

구성주의적 수업을 위한 워크숍에 참여한 중등 과학 교사의 교수 지향과 수업 실행

정득실 · 김찬종* · 이선경 · 오피석¹ · 맹승호 · 정애란

서울대학교, ¹이화여자대학교

Teaching Orientations and Classroom Practices of Science Teachers Participating in Workshops for Constructivistic Science Teaching

Jeong, Deuksil · Kim, Chan-Jong* · Lee, Sun-Kyung

Oh, Phil Seok¹ · Maeng, Seung-Ho · Chung, Aeran

Seoul National University, ¹Ewha Womans University

Abstract: The purpose of the study is to explore the science teaching orientations of secondary science teachers, and how they influence the planning and execution of reform-based lessons. Professional development workshop for constructivist teaching consisted of three different phases; five lectures, small group discussion, and preparing lesson plans. Four teachers who participated also executed their lesson plans in their own classroom. All workshops were videotape recorded. Classroom observations and interviews were conducted and recorded. Instructional materials were also collected for each science class. All data recorded were transcribed and analyzed. Based on the data collected from multiple sources, we identified each teacher's teaching orientations, and through this lens, we also tried to understand their classroom practices. We expected teacher-participants to implement constructivist science teaching. However, the differences among teachers in the course of actual planning and implementing activities for constructivist science was wider than we expected and even some teachers were unsuccessful. Teaching orientations can act as a filter for teachers when they decide whether to accept and apply new knowledge about teaching and learning to actual lessons or not. Even if a teacher plans a guided-inquiry lesson, her/his didactic teaching orientation could be revealed in actual classroom, and lead her/his class to other direction which is quite different from her/his original intention. Although the teachers participated in the same workshops in our study, they planned and executed differently and their own teaching orientations contribute substantially to their practice. Understanding the role of science teaching orientations could be an important step in addressing issues of diverse difficulties in supporting reform efforts in science.

Key words: teacher education, professional development, science teaching orientation, constructivist teaching

I. 서론

학교가 사회의 변화를 따라가지 못한다는 지적은 그동안 학교 안팎에서 많은 지지를 얻어 왔다(손민호, 2002). 교사의 전문적인 능력과 지식은 늘 회의의 대상이고, 교사들에게 과연 진정으로 변화의 의지가 있는가 하는 사실조차 불신을 받고 있는 상황이다(Davis, 2003).

변화에 대한 요구가 타당하다면, 외부의 그 많은 압력에도 불구하고 여전히 변하지 않는 교사에 대한 이해가 필요하다. 만일 어떤 교사가 기존의 방법을 바꾸지 않는다면 그 나름의 이유가 있을 것이고, 변하고자 했으나 수업에서 본질적인 변화가 없는 경우 역시 그럴 수밖에 없는 이유가 있을 것이다(박정희 등, 2004; 팽애진, 백성혜, 2005; Davis, 2003; Eick & Reed, 2005; Luft, 1999; Smith, 1999). 그러나, 한 명의 교

*교신저자: 김찬종(chajokim@snu.ac.kr)

**2007.04.11(접수) 2007.05.04(1심통과) 2007.07.02(2심통과) 2007.08.03(최종통과)

***이 논문은 2006년도 정부재원(교육인적자원부 학술연구조성사업비)으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 연구되었음(KRF-2006-B00135).

사라도 자신의 역할을 제대로 수행하지 못한다면 그 결과로 많은 학생들의 자기 성장의 기회를 놓치게 되므로, 교사 전문성 개발은 포기할 수 없는 과제이다.

최근 과학 교육계에서는 과학 교사에게 단순한 과학 지식의 전달자가 아닌, 동기 유발자, 진단자, 안내자, 혁신자, 실험자, 연구자로서의 역할까지도 효과적으로 수행할 것을 요구하고 있다. 특히 1980년 이래 구성주의의 영향을 깊게 받아온 과학 교육에서는 학생 개인의 인지 과정을 중심으로 한 좁은 의미의 과학 학습을 포괄하면서도 학생들의 선개념, 인지 과정, 과학의 본질적 탐구, 사회적 상호 작용 등까지도 고려하여 학생들이 과학의 내용과 특성에 대한 깊은 이해를 할 수 있는 방향을 추구하고 있다(NRC, 1996).

이를 위해서 흔히 내용 전달 중심과 절차 수행 중심의 기존 과학 수업의 극복이 필요하게 된다. 여기에는 과학 탐구의 본질을 반영하는 것이 중요하며, 이러한 맥락에서 Anderson(2003)은 그림 1과 같이 과학 지식을 크게 경험(experiences), 패턴(patterns), 설명(explanation)으로 나누고, 과학 지식이 구성되는 기본 방식을 탐구와 적용 과정으로 나누어 제시함으로써 우리가 과학 교과를 통해 다루어야 하는 지식들의 위계 및 연결성을 강조하였다. 즉 **경험**은 사실적 지식으로서 실제 세계에서 일어나는 현상을 관찰한 결과나 자료이고, **패턴**은 이로부터 도출된 일련의 경향이나 법칙(laws)을 의미하며, **설명**은 패턴을 설명하기 위해 고안된 과학적 모델이나 이론인데, 이와 같이 탐구(inquiry) 및 적용(application) 활동을 통해 학생들이 과학 지식의 생성 과정을 경험해 갈 수 있는 수업을, 혁신적 과학 수업(Reform-based science teaching) 또는 구성주의적 과학 수업(constructivist science teaching)으로 제안하였다. 이때 학생들의 경험이나 지식은 제한적이므로, 교사는 적절한 안내와 도움(scaffolding)을 제공하여 학생들이 성공적인 추론 과정을 경험하고 의미 있는 상호작용을 할 수 있도록 수업 환경을 조성해야 한다.

과학적 탐구의 본질을 명확히 하는 것과 함께 과학

교사의 전문성이나 수업 실행을 이해하려는 노력도 계속되어왔다. 이러한 노력의 결과 과학 교사의 수업실행의 바탕이 되는 전문적 지식이나 교수적 내용 지식(pedagogical content knowledge; PCK, Shulman, 1987)이 실천적인 측면을 강하게 가지고 있음을 인식하게 되었으며, 이러한 측면을 충분히 고려하지 않은 교사 교육이나 연수를 통해서도 과학 교사의 성공적인 변화를 이끌어내기 어렵다는 점이 뚜렷해지고 있다. van Driel *et al.*(2001)은 그동안 많은 혁신의 움직임들이 실패한 원인으로 교사들 ‘다른 사람의 생각을 실행하는 사람’으로 간주했던 점을 들었다. 즉 학교 외부의 연구자나 교육행정가들이 요구하는 과학 교육의 혁신이 교사들의 지식과 신념에 대해 급진적인 변화를 요구하는 것에 반해, 교사들의 생각이나 행동은 그리 쉽게 변하지 않는다는 것이다. 교사들의 행동은 수많은 수업 경험을 통해 형성된 실천적 지식 속에 뿌리를 두고 있으므로, 그러한 지식이 실제 현장에서 유용하다고 간주되는 이상, 외부의 요구에 대하여는 임시방편(tinkering manner) 이상의 대응을 하지 않게 된다.

위와 같은 맥락에서 보았을 때, 교사들이 자신의 지식과 신념에 기초하고, 근무하는 특수한 맥락에서 새로운 지식을 선택적으로 받아들이고 자신의 방식으로 해석하여 실제 수업에 적용하는 모습을 기술하는 것은, 교사들이 가지고 있는 기존의 지식과 신념 체계를 들여다 볼 수 있는 창문이 되는 동시에 특정한 맥락에서 왜 교사가 수업을 그러한 방식으로 전개하였는가를 이해할 수 있는 중요한 출발점이 되어줄 것이다(Friedrichsen & Dana, 2004; Volkmann *et al.*, 2005). 이는 나아가서는 과학교사의 변화 과정에 대한 이해의 좋은 출발점이 된다. 또한 과학 교수 학습과 관련된 새로운 지식은 교사들의 직접적인 실행을 통해서 비로소 전문적인 지식으로 검증받고 지식 기반의 일부를 이루게 된다는 점에서(van Driel *et al.*, 2001), 교사들의 실행과 반성의 과정은 면밀히 조사해 볼 가치가 있을 것이다.

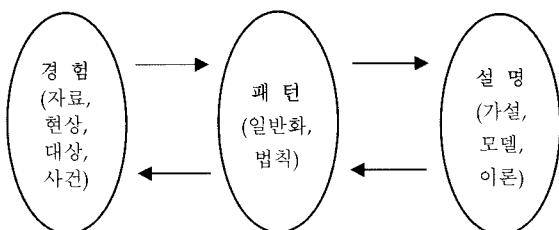
본 연구에서는 구성주의적 과학 수업을 위한 워크숍에 참여한 교사들이 구성주의적 수업을 이해하고 실제 수업에 적용하는 과정을 해석적(interpretative)으로 이해하기 위하여 다음과 같은 연구 문제를 설정하였다.

첫째, 각 참여 교사는 어떠한 과학 교수 지향을 가지고 있는가?

둘째, 각 참여 교사가 구성주의적 과학 수업을 계획하고 실행하는 과정은 어떠한가?

셋째, 각 참여 교사의 과학 교수 지향은 구성주의적 수업의 계획 및 실행에 어떠한 영향을 주는가?

탐 구(경험에서 패턴을 찾고 설명을 구성하는 활동)



적용(이론/패턴에 근거하여 현상 및 사건을 설명함)

그림 1 과학 지식의 구성(Anderson, 2003)

II. 이론적 배경

1990년대 이후 교사 교육 분야의 많은 연구들은 교사의 신념이 교실 수업에 주는 영향과, 신념의 중요성, 근원, 변화에 대한 저항 등에 대해 주로 탐구해 오고 있다. 특히 신념, 가치, 태도 등을 포괄하는 교사의 신념 체계가 교사의 경험과 그 경험을 재회상하고 해석하는 과정을 통해 형성되고, 다시 교사의 전반적인 사고 과정이나 수업 활동을 안내한다는 사실이 보고되었다(Eick & Reed, 2002; Wallace & Kang, 2004). 교사들의 신념이 교수 활동 과정에 있어 신념 내의 하위 영역끼리 서로 복잡하게 얽혀 영향을 주고받지만, 그중에서도 교사의 과학 수업 실행과 더욱 밀접하게 관련이 있는 부분이 존재한다. 이 연구에서는 과학 수업 실행과 보다 긴밀하게 관련된 것으로 여겨지는 과학 교수 지향(science teaching orientations)과 수업 실행에 미치는 영향을 이해하는데 중점을 두었다.

과학 교수 지향은 Anderson & Smith(1987)가 “과학 교수 및 학습에 관련된 교사의 사고와 행동의 일반적인 패턴”으로 처음 개념화하고 활동주도(Activity-driven), 설명중심(Didactic), 발견(Discovery), 개념변화(Conceptual Change) 등으로 나누어 본 이후, Grossman(1990)이 다시 “특정 학년에서 과학을 가르치는 목표와 목적에 관한 지식과 신념”으로 정의한 바 있다. 교수 활동의 목적이 단순히 한 가지로 정해질 수 있는 것은 아니겠지만, 교사가 우선적으로 중요하게 고려하는 목적에 따라 수업이 다양한 모습으로 전개될 것임을 쉽게 짐작해 볼 수 있다.

Magnusson *et al.*(1999)은 선행 연구 결과들을 종합하여 그림 2의 PCK 모델을 제안하였다. 즉 어떤 교과 내용을 가르치기 위해서 수업을 계획하고 실행하는 것은 대단히 고차원적이고 복잡한 일이므로 교사는 다양한 영역의 지식을 적용하게 되는데, 여기에서 교과 내용 지식들을 다양한 수준의 학생들에게 이해 가능하고 유의미한 것으로 통합시키는 것과 관련된 지식이 바로 PCK이며, 과학 교사의 전문성을 말해주는 핵심적인 부분이라는 것이다. 그 구성 요소로서 과학 교수 지향, 과학 교육과정 지식, 학생들의 과학 이해에 관한 지식, 과학 평가에 관한 지식, 과학 수업 전략에 관한 지식을 들면서, 교수 지향(teaching orientations)을 나머지 요소에 영향을 주는 가장 포괄적인 요소로 보았다. 또한 이전에 밝혀졌던 네 개의 교수 지향에 과정(Process), 학문적 엄격성(Academic Rigor), 탐구(Inquiry), 안내된 탐구(Guided Inquiry) 등 새로운 지

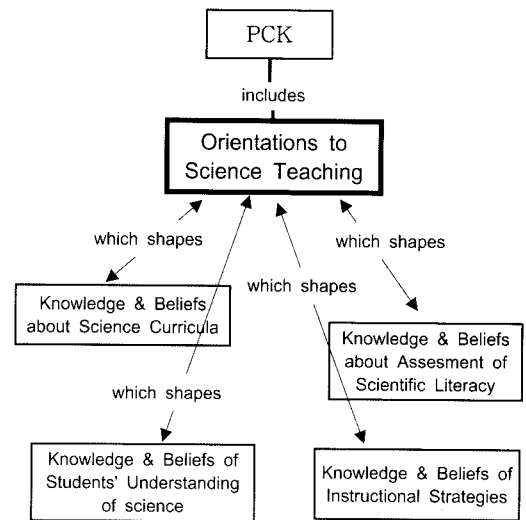


그림 2 Components of PCK (Magnusson *et al.*, 1999)

향을 더하였다. 교수 지향을 살펴볼 때에는 수업에서 사용되는 교수 전략 자체보다도 그러한 전략이 어떠한 목적을 위해 사용되었는지를 살펴보는 것이 더 중요하다. 이는 서로 다른 교수 지향을 가진 교사라도 동일한 교수 전략을 사용할 수 있기 때문이다. 교수 지향 개념을 배경으로 한 연구로는 예비 초등학교 교사들에게 물리학을 가르치는 과정에서 겪은 어려움을 교수, 조교, 학생들의 입장에서 각각 기술한 Volkman *et al.*(2005)의 연구와, 중학교 생물 교사의 과학 교수 지향을 분석하여 실제 수업 모습을 이해하고자 한 Friedrichsen & Dana(2005)의 연구 등이 있다.

III. 연구 방법

1. 연구 참여자의 배경과 맥락

본 연구에는 다양한 경력과 배경을 가진 4명의 중등 과학 교사가 참여하였다. 이들은 모두 지구과학 교육 전공자들로서, 2006년 1월과 2월에 걸쳐서 실시된 구성주의적 수업을 위한 교사-연구자 협력적 워크숍에 참여하였고 이 때 중심이 되었던 내용에 근거하여 1~3차시 분량의 구성주의적 수업을 계획하여 실행하였다. 표 1은 참여 교사의 간단한 배경 정보로서 모두 가명을 사용하였다.

2. 연구 설계 및 워크숍 진행 절차

2004년부터 2년 동안 초임 과학 교사의 수업 실행에 관한 일련의 연구(권홍진 등, 2006 ; 김찬중 등, 2006; 안유민 등, 2006)에서 사용되었던 미시견주립대

표 1
연구 참여 교사의 배경 정보

가명	전공	학교급/경력	담당 과목(2006년 기준) * 굵은 글씨 : 수업 실행 과목	기타 사항 (교직전경력)
배미선 (F)	지구 과학	사립여고/3년 차 기간제 교사 1년	고1 과학 (지구과학, 생물)	공통과학 복수전공 회사근무
원남우 (M)		사립남중/3년 차 기간제 교사 1.5년	중1 과학, 컴퓨터	과학교육석사 지구물리연구
정형주 (M)		사립남고/4년 차 강사0.5, 중학교 3년	고2 지구과학, 논리 고3 화학1	공군 복무중 기상예보
임희경 (F)		공립남고/4년 차 중학교 9년	고1 과학 고2 지구과학, 진로교육	과학교육석사

표 2
과학 수업 이해를 위한 프레임워크(Anderson et al., 2004; 김찬중 등, 2006)

목적 실천	전통적 과학수업1)	구성주의적 과학수업2)
과학내용	과학 내용에 대한 설명과 절차	과학적 지식과 지식의 구성 방식
과학지식	적절히 재구성한 과학 내용에 대한 설명과 융통성 있는 절차	(&) ³⁾ 과학적 지식을 사실적 지식(경험), 법칙적 지식(패턴), 이론적 지식(모델)로서 인식
과학지식 구성방식	과학적 지식을 독립적이고 단절적으로 나열	(&) 탐구 ⁴⁾ 와 적용 ⁵⁾ 활동을 통해 과학 지식 구성
이해 전략	다양한 비유와 사례를 통하여 과학 내용을 설명하고 하나의 이야기로 이해	(&) 실제적 추론 ⁶⁾ 과 모델 기반 추론 ⁷⁾ 을 통해 과학 내용을 이해
학생이해/ 평가	학생들이 내용을 학습할 수 있도록 동기유발	학생들이 적용 탐구를 할 수 있도록 동기유발
동기유발	학습내용과 관련된 흥미 있는 자료와 활동	(&) 탐구와 적용 활동으로 지속적인 동기유발
학생이해	학생들이 특정한 내용을 얼마나 알고 있는지 교사가 이해	(&) 학생들이 학습하는 사고과정을 교사가 이해
평가	정확한 과제수행 여부와 지식 평가	(&) 탐구와 적용활동의 성공적인 수행 여부를 평가
교수전략	과학 내용에 대한 설명과 절차를 학습	적절한 안내와 도움으로 과학 활동의 참여를 통해 학습
수업운영	학생들이 과학 학습에 적극적으로 참여	(&) 학생들이 과학 활동에 적극적으로 참여
수 교사- 업 학생	교사와 학생들 간의 상호작용이 주로 교사 주도적이고 일방적으로 이루어짐	(&) 교사와 학생들 간의 상호작용이 양방향으로 활발하게 이루어짐
문 학생- 화 학생	학생들은 동료들과 수업 내용과 관련된 의견 교환	(&) 학생들은 자연스럽게 자신의 의견을 밝히고, 의문점을 공유
교실담화	수업 시나리오는 과학학습 내용에 대한 설명과 절차를 포함	(&) 수업 시나리오는 학생들의 생각과 행동(학생들의 질문이나 반응 정도)을 포함
교수전략	내용을 명확하게 설명하고 학생에게 실행해 볼 기회를 제공	(&) 학생들이 과학 활동을 할 수 있는 기회를 부여하고, 적절한 안내와 도움을 제공함

- 1) Teaching Content (School Science), 과학 내용에 대한 교사의 충분한 설명과 적절한 과학 활동 절차가 포함된 일반적인 중등학교 과학 수업.
- 2) Cognitive Apprenticeship (Constructivist Science teaching), 과학자들이 수행하는 진정한 과학탐구에 근접한 과학 교수 활동으로 이 분석틀에서 지향하는 과학 수업.
- 3) 전통적 과학 수업의 주요 측면을 포함하면서 한 발 더 나아가 그 이상을 추구한다는 것의 의미한다.
- 4) 탐구는 사실적 지식으로부터 법칙적 지식을 도출하고 이론적 지식을 구성하는 과정에 해당한다.
- 5) 적용은 이론적 지식으로부터 사실적 지식을 확인하는 과정을 말한다.
- 6) 실제적 추론(practical reasoning)은 다양한 경험을 통해 법칙적 지식을 이해하는 과정을 의미한다.
- 7) 모델 기반 추론(model-based reasoning)은 이론적 지식에 근거해서 법칙적 지식과 사실적 지식을 확인하는 과정을 의미한다.

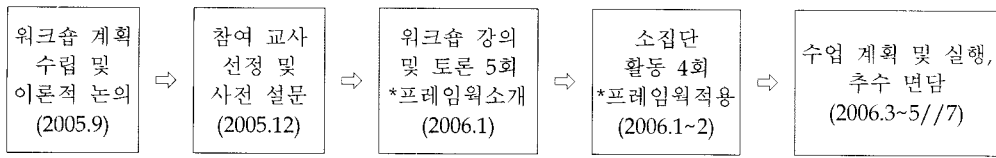


그림 3 구성주의적 수업을 위한 협력적 워크숍 진행 절차

학교의 수업 분석 프레임워크 수업과 관련된 모든 요소를 포괄하고 있고, 수준이 다른 수업들의 각 측면을 서로 비교할 수 있을 뿐 아니라, 특히 과학적 탐구의 본질을 살린 수업을 지향하고 있다는 점에서 교사의 수업 전문성을 향상시키고 그에 관한 다양한 논의들이 이끌어 내기에 효과적인 도구가 될 수 있다는 데에 의견을 모으고 교사-연구자 간의 협력적 워크숍을 계획하였다. 이를 위하여 과학교육학 교수 3명, 과학 교육학 박사 1명, 박사 과정 3명을 포함한 대학원생 6명으로 이루어진 연구팀이 구성되었고, 프레임워크의 수정과 보완을 거쳐 구성주의적 수업을 위한 프레임워크를 작성하였다(표 2).

2005년 12월, 연구의 필요성과 배경 및 목적을 설명하고 참여 교사들로부터 참가 동의를 얻었다. 또한 이들로 부터 과학 교육의 목표, 현재 자신의 전형적인 수업의 모습, 바람직하다고 생각하는 과학 수업, 자신이 ‘좋은’ 과학 수업을 실행하지 못하는 이유 등을 생각해 볼 수 있는 설문을 받고, 이를 바탕으로 심층 면담을 실시하였다. 이때 교직 이전 경력, 사범대 지원 동기, 교직을 선택한 이유 등이 포함된 배경 설문을 함께 받았다.

2006년 1월부터 5차례에 걸쳐 진행된 강의 및 전체 토론에서는 구성주의적 수업을 위한 프레임워크의 배경을 소개하고 일반 수업 DVD를 통해 수업에 대한 다양한 관점을 공유하는 기회를 가졌다. 또한 과학 교과목의 목표와 함께 현대 과학 교육 동향을 살펴보고, 구성주의적 과학 교육에서 과학 교육의 목표를 달성하기 위한 수업의 형태와 교사 역할에 대해 논의하였다. 미국에서 제작된 ‘Minds of Our Own’ 시리즈 시청 후, 혁신적인 수업에 대한 자신의 입장과 여러 가지 현실적인 문제들에 대한 의견을 나누기도 하였다. 또한 여기에서 소개되는 새로운 수업 모습과 첫날 본 일반적인 수업을 구분할 수 있는 자신만의 프레임워크를 구성해 보는 활동을 하고 결과를 발표하였다.

이어 실시된 소집단 활동은 프레임워크를 실제 수업 장면에서 적용하고 내면화하는 활동들을 중심으로 진행되었으며, 각 그룹마다 대학원생 3명이 동료 연구자로 참여하였다. 이들은 모두 지구과학교육을 전공한 전·

현직 교사로서 만 2년에서 10년 사이의 중등학교 과학 교육 경력의 소유자였다. 참여 교사들은 자신에게 편리한 형식에 따라 지도안을 작성하였으며, 소집단 논의 내용을 반영하여 수정하였다. 이를 바탕으로 참여 교사들은 구성주의적 수업을 각각 1~3차시 실행하였으며, 2명의 연구자가 이를 참관하고 촬영하였다. 수업 직후 참여 교사들은 자신의 수업에 관한 설문을 작성하였고, 7월 초에는 워크숍 및 수업 실행 전반에 관한 추수 면담이 실시되었다. 이를 정리하면 그림 3과 같다. 워크숍의 전 과정은 녹화하여 DVD로 변환하였으며, 전사(transcription)하여 반복적으로 확인하고 분석하였다.

3. 자료 수집 및 분석

본 연구는 해석적(Interpretative) 패러다임 내의 질적 접근인 사례 연구(Case Study)형태로 진행되었다. 즉 특정한 맥락의 특별한 상황 속에서 인간(교사)의 행동과 의미 구성 과정에 대한 종합적인(holistic) 이해를 얻고, 나아가 연구자 나름의 새로운 의미를 구성해 보려는 것을 목적으로 하였다(Guba & Lincoln, 2005).

교수 지향과 관련된 분석에는 두 가지 방향이 있을 수 있는데, 하나는 어떤 교사의 수업을 통해 그 교사가 가진 교수 지향을 추측해 보는 것이고, 다른 하나는 반대로 교사의 지향을 통해 그 교사가 실행한 수업을 이해하고 설명해 보는 것이다. 즉 어떤 교사가 수업 시간에 사용한 교수 자료, 학생들에게 던지는 질문, 활동지의 형태, 실험 활동 구성, 지도안 등의 자료들은 그 교사가 과학 교수에 대해 어떤 교수 지향을 가지고 있는지 판단할 수 있는 근거가 될 수도 있지만, 교수 지향이라는 렌즈를 통해 이해할 수 있는 수업 장면이 될 수도 있을 것이다. 이 둘은 서로 밀접한 관계가 있지만, 동시에 사용한다면 순환의 오류에 빠질 위험이 있다. 따라서 본 연구에서는 그림 4와 같이 분석의 경로를 단순화하여, 우선 교사의 교수 지향을 살펴보고, 여기에서 추정된 교수 지향을 통해 본 수업 장면을 이해하고 해석하였다. 즉 워크숍의 전체 토론이나 소집단 활동 중 교사가 반복적으로 언급했던 내용과, 두 차례에 걸친 심층 면담 및 설문 답변 중 수업에 관련된 부분들을 중심으로 각 교사의 과학 교수 지향이 무엇인지 본

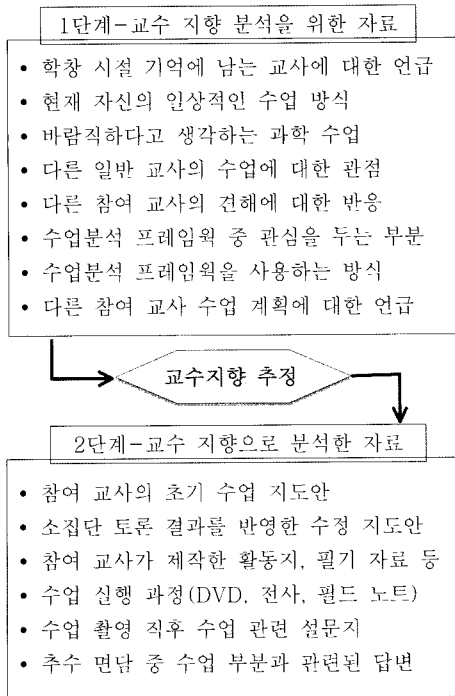


그림 4 자료 및 분석 경로

석한 후, 이를 이용하여 각 교사의 구성주의적 수업 계획 및 실행 과정을 이해하고자 한 것이다. 그러나 교수 활동과 교수 지향에 필연적인 인과 관계가 있는 것은 아니므로, 교수 지향을 추측해 볼 수 있을 뿐, 반드시 그러하다고 단정 지을 수는 없다. 여기에서는 다만 하나의 개연성 있는 설명을 제안하고자 하는 것이고 교수 지향도 그 정도로만 타당할 것이기 때문에, 이를 통해 얻어낸 이해도 제한적일 수 있다. 대신 동료 연구자들의 검토(peer-debriefing)와 다양한 자료를 이용한 분석(triangulation)을 통해 진실성을 확보하고자 하였다. 이를 위하여 다양한 과학 교수 지향을 일목요연하게

정리하여 제시하고 있는 Magnusson *et al.*(1999)의 교수 지향들을 선택하였고, 여기에서 우리나라의 수업 현 실태는 다소 거리가 있는 Project-based Science 와 Discovery 를 제외한 7개의 교수 지향을 중심으로 분석하였다(표 3).

IV. 연구 결과

분석된 수업은 구성주의적 수업 구현을 위해 함께 고민하고 계획한 수업이라는 점에서 탐구 및 적용 활동과 학생들의 참여가 특별히 많이 고려된 수업이었다고 할 수 있다. 그러나 같은 연수에 참여하고, 동일한 프레임워크를 바탕으로 계획되고 실행되는 수업이었음에도 불구하고 교사들의 교수 지향의 영향으로 보이는 차이점들이 드러났다. 그 중에서 뚜렷한 특징을 보여주는 세 교사의 사례를 중심으로 결과를 제시하였다.

1. 배미선 교사의 사례: 구성주의적 수업은 함께하는 수업

“과학 지식은 상호 작용 속에서 구성된다. 그러나 그것이 그렇게 쉬운 일은 아니다.”

배미선 교사(여, 27)는 발령 첫해에 참여했던 초임 과학교사 실행 연구 결과를 이해하려면 프레임워크에 대해 알 필요가 있다는 생각에서 워크숍에 참여하게 되었다. 배 교사는 본 연구의 프레임워크와 동일한 안내된 탐구(Guided Inquiry) 지향을 가지고 있었으나, 한편으로는 교사의 적절하고 정확한 지시와 안내에 따라 학생들이 차근차근 단계별로 과제를 수행해 나가면, 어려운 과학적 개념을 이해하고 탐구나 적용 활동을 성공적으로 수행할 수 있다고 보는 부분에서는 과정(Process) 지향과 함께 설명중심(Didactic) 지향도 드러났다.

표 3

다양한 과학 교수 지향 (Magnusson *et al.*, 1999)

교수 지향(Orientation)	과학을 가르치는 목표(Goal)	코딩 약호
과정(Process)	학생들의 과학 과정기능 발달을 도움	Pr
학문적 엄격성(Academic Rigor)	특정 지식의 실체를 표상 -어려운 문제나 활동들도 포함	Ar
설명중심(Didactic)	과학적 사실을 전수, 전달함	Dd
개념변화(Conceptual Change)	학생들로 하여금 인지갈등을 겪도록 하여 과학적 지식의 발달을 촉진함	Cc
활동중심(Activity-driven)	“hands-on” 활동 자료 등을 가지고 학생들이 직접 활동하도록 함	Ad
탐구(Inquiry)	과학을 ‘탐구’ 형태로 표상함	OI
안내된 탐구(Guided inquiry)	학습 공동체를 조직하여 과학이라는 도구를 통해 실제 자연 세계를 이해하는 책임을 나누도록 함	GI

1) 안내된 탐구(Guided inquiry)

배 교사는 프레임워크에서 제시하고 있는 형태의 구성주의적 수업을 직접 받아본 경험이 있었고 교사의 역할과 소집단 조직을 매우 중요하게 생각하였다.

저희는 항상 모듈 수업을 했고, 모듈 수업도 조직이 되어서 전체 반이 다시 공동체가 되고. 선생님이 질문을 했을 때 그 중에서 누가 깨달아서 나가 가지고 적으면, 그것보다 더 깨달아가고 나가서 적고. 그런 것들을 스스로 해 볼 수 있게 계속 유도를 하시고... (1.12 워크숍 강의)

배 교사는 2년에 걸쳐 이 교사로부터 화학을 배우는 동안 늘 수업 시간을 기다리고 기대하였으며, 다른 학생들도 모두 선생님을 따르고 존경하였다고 했다. 이러한 경험은 교사가 준비를 철저히 하면 학생들도 잘 따라오게 되고, 성공적인 수업이 될 수 있다는 신념을 가지게 된 배경이 되었다. 따라서 다른 참여 교사들이 현실적인 문제를 들어 구성주의적 수업에 대해 회의를 보일 때에도 배 교사만은 가능성을 믿고 방법을 모색해야 한다는 의지를 보였다.

또한 학생으로서의 수업 경험을 통해 소집단 활동에 매우 긍정적인 의미를 부여하고 있었다. 즉 학생들이 학습에 대한 책임을 공유하고 분담하면, 서로에 대한 책임감을 느끼게 되어 보다 더 성실하게 수업에 임하게 된다는 것이다. 소집단 활동에서 경험하게 되는 사회적 상호 작용이나 협상의 경험 또한 과학 지식 못지않게 중요하다는 인식을 가지고 있었으며, 과학 수업의 목표로서 그러한 부분들을 고려하려는 의지가 보였다. 학생들은 소집단 활동 속에서 자신을 그 수업 시간에 “있어야 하는 존재”로 인식하게 되는데, 그러한 부분이야말로 수업에 있어서 매우 중요한 측면이라고 믿고 있었다.

제가 사회생활을 하면서도 넓게 봐서 그런 게 중요하구나라는 걸 많이 느껴요. 의사소통이 안 되어서 저 사람에게 직접 가서 얘기하지 않고 뒤로 가서 얘기해서 이 사람이 듣고.. (왜) 반목만 있고 화합이 안 되는지 생각을 많이 했었거든요. 근데 그건 너무 넓은 얘기고.. 수업 시간에도 내가 이 일을 해야 하는 자발적인 동기는 내가 그 수업 시간에 있어야 하는 존재이니까 라는 것을 느끼게 하는 것이 가장 중요한 거 같아요. (1.18 B조 소집단 활동)

그러나 그렇게 의미 있는 상호작용이 일어나기 위해서는 교사의 역할이 굉장히 중요하다는 인식도 함께 가지고 있었다. 즉 소집단 활동에 대한 긍정적인 이미지는, 그러한 활동을 이끄는 능력이 뛰어난 교사만이 실행할 수 있다는 믿음과 결합되어 있었다.

2) 과정(Process)

고교 시절 교의 활동에서 H-R도를 작성했던 경험을 회상할 때에는 교사의 지시에 따라 충실히 작업을 수행했을 때 느꼈던 보람과 희열에 대해 이야기했다. 이는 과학적 절차를 중요하고도 특별하게 여기도록 만든 경험 중 하나이다. 즉 배 교사는 과학적 탐구를 통해서 얻는 것은 단순한 사실의 발견이나 개념의 이해가 아닌, 그 이상의 무엇이라고 생각하고 있었다. 그러나 그와 같은 수업이 이루어지기 위해서는 학생들의 정확한 수행이 중요하다. 즉 데이터의 측정, 수집, 기록 등의 과정이 부정확하다면, 수업을 통해 얻는 것이 없을 수도 있다.

....고등학교 때쯤 오면 실험이 굉장히 정교해지거든요. 조작 기능이 굉장히 강조되고, 이렇게 하라고 했는데, 저렇게 하면 완전히 다른 결과가 나오고, 사소한 실수에.. 그런 실험.. 좀 차원이 높아지게 되는 실험을 하게 되면.. 아까 말씀하신 것처럼 많은 아이들이 다 잘할 수는 없지요. (1.18 B조 소집단 활동)

과학의 과정 기능을 중시하는 이러한 지향은 학생들에게 정해진 절차에 따라 각 단계 마다 정확한 수행을 요구하게 되므로, 또 다른 측면의 설명중심(Didactic) 지향과 맞물리면서 교사의 지시가 많고 학생들에게는 다른 선택의 여지가 주어지지 않는 수업이 되기 쉽다. 이는 배 교사가 바람직하게 여기는 수업의 모습과는 상반되므로, 배 교사가 과학 활동에 가치를 두면서도 그 동안 수행 평가 등과 관련된 최소한의 활동만을 실행해 온 것에 대한 하나의 설명을 제공한다.

3) 설명중심(Didactic)

배 교사는 좋은 수업을 위해서 무엇보다도 교사가 내용을 잘 조직해서 체계적으로 전달하는 것이 중요하다고 믿었다. 화학 선생님을 좋아했던 이유 또한 소집단 활동을 통해 학생들을 인정해 주고 참여를 유도한 점 뿐 만이 아니라, 교사로부터 잘 조직된 무언가를 건네받을 수 있었기 때문이다.

시간은 정말 충분하... 학생들이 정말 ‘아하!’할 수 있는 그런 시간을 주셨었어요. 그러면서도 진도가 (잘 맞았어요.) 물론 굉장히 타이트해요. 50분 내내 농담을 건네실 여유가 단 한순간도 없었고, 오직 수업에만 딱 집중해야 50분을 알차게 해서 진도가 딱 끝나고 넘어가거든요. (1.18 B 조 소집단 1차)

그러나 이 부분에서 배 교사의 딜레마가 드러나게 되는데, 본인은 과학에 흥미가 있고 과학을 잘 하는 편이었기 때문에 타이트하고 알찬 수업을 좋아했지만 그렇지 않은 학생들에게는 자칫 과학이 너무 어렵고 힘

든 과목이 될 수 있다는 점을 우려하는 것이다. 따라서 뭔가 수준 있는 내용을 다루되, 그것을 학생들이 받아들이기 쉽도록 잘 정리해 주어야 한다는 다소 상반된 두 가지 목표가 배 교사의 Didactic 지향의 근원임을 알 수 있다. 또한 과학 교사들이 일반적으로 중요하게 생각하거나, 중요하게 생각하도록 압력을 받는 과학적 사고력 또한 모두에게 기대되는 목표는 아닐 수도 있다는 생각을 하고 있었다. 오히려 그로 인해 학생들이 과학을 부담스럽게 느낄 수도 있다는 것이다.

우리가 너무 모두 과학을 기본적인 소양으로.. 과학적인 사고력은 있어야 된다고...그런 것에 대해서 스트레스를 주는 건 아닌가 그런 생각이 있어요. (중략)... 단 한 번도 과학을 정말 싫어하거나 너무 못해서 힘들어하는 학생들 입장을 100% 이해를 못 하나까... (7.4 추수면담 중)

이러한 생각은 과학 교사와는 마인드가 다른 학생들도 과학을 이해하고 학습할 수 있도록 하기 위해서는 좀더 쉽고 단순한 방법을 사용해야 한다는 생각으로 연결되면서, 잘 정리된 상태로 전달해 주면 학생들이 어려워하지 않고 받아들일 수 있을 것이라는 기대를 만들었다.

■ 수업 실행 : 소집단 중심의 과제 해결 학습

배 교사는 지진과 화산의 발생 위치 데이터를 통해 일정한 패턴을 찾아가는 실제적 추론 활동과, 판구조론이라는 모델로부터 경계 지점에서 관찰되는 특징적인 지형 및 지질학적인 현상들을 설명해 볼 수 있는 적용 활동을 계획하였다. 학생들에게 실제 데이터를 제공하여 데이터의 의미를 찾아보도록 하되, 학생들의 능력을 감안하여 교사가 상세한 안내와 도움을 주고자 하였다(GI, Dd, Pr). 또한 소집단을 조직하여 역할을 분담하고(GI), 활동들을 잘게 나누어 구조화시키는 식으로 커다란 방향을 결정한 후에도(Pr) 어떻게 하면 학생들의 활발한 참여를 이끌어 내고, 유의미한 상호 작용을 유도할 수 있을 것인가 하는 부분에 대해서 많은 고민을 했다(GI).

배 교사는 교사의 능력과 철저한 준비가 수업의 완벽한 실행을 가능하게 한다는 신념 하에 학생들의 반응과 수행 능력에 대한 우려를 상쇄할 수 있을 만큼의 꼼꼼하고 치밀한 준비를 하였다(Dd, Pr). 즉 그날 진행될 수업에 대해서 각 단계별로 학생들에게 얼마의 시간이 필요하며, 어떠한 문제들로 인해 시간이 지연될 수 있다는 점까지를 모두 고려한 지도안을 작성한 것이다(Dd). 이는 학생들에게 시간이 부족하고 뭔가 미

리 예정되어 있는 활동들이 많다는 암시를 주면서 교사가 지시하고 안내하는 활동 이외에 다른 의문을 갖거나, 질문을 해 볼 엄두를 내기 어려운 분위기를 형성하였다(Dd). 학생들의 질문은 오로지 자신이 지금 당장 수행하고 있는 작업들과 직접적으로 관련된 것들로 국한된다. 또한 학생들로 하여금 활동을 제시 시간에 마치도록 격려하는 과정에서 수행평가 점수를 강조함으로써, 학생들이 활동 자체에 대한 본질적인 관심보다는 시간 내 완수하는 데에 집중하게 하는 여지를 남겨두기도 하였다.

주어진 과제의 양이 많고 교사가 시간 엄수를 반복하여 강조하였으므로(Dd, Pr), 학생들은 협동할 수밖에 없었고 결과적으로 참여도가 매우 높았다(GI). 배 교사는 철저히 구조화된 수업(Dd, Pr) 덕분에 매우 안정감 있고 노련하게 수업을 진행하였고, 모든 그룹이 원하는 결과를 얻었으며 학생들은 완성된 결과에 대해 성취감을 느낄 수 있었다. 또한 교사가 친절하고 호의적이었으므로 학생들은 과제 수행 중에 수시로 교사에게 질문을 하는 등, 친근하면서도 서로 존중하는 관계가 보였다(GI). 결과적으로 학생들은 활동에서 이탈하거나(구성원 전체가 하지 않으면 시간이 모자람), 소외되는 일 없이(능력이 낮은 학생들도 할 수 있는 단순한 활동) 교사가 의도한 활동에 집중하였다. 그러나 교사의 설명은 용어를 강조하고, 교과서의 표현에 권위를 두는 전통적 수업의 특징을 많이 포함하고 있었다(Dd).

그래서 띠 모양으로 화산 지점들이, 화산지점들이 몰려 있어서 그건 것들을 화산대, 지진대라고 불러요. 그러니까 여러분 표현 하실 때 몰려 있어요. 하지 마시고 특히 시험에 쓰실 때에는 화산대와 지진대를 이룬다. 이렇게 쓰시는 게 가장 정확합니다. 그죠? 우리 통일 있게 쓸 때 과학책에 나오는 식으로 쓰는 게 가장 좋거든요. 그죠? (1차시 수업 중)

배 교사는 프레임워크에 대해 특별한 반론이나 의문을 제기하지 않은 채, 적극적으로 수용하는 자세를 보였다. 이는 배 교사 자신이 프레임워크와 비슷한 지향(안내된 탐구)을 가지고 있기 때문이다. 또한 배 교사는 수업 직후 작성한 설문에서 개선해야 할 점으로서는 ‘학생들이 보다 일목요연하게 실험의 순서나 과정을 알 수 있도록 하는 방법을 찾고 싶다’고 말하기도 하였다. 교사가 실험 과정을 잘 설명해 주어야만 학생들이 큰 혼선 없이 과제를 잘 수행할 수 있다고 믿는 설명중심 지향이 반성의 과정까지 일관되게 영향을 미치고 있음을 알 수 있다. 워크숍에서 추정할 수 있었던 배 교사의 교수 지향과 이것이 구체적으로 수업에 준 영향은 표 4와 같다.

표 4

배 교사의 교수 지향과 수업 실행의 특징

워크숍에서의 모습 →	추정 교수 지향	→ 수업 실행의 특징
-소집단 활동에 대한 긍정적 언급 (GI)	안내된 탐구 (Guided Inquiry)* 과정(Process) 설명중심 (Didactic)	-소집단 조직 및 협동적 과제 제시(GI)
-역할 모델: 화학 교사 (GI, Dd)		-과제의 구조화 -모둠별 비교(GI)
-사회적 상호작용 중시 (GI)		-적절한 도움과 안내(GI)
-교사의 역할, 능력 강조 (Dd)		-절차의 강조와 자세한 설명(Dd, Pr)
-과학의 과정 기능에 비중 (Pr)		-철저한 시간 계획과 운영(Dd, Pr)
-잘 조직된 과학 내용과 체계적인 전달 추구 (Dd)		-관리 중심 모습 혼재(Dd, Pr)
-학생들의 마인드 고려 (Dd)		
-프레임워크의 적극적 수용(GI, Dd)		

*붉은 글씨는 상대적으로 더 뚜렷한 교수지향을 나타냄

2. 원남우 교사의 사례: 구성주의적 수업은 활동이 많은 수업

“실제적인 활동을 하고 정확한 설명을 들으면 과학 지식 구성이 가능하다. 그러나 시간이 부족하다”

원남우 교사(남, 29)는 짧은 교직 경력에도 불구하고 가르치는 일과 관련하여 다양한 경험을 가지고 있었다. 기간제 교사나 학원 강사를 하면서 중·고등학교 전 과정을 다루어 보아서 교육 과정 전반의 구조 및 연계성에 대한 이해에 자신감을 보였다. 원 교사는 워크숍 기간 동안 수업에 관한 다양한 논의에서 주로 학생들의 활동에 초점을 맞추는 한편으로, 교육 과정으로부터 출발하여 전체적인 수업의 구조나 난이도 등에 대해 언급하는 경우가 많았다.

1) 활동중심(Activity-driven)

원 교사는 가장 기억에 남는 교사로서 고2, 3학년 수업임에도 불구하고 실험을 자주 실시했던 물리 교사를 꼽았다. 다른 교사의 수업을 평가할 때에도 활동에 초점을 두었으며, 활동이 많은 수업이 바람직하나 현실에서는 어려움이 많다는 입장을 보였다.

처음에는 조용히 시작했다가... 애들이 만들다가 여기에 재미가 들어서 여기에 미처가지고 연구 수업인 걸 애들이 전부다 망각을 한 거예요. 연구 수업인데 교실이 조절이 안 돼요.완전히...애들이 (1.17 워크숍 강의)

특히 초임 시절의 연구 수업 회상 장면은 표현만 조금씩 달리 하면서 반복적으로 나타나는데 이를 통해 그 수업이 원 교사의 길지 않은 교직 경험 중에서 가장 선명하게 각인된 수업이고, 이후의 다른 수업에도 많은 영향을 미치고 있다는 것을 알 수 있다. 또한 일상적인 수업에서도 가능한 많은 활동을 포함하고 있다고 했다.

그 다음에 애들을 가지고... 예를 들어 가속도 법칙 이런 것들은 질량, 즉 덩치 작은 애, 큰 애 있고, 또 뭐 전기 저항 같은 거 할 때에도 작은 저항은 작은 애 큰애 세워 놓고, 이렇게 남자애들은 실제로 부대끼고 보여주고 이런 식으로 조금씩 가미를 하구요. (1.17 워크숍 강의)

이와 같이 전체가 참여하는 실질적인 활동을 추구하다보니, 본 워크숍에서 논의되었던 구성주의적 수업도 그런 관점에서 이해를 하였다. 따라서 구성주의적 수업을 실행하는 데 있어서의 주된 어려움을 “실질적으로 우리나라 남자 중학생들은 100% 갖다 맡겼다가는 난장판이 되거든요”라는 표현에서처럼 교실 통제와 관리 문제로 보고 있었다.

2) 학문적 엄격성(Academic Rigor)

수업 내용을 선정하고 조직할 때는 그 교과와 해당 주제가 속한 전체 학문 체계와, 각 요소간의 논리적인 연결을 반드시 고려해야 한다고 생각하였다. 따라서 다른 교사들의 수업을 바라볼 때도 수업의 전체적인 구조를 우선적으로 보고 그러한 부분들에 초점을 두어 언급하였다.

(전략)혈액과 혈관 같은 경우는 뭐 따로 미리 수업을 한다든지, 기존의 활동을 따로 하나 한다든지 하고, 그 다음에 기존의 호출하고 순환을 연결해 가지고 뭐 이렇게 시스템적인 그런 구조로 좀 가야 될 것 같은데, 예 조금 약간 이게 순서가 뒤죽박죽인 느낌을 좀 많이 받았습시다... (1.11 워크숍 강의)

또한 교사가 설명을 생략하거나 간단히 넘어 가는 부분에 대해서도 비판적인 시각을 보였는데, 설명 교과서에 나와 있지 않더라도 필요한 설명은 빠짐없이 해야 한다는 입장이었다. 뿐만 아니라 한 영역에 있어서도 그 단원 전체를 염두에 두고 논리적으로 완전한 구조를 이루도록 단원의 내용들을 재구성해야 한다고 생각했다.

전체적인 학문 영역의 구조를 고려하고 논리적인 비약이나 생략 없이 교과 내용을 지도하려다 보니 학생들의 수준을 넘어서는 부분들도 포함되게 되어 너무 딱딱한 수업이 될 수 있는 점을 우려하였다. 따라서 전체 학생들이 다함께 참여할 수 있는 활동을 고려하는 활동중심(Activity-driven) 지향을 함께 가지게 된 것으로 보인다.

3) 탐구(Inquiry)

학생들의 활동을 중요하게 생각하되, 활동 중에서 학생들이 독립적으로 사고해서 진행한 부분이 반드시 있어야 한다고 믿고 있으며, 이 부분이 바로 전통적 과학 수업과 구성주의적 과학 수업의 가장 확실한 차이라고 생각하였다. 학생들 스스로 구성하는 부분이 거의 없거나 미미하다는 점에서 교과서의 ‘탐구 실험’의 한계를 지적하였다. 즉 아무리 알차고 재미있는 실험이라고 해도 교사의 지시를 그대로 따라했다면 구성주의적 이 아닌 것이다.

실험을 아이들이 재구성한 것도 아니고, 실험을 보여주고 그대로 아이들이 자리에 와서 주의 사항을 듣고 그대로 따라한 수업이기 때문에...(중략) “선생님, 이거 풍선을 왜 주었어요?” 하고 물어보면 선생님아..“글쎄. 왜 주었을까? 어디다 한번 써봐”하고 아이들이 해 본거라면 약간 구성주의로 갔다고 볼 수 있을 것 같아요. (2.6 A조 소집단 활동)

■ 수업 실행 : 흥미로운 활동이 많은 수업

원 교사는 중학교 1학년 과학 첫 단원인 <지구의 구조> 중 3차시 분량의 수업을 구성주의적으로 실행해 보기로 하였다. 학생들이 우선 지진파의 특성을 이해하고, 지진파의 속도 자료를 이용하여 지진파의 속도 변화와 관련된 일정한 패턴을 찾고, 그것을 지구 내부의 층상 구조 모델로 설명하는 탐구 활동과, 지구 내부의

층상 구조 모형을 통해 지구 내부 구조를 간접적으로 경험해 보는 적용 활동을 할 수 있도록 수업을 조직하였다. 1차시에는 학급 전체가 나란히 서서 횡파와 종파를 표현해 보면서 P파와 S파의 특징과 차이를 이해하고, 용수철로 다양한 파동을 만들어 보는 마무리 활동을 계획하였다(Ad). 학생들은 매우 흥미 있어 했고, 활동에 소속감을 느끼면서 적극적으로 참여하였다. 또한 1학년 가장 마지막 단원으로 되어 있는 파동을 일부 먼저 다루면서 P파와 S파의 특징을 비교하는 방식으로 수업을 진행하였다(Ar). 2차시에는 지진파의 속도 변화 그래프를 통해 지구 내부의 구조를 설명하면서, 지하로 갈수록 밀도가 증가한다는 사실과 외핵이 액체로 되어 있다는 설명까지 통합적으로 이루어지는 탐구 활동을 계획하였다(Ar). 또한 3차시에는 투명 아크릴 판으로 만든 상자에 색 고무 찰흙을 채워 지구 모형을 만들어 보면서, 지각은 매우 얇고 맨틀의 부피는 매우 크다는 사실 등을 경험해 볼 수 있도록 하였다(Ad). 원 교사는 탁상용 종과, 기본자세-정지자세, 손 머리 등의 약속을 사용하여 교실의 질서를 유지하였다(Ad). 원 교사는 지구 내부의 층상 구조를 설명할 때, 왜 그런 구조를 가지게 되었는가에 대해 교과서 이상의 설명을 시도한다(Ar). 교사의 설명을 쫓아 차근차근 수업을 들은 학생은 자연 세계에서 만들어지는 어떤 구조나 현상에는 모두 과학적인 원인과 결과가 있다는 사실도 함께 배우게 되는 것이다(Ar). 또한 활동의 일부라도 학생들이 결정할 수 있는 여지를 열어두고 다양한 시도들을 격려하는 한편으로(OI), 본 차시의 목표에 비추어 덜 중요하다고 판단되는 부분들에 대해서는 과감하게 생략하거나 교사가 사전에 미리 해결하여(예. 아크릴 판 절단 등) 시간을 확보하였다.

원 교사는 시간 부족 문제를 해결하기 위한 또 다른 방법으로 학교 홈페이지를 통해 수업 내용을 미리 올

표 5

원 교사의 교수 지향과 수업의 특징

워크숍에서의 모습 →	추정 교수 지향*	→ 수업의 특징
-고교 물리 교사에 대한 언급(Ad)	학문적 엄격성 (Academic Rigor) 활동중심(Activity-driven) 탐구(Inquiry)	-흥미로운 ‘hands-on’ 활동 포함(Ad)
-전체 참여 활동에 가치 부여(Ad)		-전체가 참여하는 활동 선정 (Ad)
-재미있는 활동에 관심(Ad)		-집중 유도를 위한 다양한 약속(Ad)
-연구 수업 경험 반복 언급(Ad)		-단원 배열 및 내용의 재구성(Ar)
-전체적인 학문 구조와		-논리적으로 엄격한 설명 추구(Ar)
교육 과정 체계 중시(Ar)		-과학의 본성에 대한 이해 (Ar)
-논리적으로 엄격한 접근 요구(Ar)		-활동 과정에서 학생의 책임 확대(OI)
-학생들의 결정 범위 고려(OI)		-새로운 시도에 대한 격려(OI)
		-비본질적인 활동에 대한 축약 시도(OI)

* 굵은 글씨는 상대적으로 더 뚜렷한 교수지향을 나타냄

려놓고 학생들이 수업 전에 내용을 정리해 올 수 있도록 하였다. 그러나 필기의 내용과 형식은 과학 지식을 용어 중심으로 나열한 형태로서, 교사가 고심하여 계획한 구성주의적 수업의 성격과는 거리가 있었다. 즉 학생들의 동기 유발이나 개념의 활용 및 과학적 사고 능력을 향상시키는 측면에서 구성주의적 수업의 중요성을 인식하면서도, 이는 추가 시간을 확보하여 기존 수업과 병행해서 이루어져야 하는 것으로 보고 있는 것이다. 이로 인한 시간 부족의 압력은 경직된 수업 진행을 가져왔다(표 5).

3. 정형주 교사의 사례: 구성주의적 수업은 갈등하는 수업

“교사의 자세한 설명은 학생들의 과학 지식 구성 활동에 오히려 방해가 될 수 있다.”

정형주 교사(35, 남)는 과학 지식과 탐구 과정이 잘 연결된 수업을 좋은 수업으로 보았으나 진정한 탐구가 되도록 수업을 조직하는 데에는 자신의 능력이 부족하다고 보았다. 수업의 전체적인 구조나 전체 교육 과정의 틀로부터 출발하는 사고 전개 대신, 항상 학생들의 마음에 얼마나 잘 닿아있는가 하는 부분에 관심이 집중되어 있었고, 다른 교사의 수업을 볼 때도 이와 같은 관점을 고수하였다.

1) 개념변화(Conceptual Change)

정 교사는 과학 교육을 통해 학생들에게 과학적이고 논리적인 사고력을 길러주어야 한다고 생각하고 있었으며, 그것은 교사의 다양한 질문을 통해 이루어질 수 있다고 보았다. 기억에 가장 많이 남는 교사로 언급된 대학 시절 한 교수는 어떤 내용을 직접 전달하는 대신, 연속적인 질문을 통해 학생 스스로 깨닫게 하는 방법으로 많은 것을 가르쳤다고 했다. 정 교사는 학생들과 질문 및 대답을 주고받는 과정을 매우 중요하게 보았고, 교사가 무언가를 직접 알려줄 경우 오히려 학생들의 수동성을 불러와 다양한 사고 과정을 제한하게 된다고 생각하였다.

프레임워크를 이해하거나 그것을 이용해 수업 분석을 할 때, 논리적으로 엄격한 기준을 가지고 의견을 제시하기 보다는 교실의 상황과 맥락을 더 많이 고려하였다. 또한 교사의 질문 형태나 학생들의 반응에 보다 많은 관심이 있었다. 교사가 지나치게 친절한 설명으로 오개념까지 미리 교정을 해 버리면, 학생들 나름대로 궁금해 하고 갈등을 일으킬 기회가 없어진다고 지적하

면서, ‘그렇게 학생들의 사고 가능성을 미리 다 잘라버리면, 새로운 내용이 기존 생각들과는 전혀 다른 별개의 공간으로 들어왔다가 시간이 지나면 빠져 나간다’고 하였다.

또한 정 교사는 실험 활동 자체가 중요한 것이 아니라, 학생들이 그것을 정말 궁금해 했는지, 그러한 활동의 필요를 느꼈는지에 관심을 두어야 한다고 보았다. 학생들에게 생각의 실마리를 제공하는 접점을 찾는 것이 중요한데, 이 때 접점이란 ‘기존 지식과 불일치되는 상황’으로서 교사는 이러한 접점을 최대한 많이 만들어 줄 수 있어야 한다고 했다. 수업 자료를 볼 때에도 과학적 정확성 보다는 학생들에게 이해하기 쉬운 형태 인가에 대해 더 많은 관심을 가졌다.

(전략).. 실제로 심장 구조는 그렇게 되어 있지만 그렇게 해서 하는 게 이해가 빠를까 아니면 그냥 사방으로 해서 하는 게 빠를까 그 부분에서는 모르겠어요.(중략) 근데 단순히 순환을 이해하거나 순서를 이해하려면 오히려 대각선 쪽으로 딱딱 정리를 하는 게 쉽지 않은가 싶은데... (1.11 워크숍 강의)

또한 수업 분석틀을 직접 만들어 보는 과정에서도 질문을 강조하는 언급이 여러 차례 반복된다.

정형주: 이거는 수업 방법이 hands-on은 아닌거죠?

임희경: 어 뭐가?

정형주: hands-on 은.....

임희경: 직접 다뤄 보잖아. 중요한거야.

정형주: 중요한긴 한데..그전에 질문에서 시작 하는 거죠. 질문에서..... (1.13)

즉 질문을 통해 학생들의 생각을 알 수 있고, 생각을 변화게 하는 계기를 만들 수 있으며, 올바르게 개념이 형성되었는지를 확인할 수 있다는 것이다. 따라서 질문만 적절히 잘 구성하면 굳이 실험을 하지 않더라도 구성주의적인 수업을 할 수 있다는 견해를 보였다. 이는 정 교사의 또 다른 지향인 inquiry와도 자연스럽게 연결된다.

2) 탐구(Inquiry)

교사의 개입이나 안내가 많은 교과서의 탐구 및 실험에 대해 비판적인 시각을 보였다. 즉 굳이 실험이나 활동을 하지 않더라도 좋은 질문들을 통해 다양한 사고 활동을 자극하고 학생들이 의문을 가질 수 있다면 오히려 더 좋은 수업이라고 보았다.

(전략) 구성주의 수업이다 라는 말이 일단 들어가면, 뭐 어떤 탐구 중심의 수업..탐구도 이제 그게 가이드된 수업 보다는 조

금 더 오픈 인쿼리 쪽으로 .. 완전 오픈은 아닐지라도.. 뭐 그런 쪽의 탐구가 ... 제가 생각하는 좀 구성주의 쪽 수업이라고 하는 개념하고 좀 많이 연결이 됨. (7.4 추수 면담 중)

그런데 여기에서 한 가지 주목할 점은, 탐구의 중요성을 인정하면서도 학생이 아무런 배경 지식도 없이 그러한 탐구를 수행하는 것은 불가능하다고 믿는 것이다. 즉 실제 과학자들은 자신의 분야에 대한 많은 지식과 경험이 있으므로 고차원적인 탐구를 수행하고 새로운 발견을 해 낼 수 있지만, 학생의 경우에는 아직 배우는 입장으로서 과학자와 같은 지식도, 탐구 수행 능력도 없다고 보았다. 이런 경우 대부분의 교사들이 학생 옆에서 도움을 주는 입장을 가지게 되는 것에 반해, 정 교사는 그런 식으로 교사가 개입하면 학생들의 자유로운 탐색 및 다양한 시도가 어렵고, 그들 스스로 시행착오를 겪을 기회가 제한된다는 점에서 바람직하지 않다고 보았다. 대신 교사가 해당 수업의 탐구 활동에 필요한 배경 지식을 사전에 따로 가르칠 필요가 있다는 주장을 펼쳤다.

....학생 측면에서 어떤 제시가 되어야 한다는 것입니다. 어떤 지식이나 모델...모델까지는 아니더라도 어떤 그 바탕 지식이 되어 있고, 그 바탕을 누군가는 깔아주어야 한다. 궁극적으로 뭐 학생 쪽으로 가야 한다. 그것은 어떻게 보면 과학이지, 과학 교육은 아니거든요. (1.12 워크숍 강역)

즉 정 교사가 생각하는 구성주의적 수업은, 일단 교사가 기본적인 지식을 어느 정도 전달한 후, 그러한 배경 지식을 바탕으로 학생들이 스스로 탐구를 해보는 것이었다. 따라서 정 교사의 입장에서 만일 구성주의적 수업이 잘 이루어지지 않았다면, 그것은 교사가 학생들에게 관련 배경 지식을 잘 ‘심어’ 또는 ‘깔아’주지 못했거나, 교사의 개입이 학생들 스스로 도전하여 답을 찾을 기회를 제한했기 때문이다.

■ 수업 실행 : 과정이 주어지지 않은 탐구 실험

정 교사는 구름 발생과 관련된 부분의 수업을 하기로 결정하였는데, 이때 가장 많이 고려한 점은 학생들에게 다양한 가능성을 열어 놓고, 교사의 개입은 최소화 하는 것이었다(OI). 대신 학생들의 배경 지식이나 탐구 능력의 수준을 고려하여, 연결 수업 중 1교시에는 기본적인 개념들의 정리를 통해 학생들이 너무 다른 길로는 가지 않도록 하는 방법을 생각하였다.

1차시 수업은 구름의 생성과 소멸이라는 자연 현상의 경험에서부터, 포화수증기 곡선을 이용해 물의 증발과 응결이라는 패턴을 찾고, 이를 단열 팽창 이론으로

설명하는 탐구의 과정으로 설계되었다. 한편 2차시는 이러한 이론을 바탕으로 직접 구름을 만들어 보는 적용 과정을 계획하였다. 즉, 1차시는 활동을 위한 배경 지식을 ‘깔아주는’ 수업으로서 학생들이 잘못 알고 있는 과학적 개념으로부터 수업의 전체 흐름을 조직하였고(Cc), 연결되는 2차시는 투명 페트병을 이용하여 직접 구름을 만들어 보는 활동으로서 질문 만들기를 제외한 모든 단계가 열려 있는 탐구 실험으로 계획하였다(OI). 또한 중3 과정의 실험 경험을 떠올려 문제를 해결할 가능성을 없애고자 기존의 실험 장치대신 페트병을 이용한 실험을 하기로 결정하였다(OI).

학생들은 두 명씩 한 조가 되어 주어진 페트병 속에 구름을 만들어야 했는데, 과학실 앞쪽에 놓인 끓는 물, 얼음, 향, 물, 풍선 등의 재료를 원하는 대로 가져다가 사용할 수 있는 대신, 무엇을 먼저 할 것인지는 각 조에서 알아서 결정해야 했다(OI). 교사는 ‘실제 구름이 만들어지는 원리와 유사할 것’과 ‘다양한 시도를 할 것’을 강조하면서 학생들이 1교시에 배운 원리들을 성공적으로 적용해 낼 것을 기대하였다(OI). 그러나 학생들은 공기가 상승하면서 ‘기압이 낮아지는’ 측면보다는 ‘기온이 떨어지는’ 측면에 집중하여 얼음을 이용한 냉각을 시도하거나, 뜨거운 물을 넣으면서 페트병 안에서 서린 김을 구름으로 여기기도 했다. 교사가 그것은 실제 자연에서 구름이 만들어지는 방식이 아니라고 하자, 학생들은 다른 시도를 해 보려고 했지만 이미 페트병 벽에 가득 서린 김 때문에 여의치 않았다. 그 동안 해본 실험들이 주로 압력을 고정시키고 온도를 변화시키는 것들이어서 그런지 학생들은 병을 압축시키거나 병마개를 여는 방식으로 압력을 변화시킬 수 있다는 생각은 해내지 못하였다.

정 교사는 학생들이 이전 시간에 배운 단열팽창 이론 모델을 기반으로 하여 실제 구름 생성 현상을 해석하는 적용 과정을 통해 새로운 과학 지식을 구성할 수 있기를 기대하였으나 학생들의 수준에서 매우 벽차보였고, 이 부분에 대한 탐구 수업 실행 경험이 없는 교사는 적절한 도움을 주지 못하였다. 또한 교사의 개입이 학생들의 수동적인 태도를 불러와 진정한 탐구를 어렵게 한다는 교사의 신념 또한 도움의 제공을 자제하게 하는 주요 요인이 되었다(OI).

정 교사는 중학 시절의 실험을 단순히 회상하거나 선행 학습 등에서 다른 내용을 기억하여 수행하는 실험은 과학적으로 의미가 없다고 생각하였다(OI). 그러나 실제 과학자들의 탐구도 유사한 실험들과 문제해결 경험의 노하우를 필요로 한다는 점을 고려해 본다면,

표 6

정 교사의 교수 지향과 수업의 특징

워크숍에서의 모습 →	추정 교수 지향*	→ 수업의 특징
-수업에서 질문의 중요성 강조 (Cc)	개념변화 (Conceptual Change) 탐구(Inquiry)	-주변 현상들로부터 출발 (Cc)
-외부에 있는 학문의 구조보다는 학생 이해 구조에 관심 (Cc)		-다양한 형태의 질문 (Cc)
-교실 상황과 맥락 고려 (Cc)		-인지 갈등 유발 시도 (Cc)
-선개념, 인지 갈등에 큰 관심 (Cc)		-학생들의 사고흐름을 고려한 전개(Cc)
-친절하고 자세한 설명에 대한 우려(Cc)		-새로운 실험 형태 추구 (OI)
-교사가 바탕 지식을 깔아주되 탐구는 학생들이 스스로 수행해야 함(OI)		-실험의 전 과정을 학생이 결정(OI)
-열린 탐구 형식의 연구 수업 실행(OI)		-적절한 도움에 대한 고민 (OI)
		-실험의 성공에 연연하지 않음(OI)
		-다양한 사고 강조 (OI, Cc)
		-교사는 함께 배워나가는 사람(OI, Cc)

*굵은 글씨는 상대적으로 더 뚜렷한 교수지향을 나타냄

학생들이 관련 정보 없이 실험을 설계하고 실행하는 것이 과연 가능한가에 대해 의문을 갖게 된다. 일반적으로 교사들은 실패에 대한 두려움으로 지극히 제한적인 형태의 실험을 계획하는 경우가 많다. 즉 학생들이 다양한 시도 속에서 무언가 의미 있는 것을 찾아내기 보다는 우왕좌왕하다가 끝낼 확률이 더 크다는 우려는, 아예 실패할 수조차 없는 쿡 북(cook book) 형태의 실험을 계획하거나, 조금만 노력해도 결과를 얻어낼 수 있는 쉬운 과제를 찾도록 한다(Furtak, 2006). 그러나 정 교사는 실험의 실패를 수업의 실패로 간주하지 않고, 오히려 학생들이 그로부터 더 많은 생각을 할 수 있도록 유도하였다. 실제로 그 다음 시간에는 구름 만들기 실험이 실패한 이유에 대한 의견을 나누는 시간을 가졌고, 실패를 경험해 본 학생들은 보다 큰 관심을 가지고 수업에 참여하였다고 한다(Cc). 이 교실에서 정 교사는 학생들과 많은 이야기를 나누며 함께 배워나가는 역할을 수행하고 있었다(표 6).

V. 결론 및 제언

이상에서 구성주의적 수업을 위한 협력적 워크숍에 참여한 교사들의 과학 교수 지향과 그것이 구성주의적 과학 수업의 실행 과정에 주는 영향을 알아보았다. 참여 교사들은 저마다 다양한 과학 교수 지향을 가지고 있었으며, 이는 수업 계획과 실행 과정의 기본적인 방향 설정에 영향을 미칠 뿐 아니라 수업 전반에 걸친 수많은 의사 결정 단계에서 지속적으로 영향을 주었다.

또한 워크숍 과정에서 서로 다른 과학 교수 지향은 1) 새로 접하게 되는 지식들을 어떠한 방식으로 이해하고, 2) 수업에서 이를 어떻게 구현할 것인가를 논의할 때 교사들 저마다 조금씩 다른 관점을 갖도록 하는

주요 배경이 되었다. 따라서 동일한 프로그램에서 같은 활동을 경험하면서 충분한 상호작용의 기회가 있었을 뿐 아니라, 동일한 프레임워크에 근거한 수업을 계획하고 실행했음에도 불구하고 실제 수업은 매우 다양하게 전개되었다. 이와 같은 결과는 교사들의 교수 지향이 워크숍을 통하여 보완되거나 강화되기도 하였음을 의미한다.

안내된 탐구 지향을 가진 한 교사는 본인의 지향과 유사한 워크숍 내용을 적극적으로 받아들였고, 프레임워크에 충실한 활동들을 계획하였다. 그러나 정확한 절차와 수행을 강조하는 과정 지향과, 내용을 받아들이기 쉽게 전달하고자 하는 설명중심 지향이 맞물리면서 활동 과정마저 ‘전달’하는 모습을 보이기도 했다. 한편, 학문적 엄격성과 활동중심 지향을 가진 다른 교사는 수업 시간에 많은 내용과 활동을 포함하도록 하였다. 따라서 학생들에게 사전에 필기 자료를 제시하여 내용을 일단 ‘전달’한 후, 관심과 흥미를 유발할 수 있는 활동 중심으로 수업을 진행하였다. 반면, 개념변화와 탐구 지향을 가진 제 3의 교사는 다양한 질문을 통해 학생들이 관련 지식을 학습하도록 하고, 그것을 바탕으로 학생 스스로 새로운 지식을 구성할 수 있기를 기대하였다. 그러나 학생들이 지식 구성에 실패하자 이후 교실에서 전통적인 수업 형태로 이를 다시 다루었다. 이처럼 참여 교사들이 자신에게 이미 형성되어 있는 교수 지향에 비추어 구성주의적 수업의 의미를 이해하고 그에 기초한 수업을 계획하고 실행한다는 사실은 교사 신념에 관한 기존의 연구 결과들과도 잘 일치한다. 즉 교사의 이해 구성에 가장 중요한 영향을 주는 것은 그 교사가 이미 알고 있는 것과 믿고 있는 것이고, 교사들은 자신의 견해를 지지하는 수업의 일면만을 집중하여 관찰하는 경향이 있다는 것이다(Luft, 1999).

참여 교사들은 과학 지식이 구성된다는 사실에는 모두 동의하고 있었지만, 학생들을 수동적인 존재로 보는 습관에서 쉽게 벗어나지 못하였으며 교사가 지식을 잘 구성해서 전달해 주어야 하는 대상으로 인식하는 측면이 있었다. 따라서 학생들이 받아들이기 쉽게 지식과 활동을 구성하는 것을 교사의 능력과 임무로 보았다. 이러한 전통적인 관점의 변화 없이 프레임워크에 따라 수업을 설계하고 실행하는 것에는 한계가 있다. 교사들은 지식을 구성해 가는 과정으로서의 과학 활동을, 기존 수업을 보다 잘 하기 위한 추가적인 활동으로 이해하고 수업 또한 그러한 시각에서 계획하고 실행하였다. 또한 참여 교사들은 각기 다른 교수 지향에도 불구하고 공통적으로 내용 중심적인 수업에 추가된 새로운 활동들과 진도 확보 문제로 시간 부족의 어려움을 겪었으며, 개별 질문을 최소화하고 학생들의 소극적인 참여를 조장하는 모습이 나타나기도 하였다.

이상의 논의가 주는 시사점은 다음과 같다. 첫째, 교사의 교수 지향이 다양함을 이해하는 것은 곧 교사 교육의 중요한 출발점이 될 수 있다는 점이다. 그 중 학생들의 과학 학습에 바람직하지 않은 부분이 있다면 그러한 지향을 갖게 된 배경을 찾아내고 아울러 변화의 계기를 제공하는 일이야말로 교사 교육의 핵심이 되어야 할 것이다. 또한 교수 지향에 따라 교사가 새로운 이론을 이해하고 받아들이는 모습도 달라지므로 과연 어떠한 측면들이 실제 변화를 어렵게 하는지에 대한 이해가 필요하다.

둘째, 과학 교사의 변화에 대한 보다 심층적인 접근이 필요하다. 구성주의적 수업에 대한 워크숍을 받았음에도 불구하고 교사들은 새로운 방식을 시도하기 보다는 기존 방법에 새로운 형태의 활동을 ‘추가’하는 방식을 취하는 경향이 있었다. 그 결과 교사들은 과학 내용 전달 중심의 수업과 활동 중심의 수업을 병행하게 되어 수업에 큰 부담을 안게 되었다. 만일 교사가 학생 주도의 활동에 충분한 시간을 주고자 한다면, 교사가 원래 주도했던 많은 부분들은 포기되어야 할 것이다. 새로운 접근 방식을 익히고 받아들여 나가는 과정은 단절적인 것이 아니라 점진적일 수밖에 없으며, 이 과정에 대한 보다 심층적인 이해와 안내가 필요하다. 이는 과학 교사의 변화에서 가장 핵심적인 부분이 될 것이다.

셋째, 우리의 교육 현실에서 입시를 배제한 논의는 영향력이 적다는 점이다. 참여 교사 중 중학교 교사는 학생들의 제한적인 배경 지식과 사고 능력을 들어 구성주의적 수업의 실현 가능성을 낮게 보았고, 고등학교

교사는 입시에 대한 부담으로 새로운 활동의 도입 노력에 대해 난색을 표하였다. 그러나 과학 활동이 입시와 배치된다는 생각은 과학 활동에 대한 오해에서 비롯된 것일 수 있다. 과학을 보다 잘 가르치는 방법으로 구성주의적 수업을 이야기한다면 그 수업을 받은 학생이 입시에서도 좋은 결과를 얻을 수도 있기 때문이다. 최근 일부 대학의 신입생 선발에서 자연계 논술의 도입 등과 같은 새로운 입시의 특성과 그에 따른 평가 방법의 개선 논의가 함께 이루어질 때, 과학 수업에 있어서 혁신의 노력은 더욱 빛을 발할 수 있을 것이다.

국문 요약

구성주의적 수업의 구현은 교육 연구 및 현장 교사들이 당면하고 있는 중요한 교육적 과제이다. 본 연구에서는 구성주의적 수업을 위한 협력적 워크숍에 참여한 교사들의 실제 수업 실행에 관한 사례 연구를 진행하였다. 워크숍의 전 과정과 수업 계획 및 실행 과정을 녹화하여 전사하였고, 각 교사별로 심층 면담 및 설문을 실시하였다. 참여 교사들은 다양한 교수 지향을 가지고 있었고 이는 워크숍 과정 전반에 걸쳐 드러났다. 각 교사들은 자신의 교수 지향에 비추어 구성주의적 수업의 의미를 해석하였고, 그러한 이해 방식에 기초하여 수업을 계획하고 실행하였다. 각 교사의 교수 지향은 하나의 중요한 필터로 작용하면서 새로 접하게 되는 지식들을 수업에 적용하는 방식과, 우선적으로 고려할 부분들을 결정하는 과정에서 각 교사들이 저마다 조금씩 다른 관점을 갖도록 하는 주요 배경이 되었다. 또한 각 교사들의 교수 지향은 실제 상황과 맥락에 따라 구성주의적 수업의 실행을 지지하거나 저해하는 요소로 작용하였다. 참여 교사들은 지식 구성 과정으로서의 과학 활동을 기존 수업의 혁신이 아닌, 추가적인 활동으로 이해하는 공통점을 보였으나 서로 다른 교수 지향의 영향으로 실제 수업은 매우 다양한 모습으로 전개되었다. 이처럼 교사가 새로운 지식을 받아들이고 수업에 도입하는 과정에 있어서 교수 지향의 역할과 다양성을 이해하는 일은 교사 교육의 중요한 출발점이 될 수 있을 것이다.

참고 문헌

- 권홍진, 김찬중, 최승언 (2006). 초임 중등 과학 교사의 교수활동에 대한 지향과 실행 : 동기 유발과 학생 이해를 중심으로. 한국지구과학회지, 27(3), 289-301.
김찬중, 맹승호, 차현정, 박영신, 오필석 (2006). 과

학 교수활동에 대한 우선순위의 동기적 근접발달영역에 비추어 본 초임 과학 교사와 경력 교사와의 상호작용에 대한 사례 연구. *한국과학교육학회지*, 26(3), 425-439.

박정희, 김정률, 박예리 (2004). 탐구 학습에 관한 중등 과학 교사들의 인식. *한국지구과학회지*, 25(8), 731-738

손민호 (2002). 교과내용으로서의 실천적 지식에 대한 이해와 오해-과학과 실험 수업의 경우의 관점의 시사. *교육과정연구*, 20(3), 243-269.

안유민, 김찬중, 최승언 (2006). 초임 중등 과학 교사의 수업에서 과학 내용의 전개 방식과 내용 이해 전략. *한국과학교육학회지*, 26(6), 691-702.

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

Anderson, C. W. (2003). Teaching Science for Motivation and Understanding. Unpublished manuscript, Michigan State University.

Anderson, C. W. (2004). Conceptual Framework for Knowles Analysis. Unpublished manuscript, Michigan State University.

Davis, K. S. (2003). "Change is hard": What science teachers are telling us about reform and teacher learning of innovative practices, *Science Education*, 87(1), 3-30.

Duffee, L., & Aikenhead, G. (1992). Curriculum Change, Student Evaluation, and Teacher Practical Knowledge. *Science Education*, 76(5), 493-506.

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

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

Furtak, E. M. (2006). The problem with answers: an exploration of guided scientific inquiry teaching. *Science*

Education, 90(3), 453-467.

Guba, E. & Lincoln, Y. S. (2005). Paradigmatic controversies, contradictions, and emerging confluence. *The Sage Handbook of Qualitative Research*. Thousand Oaks, CA: Sage

Luft, J. A. (1999). Teachers' salient beliefs about a problem-solving demonstration classroom in-service program. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(2), 141-158.

Magnusson, S., Krajcik, J., & Broko, H. (1999). Nature, sources, and development of pedagogical content knowledge for science teaching. In J. Gess-Newsome & N. G. Lederman (Eds), *Examining pedagogical content knowledge: the construct and its implications for science education*. Dordrecht: Kluwer.

National Research Council (1996). *National Science Education Standards*. Washington, D.C.: National Academy Press.

Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1-22

Smith, D. C. (1999). Changing our teaching: The role of pedagogical content knowledge in elementary science. In J. Gess-Newsome & N. G. Lederman (Eds.), *Examining pedagogical content knowledge: the construct and its implications for science education*. Dordrecht: Kluwer.

van Driel, J. H., Beijaard, D., & Verloop, N. (2001). Professional Development and Reform in Science Education: The Role of Teachers' Practical Knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(2), 137-158.

Volkman, M. J., Abell, S. K., & Zgagacz, M. (2005). The challenges of teaching physics to preservice elementary teachers: Orientations of the professor, teaching assistant, and students, *Science Education*, 89(5), 847-869.

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