

초등학교 신규교사의 과학수업에서 나타나는 수업기술의 특징

양일호 · 정진우 · 조현준 · 최현동 · 오창호

(한국교원대학교)

Beginning Elementary Teacher' Characteristics of their Teaching Skills in Science Classes

Yang, Il-Ho · Jeong, Jin-Woo · Cho, Hyun-Jun · Choi, Hyun-Dong · Oh, Chang-Ho
(Korea National University of Education)

ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate beginning elementary teachers' characteristics and improvement of their teaching skills in science class. The methodology of this study was a qualitative approach that included interviews, classroom observations, and teaching materials. In urban area, four beginning elementary teacher were selected. Four beginning elementary teachers were observed and recorded with VCR in their classroom at seven-times. The results showed that the beginning elementary teachers did not improve in their teaching skills in science teaching, and their characteristics of teaching skills in science were summarized as following; 1) their teaching methods were not inquiry-based science teaching, but explaining-based science teaching, 2) their main aims of the science teaching were focused on the science knowledges, 3) there were little students' science processes involved in their classes, 4) they focused on using textbook as teaching materials, 5) there were little waiting times after their questioning, and they usually used closed-questions rather than open-ended questions.

Key words : beginning elementary teacher, characteristic of teaching skill, qualitative approach

Ⅱ. 서 론

과학탐구학습은 학생들에게 지식의 획득과정에 주체적으로 참가하게 하여 자연을 조사하는데 필요한 탐구능력을 획득하며, 자연 인식의 기초가 되는 과학 개념의 형성을 꾀하고, 미지의 자연을 탐구하려고 하는 적극적인 태도를 기르게 하는 학습활동이다(이현욱 등, 1998). 이러한 탐구학습 중심의 과학교육 목적은 과학 본성의 사회적, 인식론적 특성과 함께 과학적 개념과 원리를 이해하도록 도움을 제공함으로써 과학교육을 증진하는데 있다(National Research Council, 2000). 이러한 중요성을 바탕으로 지난 100여 년 동안 과학교육의 근본적 목표로 과학 탐구 능력의 발달을 주장하였으며(Roth & Bowen, 1994), 과학적 탐구를 지도하기 위한 노력들이 이루어졌다(Jungwirth

& Dreyfus, 1990). 그러나 이러한 노력에도 불구하고 최근 국내·외의 많은 연구들은 학생들이 단지 제시된 과정만을 따르는 이른바 요리책식 탐구활동을 한다고 지적하고 있다(윤덕근 등, 2004; Germann & Odom, 1996; Germann *et al.*, 1996; Lock, 1988; Lunetta, 1998; Wellington, 1998). 이렇게 탐구중심의 과학활동들이 회의적이거나 부정적인 결과들로 인하여 그 원인을 탐색하는 연구들이 진행되나 있다(Nott & Smith, 1995; Nott & Wellington, 1996, White, 1996). 특히 Nott를 중심으로한 두 차례의 연구는 교사 자신이 교육과정이 의도하는 학습결과를 이끌어 내지 못하고 탐구과정이 없이 결론만을 주입하는 교수-학습이 이뤄지고 있다고 밝히고 있다. 즉, Khun 등(1988)의 주장과 같이 과학적 사고력의 증진과 사용을 촉진시킬 수 있도록 과학 교수-학습이 설계되고

수행되어야 함에도 불구하고 그렇지 못하다는 것이다.

한편, 이현옥 등(1998)은 과학탐구수업의 성공에 가장 큰 영향을 미치는 내적 요인으로서 '교사' 역할의 중요성을 강조하였다. 이러한 주장은 교사의 수업 능력에 따라 그 질과 양이 결정된다는 Goodwin(1999)과 Joyce과 Weil(1980)의 연구에 의해서도 뒷받침 된다.

우리나라의 초등교원 양성대학의 양성 및 임용체제는 학부 4년간 교육학, 교과내용학, 교과교육학 등의 강좌와 일정기간 교생실습을 이수한 사람에게 교사자격증을 부여하며, 교사자격증을 지닌 사람에 한해서 선발 고사를 통해 임용한다. 이렇게 임용된 신규교사는 생존 단계(1년)를 거쳐 적응(2~4년)과 성숙단계(5년 이상)를 거쳐 경력 교사로 발전하게 된다(San, 1999).

특히, 임용 첫 해는 교수-학습활동에 관심을 가지며 교사로서의 이미지 개발 및 전문성 증진에 노력하는 중요한 기간이다(Appleton & Kindt, 1999). 이러한 신규 교사들의 공통적 특성에 대하여 보고된 내용(정혜영, 2002)에 따르면, 이들은 경력 교사들의 행동을 따라 하며, 소유한 지식도 학생에게 제대로 전달을 못하는 등 교수-학습에 대한 기술이 필요하다고 하였다. 따라서, 신규교사가 학생들과 상호작용하면서 과학과를 가르치는 과정에서 여러 어려움을 겪고 있다는 것을 추론할 수 있다.

초등교사는 다양한 교과내용의 특성에 맞게 지도하여야 하므로, 과학 교과를 지도할 때 중등과학 신규교사들과는 다른 어려움이 나타난다.

이러한 연구 결과들을 바탕으로, 탐구활동 중심의 과학수업에서 신규 초등교사가 겪는 많은 어려움을 이해할 수 있으나, 지금까지 제시된 연구들이 주로 양적자료의 일관된 것들이므로 실제 수업상황에서 학생들과 상호작용하면서 겪는 어려움에 대한 자료는 전무한 상태이다. 따라서 우리나라의 초등학교 신규교사들이 과학수업에서 실제 나타나는 교수 기술의 특징들을 분석하고, 과학수업을 어떻게 이끌고 있는지, 또 교수 기술은 어떻게 나타나고, 신규 1년간 어떠한 발달적 변화를 겪는지 심층적으로 연구·제시할 필요가 있다. 따라서 이 연구는 초등학교 과학수업에서 나타나는 신규 교사들의 교수 기술을 알아보고, 또 이러한 지도기술의 발달적 변화가 신규 1년간의 수업에서 어떻게 나타나는지 알아보는 데 있다.

II. 연구 방법 및 절차

1. 과학적 탐구활동과 탐구 중심의 과학수업

과학 지식이 폭발적으로 증가하는 변화된 환경에 발맞추어 과학교육계에서는 과학 지식의 획득과 함께 과학적 탐구활동을 통한 과학적 사고의 향상을 주된 교육 목표로 인식하고 있다. 다시 말하면, 과학적 지식의 축적을 가능하게 하는 과학적 사고와 과학적 탐구능력을 습득하여 스스로 지식을 평가하고 새로운 지식을 생성할 수 있는 능력이 중요하게 되었으며(National Research Council, 2000), 이에 따라 과학적 사고력의 증진과 사용을 촉진시킬 수 있는 과학적 탐구활동 중심의 교수-학습활동 계획을 설계하고 수행하는 것이 무엇보다 중요하다(Kuhn *et al.*, 1988).

이 연구에서는 과학탐구능력을 과학과 관련된 현상이나 문제를 조사 연구하는데 필요한 인지 능력으로서 구체적인 경험을 통하여 새로운 정보를 획득하는데 필요한 과학적 사고 기능(Martin, 1997)으로 보았으며, 탐구 중심의 과학수업은 학생들의 과학탐구능력을 향상시키기 위한 교수학습활동으로 정의하였다.

2. 연구 방법 및 대상

이 연구는 교실수업상황 속에서 교사와 학생의 상호작용 속에서 나타나는 교사의 행동을 관찰하기 위해 질적 접근방법을 취하였다. 교실환경 속에서 특정 차시의 수업내용이 교사와 학생의 상호작용을 통해 나타나는 현상은 고유한 것으로서 동일한 현상이 반복적으로 관찰되지 않는다는 특성이 있다. 따라서 참여관찰을 통해 과학 교수-학습 활동의 장면을 깊이 기술하여 이해하고자 하였다. 결과 분석과정에서는 일련의 계속되는 관찰을 통해 나타나는 신규교사들의 지도기법과 특징들을 분석하려 하였으며, 이러한 연구기법은 수집된 결과보다는 자료가 수집되는 과정에 더 많은 관심을 두고 있는 것으로서 이러한 질적 연구에 적합한 것이기 때문이다(Creswell, 1998; Merriam, 1998).

대상자들은 정규 초등교원 양성대학을 졸업하였고 대전과 청주에서 신규 임용된 여교사들이다. 표 1과 같이, 모두 20대 중반이며, 학부과정의 심화(전공)는 모두 초등과학이 아니었다.

3. 자료 수집 및 분석

자료수집 기간은 3월 말부터 11월 말까지이며, 각

표 1. 연구 대상자 인적사항

연구 대상자*	나이	최종 학력	전공(심화)	
김교사	24	대학	초등교육(실과심화)	6학년 담임
이교사	24	대학	초등교육(실과심화)	5학년 담임
박교사	25	대학	초등교육(도덕심화)	5학년 담임
홍교사	24	대학	초등교육(유아교육)	4학년 담임

*모두 가명을 사용하였음

교사마다 7차례의 수업을 관찰하였고, 이는 모두 녹화되었다.

대상자들에게는 이 연구의 본질적 목적을 밝히지 않은 범위 내에서 Blind Control을 적용하여 연구 참여에 대한 안내를 제공하였고, 본 차시의 수업관찰 이전에 여러 차례의 사전 접촉을 통해 대상자와의 친밀한 관계를 형성하여 수업관찰로 인한 부담감을 최소화하도록 노력하였다. 연구 결과의 타당성을 높이기 위해 삼각측정법(triangulation)이 설계되었다. 즉, 수업을 녹화하고, 수업 후 녹화된 자료를 보면서 해당교사와 면담하였으며, 연구자의 관찰기록지와 관찰·녹화된 수업에 대한 지도안 및 학습지 등을 수집하여 대상자의 일관적 특징을 분석하는 것으로 질적 연구에서 타당한 결과를 얻기 위한 일반적 방법이기 때문이다(Cohen et al., 2000).

연구결과의 객관성과 정확성을 확보하기 위해 연구자들의 일치된 견해를 확보하려 노력하였다. 이를 위해 연구자가 개별적으로 자료를 분석한 후 바탕으로 집단적 합의 과정을 거쳐 자료를 분석하는 절차를(group data analysis) 거쳤다. 녹화된 개별 수업들은 교실의 학습 분위기와 그 안에서의 교수-학습 방법에 초점을 두고 수업의 흐름, 지도내용에 대한 교사의 접근 방법, 학생들의 접근 방법, 학생들에게 주어지는 학습 기회를 중심으로 분석하였다. 또한 과학적 탐구활동에서 교사의 확산적 발문이 과학적 탐구활동에서 중요한 역할을 하기 때문에(Harwood et al., 2002) 확산적 발문도 분석에 포함되었다.

표 2. 연구 대상자별 자료 수집 기간

연구 대상자	1차	2차	3차	4차	5차	6차	7차
김교사	3월 3주	4월 3주	5월 4주	6월 2주	9월 2주	10월 2주	11월 2주
이교사	3월 3주	4월 4주	5월 4주	6월 3주	9월 2주	10월 2주	11월 2주
박교사	3월 4주	4월 3주	5월 3주	6월 3주	9월 3주	10월 1주	11월 1주
홍교사	3월 4주	4월 4주	5월 3주	6월 4주	9월 3주	10월 1주	11월 2주

III. 연구 결과

1. 김교사

김교사는 임용 초기인 3월부터 수업 중에 학생들을 통제하는데 어려움을 겪고 있었다. 전체적으로 학생들의 주의를 산만하였으며, 교사에 의해 학생 통제가 제대로 되지 않아 과학수업이 혼란스러웠다. 이러한 경향은 학년 말이 되어서도 변화되지 않았다. 김교사는 학생들의 주의를 산만할 때, 자주 화를 내었다. 다음은 3월과 11월에 관찰된 수업에서 학생들이 소란스러운 것에 대한 김교사의 반응이다.

김교사: 어. 자 12쪽. 오늘 배울 거야.

(칠판에 판서 하고, 떠드는 아이들)

김교사: 자 ~ 애들아. 12쪽 퍼봐. 거기 위에 뭐라고 써 있어? ○○○.

학생A: (크게) 네

김교사: 자 12쪽 퍼봐 12쪽 ~ ○○아 거기 빼 빨리. 책 퍼. 얼른. 똑바로 앉아.

학생B: 선생님! 선생님 ~ 책이랑 바뀌었잖아요 ~

김교사: 똑바로 앉아. 하나. 둘. 안하니?

<3월 - 김교사의 반응>

김교사: 자, 애들아. 다 앉아. 다 떠왔지? 애들아 자 그러면. 자, 여기 봐. 앉아. 자, 여기 봐.

학생들: (소란스럽고 몇 학생들은 여기 저기 돌아다니고 있다)

김교사: 야! 야! (화를 내며) 오늘따라 왜 그렇게 돌아다녀?

<11월 - 김교사의 반응>

학생 중심의 탐구활동보다는 지식 전달 위주의 수업을 진행하고 있었다. 그리고 이러한 경향은 학년 말에도 계속해서 나타나고 있었다.

김교사: 어렵지. 자 그럼 봐 보세요. 10쪽 밑에. 10

쪽 밑에 저기 보세요. 거기 뭐라고 써 있
니? 물속에 잠긴 물체는 물이 누르는 힘
을 받게 되는데 물이 누르는 힘을 뭐라고
했어?

학생들: 압력

김교사: 압력, 거기 압력을 형광펜으로 이렇게
해봐.

김교사: 누르는 힘을 아까 뭐라고 했어? 압력이라
고 한다고 했지? 그럼 물이 누르는 힘은?

학생들: 수압

김교사: 물의 압력. 수압. 거기 형광펜으로 해
봐. 얼른. 자 애들아.

<6-2-1 물 속에서의 무게와 압력>

또한, 김교사는 학생들의 탐구활동을 중요하게 생
각하고 있었으며, 탐구수업의 목적을 과학 개념의 이
해라고 생각하고 있음이 면담을 통해 확인되었다.

김교사: 선생님의 활동보다는 아이들의 활동이 커
야 한다고...

연구자: 나눠보면 몇% 정도인가요?

김교사: 아이들이 70%정도.. 그렇게 못하는 주제도
있는데, 웬만하면 그렇게 하는 게 좋지 않
은가, 실험 같은 것이 많기 때문에

연구자: 탐구활동위주(수업)를 말씀하신 거죠?

김교사: 네.

김교사: 주로 설명할 때 ICT를 사용하고 ...

연구자: 이런 활동을, 수업 방법을 하신 그런 목
적은?

김교사: (과학적 개념의) 이해를 많이 하기 위해서
죠...

<김교사와의 면담 내용>

김교사의 수업은 학생들에게 탐구적 활동을 하도록
이끌기보다는 자신이 생각하는 학습 목표(지식 습득)
도달을 위한 설명식 수업이 주를 이루고 있었다. 또
한 탐구활동을 지도할 때는 학생들의 과학적 사고를
촉진시키거나 과학탐구기능이 활용되는 수업을 하기
보다는 자신이 원하는 실험 결과(지식 습득)를 얻는
데 최종 목적을 두었으며, 설명식 수업을 통해 학생
들에게 과학적 지식을 획득하도록 하고 있었다. 실험
절차에 대해서는 나열식 설명에 그쳤으며, 그 결과

(지식)를 실험관찰에 기록하는 것을 매우 강조하였다.
실험 관찰 책에 실험 결과를 정리하도록 하는 것은
학년 초부터 학년말까지 변함없이 나타나고 있다.

김교사: 알아보고자 하는 게 저기압에서 고기압으
로 가느냐 고기압에서 저기압으로 가느냐
하는 거지. 그럼 여기서 찾아야 할게 뭐야?
주사기에서. 주사기 안쪽이 고기압인지 바
깍이 고기압인지 그걸 먼저 찾아야 되겠지.
한번은 막았다가 누르는 것, 떼고 누르는
것 그리고 막았다가 당기는 것 하고 막고
당기는 것, 자 이거를 실험을 하려고 하는
데. 공기의 흐름이 어느 쪽에서 어느 쪽으
로 불어오는지 나가는지 그걸 알아야 돼.
그러면 이 주사기 안쪽이 저기압인지 바깥
쪽이 저기압인지 생각을 해봐야겠지.

김교사: (실험활동과 결과 정리를 한 후) 물이 높은
곳에서 낮은 곳으로 흐르니까 공기도 고기
압에서 저기압으로 흐른다고 생각하라고.
자 그러면 실험관찰 거기 정리 좀 해봐.

김교사: 실험관찰 책에다 정리. 야! 실험관찰에다
정리하라고!

<6-2-2 일기 예보>

김교사는 탐구절차와 관련된 지식을 모두 직접 설
명해주었으며 학생들은 다만 제시된 과정을 수행하고
그 결과를 확인하는 식의 탐구 수업을 하고 있었다.
수업 중에 관찰, 측정, 분류, 예상과 같은 탐구 요소
에 대한 언급이 거의 없었다. 또한 개방적 발문은 발
견하기 어려웠다. 대부분의 발문 내용이 학생들에게
단답식 답을 요구하는 폐쇄적 발문이었다.

전체적으로 김교사는 탐구활동보다는 개념 전달의
설명식 수업을 하고 있었다. 임용 초기와 비교하여
학년말에도 과학탐구활동을 가르치는 데 있어서 발달
된 변화를 관찰하기 어려웠다.

2. 이교사

이교사는 임용초기인 3월에 학생들의 통제가 잘
되지 않아 수업을 진행하는데 어려움을 겪었으나, 4
월 이후 점차 안정감이 있는 교실 분위기를 형성시
켜가고 있었다. 탐구 수업활동에서 모둠 활동을 진행
하는 등 학생의 흥미를 고려한 실험활동을 진행하

였다.

한편, 이교사는 학생들의 탐구활동을 중요하게 생각하고 있음이 면담을 통해 확인되었다.

이교사: 다른 수업도 마찬가지로, 특히 과학 수업에서는 일반적으로 강의하는 것보다는 과학에서 나오는 개념, 개념 같은 거, 아니면 용어 정의는 강의식으로 하는 게 좋은 것 같은데, 그거 말고 탐구한다거나, 실제로, 실험을 하거나, 알아가는 거 그런 거는 학생들이 많이 하는 게 좋은 것 같아요.

<이교사와의 면담내용>

이교사의 전체 관찰사례 중에서 4차례는 실험활동이 포함되어 있었지만 나머지 수업은 ICT 자료를 이용하여 설명식 수업으로 진행하였다. 임용 초기인 3월부터 과학 수업에 임했을 때 자신감이 있어 보였다. 또한 다른 교사와 달리 기초 탐구 과정 요소에 대하여 학생들에게 상세하게 설명을 하고 있다.

이교사: 자 이번 시간에 뭘 하느냐 하면..(칠판에 배울 내용을 쓴다) 이 앞에 책상 위에 놓여있는 용액들을 종류별로 분류할거야. 분류가 뭐지? 분류?

학생들: 나누는 거

이교사: 나누는 거? 어떻게 나눌?

학생들: 종류별로 (웅성웅성)

이교사: 그냥 무조건 나누는 것? 중요한 게 뭐야? 제일 중요한 게. 분류가 중요한 게 뭐라고 했지? 전에 배웠는데. 분류에서 제일 중요한 게.

학생들: 기준

이교사: 그렇지. 기준이지. 분류는 나누는 건데 공통점이 있는 걸로 나누는 거잖아.

이교사: 분류는 나누는 건데 공통점이 있는 걸로 나누는 거잖아. 그래서 오늘 응용해보면서 어떤 것과 어떤 것은 색이 비슷하지. 그렇지? 우리가 그냥 한눈에 보고 관찰할 수 있는 것들도 있고 냄새로 맡아 관찰할 수 있는 것도 있고 지난번에 이야기했지. 그래서 한번 실험해 볼 건데 앞에 봐. 응용1에 다 써 있지. 앞에 다 써 있으니깐 어떻게 하는지 알겠지? 어떤 용액이 어떤 용액

인지 알 수 있을 거야.

<5-2-2 용액의 성질>

이교사는 학생들에게 기초탐구기능의 한 요소인 분류의 정의와 분류하는 방법에 대하여 학생들에게 발문을 통해서 설명하고 있었다. 이교사는 관찰 활동과 관련하여 관찰 방법에 대하여 설명하였다. 이러한 이교사의 탐구기능에 대한 안내는 다른 신규 교사에게는 나타나지 않은 것이었다. 그러나 이교사도 다른 교사들과 마찬가지로 학생들에게 절차를 안내하고 설명하는 식의 활동을 진행하고 있었다. 이는 이교사가 탐구활동을 개념 확인이나 획득을 위한 수단으로 인식하고 있기 때문인 것으로 다음 두 수업관찰에서 확인되었다.

이교사: (일부 모둠에서 예상과 다른 실험 결과가 나왔는데) 아무래도 비눗물 이상한 거 같아 아까 실험부터.

학생들: (웅성웅성)

이교사: 자, 그건 그렇고. 실험 결과는?

이교사: 자 우리가 이번시간에 한 게 뭐였나면 용액. 우리가 주변에서 볼 수 있는 용액은 뭐가 있는지 알아보고 우리 앞에 있는 용액들을 관찰해 봤었지? 색은 어떻게 투명한지 불투명한지 또 냄새가 있느냐 없느냐. 또 사이다의 경우는 특이한 특징이 있었지. 다른 것보다 기포가 생겼지 올라오나 거품이. 용액들을 관찰해보고 그렇다면 이 용액들을 어떻게 묶을 수가 있을까? 묶고 싶다 여러 가지 용액들을 그래서 묶으려면 기준이 필요하지. 기준이 이렇게 그래서 내가 정한 기준에 따라서 용액들을 분류해 봤었지. 다음 시간에는

첫 번째 수업 내용은 일부 모둠에서 얻은 실험 결과가 다른 모둠과 달랐는데, 교사는 이에 대한 원인 설명이나 그 원인에 대한 토론을 하지 않고 일치되지 않은 결과를 무시하고 결과 정리에 임하고 있었다. 두 번째 수업 내용은 수업의 정리 부분의 내용으로, 학습한 내용에 대하여 교사가 학습 목표와 관련지어 개념을 설명하고 있는 것이다. 이와 같은 현상들은 임용초기인 3월부터 학년말까지 크게 변하지

않고 지속되고 있었다.

전체적으로 이교사는 학생들의 선지식을 활성화시키거나 선지식을 과제 해결에 활용하는데 미숙하였다. 수업에서 실험활동을 하고 있었지만, ICT를 이용한 수업과 마찬가지로 설명식 수업에 그치고 말았다. 탐구과정 요소에 대해 안내하는 내용은 바람직하였으나 탐구의 개방성 정도는 매우 낮았다. 폐쇄적 발문이 주를 이루고 발문 후 대기 시간도 매우 짧았다. 또한 학생들의 능동적 참여와 학생들끼리의 상호작용이 미미하였다. 이러한 점들은 임용 초기부터 관찰되었으나 학년말까지 크게 변화되지 않았으며, 탐구 중심의 교수 기술의 발달은 관찰하기 어려웠다.

3. 박교사

박교사의 교실 분위기는 임용 초기인 3월에는 약간 소란스럽고 안정감이 없었지만, 학년말로 갈수록 차분하고 안정적인 수업이 이루어지고 있었다. 일반적으로 박교사의 수업 흐름은 선수학습 내용에 대하여 문답식으로 상기시킨 후, ICT 자료를 이용하여 학습목표를 제시하고 실험 과정 안내를 하였다. 그리고 다시 ICT 자료를 이용하여 학습 정리를 하고 있었다. 면담 과정에서 박교사는 학생들이 학습할 내용을 구조화하고, 적절한 개념 이해를 위해 시간이 허락되는 한, 과학 활동 특히 교육과정에서 제시하는 실험과 관찰 활동을 많이 하려한다는 교육관을 제시하였다. 그래서 개념 전달이 쉽게 되는 영상 매체(ICT)를 많이 활용한다고 하였다. 그러나 이러한 박교사의 면담 내용과 달리 실제 수업 방식은 교사의 설명이 많았으며, 수업에서 박교사의 역할은 지식 전달자 입장이었다.

박교사: 잘 구조화해서 가르쳐야 될 것 같아요.

박교사: 그러니까 뭔가 다 그렇잖아요, 뭔가, 나열해 놓기만 하고 이렇게 정리해주는 사람이든 뭐든, 그런 것이 없으면 잘 받아들이지가 않거든요. 그래서, 교사가 저는 좀 7차(교육과정)에 안 어울리는지는 모르겠는데, 잘 구조화해서 애들한테 뭔가 정리된 것을 가르쳤으면 좋겠어요.

연구자: 음, 교사가 잘 정연하게 정돈해서 구조화한다는 것은 내용을 잘 정리한다는 말씀이시죠? 가르칠 내용들을...?

박교사: 예, 내용들을...

연구자: 그리고 교사들은 아까 나열 말씀하셨는데, 가이드 역할을, 안내자 역할을 한다는 말씀이신 것 같은데..

박교사: 네.

연구자: 그러면, 과학, 이런 흥미와 구조화 말씀이 신가요?

박교사: 예, 과학 수업도 그냥 애들이 뭐 보는 것은 많잖아요. 맨날 눈으로 이렇게 아무렇지도 않게 보는데, 그걸 실험으로, 단순화해 가지고 이게 과학적인 의미가 담겨있는 거다, 이렇게 수업시간에 알려주는 거잖아요..

<박교사와의 면담 내용>

박교사는 임용초기인 3월에는 학생들에게 발문을 하거나 학생들의 생각을 알아보려는 시도가 적었으나, 학년 말로 갈수록 발문 횟수가 늘어나고 있다. 특히 임용 초기에는 실험 활동의 경우 단지 실험 활동을 자세하게 안내하며 과정 거치기 식의 실험을 하였지만, 학년 말에는 다양한 예상 활동도 유도하였고 여러 학생들의 생각을 알아보기 위한 노력도 보였다.

박교사:(.....) 애들아, 산성 용액과 염기성 용액을 섞으면, 어떤 결과가 나올지 한 번 말해 볼 사람?

학생들: 중성이 된다.

박교사: 중성 용액이 된다고 말로만 하지 말고... 중성이 뭔지 모르는 사람도 있으니까...

학생들: 물이에요, 물.

박교사: 자, 물이 될 것 같아? 자, 좋아. 어떤 사람은 산성 용액과 염기성 용액을 섞으면 물이 될 것 같다고 했어, 또 다른 사람?

<5-2-5 용액의 반응>

박교사는 임용초기인 3월부터 ICT 자료를 이용하여 실험 방법을 자세하게 안내한 후, 학생들에게 실험 활동을 수행하도록 하였는데, 이러한 방식은 학년 말에도 변화되지 않고 그대로 지속되고 있었다. 다음 면담 내용은 10월 중에 이루어진 수업에서 ICT를 통해 제시된 실험 방법을 그대로 따라서 하도록 하는 것이다.

박교사: 그렇지 (염기성에서) 붉은 색(리트머스 종

이)이 변한다. 이거 알면 너희가 석회수가 산성인지 염기성인지 알겠지, 자 자, 무조건 담그지 말고.. 리트머스 종이 무조건 담그지 말고, 화면 잘 보고 답귀.

<5-2-5 용액의 반응>

박교사는 임용초기에는 실험 결과가 예상과 달리 변칙적으로 나왔을 때는 이에 대한 부가적인 설명이나 그 원인을 찾기 위한 과정없이 학생들에게 실험을 잘 못한 것이라고 일방적으로 말하였다. 그러나 학년말에는 그 원인에 대하여 나름대로 설명하려는 모습이 보였다.

박교사: 자, 애들이 변화 없었어? 진짜?

학 생: 선생님 이거 이상해요

박교사: 난 네가 이상하다.

학 생: 왜 그렇죠?

박교사: 네가 잘못 한 거야.

<5-1-3 기온과 바람>

박교사: 자 그러니까 너희들이 염산보다 수산화나트륨 용액을 더 많이 떨어뜨린 거야. 더 많이 떨어뜨려서 수산화나트륨 용액이, 염기성의 성질이 강해져서 빨간색으로 된 거야. ○○ 모듬처럼 색깔이 안 변한 데는 어떻게 된 걸까? 색깔이 안 변한 것은 어떻게 된 것일까?

학생들: (자신없이 중얼거림) 두 세 방울...

박교사: 염산, 수산화나트륨은 조금 넣고, 염산은 어떻게 한 거야? 많이 넣어 가지고, 아직도 산성인 염산의 성질이 살아 있어서 그런 거야. 그래서 ○○네는 변하지 않아, 아무리 넣어도 변하지 않아, 아마 ○○네한테 선생님이 염산 용액을 엄청나게 많이 넣어 줬나봐. ○○한테는 수산화나트륨을 계속 넣어줘도 색깔이 변하지 않아. 자, 거의 다 빨간색으로 변했어, 그렇다면, 그럼 너희들 ○○네 모듬 빼고 빨간색으로 변했지, 자 이 빨간색으로 변한 것을...

<5-2-5 용액의 반응>

한편, 박교사는 임용 초기인 3월부터 실험(또는 관찰) 결과에 대하여 논의하거나 의미를 해석하는 것보

다 실험 관찰 책에 실험 결과를 빠짐없이 채우는 것을 강조하였다. 이러한 경향은 학년말까지 변하지 않고 지속되었다. 이는 면담 과정에서도 박교사가 밝힌 바와 같이 수업에서 박교사의 역할은 지식 전달자이며, 탐구 과정 자체에 대한 목적 보다는 교과서에 있는 내용을 제시하고 탐구의 결과인 과학적 지식 획득에 목적을 두고 있기 때문으로 생각된다.

박교사: 실험관찰 책 10쪽을 다해. 10쪽 거기, 실험을 통해 알 수 있는 점까지 다하란 말 이야.

<5-1-1 거울과 렌즈>

박교사: 애들아, 실험관찰에 정리한다. 실험관찰에 보면 정리하는 데가 있어.어떻게 변했는지 결과 정리 하는 게 있어, 일단 정리해서 얼른 써. 관찰했을 때 써야지 있다 마른다. 얼른 써라, 너희들 눈으로 본대로 그대로 정리해.

<5-2-1 생물과 환경>

박교사: 불 켜보고 전동기 돌려본 사람들은 실험 관찰 42쪽에 내가 어떻게 하면 불이 켜지고 전동기가 돌아갔는지 써보는 거야. 실험 관찰 42쪽 맨 위에 정리해 얼른. 빨리!! 실험 관찰 42쪽에 내가 어떻게 하면 불이 켜지고 전동기가 돌아갔는지 정리해 보는 거야.

<5-2-6 전기회로 꾸미기>

박교사는 다른 교사들과 같이 폐쇄적 발문이 주를 이루었으며, 발문 후 대기 시간도 매우 짧았다. 수업이 이루어지고 있는 동안에 박교사는 학생들에게 많은 발문을 하였는데, 특정 학생을 지명하여 답하도록 하기보다는 수업에 적극적으로 임하는 학생들이 대답하도록 하고 있었다.

전체적으로 박교사는 다른 교사들에 비해 구조화된 정도가 비교적 높은 탐구 수업을 하였으며, 학년말로 갈수록 탐구수업 지도에 대해서는 잘못된 결과에 대한 반성을 하는 것을 관찰할 수 있었다. 그러나 ICT에 대한 의존도가 높아 수업과정을 통해 학생들 스스로 탐구하도록 하기 보다는 실험관찰 책에 빠짐없이 기록하는 것을 강조하는 것과 같이 과정 거치기

식 수업이 주를 이루었다.

4. 홍교사

홍교사는 임용 초기부터 안정감 있게 수업을 진행하였다. 수업은 주로 ICT 학습 자료와 활동지(또는 학습지)를 이용하여 이끌었으며, 탐구활동 시 자세하고 정확한 관찰을 하도록 지도하였다. 특히, 탐구학습에서 학생의 개념적 이해를 중요하게 생각하고 있었으며, 탐구활동의 목적도 개념 이해를 위한 것이라고 하였다.

홍교사: 개념과 지식을 확실하게, 명료하게 아이들에게 전달하는 것이 중요하다고 생각해요.

홍교사: 생활 주변에서 본 거를 가지고, 좀 더 과학적 지식이나 개념을 알도록..

<홍교사와의 면담 내용>

홍교사는 과학탐구수업을 통해 주변의 예를 적용하여 지도하려 하였지만, 학생들의 과학탐구활동을 장려했기보다는 학습지나 ICT를 이용한 전통적 설명식 수업에 그치고 말았다. 이러한 경향은 임용 초기부터 학년말까지 변화하지 않고 유지되었다.

홍교사: (실물화상기를 가리키며) 자, 여기 보면 여러 가지 전구들이 있죠. 이것은 화장실에서 보고, 창고에서도 보고 여러 군데에서도 볼 수 있다고 그랬어요. 가로등도 보고, 자, 여기 중에서 ‘어? 나 이거 어디서 본거 있어요’ 하는 것이 있으면 손들어서 얘기해봐. ○○ 발표 해보세요.

학생A: 저기 위예요. 쪼그맣고 세모난 거 있잖아요.

홍교사: 전구에 불을 켜려면 우선 꼬마전구가 있어야 되고, 전지가 있어야 되고, 전선이 필요하죠. 근데 애네 셋이 따로 노는 것이 아니라 모두 연결이 되어야 해. 한쪽은 플러스극 한쪽은 마이너스 극. 여기에 연결이 되면서 꼬마전구에도 연결이 돼야 해요. 하나는 꼭지에, 하나는 꼭지쇠에 연결이 돼야만 불이 켜지죠. 잘 알겠어요?

<4-1-3 전구에 불 켜기>

홍교사: (교사용 PC를 작동하여 다른 사진을 보여

준다)자, 마찬가지로요? 근데 이제 보자, (다른 사진을 보여준다) 누구네 가족?

홍교사: 얼룩말 가족이에요, 그렇죠? 자, 이것처럼, 이것처럼 사람들이 변함없이 살고 있는 것, 뭐 아이들이 변함없이 살고 있는 까닭에 대해서 배워 볼 텐데. (다른 그림으로 바꾼다) 자, 이번 시간엔 우리가 무엇에 대해서 배울지 다 같이 한번 읽어보자. 시작.

학생들: (TV에 나타난 학습자료를 보고)옛날에는 살았지만 오늘날에는 볼 수 없는 동물을 알아보고 이들이 사라진 이유를 말할 수 있다. 멸종 위기에 처한 동물을 알아보고 이를 보호할 수 있는 방법을 얘기 할 수 있다.

홍교사: 음. 아무동물이나 마구 잡지, 밀렵하지 말고. 아, 여기 환경오염을 방지하고, 밀렵에 대한 단속을 강화한다고 했죠. 자 정리해 보자, 우리가 처음에 대를 잇기에 대해서 자꾸 궁금해 하고, 선생님이 너희들이 알고 있는데도 자꾸 자꾸 물어보고 왜 그랬을까? 우리가 오랜 시간이 지난 후에도, 오랜 시간이 지난 후에도, 우리, 너희들의 자식들은 사자라는 동물들을 그림에서 밖에 볼 수 없을지도 몰라. 그치? 뱀이라는 동물은 옛날에 있던 상상의 동물, 옛날에 있던 오래전에 있던 동물. 지금에 우리가 공룡이 옛날에 있던 동물이라고 생각하듯이 그렇게 생각 할 지도 몰라. 그렇지? 그런 일이 있어서는 안 되겠죠. 그래서 우리가 여러 가지 노력도 해야겠죠. ... 대를 이어가서, 어미가 새끼를 낳고, 그 새끼가 커서 다시 새끼를 낳고, 그 새끼가 커서 다시 새끼를 낳고 이렇게 우리가 여러 대를 이어가는 것처럼, 그렇게 자꾸 이어가는 것이겠죠, 그치? 자, 지금 우리가 동물에 대해서 배웠지만, 나중에 우리 자손들은, 우리 자손들은 지금 우리가 볼 수 있는 동물을 모두 다 볼 수 있게 해야지만 좋겠어요.

<4-2-2 동물의 암수>

홍교사도 다른 교사들과 마찬가지로 실험 관찰 책

에 정리하는 것을 매우 강조하고 있다. 이러한 경향은 임용 초기부터 학년말까지 변화되지 않고 그대로 유지되고 있었다.

홍교사: 실험관찰 15쪽 보자, 실험관찰 15쪽... 15쪽 보여? 15쪽 보여?

학생들: 네.

홍교사: 15쪽 해보세요.

학생들: 다했어요,

홍교사: (학생들에게 다가간다) 밑에 있는 거 써보세요, 이거는 생각해서 써.

<4-2-2 동물의 암수>

홍교사가 안내하는 과학탐구 과정에서 실험과정을 세세하게 학생들에게 알려주고, 학생들은 제시된 순서대로 그대로 따라하기만 하는 형태의 실험을 수행하고 있었다.

홍교사: 자, 선생님이 지금부터 방법을 가르쳐 줄게. 퇴적물을 쌓고 퇴적암을 만들거야.

홍교사: 선생님이 미리 준비해왔어

홍교사: (시범을 보이며) 뭐 하고 있는지 잘 봐.

홍교사: 자 이거 봐봐. 순서대로 잘 본 사람은 기억이 날거야. 순서대로 잘 본 사람이 실험을 해보도록 할까?

학생들: 네~

<4-2-4 화석을 찾아서>

또한 학생들에 하는 발문은 다른 교사들과 같이 폐쇄적 발문이 주를 이루고 있으며, 발문 후 대기 시간도 매우 짧았다. 제시된 현상의 원인이나 이유, 실험 결과에 대한 해석이나 결론 도출, 도입 자료를 통한 의문 제시, 가설이나 예상의 생성과 같은 고등 사고능력을 요구하는 발문은 찾기 어려웠다. 발문의 경우는, 다른 대상자들이 전체 학생들에게 응답을 요구하거나 발문을 한 후 손을 드는 학생 중에서 임의대로 지적하여 발표하게 하는 경우가 대부분이었지만, 홍교사는 발문 후 아무나 임의대로 지적하여 발표하도록 하고 있었다.

홍교사는 암석 관찰 활동을 하는 동안 학생들에게 자유로운 관찰을 유도하기 보다는 처음부터 관찰할 내용을 알려주고, 관찰과정을 자세하게 안내하고 있다.

홍교사: 역암, 사암 이런 것들 다 관찰해 보세요. 어떤 특징이 있는지 잘 관찰해 보세요. 이거와 이거 사암... 알갱이를 잘 관찰해봐. 알갱이를 관찰할 때는 돋보기로 보세요.

<4-2-4 화석을 찾아서>

전체적으로 홍교사는 임용 초기부터 과학적 개념의 이해에 목적을 두고 ICT 학습 자료와 활동지(또는 학습지)를 이용한 전통적 설명식 수업을 주로 하고 있었다. 이러한 경향은 학년 말까지 변하지 않고 그대로 유지되고 있다. 폐쇄적 발문이 많았으며, 과학적 탐구 기능을 신장시키고 과학적 사고력을 향상시킬 수 있는 교수 행동들은 매우 미흡했다. 개념적 이해에 목적을 두고 수업을 진행하였으며, 과학탐구 과정 보다는 원하는 실험결과를 얻어 실험 관찰 책에 정리하는 활동을 매우 강조하였다. 다른 신규 교사들에 비하여 안정적으로 수업을 진행하기는 하였지만, 탐구 중심 교수 기술의 발달은 나타나지 않았다.

IV. 논 의

연구결과에서 나타난 바와 같이, 연구 대상자들은 학습 공동체 일원으로써 학생들이 능동적으로 수업에 참여할 수 있도록 수업을 설계하기 보다는 교사의 지시와 안내에 따라 학생들이 단계와 과정만 거치는 수업을 이끌어 가고 있었다. 그리고 면담 결과에서도 나타난 것처럼, 학생들의 과학탐구활동의 중요성에 대해 이들이 인식하고 있는 것과 상반되게, 실제로는 학생들의 과학적 사고기능을 향상시키기 위한 학생중심의 과학탐구활동을 적극적으로 지도하려는 것은 관찰되지 않았으며, 다만 실험과정에서 기초탐구능력 중 관찰, 분류의 지도 활동이 부분적으로 관찰되었을 뿐 과학적 개념의 이해에 중점을 둔 설명식 수업을 중심으로 이끌어가고 있었다. 이것은 Valli(1992)가 연구한 바와 같이, 미국의 신규교사들의 공통적으로 갖고 있는 공통점 중 알고 있는 지식을 학생들에게 잘 전달하지 못한다는 것으로 미루어볼 때 이 연구의 대상자들도 적절한 학습 전략의 구현에 어려움을 느끼고 있었기 때문이라 판단된다(Appleton & Kindt, 1999). 또한, Bianchini 등(2003)의 지적처럼, 연구대상자들이 과학 교수-학습에서 학생중심의 탐구활동을 강조하지만, 실제로는 교사 중심의 교수-학습 활동을 하고 있기 때문인 것으로 판단된다.

연구대상자들은 공통적으로 실험관찰 책의 빈칸에 실험결과를 기록하는 것을 강조하고 있었다. 이러한 현상은 교사들이 교과서를 맹신하여 교과서의 내용을 핵심적으로 가르치려는 습관에서 비롯되었다고 할 수 있다(Slater *et al.*, 1996; Stephans *et al.*, 1995). 한편, 신규교사들은 학생들 사이에 토론의 기회를 거의 제공하지 않았으며, 교사와 전체 학생간의 언어적 상호작용이 주를 이루고 있었고, 폐쇄적 발문을 주로 하고, 발문 후 대기 시간도 매우 짧았다. 이러한 경향은 임용 초기부터 학년말까지 관찰하는 동안 거의 변화가 없었다. 그러나 이 연구결과와는 다르게 신규교사들의 발문 기술의 발달이 있었다는 선행 연구가 있다(Lin, 1995). 그러나 Lin(1995)의 연구결과에 따르면, 신규 화학교사들을 1년 동안 관찰한 결과, 이들은 확산적 발문과 발문 후 적절한 대기시간(waiting time)을 갖는 기술 등이 유의미하게 발달하였다고 한다. 그러나 이 연구의 대상자들은 Lin(1995)의 연구 대상자들과는 다르게 대기시간(waiting time)을 갖지 못하였기 때문에 발문 기술의 향상이 나타나지 않았다고 볼 수 있다.

신규 교사들은 탐구활동을 학생중심으로 구조화하려 하였지만, 학생들의 행동을 지시하고 통제하는 식으로 이끌고 있었으며, 학생들의 탐구과정에서 과학적 사고를 자극하기 보다는 기초탐구요소의 지도가 매우 제한적으로 나타났으며, 이러한 기초탐구요소가 교사의 설명에 의해 안내되는 탐구활동이 주를 이루었다. 즉, 교과내용 지식과 교수 전략이 과학적 사고기능의 향상을 위해 적절히 조화를 이룬 탐구수업을 이끌지 못하고 있었다. 이 결과는 대부분의 실제 과학수업이 과학적 증거의 수집, 주제에 대한 토론, 적절한 활동들이 거의 나타나고 있지 않다는 많은 연구결과들에 의해 지지될 수 있다(Gee & Gabel, 1996; Kelly, 2000; Huber & Moore, 2001; Prather, 1993). 이것은 신규 교사들이 자신의 수업에서 학생들의 능동적인 과학적 사고를 촉진시키지 않고, 대부분 이미 축적된 지식으로서의 과학지식을 학습하는 기회만을 갖게 했기 때문이다(Sapiro, 1996). 또한 여러 연구들(Huber & Moore, 2001; Kelly, 2000)에서, 과학교과 내용지식과 교수 전략이 적절히 조화를 이룬 탐구식 과학 수업이 이루어지고 있지 않고, 대부분의 과학 수업에서 과학적 증거의 수집, 주제에 대한 토론, 적절한 활동들이 제한되고 있음을 지적한 것과 마찬가지로, 이들의 수업에서도 동일한 현상이

나타난 것으로 해석할 수 있다.

이것은 신규교사들이 경력교사들이 갖는 관심 부분(예; 평가, 교수방법, 질문의 형식, 교실 구조 등)과는 다르게 학생과 직접적으로 관련되는 부분(예; 수업자료, 훈육문제, 학급활동, 개인화 등)에 더 많은 관심을 갖고 있으며(Zahorik, 1987), 교실수업에서 가르치는 일이 무척 부담스러워 과학수업에서 적절한 탐구활동 지도능력을 보여주지 못한 것으로 보인다.

V. 결론 및 교육적 적용

이 연구는 초등학교 신규교사 4명을 대상으로 질적 접근을 통해 과학 수업에서 나타나는 수업 지도 기술의 특징과 발달적 변화를 알아보았다. 앞서 제시한 연구결과를 바탕으로 정리된 결론은 다음과 같다.

첫째, 이들의 수업에서 나타난 지도 기술의 특징은 다음과 같다.

- 탐구활동중심이 아닌 설명식 위주의 수업임
- 주요 지도 목적이 과학 지식의 획득에 제한됨
- 학생 중심의 과학탐구활동(science process skills)이 거의 나타나지 않음
- 실험관찰의 사용에 중점을 둠
- 발문 후 대기시간(waiting time)이 거의 없으며 주로 폐쇄적 발문을 사용함.

둘째, 이들의 과학 탐구수업에 대한 지도기법의 발달적 변화는 거의 나타나지 않음

따라서, 교사는 학생들의 과학적 사고를 자극할 수 있는 탐구중심의 과학수업을 적절히 설계할 필요가 있으며, 이를 위해 신규교사들이 보다 빨리 안정적이고 효과적인 과학수업을 진행할 수 있도록 체계적인 과학탐구활동에 대한 지도 자료나 탐구활동 지도방법에 관한 연수가 필요하다고 본다. 그리고 신규 교사가 과학적 탐구에 대한 교수기술(teaching skills)의 전문적 발달을 이루려면, 과학탐구활동을 어떻게 가르쳐야 하는지 알아야 한다. 과학 탐구에 관한 교수법은 고도의 복잡성과 능숙한 계획이 필요하기 때문이다. 그러나 무엇보다도 다수의 교과를 가르쳐야 하는 상황에서는 장기간에 걸친 지속적이고 계획적인 노력이 필요하다 하겠다.

이 연구는 초등학교 신규교사 4명을 대상으로 현상학적 관찰 접근을 통해 그들이 탐구수업에서 나타나는 지도 기술의 특징과 발달적 변화를 알아보았다. 따라서, 이 연구결과를 다른 신규교사들에게 일반화

시키기에는 어려움이 있기 때문에, 적절한 분석도구를 활용하여 다수의 초등학교 신규교사의 탐구수업을 분석하는 연구가 필요하다. 또한 신규 교사와 경력교사의 탐구수업을 비교 분석하는 연구도 필요하다 하겠다.

참고문헌

- 윤덕근, 김성하, 차희영, 이길재, 정완호(2004). 과학교 학생들의 창의력과 과학적 사고력 향상을 위한 생물 실험 모듈의 적용 효과. *한국과학교육학회지*, 24(3), 556-564.
- 이현옥, 심규철, 여성희, 장남기(1998). 중·고등학교 과학교사의 탐구수업 환경 요인에 관한 연구. *한국과학교육학회지*, 18(3), 443-450.
- 정혜영(2002). 미국 초등학교 신입교사의 교사간 협력에 관한 인식 연구. *초등교육연구*, 15(2), 457-476.
- Appleton, K., & Kindt, I. (1999). Why teach primary science? Influences on beginning teachers' practices. *International Journal of Science Education*, 21(2), 155-168.
- Bianchini, J. A., Johnston, C. C., Oram, S. Y., & Cavazos, L. M. (2003). Learning to teaching science in contemporary and equitable ways: The successes and struggles of first-year science teachers. *Science Education*, 87(3), 419-443.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2000). Validity and reliability. A chapter in *Research Methods in Education*. (pp. 112-113) NewYork: Routledge.
- Creswell, J. W. (1998). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five traditions*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Gee, C. J., & Gabel, D. L. (1996). The first year of teaching: Science in the elementary school. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, St Louis, Missouri.
- Germann, P. J., & Odom, A. L. (1996). Student performance on asking questions, identifying variables, and formulating hypotheses. *School Science & Mathematics*, 96(4), 192-201.
- Germann, P. J., Aram, R., & Burke, G. (1996). Identifying patterns and relationships among the responses of seventh-grade students to the science process skill of designing experiments. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(1), 79-99.
- Goodwin, B. (1999). Improving teaching quality: issue & policies. Mid-Continent Regional Educational Laboratory[McREL] Policy Brief.
- Harwood, W. S., Reiff, R., & Phillipson, T. (2002). Scientists' conceptions of scientific inquiry: voices from the front. Proceedings of the annual international conference of the association for the education of teachers in science. ED 465 632.
- Huber, R. A., & Moore, C. J. (2001). A model for extending hands-on science to be inquiry based. *School Science and Mathematics*, 101(1), 32-42.
- Joyce, B., & Weil, M. (1986). *Models of teaching*(3rd ed.). New Jersey: Prentice-Hall, INC.
- Jungwirth, E., & Dreyfus, A. (1990). Diagnosing the attainment of basic skills: The 100-year old quest for critical thinking. *Journal of Biological Education*, 24(1), 42-49.
- Kelly, J. (2000). Rethinking the elementary science methods course: a case for content, pedagogy, and informal science education. *International Journal of Science Education*, 22, 755-777.
- Kuhn, D., Amsel, E., & O'Loughlin, M. (1988). *The development of scientific thinking skills*. Academic Press, INC. New York.
- Lin, H. S. (1995). *The development of beginning chemistry teachers' teaching techniques*. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, San Francisco, CA.
- Lock, R. (1988). A history of practical work in school science and its assessment 1860-1986. *School Science Review*, 70(250), 115-119.
- Loughran, J. (1994). Bridging the gap: An analysis of the needs of second-year science teachers. *Science Education*, 78, 365-386.
- Lunetta, V. N. (1998). *The School Science Laboratory: historical perspectives and context for contemporary teaching*. In B. Fraser and K. Tobin (Eds.), *International handbook of science education, part 1*, 249-262.
- Martin, D. J. (1997). *Constructing early childhood science*. New York, NY: Delmar Publishers Inc.
- Merriam, S. B. (1998). *Qualitative research and case study applications in education*. San Francisco, CA.: Jossey-Bass.
- Michelson, A. M., & Hawkins, S. (1994). *Current practice in science education of prospective elementary school teachers*. In S. Raizen & A. Michelson (Eds.) *The Future of Science in Elementary Schools: Educating Prospective Teachers*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Nott, M., & Smith, R. (1995). 'Talking your way out of it', 'rigging', and 'conjuring': what science teachers do when practicals go wrong. *International Journal of Science Education*, 17, 399-410.
- Nott, M., & Wellington, J. (1996). When the black box springs open : practical work in schools and the nature of science. *International Journal of Science Education*, 18, 807-824.
- National Research Council (2000). *Inquiry and the national science education standards: A guide for teaching and learning*. Washington, DC: National Academy Press.
- Prather, J. P. (1993). Reform revisited: The trend toward constructivist learning. *Journal of Elementary Science Education*. 5. 52-70.

- Roth, W. M., & Bowen, G. M. (1994). Mathematization of experience in a grade 8 open-inquiry environment: An introduction to the representational practices of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(3), 293-318.
- San, M. M. (1999). Japanese beginning teachers' perceptions of their preparation and professional development. *Journal of Education for Teaching*, 25(1), 17-29.
- Sapiro, B. L. (1996). A case study of change in elementary student teacher thinking during an independent investigation in science: Learning about "the face of science that does not yet know". *Science Education*, 80(5), 535-560.
- Slater, T. F., Carpenter, J. R., & Safko, J. L. (1996). Dynamics of a constructivist astronomy course for in-service teachers. *Journal of Geoscience Education*, 44, 523-528.
- Stephans, J. I., McClung, P. A., & Belswenger, R. E. (1995). A teacher education program in elementary science that connects content methods, practicum, and student teaching. *Journal of Science Teacher Education*, 6, 158-163.
- Valli, L. (1992). Beginning teacher problems: Areas for teacher education improvement. *Action in Teacher Education*, 14(1), 18-25.
- Wellington, J. J. (1998). Practical work in school : Time for a re-appraisal. In J. J. Wellington (Ed.), *Practical work in School Science*. NY: Routledge, 3-15.
- White, R. T. (1996). The link between the laboratory and teaching. *International Journal of Science Education*, 18(7), 761-774.
- Zahorik, J. (1987). Teachers' collegial interaction: an exploratory study. *The Elementary School Journal*, 87(4), 385-396.