결과를 알려 줘버린 것 같네. 나는 결과가 금방 나올 것이라고 생각했었는데, 실험이 잘 안됐어. (중략) 시간 안에 실험도 해야 겠고, 결과도 알리는 줘야 될 것 같고. 실험은 하되 아이들에게 전달식이 되어버린 것 같아. 실험은 실험이고 맘이 급해서 내가 알려줄 건 알려 줘버리고.

(B교사 3차 면담)

이러한 B교사의 응답을 통해 실험의 목적 중 예 결과 확인에 대한 것이 가장 중요하며, 탐구과정을 통한 규칙성의 발견에 대해서는 중요하게 생각하지 못하였음을 알 수 있다.

3. 학생에 대한 지식과 신념의 특성

A교사는 수업 중 전선을 표시하는 선의 갈라짐으로 병렬과 직렬연결의 차이를 설명하려 하였으나, 학생들이 선의 갈라짐에 대한 교사의 발문을 이해하지 못하는 것을 깨닫고, 그림의 선과 전지와 연결된 전선과의 관련을 지어줌으로써 학생들이 이해할 수 있도록 유도하였다.

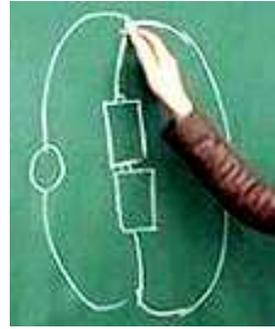


그림 2. A교사 그림을 통한 학습자의 이해 촉진

A교사: 1번 전구가 양쪽으로 나누어져 있죠. 2번도 나누어져 있고 3번은 전선이 하나로만 나오다가 전구 쪽으로 갈라졌죠. 1, 2, 3번은 전부다 갈라졌어요. 4번은?

학생1: 전선이 갈라지지 않고 일자로 돼 있습니다.

A교사: 5번은? 전선이 갈라져 있니?

학생2: (한참을 망설이다가) 안 갈라졌어요.

A교사: 6번은?

학생3: (대답하지 못함)

A교사: 전선이 갈라졌다는 것이 무슨 말인지 모르겠어요? 1번 회로를 보고 다시 이야기해 보자. (1번 회로를 그리면서) 전지에서 전선이 나와서 어떻게 됐어요? 나와서 갈라졌죠?

학생들: 아하!

A교사: 6번 보세요. 전선이 갈라졌어요?

학생들: 안 갈라졌어요.

(A교사 3차시 수업 장면)

A교사는 직렬과 병렬이라는 개념에 대한 학습자의 학습에서의 어려움을 인식하고, 이를 전선의 갈라짐, 즉 가지 친 곳이 있음을 학생들이 이해함으로써 구분하도록 유도하였으나, 이 과정에서 선의 갈라짐에 대한 이해를 전선과 연결 짓지 못함을 깨닫고 그림과 설명 등을 통해 다양한 방법으로 학습자가 의미를 이해할 수 있도록 도왔다. 이러한 상황은 다른 차시의 수업 관찰에서도 종종 관찰할 수 있었다. 따라서 A교사는 학생에 대한 지식과 신념이 높다고 할 수 있다.

한편, B교사는 학습자가 전기 회로도의 그림을 보고 실제 전지와 전선의 연결 방법을 쉽게 알 것이라고 생각하였다.

B교사: 교과서 55쪽 두 개의 전기 회로도 보이죠. 첫 번

제는 전구를 어떻게 연결한 거예요?

학생: 직렬(한 학생만 큰 소리로 대답함).

B교사: 다 같이 무슨 연결?

학생들: 직렬연결.

B교사: 나란히 연결했으니까 직렬. 두 번째는?

학생들: 병렬.

B교사: 위 아래로 연결되어 있으니까 병렬.

(B교사 1차시 수업 장면)

그러나 학생들은 4학년 때 전지의 직렬연결과 병렬연결을 공부했을 뿐이며, 전기 회로도에서 전구의 직렬연결과 병렬연결은 처음 배우는 상황이어서 제대로 개념을 가지고 있지 않았다. 더구나 전선과 회도로의 선에 대한 연결이 A교사 수업에서 드러난 것처럼 학생들에게 이해되기 쉽지 않은 상황이었으나, B교사는 학생들의 반응으로부터 이를 깨닫지 못하고 있었다. 학생 중 한 명이 맞는 답을 하였을 때 교사는 다른 학생들도 동일하게 이해하였을 것이라고 가정하고, 수업을 진행하였다.

수업 후에 촬영분을 보면서 B교사에게 학생에 대한 이해를 알아보았다.

연구자: 회로도에서 선이 갈라지는 개념을 학생들이 알고 있을까요?

B교사: 4학년 때 배웠기 때문에 그것을 애들이 알고 있다는 전체 하에 수업을 했던 것 같아.

연구자: 그런데 4학년 때는 전기 회로에서 전지의 직렬과 병렬을 공부한 것이고, 지금은 회로도에서 전구의 직렬과 병렬인데 학생들이 확실히 알고 있었을까요?

B교사: (중략) 그런데 이 부분까지 오는데 시간이 너무 많이 걸려서 얼른 수업을 진행해야겠다는 생각에 마음이 급해서 학생들이 어려워하는 부분을 짚어주지 못한 것 같아. 학생들이 회로도에서는 직, 병렬을 처음 보는데 내가 이 부분을 간과해 버린 것 같아.

(B교사 2차 면담)

따라서 B교사는 연구자와의 면담을 하기 전까지 자신이 가르친 내용을 학생들이 제대로 이해하지 못하였을 지도 모른다는 생각을 하지 않았으며, 면담 과정에서 수업 진행의 어려움 때문에 학습자가 가지는 학습의 어려움을 인식하지 못하였음을 깨닫게 되었다. 이를 통해 B교사는 상대적으로 학생에 대한 지식이 부족하다고 판단할 수 있다.

4. 교수전략에 대한 지식과 신념의 특성

두 교사들은 수업의 도입, 전개, 정리 부분에서 다양한 전략을 사용하였다. A교사와 B교사는 모두 도입 부분에서 선수 지식 확인 전략과 목표 진술 전략을 사용하였으며, 정리 부분에서 정리 요약 전략을 사용하였다. 단지, B교사는 수업 진행 과정에서 예상보다 시간이 늦어져 정리 부분의 내용을 충실하게 진행하지는 못하였다. 전개 부분에서 A교사는 전류의 흐름에 대한 이해를 돕기 위해 비유 전략을 집중적으로 사용하였으나, B교사는 질의 응답 전략 이외에 특별한 전략을 사용하지 않았다. 전개 부분에서의 수업 내용을 비교하면 다음과 같다.

A교사: (물통그림을 그리며) 물줄기 하나가 나와서 바람개비 2개. 썰개 약할까?

학생들: 약하다.

A교사: 물줄기 두 개로 바람개비 두 개. 이것보다 어떨까요?

학생들: 힘이 덜 들어요.

A교사: 그러면 세기는? 물줄기 하나로 두 개를 돌리는 것하고 물줄기 두 개로 각각 한 개를 돌리는 거. 세기가?

학생들: 세요.

A교사: 물줄기 하나 바람개비 하나. 세 가지를 비교해보자 가장 센 것은?

(A교사 6차시 수업 장면)

A교사는 전류의 흐름을 물줄기에 비유하고, 전구의 불 밝기를 바람개비에 비유함으로써 전구의 밝기와 바람개비가 세게 돌아가는 현상을 비교하여 이해하도록 설명하였다.

또한 전구 2개의 직렬연결 회로에서 전구의 밝기에 차이가 나는 이유를 설명하기 위하여 전선 속의 저항을 관 속의 자갈에 비유하여 설명하였다.



그림 3. A교사의 직렬연결과 병렬연결에 대한 비유 전략

A교사: 1번 회로와 2번 회로를 회로도로 간단하게 그려서. 전구를 연결하는 방법이 어때?

학생들: 같아요.

A교사: 그런데 왜 1번이 2번보다 어두운걸까?

학생들: (대답하지 못함)

A교사: 1번 회로를 꾸밀 때 2번보다 뭘 2개 더 썼지?

학생들: 전선을 2개 더 썼습니다.

A교사: 전선을 많이 연결할수록?

학생들: 더 어두워요.

A교사: 전에 전지는 뭐와 같다고 했어?

학생들: 물통.

A교사: (물통 그림을 그리며) 한쪽 물통에는 물이 있고 반대에는 물이 없어요. 구멍을 뚫으면 물이 나와서 반대로 가죠. 이게 전류의 흐름과 비슷해요. 이걸 연결해주는 게 전선. 그런데 전선 안에 먼지가 없으면 물이 숨숨 흐르죠. 그런데 이 전선 안에 자갈받처럼 울퉁불퉁하다고 해봐요. 그럼 물이 흘러갈 때 어때요? 물이 흘러갈 때 빨리 못가죠. 이런 전선이 길면 길수록.

학생들: 더 오래 걸려요.

(A교사 3차시 수업 장면)

A교사에게 비유 전략을 사용하는 이유에 대해 물어 보았다.

연구자: 관찰된 현상을 이야기하는 것에 그치지 않고 다양한 비유를 들어서 학생들에게 설명하는 이유는 무엇인가요?

A교사: 원리를 알아야지. 현상만 본다면 전구 2개의 연결 결과만 알 뿐 전구를 세 개, 다섯 개 병렬 연결해도 밝기의 변화가 없다는 것을 모르니까. 그리고 전지의 직렬연결과 병렬연결을 물통을 나란히 연결하는 것과 위아래로 연결하는 것에 비유해서 설명하는 것도 전지의 연결에 따른 전구의 밝기 차이를 학생들이 왜 그런지 이유를 알아야 이해하기 편하니까. (중략) 원리를 알아야 다른 현상에도 적용할 수 있는 것 아닐까?

(A교사 2차 면담)

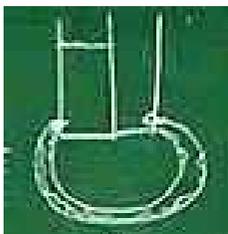


그림 4. A교사의 저항에 대한 비유 전략

A교사는 비유 전략을 통해 학생들이 관찰한 현상에 숨어있는 과학적 원리를 이해시키려는 의도를 가지고 있었다. 원리를 알아야 새로운 현상에 적용도 가능하다고 생각하였기 때문이다. 이는 초등학생들이 현상을 암기할 뿐 이해하지 못한다는 연구 결과(백성혜 등, 2011)와 원리를 이해해야 과학자 개념으로 변화가 가능하다는 주장(정미영, 2005)과 일맥상통한다.

한편, B교사는 학생들이 학습 과정에서 나타나는 어려움을 해결하기 위해 특별한 전략을 사용하지 않았으며, 단순히 질의 응답 형태로 수업을 진행하고 학생들의 응답과 상관없이 지식을 전달하는 방식으로 수업하였다.

B교사: 3번은 1, 2번보다는 조금 어두웠죠? 그건 왜 그럴까?

학생들: (대답없음)

B교사: 전선이 한 개 더 들어갔죠. 전선이 거의 대부분 방해하는 힘이 조금밖에 없지만 그래도 전선에도 전기가 흘러가는 걸 방해하는 힘이 있어요. 그 힘 때문에 조금 더 어두워진거야. 그러니까 다른 것보다 어둡지만 그래도 병렬연결이니까 직렬보다는 밝죠.

(중략)

B교사: 전구를 직렬 연결했더니, 밝기는?

학생들: 밝아요.

B교사: 밝았어요? 다시 봅시다. 1, 2, 3번은 무슨 연결?

학생들: 병렬.

B교사: 병렬. 밝기가 어때요? 1개랑 비슷하죠. 전구는 직렬연결하면?

학생들: 밝아져요.

B교사: 밝아져요?

학생들: 어두워져요.

B교사: 병렬연결은?

학생들: 밝아져요.

B교사: 밝아져요? 한 개랑 비슷하죠. 다시 병렬연결은 한 개의 연결과 비슷하지만 직렬연결은 전구가 나란하면 할수록 밝기는 더 어둡죠.

(B교사 3차시 수업 장면)

학생들의 이해를 돕기 위해 특별한 전략을 사용할 필요성에 대해 면담을 한 결과, 전략의 사용이 학생들의 학습에 오히려 어려움을 줄 수 있다고 생각하였다.

연구자: 실험을 한 후에도 학생들은 1, 2, 3번 회로의

밝기가 전구 1개를 연결한 회로와 같다는 사실을 정확히 알지 못하는데 새로운 방법의 설명이 필요하지 않을까요?

B교사: 그러게. 내가 질문은 하지만 주입식으로 되어 버렸지. 그런데 시간에 쫓겨서.

연구자: 전선의 저항 때문에 밝기가 차이나지만 이러한 저항은 무시한다는 것을 지도서에 제시된 비유의 방법을 들어서 설명하면 어떨을까요?

B교사: 여기서 초점은 밝기의 비교 정도만 하면 되니까 자세히 설명하면 오히려 혼돈을 줄 수도 있지. 밝기 비교도 어려워하는데 이걸 이유까지 설명하면 아이들이 더 어렵지 않을까.

연구자: 관찰된 현상에 초점을 둔다는 거지요?

B교사: 응, 지금 아이들의 수준에는 그것이 적절한 것 같아. 밝기 차이가 나는 이유를 비유를 들어서 설명하더라도 일부의 아이들이 이해할 수 있을 테니까.

(B교사 3차 면담)

이는 학습자의 수준에서 보았을 때 현상 중심의 설명이 가장 적절하다는 시각으로 현 초등학교 교육과정의 시각과도 일치한다고 할 수 있다.

5. 두 교사의 PCK 전반적인 특성

A교사는 교과 내용 지식이 상대적으로 높고, 실험을 통한 탐구 활동이 학생들의 과학적 사고력 양성에 필요한 단계임을 인식하고 있었으며, 수업 중에 학습자의 이해 수준을 파악하고, 이해를 돕기 위해 비유 전략 등을 사용하였다.

특히 수업 중에 탐구적 사고를 중요시 하여 다음과 같은 발문을 사용하였다. 다음의 예는 3차시에 나타난 교사 발문의 몇 가지 예이다.

- 예상과 비교하며 확인해 봅시다.
- 결과를 다시 이야기해 보자.
- 그러면 다른 모둠 발표할 때 다시 실험해 보자.
- 5번 회로 다시 해 보자.
- 왜 3모둠 친구들이 어둡다고 할 만큼 결과가 그렇게 나온 걸까?

(A교사 3차시 수업 장면)

이러한 PCK의 특징 때문에 학생들이 스스로 탐구의 과정을 경험하도록 하는데 시간이 많이 걸려서 항상 수업이 늦어지는 문제가 발생하였다. 그러나 A교사는 면담에서 시간이 많이 걸리더라도 학생들이 탐구의 과정을 경험하도록 하는 것이 중요하

게 생각한다고 이야기하였다.

또한 A교사는 비유를 사용하여 전류의 원리를 설명하였는데, B교사는 이러한 수준의 설명은 학생들에게 적절하지 않다고 생각하였고, 또 교육과정에서 요구하는 수준을 넘어서는 것이었으므로, 이에 대한 의견을 물어보았다.

연구자: 전선의 저항을 긴 호스에 자갈이 있는 것과 같은 예를 들어 설명했을 때 아이들이 이 부분을 이해할 수 있을 것이라고 생각했나요?

A교사: 저항이라는 용어를 모를 수도 있을 거라고 걱정을 하기는 했는데 오차가 나오는 것을 설명하려면 어쩔 수가 없으니까. 저항이라는 개념은 확실히 몰라도 '아! 뭔가 전선이 길어지면 차이가 나는 거구나.' 하고 학생들이 실험의 결과를 납득할 수 있어야지.

(A교사 3차 면담)

따라서 A교사는 학생들이 실험 결과를 납득하고 이해하려면 원리에 대한 설명을 비유 등을 통해서라도 제시할 필요가 있다고 생각하였다.

A교사의 설명이 교육과정에서 벗어났으므로, 교사 주도적인 원리 학습보다는 학생들이 스스로 탐구하고 답을 찾아 적용하는 것이 더 필요하지 않을까 질문하였을 때, 교사는 개념의 이해가 현상을 설명하거나 적용하는데 반드시 필요하다는 신념을 가지고 있음을 알 수 있다.

연구자: 6차시 활동은 스스로 자신이 배운 것을 적용, 판단하여 응용력을 기르는 것이 중요한 활동으로, 천천히 돌게 하려면 어떻게 해야 할까를 묻고 학생들 스스로 답을 찾으며 자신이 배운 것을 얼마나 실생활에 적용할 수 있는지 확인해보는데 의미가 있는 것 아닐까요?

A교사: 나는 학생들이 알 것이라고 생각하고 어려운 질문을 해 봤는데, 애들이 모르니까 다시 설명을 하느라 시간을 많이 보내게 돼버렸지. 나는 학생들이 다 알고 있어야 아는 것을 적용할 수 있을 거라고 생각한 것 같아. 해보면서 아는 것도 좋긴 한데... 이미 그 전에 이미 충분히 해보면서 개념을 이해했는데 물어봐도 또 모르니까 설명을 한 거지.

(A교사 추가 면담)

그러나 현상을 설명하는데 필요한 개념 도입은 초등학교 수준을 벗어나는 시각임을 A교사는 인지

하지 못하였다. 자신의 교과 내용 지식이 높으므로 학습자에게 과학 개념을 가르쳐야 한다는 시각을 강하게 가지는 것으로 나타났다.

한편 B교사는 상대적으로 교과 내용 지식이 낮았기 때문에 스스로 알고 있는 과학 개념을 학생들에게 전달할 필요성을 느끼지 않았다. 교사의 교과 내용 지식은 다른 교사 지식에 의해 중재되고 매개되는 특성이 있으므로(Abell, 2007), 교과 내용 지식의 부족은 교육과정의 수준을 해석하는 방법, 학습자의 수준을 이해하는 방법, 관련된 전략을 구사하는 방법 등에 부정적인 영향을 미칠 수 있다. 이와 관련하여 B교사는 실험을 결과 확인을 위한 절차로 인식하였으며, 교과서의 내용을 학생들이 활동하고 교사가 전달하는 것 이외에는 특별한 전략을 사용하지 않았다. 새로운 전략의 사용이 학생들을 오히려 혼란스럽게 할 것이라고 생각하였다. 그러나 전략이 없는 수업 과정에서 학습자가 이해하지 못하는 상황이 발생해도 이를 인식하지 못하는 문제점이 있었다. 예를 들어 전기 회로와 전기 회로도들 학생들이 구분하지 못한다는 사실을 인지하지 못하고 수업을 진행하였다.

B교사: 전기 회로를 부품을 모두 그려서 나타낼 수 있지만 시간이 많이 걸리고 어렵고 복잡하죠. 쉽게 할 수 있는 방법으로 뭘로 그리자?

학생들: 간단한 그림으로.

(중략)

B교사: (각 전기 부품의 기호를 설명) 이렇게 간단히 나타낸 것을 뭐라 한다?

학생들: 전기 회로도.

B교사: 52쪽 전기 회로를 보고 전기 회로도를 그리세요.

학생: 전기 회로가 뭐예요? 그림으로 나타낸 거요?

B교사: 그림으로 나타낸 건 전기 회로도고.

(B교사 1차시 수업 장면)

이 때문에 교사가 한 시간 동안 전기 회로와 전기 회로도에 대해 설명하였으나, 일부 학생들은 수업이 끝날 때까지도 전기 회로와 전기 회로도를 구분하지 못하고 혼동하는 모습을 볼 수 있었다.

연구자: 전기 회로와 전기 회로도를 학생들이 계속 혼동하는데 이때 어떤 방법으로 지도해야 할까요?

B교사: 아, 아이들이 전기 회로와 전기 회로도를 계속 헷갈려 했구나. 원래 수업 계획은 4학년 것을 간단하게 정리를 하고 연결해서 이 수업을 해보고

정리하는 시간을 10분 정도 해서 수업을 계획했는데 첫 실험이고 하니깐 애들이 실험도구에 빠져서 생각보다 앞에 도입 부분에 시간이 많이 걸렸어. 마지막에 정리시간이 많이 부족했어.

(B교사 3차 면담)

B교사는 항상 시간에 쫓겨 마무리 정리에 시간을 할애하지 못하였는데, 이는 수업에서 학생들의 반응을 미리 예상하지 못하여 계획했던 것보다 시간 소요가 더 많았기 때문이었다. 또한 B교사는 주어진 시간 동안 계획한 교과서의 내용을 모두 전달해야 한다는 생각 때문에 학습자의 학습 곤란에는 신경을 쓰지 못하였음을 면담을 통해 확인할 수 있었다. 그러나 이러한 B교사의 PCK 특징은 현상 중심의 이해를 도모하는 교육과정의 수준에 어긋나지 않으며, 단지 학습자에 대한 이해 부족으로 인한 문제라고 볼 수 있다.

교사의 PCK와 경력 사이에는 통계적으로 유의미한 상관관이 나타나지 않는다는 선행 연구 결과(임청환, 2003; Gallego, 2001; Marks, 1991)와 같이 본 연구에서도 동일한 교수 경력을 가지고 있으며, 5학년을 2년 연속 지도한 B교사 보다 처음으로 5학년을 지도하는 A교사가 학생들의 학습 곤란을 이해하고, 다양한 전략을 사용하여 과학적 개념 형성을 도우며, 탐구의 안내자 역할을 하는 것을 볼 수 있었다. 그러나 B교사는 교육과정에서 요구하는 수준에 적합하게 수업을 진행하는 특징을 보였다. 따라서 보편적으로 보았을 때, A교사의 PCK가 B교사보다 높다고 할 수 있다.

IV. 결론 및 제언

이 연구에서는 ‘전기 회로도 꾸미기’라는 초등학교 5학년 특정 과학 주제에 대한 초등 교사의 PCK가 어떠한 특징을 가지고 있는지 알아보았다. 전기 회로 꾸미기 단원을 주제로 선택한 이유는 학생뿐 아니라 과학교사, 예비 과학교사들도 많은 오개념과 어려움을 갖는 것으로 나타났기 때문에 이 단원에 대한 PCK를 연구함으로써 초등 과학교사들의 수업 전문성 신장에 도움을 주기 위해서이다.

연구 대상인 두 교사의 PCK를 분석한 결과, 몇 가지 요소에서 서로 다른 특징을 관찰할 수 있었다. A교사는 교과 내용 지식이 상대적으로 높고, 실험을 통한 탐구 활동이 학생들의 과학적 사고력 양성에

필요한 단계임을 인식하고 있었으며, 수업 중에 학습자의 이해 수준을 파악하고 이해를 돕기 위해 비유 전략 등을 사용하였다. 이러한 PCK의 특징 때문에 학생들이 스스로 탐구의 과정을 경험하도록 하는데 시간이 많이 걸려서 항상 수업이 늦어지는 문제가 발생하였다. 그러나 A교사는 시간이 많이 걸리더라도 학생들이 탐구의 과정을 경험하도록 하는 것이 중요하다고 생각하였다. 또한 A교사는 학생들이 실험 결과를 이해하도록 하기 위하여 원리에 대한 설명을 비유 전략으로 제시하였다. 이러한 원리 설명이 교육과정에서 요구하는 수준을 벗어났으나, 이러한 원리 학습이 교육과정과 상관없이 학생들에게 필요하다는 인식은 변하지 않았다.

한편 B교사는 상대적으로 교과 내용 지식이 낮았기 때문에 스스로 알고 있는 과학 개념을 학생들에게 전달할 필요성을 느끼지 않았다. 또한 실험은 결과를 확인하기 위한 절차로 인식하였으며, 교과서의 내용을 학생들이 활동하고 교사가 전달하는 것 이외에는 특별한 전략을 사용하지 않았다. 새로운 전략의 사용이 학생들을 오히려 혼란스럽게 할 것이라고 생각하였다. 그러나 전략이 없는 수업 과정에서 학습자가 이해하지 못하는 상황이 발생해도 이를 인식하지 못하는 문제점이 있었다. B교사도 역시 항상 시간에 쫓겨 마무리 정리에 시간을 할애하지 못하였는데, A교사는 탐구 활동에 많은 시간을 들인 반면, B교사는 학생들의 반응을 미리 예상하지 못하여 도입 단계 등에서 시간 소요가 더 많았다. 또한 B교사는 주어진 시간 동안 계획한 교과서의 내용을 모두 전달해야 한다는 생각 때문에 학습자의 학습 곤란에는 신경을 쓰지 못하였다.

교과 내용 지식이 높으면 교육과정에서 요구하는 수준보다 높은 수준의 원리 학습이나 탐구 과정의 중요성을 강조하는 수업을 진행하며, 이를 위해 필요한 다양한 전략을 제시하는 경향이 있다. 한편, 교과 내용 지식이 낮으면 교육과정에서 요구하는 수준보다 높은 수준의 원리나 개념 설명은 피하고, 현상 중심의 수업을 진행하며, 교과서 내용제시 이외에 다른 전략은 잘 사용하지 않는 경향이 있다. 그러나 학습자에 대한 지식은 수업의 성공과 실패에 큰 영향을 미친다. 학습자에 대한 이해가 낮았던 B교사는 항상 수업 후 면담 과정에서 학습자를 제대로 이해하지 못하여 수업이 잘 진행되지 못한 부분에 대한 반성을 하는 모습을 보였다.

두 교사의 PCK의 차이는 학습자에게 무엇을 가르쳐야 하는가 하는 교육과정에 대한 신념에서 비롯된 차이라고 말할 수 있다. 이러한 차이점에 대해 교사들이 인식하고, 서로의 수업을 컨설팅할 수 있는 기회를 제공해 준다면 교사들의 교수 전문성 신장에 도움을 줄 수 있을 것이다.

마지막으로 현직 교사들뿐 아니라, 예비 교사 교육에도 PCK의 발달을 위한 방안이 제공되어야 한다. 교직 경력의 차이가 PCK 발달에 영향을 미치는 것이 아니기 때문이다. 특히 예비 교사교육에서는 교과 내용 지식에 초점을 맞추는 경향이 있으며, 교과 내용 지식을 수업에 발현할 때 학습자의 수준과 교육과정에서 요구하는 수준 등을 고려할 수 있는 안목을 길러줄 필요가 있다.

참고문헌

- 강경희(2009). 중등 과학 예비 교사들이 교육실습에서 겪는 어려움 분석. 한국과학교육학회지, 29(5), 580-591.
- 강현석, 이자현(2006). 내러티브를 통한 교육과정 개발자로서의 교사 전문성의 재개념화. 교육과정연구, 24(1), 153-180.
- 고미례, 남정희, 임제향(2009). 신임 과학교사의 교과교육학 지식(PCK)의 발달에 관한 사례 연구. 한국과학교육학회지, 29(1), 54-67.
- 곽영순(2006). 중등 과학교사들이 말하는 교과교육학 지식의 의미와 교직 전문성 제고 방안. 한국과학교육학회지, 26(4), 527-536.
- 곽영순(2008). 과학과 교과교육학 지식 유형별 교사 전문성의 특징 연구. 한국과학교육학회지, 28(6), 592-602.
- 곽영순(2009). 교실 수업에서 초임 과학교사의 교과내용 지식이 내용교수지식에 주는 영향에 대한 연구. 한국과학교육학회지, 29(6), 611-625.
- 교육과정평가원(2002). 과학과 교육 내실화 방안 연구. RRC 2002-4-5.
- 교육과학기술부(2010). 초등학교 교사용 지도서 과학 5-2. (주) 금성출판사.
- 권재술, 김범기(1998). 전기에 관한 학생들의 개념. 한국교원대학교 물리교육연구실.
- 김범기, 권재술(1995). 과학 개념과 인지적 갈등의 유형이 학생들의 개념 변화에 미치는 영향. 한국과학교육학회지, 15(4), 472-486.
- 김영민, 권성기(1992). 전류 개념 변화를 위한 순환 학습의 효과. 한국과학교육학회지, 12(3), 61-75.
- 김정혜(2009). 초등학교 고학년 과학수업에서의 어려움에 대한 교사와 학생들의 인식조사. 한국교원대학교

- 대학원 석사 학위 논문.
- 김진숙, 권성기(2000). 초등학생의 전기 회로 개념과 전류 개념간의 관계. 한국초등과학교육학회지, 19(2), 1-13.
- 문충식, 권재술(1992). 전류에 관한 학생들의 오인 유형 변화의 종단적 연구. 과학교육 논문집, 2(1), 219-232.
- 민희정, 박철용, 백성혜(2010). 교수 실재를 통한 초임 과학 교사의 PCK 분석. 한국과학교육학회지, 30(4), 437-451.
- 박미화, 이진석, 이경호, 송진웅(2007). 과학 수업에 대한 반성적 사고의 개념적 정의와 유형: 예비 과학교사를 중심으로. 한국과학교육학회지, 27(1), 70-83.
- 박성혜(2006). 중등과학교사들의 교수법 및 자기효능감과 태도에 따른 교과교육학 지식. 한국과학교육학회지, 26(1), 122-131.
- 박재원, 원정애, 백성혜(2007). 물속에서의 무게와 압력에 대한 초등 교사의 교수 내용 지식 분석. 초등과학교육, 26(2), 226-241.
- 박철용, 민희정, 백성혜(2008). 교육실습을 통한 예비과학 교사의 교수내용 지식 분석. 한국과학교육학회지, 28(6), 641-648.
- 백성혜, 우수경, 김효남, 원정애(2011). 초등학생과 초등교사의 인식을 통한 과학교육과정에서 추구하는 목표 성취정도 분석. 초등과학교육, 30(1), 23-37.
- 신경림 역, Strauss A., Corbin J. (2001). 근거이론의 단계. 서울: 현문사.
- 이수아, 전영석, 홍준의, 신영준, 최정훈, 이인호(2007). 초등 교사들이 과학 수업에서 겪는 어려움 분석. 초등과학교육, 26(1), 97-107.
- 이용숙, 김영미, 김영천, 이혁규, 조덕주(2004). 실험연구를 통한 연구와 교육실천의 연계성 강화: 교육대학원 논문을 중심으로. 열린교육연구, 12(1), 363-402.
- 이정숙(2010). 전하 이동을 강조한 튜토리얼을 통한 초등 교사의 전기 개념 변화. 한국교육원대학교 박사 학위 논문.
- 이화진, 홍선주, 권점례, 상경아(2007). 초등 초임 교사의 수업 전문성 발달 자료 개발 및 지원 방안 연구. 한국교육과정평가원 연구보고 PRI 2007-4-1.
- 임칭환(2003). 초등교사의 과학 교과교육학 지식의 발달이 과학 교수 실재와 효능감에 미치는 영향. 한국지구과학학회지, 24(4), 258-272.
- 정미영(2005). 다중 인지갈등 상황에서 전구의 밝기에 관한 개념 일관성 정도에 따른 초등학생들의 개념변화 과정. 한국교원대학교 박사 학위 논문.
- 조희형, 고영자(2008). 과학교사 교수내용 지식(PCK)의 재구성과 적용 방법. 한국과학교육학회지, 28(6), 618-632.
- 주혜은, 이문남(2005). 간단한 회로에서 전구의 밝기에 대한 예비 과학교사 개념연구: 간단한 직렬연결과 병렬연결 회로 중심. 새물리, 51(5), 448-457.
- 최은정, 홍석인(2006). 초등교사들의 전기 이해도 및 오개념 분석. 새물리, 53(4), 263-281.
- 한국교육과정평가원(2007). 교육과정 개정에 따른 과학과 내용 교수 지식(PCK)연구. 연구보고 PRI 2007-3-3.
- 홍명수, 이정숙, 김소연, 김중복(2009). 중학생의 정전기 개념 정립을 위한 튜토리얼 개발. 현장과학교육, 3(1), 13-29.
- 홍미영(2008). 국내외 교실 학습 연구(II)-우리나라, 핀란드, 호주의 중학교 과학 수업을 중심으로. 한국교육과정평가원 연구보고 PRI 2008-1-1.
- Abell, S. K. (2007). Research on science teacher knowledge. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds). *Handbook of research on science education* (pp. 1105-1149). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Benseghir, A. & Closset, J. L. (1996). The electrostatics-electrokinetics transition: Historical and educational difficulties. *International Journal of Science Education*, 18(2), 179-191.
- Carlsen, W. S. (1999). Domains of teacher knowledge. In J. Gess-Newsome, & N. G. Lederman (Eds). *Examining pedagogical content knowledge*. Kluwer Academic Publishers.
- Cochran, K. F., DeRuiter, J. A. & King, R. A. (1993). Pedagogical content knowing: An integrative model for teacher preparation. *Journal of Teacher Education*, 44, 263-272.
- Cohen, R., Eylon, B. & Ganiel, U. (1983). Potential difference and current in simple electric circuits: A study of students' concepts. *American Journal of Physics*, 51(5), 407-412.
- Duffee, L. & Aikenhead, G. (1992). Curriculum change, student evaluation, and teacher practical knowledge. *Science Education*, 76, 493-506.
- Gallego, M. A. (2001). The potential of coupling classroom and community based field experiences. *Journal of Teacher Education*, 52(4), 312-325.
- Grossman, P. L. (1990). *The making of a teacher: Teacher knowledge and teacher education*. New York: Teachers College Press.
- Heller, P. & Finley, F. N. (1992). Variable uses of alternative conceptions: A case study in current electricity. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(3), 259-275.
- Louhran, J., Mulhall, P. & Berry, A. (2004). In search of pedagogical content knowledge in science: Developing ways of articulating and documenting professional practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(4), 370-391.
- Magnusson, S., Krajcik, J. & Borko, H. (1999). Nature, source and development of pedagogical content knowledge for science teaching. In J. Gess-Newsome, & N. G. Lederman (Eds). *Examining pedagogical content knowledge*. Kluwer Academic Publishers.
- Marks, R. (1990). Pedagogical content knowledge: From a mathematical case to a modified conception. *Journal of Teacher Education*, 41(3), 3-11.
- McDermott, L. C. (1991). What we teach and what is learned:

- Closing the gap. *American Journal of Physics*, 59(4), 301-315.
- Merriam, S. B. (1998). *Qualitative research and case study application in education*. San Francisco; Jossey-Bass. [김한별(2007). 질적 연구의 이해와 실행분석]에서 재인용.
- Nilsson, P. (2008). Teaching for understanding: The complex nature of pedagogical content knowledge in preservice education. *International Journal of Science Education*, 30(10), 1281-1299.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundation of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57, 1-22.
- Stansbury, K. & Zimmerman, J. (2000). *Lifelines to the classroom: Designing support for beginning teachers*. Knowledge Brief. Washinton, DC; National Center for Improving Science Education, West ED.
- Tobin, K. & Fraser, B. (1990). What those it mean to be an exemplary science teacher?. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(1), 3-26.
- Van Driel, J. H., De Jong, O. & Verloop, N. (2000). The development of preservice chemistry teachers' pedagogical content knowledge. *Science Education*, 86(4), 572-590.
- Veal, W. R. & MaKinster, J. G. (1999). Pedagogical content knowledge taxonomies. *Electronic Journal of Science Education*, 3(2), 22-35.
- Webb, P. (1992). Primary science teacher's understandings of electric current. *International Journal of Science Education*, 14(4), 423-429.