

과학 문제 해결력 촉진을 위한 사례 기반 학습 프로그램의 효과

곽호숙 · 장신호

(서울교육대학교)

The Effect of Case-based Learning Program for Scientific Problem Solving

Kwak, Hosook · Jang, Shinho

(Seoul National University of Education)

ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate the effect of case-based learning program on three elementary students' scientific problem solving and attitudes in science class. For this study, case-based learning program was designed for bridging students' scientific knowledge and their personal experiences in real life through 4 stages: understanding the problem, planning for problem solving, conducting problem solving, and making conclusion. This study was carried out through 17 lessons of 4th grade for 6 weeks. The data was collected through close observation on three students in two groups in a class. The results include that case-based learning program showed overall positive effects on the elementary students' scientific problem solving and attitudes in class. In particular, it turned out that the continuous emphasis of real world examples in case-based learning had powerful impacts on students' problem solving ability, motivation, and participation in classroom activities. The key factors to successful problem solving in school science was discussed.

Key words : case, case-based learning, scientific problem solving, elementary science

I. 서론

현대 사회를 살아가는 학생들은 수없이 많은 문제에 부딪히게 된다. 다양한 문제 상황 속에서 문제를 파악하고 필요한 자료·정보를 이용하여 효과적으로 문제를 해결해 나가는 능력은 과학적 소양의 중요한 요소이다(김경희, 2008; 김종백, 2004; Barrows & Myers, 1993). 즉, 학교에서 배운 과학 지식을 기계적인 습득만으로 그치는 것이 아니라, 실생활 맥락 속에서 문제 상황과 연결시켜 적용할 수 있는 과학 지식의 활용 능력은 미래 시민으로서 갖추어야 할 필수적인 능력이라 할 수 있다(DeBoer, 1991).

이러한 관점에서, 최근 과학 교육에서는 과학 지식의 양적인 습득보다는 이를 활용하여 실생활의

문제를 과학적으로 해결하고, 적용 가능한 지식 형태로 변환함으로써 학생들의 과학 문제 해결력을 기르 고자 하는 문제 중심 학습(Problem-based Learning)에 대한 연구가 진행되어 왔다(강인애, 1998; 강인애와 이정석, 2007; 김인식과 황원철, 2002; 조연순과 우재경, 2003; Gabel, 1999). 문제 중심 학습이란 실생활과 밀접한 문제를 제시하고 학생들 스스로 문제 해결을 위해 필요한 지식과 정보를 탐색, 적절한 해결책을 제시하는 교육 접근을 말한다(강인애, 1998; 조연순 등, 2004; Delisle, 1997). 문제 중심 학습은 학습자들의 학습 동기와 흥미 유발에 효과적이고, 자기 주도적 학습 능력, 과학적 사고와 협동력을 신장시키며, 교사의 교수방법을 개선시키는 효과가 있다(강인애와 김선자, 1998). 그러나 교수

내용이 명확한 구조로 제시되지 못하는 특성이 있기 때문에 학생들이 학습 방향감을 상실하거나, 교육과정의 결손을 가져올 수 있으며, 수업 시간 부족 등의 어려움도 있을 수 있다(김종백, 2004; 황유순, 2005).

이러한 문제점을 해결하기 위한 방안으로 제안되는 교수-학습 방법이 사례 기반 학습(case-based learning)이다. 사례(case)란 학생들의 실생활 경험과 밀접하게 관련이 있고 학습해야 할 사실, 개념, 원칙을 활용하여 해결할 수 있는 문제가 포함된 다양한 형태의 이야기 자료를 말한다. 이러한 사례는 학습의 배경이 되는 정보 및 차트, 그래프, 표 등이 포함된 딜레마가 있는 이야기를 포함하며(Gabel, 1999; Herreid, 1994, 1997a, 1997b, 2005), 특정 상황에 처함으로써 배울 수 있는 행동 가능한 학습(Actionable Learning)이 되도록 도와주는 역할을 한다(Morrison, 2001). 사례 기반 학습은 사례 속에 포함된 문제를 교육과정의 학습 내용을 통해 해결해 나가는 학습의 형태를 말한다(Illinois Mathematics & Science Academy(IMS), 1999; Tegano et al., 1989) (그림 1). 이처럼 사례를 바탕으로 이루어지는 사례 기반 학습은 학생들에게 실생활과 연계하여 과학 교과 내용을 이해시키고, 문제 해결력을 길러주기 위해 교육현장에서 활용할 수 있는 교수 학습 방법이다.

이렇듯 사례 기반 학습의 중요성이 강조되고 있음에도 불구하고, 학생들의 과학 문제 해결력 향진을 위한 수업 프로그램 연구는 과학 교육에서 많이 부족한 실정이다. 이에 본 연구에서는 초등 과학 수업에 적용 가능한 사례 기반 학습 프로그램을 개

발·적용한 후, 학생들의 과학 문제 해결력, 수업 태도에 나타나는 효과를 구체적으로 조사하기 위하여 3명의 학생들을 대상으로 사례 연구를 실시하였다.

II. 연구 방법 및 절차

1. 연구 대상

본 연구에서는 사례 기반 학습 프로그램을 서울 D초등학교 4학년 1개 반(24명)을 대상으로 적용하였으며, 학생들의 과학 문제 해결력 및 수업 태도에 미치는 변화를 심층적으로 관찰하기 위하여 학업 성취도 수준에 따라 하위, 중위, 상위 수준의 학생 각 1명씩(원석, 정민, 재민: 가명) 총 3명을 집중 관찰 학생으로 선정하였다.

원석은 주 교과인 국어, 수학 교과의 부진으로 타 교과의 이해도가 낮아 수업에 집중하지 못하고 참여도도 매우 낮았다. 수업 시간에 자신의 의견을 말하지 못하며 교사의 쉬운 질문에도 답하지 못하는 경우가 많았다. 정민은 교과 성적이 중위권이고 타 교과에 비해 과학 교과에 대한 흥미가 높은 학생이었다. 수업 시간과 과제 학습에 성실하진 않았지만 창의적 아이디어를 제시할 때가 있으며, 성취 의욕이 있어 새로운 것에 도전하기를 좋아하였다. 재민은 모든 과목의 성적이 매우 우수한 학생으로 과학 영재반에서 활동하였으며, 과학 관련 독서량이 많아 과학 상식이 풍부하였다. 수업 시간에도 자신의 생각을 적극적으로면서도 조리 있게 발표하는 학생이었다.

2. 연구 방법 및 절차

본 연구에서는 사례 기반 학습 프로그램을 개발하여, 4학년 2학기 '4. 화석을 찾아서', '5. 열에 의한 물체의 부피 변화', '7. 모습을 바꾸는 물' 세 개 단원 17차시 수업에 총 6주 동안 적용하였다.

본 연구는 양적 연구와 질적 연구를 혼합하여 수행하는 통합 연구 방법(Mixed research method)을 사용하였다(Tashakkori & Teddlie, 1998). 양적 검사 도구는 학생들의 과학 문제 해결력 변화를 알아보기 위해 과학 문제 해결력 검사를 사전·사후에 실시하였고, 프로그램에 대한 학생들의 인식을 알아보기 위해 5단계 리커트형 사후 설문을 실시하였다. 질적 검사 도구로는 수업 시간에 학생들의 수업 태도 변화를 관찰하기 위하여 매 차시 전체 수업 장면

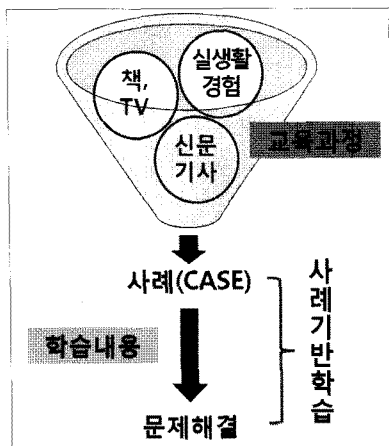


그림 1. 사례와 사례 기반 학습

과 세 명의 집중 관찰 학생들이 포함된 2개 모듈의 활동 모습을 캡코더로 녹화하였으며, 오디오 녹음 장치를 이용하여 학생들의 대화 내용을 녹음하여 전사 후 분석하였다. 학생들의 인식 변화를 보다 심층적으로 알아보기 위하여 집중 관찰 학생들을 대상으로 사후 인터뷰를 실시하였다. 인터뷰는 설문 에 응답한 내용과 수업 활동지 및 결과물, 수업 비디오 녹화 자료를 바탕으로 반구조화 된 면담의 형태로 진행되었으며, 모든 인터뷰 내용은 녹음 후 전사하여 분석하였다.

3. 사례 기반 학습 프로그램의 개발

학습할 주제 내용과 관련된 교육과정, 과학 도서, 과학 월간지, 인터넷 자료를 참고하여 수업에서 활용할 사례를 개발하였다. 개발한 사례를 본 연구에 적용하기 위하여 Barrows & Myers(1993), IMSA(1999), Delisle(1997)의 문제 중심 학습 모형들을 비교·분석하여 사례 기반 학습 4단계 수업 프로그램을 개발하였다.

1단계 : 사례를 통해 문제만나기

학생들이 교사로부터 사례를 제시받고 그 속에서 해결해야 할 문제를 파악하는 단계이다(곽호숙, 2008). '화석을 찾아서' 단원에서는 화석 박물관 만들기, 관련 뉴스, 방송 자료 제작하기 등의 사례를 제시하였다. '열에 의한 물체의 상태 변화' 단원에서는 '수일 이와 수일이 이야기', '돼지네 소풍 이야기', '부풀어 오른 우유 곱', '모습을 바꾸는 물' 단원에서 '한번이 네 가족 라면 끓이기', '일기 예보 완성하기', '현장 학습 가는 날' 등의 사례를 제시하였다. 본 논문에서는 '모습을 바꾸는 물' 단원의 '물이 얼 때의 부피 변화'라는 주제의 수업 예시만을 제시한다(표 1).

표 1. 사례(case) 예시

• 단원명 : 모습을 바꾸는 물	• 차시 주제 : 물이 얼 때의 부피 변화
<p>내일은 기다리고 기다리던 현장 학습 날입니다. 예림이는 설레는 마음으로 어머니와 함께 장을 보러 갔습니다. 어머니께서는 도시락을 쌀 김밥 재료들을 사셨습니다. 그리고 예림이에게 말씀하셨습니다.</p> <p>“예림아, 가서 먹을 음료수와 과자 몇 개 고르렴.”</p> <p>“앗싸~”</p> <p>예림이는 좋아하는 과자를 고르고 유리병에 든 매실 음료수를 골라 들었습니다. 예림이는 고른 과자를 꺼내 가방 속에 넣고 음료수는 시원해지라고 냉동실에 잘 넣어 두었습니다.</p> <p>다음 날 아침, 예림이는 가방을 다시 한 번 점검했습니다.</p> <p>“아, 음료수! 깜빡할 뻔했네. 썩은 얼었겠지!”</p> <p>예림이는 냉동실을 열어보고는 깜짝 놀랐습니다. 냉동실에 넣어 두었던 매실음료가 팽팽 얼어서 음료수 병이 깨져 있는 것이 아닙니까? 왜 이런 일이 벌어진 것일까요?</p>	

2단계 : 문제 해결 계획 세우기

문제 해결을 위한 구체적인 계획을 수립하는 단계로써, 학생들이 체계적인 문제 해결과정을 경험하도록 '문제를 통해 알 수 있는 사실', '더 알아야 할 것', '어떻게 알아낼 수 있을까?'라는 항목으로 나누어 문제 해결 계획을 단계별로 수립하도록 하였다.

3단계 : 문제 해결하기

수립한 문제 해결 계획을 바탕으로 자료를 수집하고 필요한 탐구 실험을 진행하는 단계로써, 수업 시간 내에 이루어지는데 무리가 없도록 구성하였다. 효과적인 문제 해결을 위해 학생들로 하여금 교과서의 실험 및 활동, 인터넷, 책 등을 통해 필요한 정보를 수집하도록 하였다. 탐구과정에서 새로운 질문이 생겼을 경우 '더 알아야 할 것'에 추가하고 추가적인 탐구 활동이 이루어지도록 하였다.

4단계 : 결론 내리기

실험 결과와 자료들을 바탕으로 문제에 대한 결론을 제시하는 단계이다. 학생들이 해결 방안을 발표 공유함으로써 자신의 문제 해결 과정이 바르게 이루어졌는지 문제 해결을 위한 자신의 결론을 평가하는 과정을 제시하였다.

4. 과학 문제 해결력 검사

학생들의 과학 문제 해결력을 측정하기 위하여 사전 2문항, 사후 2문항을 각각 개발하였다(표 2). 학생들이 문제를 직접 읽고 문제 해결을 위한 탐구 실험을 실제로 진행하여 결론을 내릴 수 있도록 하였으며, 1문항 당 평균 15~20분 정도의 시간이 소요되도록 구성하였다.

표 2. 과학 문제 해결력 검사 문항

문항 번호	검사 문항
1	영준이는 목욕탕에서 따뜻한 물로 목욕을 하였다. 잠서 후에 목욕탕 거울이 뿌옇게 되었다. 영준이는 목욕을 마친 후, 이와 비슷한 실험을 하기로 하였다. 어떻게 하면 뿌연 김을 만들 수 있을까? 앞에 있는 도구를 이용하여 만들어 보시오.
	(1) 어떻게 만들 수 있을까? (2) 거울 위에 뿌옇게 생긴 김이 고체인지, 액체인지, 기체인지 알아보려고 한다. 어떻게 알 수 있을까?
2	그릇 속에 물, 소금, 모래, 식용유가 섞여 있다. 민영이는 네 가지 물질을 분리하려고 한다. 어떻게 분리할 수 있을까? 분리할 수 있는 순서를 자세하게 생각하여, 직접 분리해 보시오.
1	더운 여름날 학교에서 돌아온 주영이는 주방으로 가 냉장고를 열었다. 냉장고 안에는 똑같이 생긴 음료수 캔이 3개가 있었다. 그 때 어머니께서 말씀하셨다. “주영아, 냉장고에 음료수 캔 3개 있지? 그런데 그것들 냉장고에 넣어둔 시간이 다 달라서 차가운 정도가 다 다를 거야. 알아서 마시렴.”
	주영이는 우선 3개의 음료수 캔을 식탁 위에 올려놓았다. 그리고 나서 고민하기 시작했다. 주영이는 너무 더워서 셋 중에서 가장 시원한 것을 마시고 싶었다. 어떤 음료수가 가장 차가운지 어떻게 알 수 있을까? 여러 가지 방법을 생각해 보자. 또 그 이유는 무엇인지 설명해 보자.
2	두 개의 시험관에는 물과 소금물이 들어 있다. 직접 맛을 보지 않고 어떻게 소금물을 찾아낼 수 있을까? 다양한 방법을 제시하고 실험을 통하여 알아 보시오.

학생들의 문제 해결 과정 전체를 오디오 녹음 및 비디오 녹화하였다. 수집한 녹화 자료를 전사한 후 Tegano 등(1989)과 승순화와 김덕건(2003)의 문제 해결과정 분석틀을 참고하여 학생들의 문제 해결과정 및 문제 해결력을 분석하였다(표 3). 본 연구에서 산출한 분석자간 일치도는 0.92이다.

특히 집중 관찰 학생들의 과학 문제 해결력 변화를 구체적으로 알아보기 위하여 각 학생별로 사전·사후 검사 점수를 과학 문제 해결 검사의 하위 단계별로 비교·분석하였다.

III. 연구 결과

본 연구에서 개발한 사례 기반 학습 프로그램을 과학 수업 시간에 적용한 후, 집중 관찰 그룹인 원석, 정민, 재민 세 학생들이 나타난 과학 문제 해결력 및 수업 태도에 나타나는 변화를 분석한 결과를 다음에서 제시한다.

1. 원석의 사례

1) 과학 문제 해결력의 변화

원석은 학업 성취도가 하위권인 학생으로 과학 문제 해결력 사전·사후 검사에서는 정량적 향상을 보이지 않았다(그림 2).

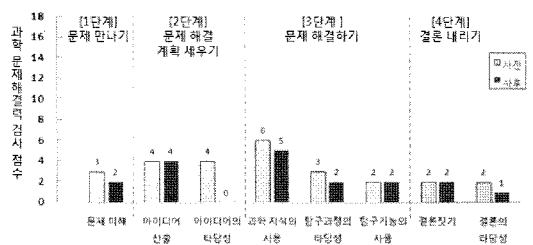


그림 2. 원석의 과학 문제 해결력 검사 사전·사후 비교

그림 2를 보면, 원석은 사전, 사후 과학 문제 해결력 검사에서 아이디어 산출 영역을 비롯한 대부분의 영역에서 향상을 보이지 않았다. 그러나 원석의 문제 해결 검사 과정을 녹음하여 분석한 결과를 자세히 살펴본 결과, 정량적 결과와는 달리 연구 전, 후에 원석의 문제 해결력에 눈에 띄는 변화가 있음을 확인할 수 있었다. 다음은 원석이 수행했던 과학 문제 해결력 사전 검사 과정의 일부이다.

원석: 기름은요. 식용유가 기름인데요. 기름은요, 물에 뜨니까요 맨 위에 있는 거요. 퍼내요!

연구자: 뭘로 퍼내지?

원석: 스포이트!

연구자: 그래. 그런데 왜 식용유는 물에 뜬거?

원석: ... 미끄러운 성질이라서?

사전 검사에서 원석은 식용유를 스포이트를 이

표 3. 과학 문제 해결력 검사 분석틀

문제 해결 과정	하위 단계	분석 기준	검사 점수
문제 만나기	문제 이해	문제를 확실히 이해하고 자신의 말로 명확하게 설명할 수 있다.	2
		문제에 대한 이해나 설명이 부족하다.	1
		문제가 무엇인지 모르겠다는 반응을 보인다.	0
문제 해결 계획 세우기	아이디어 산출*	문제 해결에 필요한 아이디어를 구체적으로 제안할 수 있다.	1
		Wallas의 4단계 중 조명 단계로 문제 해결책이 어느 순간 “아! 이거다”라고 직관, 통찰 행동을 보인다.	1
	아이디어의 타당성	아이디어를 전개해 가는 과정 중 자신이 산출해 낸 아이디어에서 문제점이나 모순점을 발견하는 모순 발견 행동을 보인다.	1
		제안한 아이디어가 과학적이며 문제 해결에 적합하다.	2
		제안한 아이디어의 일부가 과학적이지 못하여 문제 해결에 부족하다.	1
문제 해결 하기	과학 지식의 사용	제안한 아이디어의 대부분이 과학적이지 못하고 문제 해결에 적합하지 않다.	0
		문제 해결에 필요한 과학적 지식을 가지고 있으며, 이를 활용하여 문제를 해결해 나간다.	2
		문제 해결에 필요한 과학적 지식이 부족하고 이를 적절히 활용하지 못한다.	1
	문제 해결에 필요한 과학적 지식을 가지고 있지 못하거나, 잘못된 과학적 지식을 가지고 있다.	0	
결론 내리기	결론 짓기	수행한 탐구 과정이 과학적이다.	2
		수행한 탐구 과정의 일부가 과학적이지 못하다.	1
		수행한 탐구 과정이 전반적으로 과학적이지 못하다.	0
문제 해결 하기	탐구 과정의 타당성	관찰, 분류, 측정, 예상, 추리 등 기초 탐구 기능을 사용한다.	1
		변인 통제, 가설 설정, 자료 변환 등 통합 탐구 기능을 사용한다.	1
	결론 짓기	탐구 결과를 바탕으로 문제 해결을 위한 결론을 내린다.	2
		교사의 안내에 의해 문제 해결을 위한 결론을 짓는다.	1
		교사의 안내와 상관없이 전혀 결론을 내리지 못한다.	0
결론 내리기	결론의 타당성	결론이 과학적으로 타당하며 문제 해결에 적합하다.	2
		결론의 일부가 과학적이지 못하거나 문제 해결에 부족하다.	1
		결론의 대부분이 과학적이지 못하며 문제 해결에 적합하지 않다.	0

* 중복 채점 가능 영역.

용해서 분리해야 하는 이유를 묻는 질문에 ‘미끄러워서’라고 답하고 있다. 즉, 물과 식용유를 분리해 낼 수 있는 방법은 제시하였지만, 왜 이러한 방법으로 문제를 해결해야 하는지에 대한 타당한 이유는 정확히 제시하지 못하고 있었다. 이는 원석이 문제 해결에 필요한 기초 과학 원리나 개념에 대한 지식이 부족함을 보여준다.

다음은 원석의 사후 과학 문제 해결력 검사 결과이다. 세 개의 음료수 캔 중 가장 차가운 것을 고르는 검사 과정에서,

원석: (캔의 윗부분을 가리키며) 이거 위애가 더 불록 나와 있으면 덜 차가운 거예요. 들어가면 더 차가

워요.

연구자: 왜 그렇게 생각했어?

원석: 그 가열하는 실험과 같이 ... 뜨거우면요 물체가 요 위로 올라가려고 하고요. 차가우면요 밑으로 내려가려고 해요. 무게가 무거워서.

위의 결과에서 볼 수 있듯이, 원석은 가장 차가운 음료수는 가장 불록하지 않은 캔에 담겨 있는 것이라고 응답함으로써, 사전 검사에서와 같이 여전히 비과학적인 아이디어를 지니고 있음을 알 수 있다. 그러나 사전 검사와는 달리, 원석은 문제 해결을 위하여 과학 시간에 배웠던 내용과 개념을 이용하는 모습을 볼 수 있다. 이는 수업 시간에 다루었던 ‘열

의 대류'와 관련된 생각을 바탕으로, 뜨거운 것은 위로 올라가고 차가운 것은 아래로 내려오기 때문에 가장 차가운 음료수 캔의 윗부분이 가장 볼록하지 않을 것이라는 아이디어를 제안한 것으로 추측된다.

실제 수업 시간에 원석의 문제 해결 활동을 보면, 연구가 시작되기 이전이나 연구 초기까지는 수업 시간에 원석은 학습 주제와 관련하여 눈에 띄는 활동을 거의 하지 않는 것으로 나타났다. 그러나 연구 후반기에 접어들면서 원석의 문제 해결 활동이 활발해지는 것을 볼 수 있었다.

예를 들어, '물의 소중함'에 대한 모둠별 활동에서 원석과 다른 3명의 동료 학생들과의 대화중, 물이 없으면 어떤 일이 일어날까에 대한 주제로 지구에 물이 부족하다는 의견을 나누다가,

원석: 그럼 달에서 떠와!
 미진: 달에도 물 없어~
 진아: 주위에 물이 흘렀다는 이야기를 들은 것 같은데...
 정원: 맞아~ 수성이나 화성이야.
 원석: 화성에서도 물 흘렀대! 아야~ 금성에서 못 살아.
 진아: 왜?
 원석: 금성에서는 너무 뜨거워 가지고 못 살아.

이처럼 원석은 연구 후반부로 갈수록 연구 초기에 비하여 매우 적극적이고 활발한 문제 해결 활동을 보였다. 물론 많은 경우 원석이 제안하는 아이디어는 과학적으로 타당하지 않거나 정확하지 않은 내용을 담고 있는 경우가 많았지만, 자신의 아이디어를 바탕으로 의견을 제안하고 이를 바탕으로 활발히 토론에 참여할 뿐만 아니라, 자신이 알고 있는 과학 개념을 응용하려고 지속적으로 시도하는 적극적인 자세는 연구가 진행됨에 따라 나타났던 놀라운 변화라고 할 수 있다.

2) 수업 태도의 변화

원석은 집중력, 발표력, 수업 참여도 등 수업 태도 면에서 눈에 띄는 변화를 나타냈다. 다음은 본 연구 프로그램의 적용 초기 '화석'에 대한 수업 중 원석의 모습이다.

원석: (뒤돌아 시계를 보더니) 시간이 너무 늦게 가~ 조금만 더 빨리 가면 좋는데.
 원석: (친구 연필을 보며)귀엽다.

술이: 조용히 좀 해.

연구 초기에 원석은 과학 수업에 흥미를 보이지 않고, 수업 시간 중에 지루해 하는 모습을 많이 보였다. 모둠 내에서도 수업과 관련된 이야기를 하는 경우는 거의 없었으며, 위의 수업 예시에서 볼 수 있듯이 수업 활동에는 집중하지 않고 잡담을 계속하거나, 시간 내내 자신의 연필과 친구의 연필을 깎아주는 등 딴 짓을 하는 경우가 많았다.

·머릿속으로 생각을 하였다.
 ·선생님 말씀을 들었다. (원석의 활동지 중에서)

미진: (원석이 모둠에서 자신의 발표 차례가 되었으나 망설이자) 빨리 해! 시간 끝지 마!
 원석: (자신의 활동지를 다른 모둠원들에게 내주며) 니 네가 해!

원석의 활동지를 보면, 다른 학생들과는 달리 수업 내용과는 전혀 관련 없는 메모를 적거나 과학 관련 활동은 거의 하지 않았다. 또한 자신이 해 온 과제를 모둠별로 발표하는 시간에도 과제 학습을 제대로 해오지 않아 수업에 대한 참여도가 매우 낮았다. 그러나 연구 초기와는 달리, 연구 후반부로 갈수록 원석이는 수업 참여도와 집중도면에서 큰 변화를 보였다. 예를 들어, '열에 의한 물체의 부피 변화' 단원의 수업 중,

미진: (병 입구에 손으로 차가운 물을 칠한다.)
 원석: (병을 거꾸로 해서 입구만 물에 담그며) 그렇게 하지 말고 이렇게 하면 되는데!

원석은 교과서에 제시된 기존의 실험 방법이 아닌 새로운 실험 방법을 제안하는 등 적극성을 보였다. '물의 소중함'을 주제로 한 수업에서는,

원석: 이게 얼리면 어떻게 될까?
 교사: 그러면 우리 30 mL를 담아서 냉동실에 넣어 보자.
 정민: 원석이가 생각한건데 직접 실험하게 되었네.
 원석: 아싸! 선생님 오늘 일기 이걸로 쓰면 안 돼요?

수돗물을 제대로 잠그지 않으면 얼마나 많은 양의 물이 낭비되는지 알아보는 실험에서 물이 얼 때의 부피 변화를 살펴볼 수 있는 다른 실험을 제안하기도 하였다. 그리고 수업이 끝나자마자 교사에게

달려 나와 자신이 수업 중 생긴 의문점을 질문하기도 하였다.

원석: (수업 끝난 뒤 앞으로 달려 나와서) 선생님 있잖아요. 지구가요, 물이 없으면요 케도가 뚝려요?

비록 질문의 내용이 서툴고 수업과의 관련이 크진 않았지만 원석의 이러한 행동은 이전에는 볼 수 없었던 큰 변화였다.

이는 문제 해결 과정을 통한 사례 기반 학습 프로그램이 원석으로 하여금 과학 현상과 일상 생활을 연결짓도록 도와주고, 스스로 실험 방법을 고안하여 실험하고 조사하는 활동을 촉진하였으며, 특히 원석의 과학 수업에 대한 흥미와 참여도, 집중도에 큰 향상을 가져왔음을 보여준다.

2. 정민의 사례

1) 과학 문제 해결력의 변화

학업 성적이 중위권인 정민은 과학 문제 해결력 검사 점수에서 눈에 띄는 향상을 나타냈다. 정민의 과학 문제 해결력 검사 점수 결과를 보면 그림 3과 같다.

정민의 사전·사후 과학 문제 해결력 점수를 비교해 본 결과, 문제 해결 방안에 대한 아이디어 산출 점수가 5점에서 10점으로, 아이디어의 타당성 점수가 5점에서 15점으로 향상되었고, 과학 지식의 사용 점수도 9점에서 17점으로 크게 향상되었다. 뿐만 아니라 문제 이해, 탐구 과정의 타당성, 탐구 기능, 결론짓기 및 결론의 타당성 등 문제 해결 영역의 모든 하위 단계에서 사전과 비교하여 사후 검사 점수가 크게 향상된 것을 알 수 있다.

실제로 정민이 수행했던 과학 문제 해결력 사전 검사 과정의 일부를 자세히 분석해 보면, 정민은 목

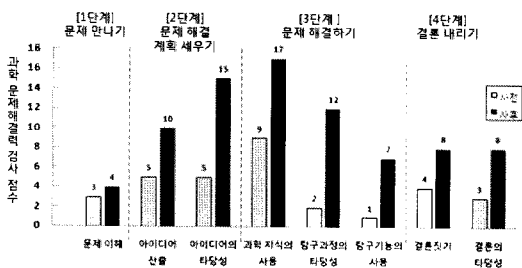


그림 3. 정민의 과학 문제 해결력 검사 사전·사후 비교

욕 후 거울에 뿌옇게 서린 김에 대해 묻는 사전 검사 문항에서,

정민: 우선 뜨거운 것을 만들어 내야 해요.

연구자: 그래? 그럼 여기 거울도 있고 안경도 있거든. 이것을 가지고 한 번 해볼래?

정민: 햇빛을 많이... 음... 뜨거운 환경 속에서 놓으면 될 거 같은데...

사전 검사에서 정민은 김을 만들기 위해 뜨거운 환경 속에 놓으면 될 것 같다고만 이야기할 뿐 구체적인 해결 방법을 제시하지는 못하였다. 즉, 목욕 후 공기가 뜨거운 것이라는 추측으로 문제 해결을 위한 아이디어를 막연하게 제시하고는 있지만, 이를 실행하기 위한 구체적인 해결 방법을 제시하지 못하고 있다. 이는 정민의 경우, 수증기가 차가운 물체에 닿아 다시 물방울이 되어 생성되는 김에 대한 과학적인 원리를 이해하지 못하고 있음을 보여준다.

다음은 과학 문제 해결력 사후 검사 중 맞을 보지 않고 소금물을 찾아내는 문제를 해결하는 과정에서 정민의 응답 중 일부를 보여준다.

연구자: 우선 이 실험의 결과를 내려 보자.

정민: (다른 아이디어가) 또 있는데...

연구자: 그럼 정민이가 세 가지 방법을 말했네. 또 다른 방법이 있을까?

정민: 네 있을 거 같아요. 어... (한참을 생각한 후) 음... 어... 잠깐만요. 그리고 가열할 때 소금물이 가열이 안 될 것 같아요. ... 소금물은 소금과 섞여 있기 때문에, 소금물이기 때문에 분해하는 시간도 있을 거라고 생각해요.

문제를 해결하기 위해 세 개의 해결 방안을 제안하여 실험을 수행한 후에도, 정민은 또 다른 아이디어를 제안하였다. 위에서 볼 수 있듯이 정민은 검사 과정 중 문제를 해결하기 위해 관찰, 측정 등 다양한 방법을 통해 새로운 아이디어를 제안하였으며, 과학 용어를 정확히 사용하지는 않았지만 자신의 과학 지식이나 경험에 바탕을 두고 설명하려고 노력하는 모습을 볼 수 있다.

다음은 더운 여름날 냉장고에서 꺼낸 세 개의 음료수 캔 중 가장 차가운 것을 고르는 사후 검사 문제를 해결하는 과정이다.

정민: 만약에 따르면요, 여기 뜨거운 김은 아니고 차가

운 김 같은데... 여기 뿌영게 되요. 그 중에서 가장 뿌영게 된 게 가장 차가운 거 같아요.
 연구자: 그 뿌연 게 왜 생기는지 설명해 줄 수 있어?
 정민: 어... 김의 원리처럼 공중에서 식어서 이것도 된 거 같아요.

정민은 공기 중의 수증기가 차가운 물체에 닿으면 물방울로 맺힌다는 것을 알고 있고, 이를 바탕으로 가장 차가운 음료수 캔에 물방울이 가장 ‘뿌영게’ 많이 맺힐 것이라고 생각하였다. 이처럼 정민은 수증기 응결에 관한 과학 지식을 바탕으로 문제 해결을 위한 타당한 아이디어를 제안하여 문제를 해결하였다. 이는 사전 검사에서 정확한 과학 지식없이 막연하게 문제 해결책만을 제시했던 경우와는 큰 차이를 보인다. 뿐만 아니라 정민은 사후 검사에서 집중 관찰 학생들 중 가장 오랜 시간 동안 다양한 아이디어를 제안하는 변화를 보여 주었다. 정민은 문제에 대한 집착력과 집중력이 높아 다양한 아이디어를 생각해 내려고 고민하였으며, 정밀하게 관찰하고 반복 실험을 함으로써 자신의 오류를 수정하였기 때문에 해석된다.

연구가 진행될수록 정민은 실제 수업 시간에 큰 향상을 보였다. 예를 들어, ‘열에 의한 기체의 부피 변화’와 관련된 수업 내용을 보면,

교사: 그런데 왜 뜨거운 물에 넣으면 공기가 위로 올라오는 걸까?
 인수: 뜨거워서 증발하려고 하니까...
 정민: 물에 가열되면요. 기체 수증기가 되면서요. 하늘로 솟아오르려는 힘이 되잖아요. 그런데요. 그 위에 어떤 물체가 있으면 그걸 밀어 올리려고 해서 딸각딸각 소리가 나는 거 같아요.

위의 예에서 볼 수 있듯이, 정민은 사이다 병위의 동전이 움직이는 현상을 설명하기 위하여 자신이 이해하고 있는 ‘수증기’, 위로 작용하는 ‘힘’ 등의 개념을 관찰한 현상과 연결하고 있다. 이처럼 정민은 연구 초기와 달리, 주어진 문제를 해결하기 위해 자신의 과학 지식을 활용하는 경우를 자주 보였다.

정민의 과학 문제 해결력 검사 사전·사후 점수의 비교 결과, 사례 기반 학습을 통하여 문제 해결을 위한 계획 수립, 과학 지식의 사용, 탐구 기능의 사용, 실험 결과를 바탕으로 문제 해결을 위한 결론을 내리는 능력 등이 크게 향상된 것으로 나타났다. 이러한 향상은 양적, 질적 검사 결과뿐만 아니라 수

업 시간 중의 정민의 문제 해결 과정을 관찰한 결과를 통해서도 일관되게 나타났다.

2) 수업 태도의 변화

정민은 수업 태도 면에서도 연구가 진행될수록 큰 변화를 나타내었다. 예를 들어, 연구 초기에 화석이 무엇인지 학습하는 수업의 일부를 보면,

진아: 알았어. 규화목에 대해 불러준다. 규화목은...
 정민: (자신의 활동지 받아쓰며 미처 진아가 불러주는 속도를 따라 잡지 못해) 잠깐만!

연구 초기에 정민은 탐구하기 단계 중 ‘더 알아야 할 것’을 조사해 오는 과제 학습을 해오지 않아 같은 모습의 진아가 불러주는 것을 받아 적는 등 과학 수업에 소극적인 태도를 보이고 있었다.

정민: 위에 것부터 해야 하지 않을까?
 진아: 알았어. 일단 이게 더 쉬우니까(이거 먼저 하자) 알았지? 오케이?
 미진: 진아 머리 잘 돌아 간다~~

정민의 의견은 모둠 친구들에게 무시되는 경우가 잦았다. 정민의 경우, 평소 학습 태도가 성실하지 못하여 친구들에게 인정받지 못하는 경우가 많았으며, 제안하는 의견이 잘 받아들여지지 않아 수업에 대한 자신감과 참여도가 낮았다.

그러나 사례 기반 학습을 지속적으로 진행한 결과, 연구 후반부로 갈수록 수업 시간에 정민의 흥미와 참여도에 점차 변화가 나타났다. 예를 들어, ‘모습을 바꾸는 물’ 단원 수업의 일부를 보면,

교사: 끓는 동안에 비커 안에는 어떤 변화가 있어요? 정민이?
 정민: 처음에는요. 기포가 올라가지 않았다가요. 기포가 올라가면서 기포가 커지고요. 지금은... 기포 자체가 소용돌이를 만들고 있어요.

정민은 점차 실험에 흥미를 보이며 적극적으로 참여했고 실험 결과에 대한 자신의 관찰을 바탕으로 발표하는 모습을 자주 볼 수 있었다. 정민은 수업에 대한 흥미 증가로 수업 중 발표 횟수가 눈에 띄게 증가했을 뿐만 아니라, 사례를 바탕으로 진행되는 수업 활동에 적극적으로 참여하기 시작하였다. 다음은 액체의 응결 현상에 대한 수업 장면이다.

교사: 공기 중에 있던 수증기가 다시 액체로 바뀌는 경우가 있을까?
 진아: 네, 있어요. 아까 전에...
 정민: (거의 동시에) 네 있어요. (굉장히 적극적으로) 저 있어요.
 교사: 그래 정민이. (모두 정민이가 너무 적극적으로 손을 들어서 웃는다.)
 정민: (멋쩍다는 듯 웃으며) 열을 받았거나, 차가운 데 있거나, 큰 압력을 받으면 액체가 되요.

실험 중이나 문제 해결에 대한 결론 부분에서 ‘알았다, 알았어요!’라고 외치며 새로운 것을 발견해 낸 기쁨을 표현하는 행동이 자주 관찰되었다. 뿐만 아니라 스스로 관련 도서나 자료를 찾아보기도 하였으며, 친구들과 의견을 나누면서 새로운 아이디어를 제안하는 경우 또한 많았다.

다음은 정민과의 사후 인터뷰 내용 중 일부이다.

연구자: 이렇게 과학 수업을 해서 좋았던 점이 있었다면 말해 줄래?
 정민: 어... 좀 더 질문을 많이 하게 되었어요. 이제 생활에도 과학을 적용할 수 있으니까 더 재미있는 것 같고, 실험도 재미있으니까 더 재미있는 것 같아요.

정민은 사례를 통해 과학 시간에 배운 내용을 생활에 적용하고, 질문과 실험 활동을 활발히 할 수 있도록 구성하였던 사례 기반 학습의 수업 내용을 긍정적으로 평가하고 있는 것으로 나타났다.

이처럼 과학 문제 해결력 검사를 비롯하여 수업 내용, 설문지, 인터뷰에서 나타난 정민의 변화는 생활 속 사례를 기반으로 문제를 해결하는 사례 기반 학습 프로그램이 정민의 과학 수업에 대한 흥미, 호기심, 참여도, 발표력을 전반적으로 증가시켰음을 의미한다.

3. 재민의 사례

1) 과학 문제 해결력의 변화

재민은 성적이 상위권인 학생으로 평소 과학에 대한 흥미와 관련 지식이 풍부한 학생이었다. 재민의 사전·사후 과학 문제 해결력 검사 점수를 비교한 결과를 그림 4에 제시한다.

그림 4를 보면, 재민의 경우 문제 해결을 위한 아이디어 산출 점수는 2점에서 6점으로, 그 타당성 점

수는 4점에서 11점으로 향상되었다. 그리고 과학 지식의 사용 점수가 3점에서 12점으로 크게 향상되었다. 이러한 향상 결과는 재민의 문제 해결 과정에 대한 심층 분석 결과를 통해 더욱 뚜렷하게 나타난다.

다음은 문제 해결력 사전 검사에서 재민이 물, 모래, 식용유, 소금의 혼합물을 분리하기 위한 해결 방안을 제시하는 부분이다.

재민: 어... 식용유가 물에 뜨는 성질을 이용해서
 연구자: 왜 뜰까?
 재민: ... 그건 잘 모르겠어요.

사전 검사에서 재민은 혼합물의 분리 방법은 제안하고 있지만 그 원리는 정확하게 설명하지 못하였다. 이는 재민의 경우, 다른 학생들에 비하여 상위 수준의 과학 지식과 이해력을 지니고 있음에도 불구하고, 실제 사례와 실험 상황에 자신의 과학 지식을 효과적으로 연결하여 사용하지 못하고 있음을 나타낸다. 다음은 사후 검사에서 물과 소금물을 구별하는 문제를 해결하는 과정을 보여준다.

연구자: 이것(물과 소금물을 가열하는 방법)에 대해서 선생님한테 설명해 줄래?
 재민: 우선은 이 비커에다가 물을 담는데 ... 다 담지 않고 금방 알 수 있을 정도로만 물을 넣은 다음에 알코올램프로 비커를 가열하면 소금이 남는 것과 소금이 남지 않는 것이 있을텐데, 그 두 개로 그것을 알아봅니다.
 연구자: 왜 그렇지?
 재민: 안에 그냥 물에 소금이 녹아 있기 때문에, 소금의 성질은 아직 남아 있기 때문에 물에 녹아 있는 소금이 물이 다 날아가면 소금이 남을 것입니다.

사전 검사와는 달리 사후 검사에서, 재민은 ‘가열을 통해서’, ‘발생하는 소금을 통해서’ 알아본다는 아이디어를 구체적으로 제안했고, 자신이 알고 있

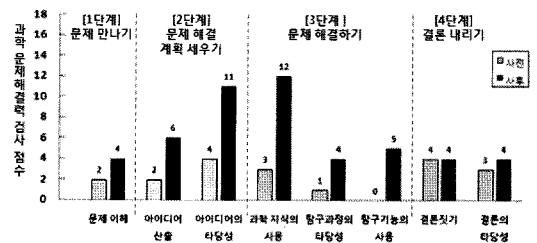


그림 4. 재민의 과학 문제 해결력 검사 사전·사후 비교

는 지식을 활용하여 문제를 해결하였다. 다음은 재민이 동일한 문제에 대해 또 다른 아이디어를 제안하고 실험을 하는 장면이다.

재민: (전자저울을 가지고 전원을 켜고 영점을 조정한다. 두 개 비커의 무게를 재어 기록한다. 그 다음 같은 양의 액체를 넣고, 무게를 재어 기록하고 비커의 무게를 빼주어 액체만의 무게를 구해낸다.) (더 무거운 것을 가리키며) 음.. 여기 이게 조금 물일 것 같아요.

재민은 실험에서 비커의 무게가 실험 결과에 영향을 주지 않도록 비커의 무게를 측정하여 빼줌으로서 액체의 무게만을 구하였다. 재민은 변인 통제를 고려하여 아이디어를 제안하였으며, 정확하고 신속하게 실험을 진행하였다.

재민: 똑같은 물이니까 소금물은 하나에 또 다른 물질이 들어있기 때문에 그냥 물에 비해 밀도가 낮거나 좀 더 높은 것 같아 가지고 둘 다 서로 다른 색깔의 색소를 탄 다음 조금씩 해보면 차이가 나지 않을까...

연구자: 그럼 재민이가 생각한 대로 한다면 어떤 일이 일어날까?

재민: 만약에 소금물이 밀도가 더 높다면 그냥 물에다가 이렇게 해보면 소금물이 위로 가고 그냥 물이 아래로 갈 텐데, 반대로 소금물이 밀도가 더 낮다면 물이 위로 가고 소금물이 아래로 갈 것 같아요.

사례 기반 학습을 통해 수업을 진행한 후, 재민은 다른 학생들이 생각하지 못한 아이디어를 생각해 내거나, 자신의 과학 지식을 바탕으로 과학 현상을 조리 있게 설명하는 변화를 점차 보였다. 이러한 결과와는 과학 문제 해결력 촉진을 위하여 사례를 바탕으로 과학 수업을 진행하였을 때, 재민의 문제 이해, 문제 해결을 위한 아이디어 제안, 과학 지식 및 탐구 기능의 사용을 통한 문제 해결력에 의미 있는 향상을 가져온 것으로 해석된다.

실제 수업 시간에도 재민은 매우 활발한 문제 해결 활동을 보였다. 다음은 ‘열에 의한 공기의 부피 변화’와 관련된 수업 시간에 문제의 결론을 내리는 상황이다. 라디에이터 위에 둔 우유곽이 부풀 이유에 대해 어떤 학생들은 기체인 공기, 어떤 학생들은 액체인 우유의 부피 증가 때문이라고 하여 토론이 벌어졌다.

교사: 우유 곱 안에는 기체인 공기도 있고 액체인 우유도 있어요. 그런데 우유 곱이 부풀 것은 둘 중 어느 것의 영향이 더 클까요? 아님 둘 다 똑같은가요?

재민: 만약에요, 우유가 팽창하게 되면요. 위에까지 팽창하고 옆으로 점점 부풀어 오른다는 이야기잖아요. 그러면 열었을 때요. 우유가 조금씩 쉴 거 같은데요. 그런데 우유는 새지 않으므로 액체가 팽창하는 것이 아니라 공기가 팽창하는 것임을 알 수 있습니다.

이러한 토론 상황에서, 재민은 우유 곱을 따뜻한 곳에 두었을 때 액체의 부피도 물론 증가하지만 그 안에 있는 공기의 부피가 더 많이 증가하기 때문에 우유 곱이 부풀어 올랐다는 것을 자신의 경험에 따른 실제 사례의 증거로 제시하였다.

위의 수업 예와 같이, 연구 후반부로 갈수록 재민은 배운 내용을 생활 속의 사례와 자연스럽게 연관 지어 생각하고 발표하는 모습을 자주 보였다.

2) 수업 태도의 변화

원석, 정민과는 달리 재민은 연구 초기부터 적극적이고 활발한 태도로 수업에 참여하였다. 다음은 화석에 대한 수업 중 일부이다.

교사: 주어진 문제에서 해결해야 할 문제가 무엇인지 써 보세요.

재민: 두 가지면 두 가지 다 써요? (1번을 다 하고) 2번 풀고 있어도 되요?

재민은 다른 아이들보다 문제를 빨리 파악한 후, 다음 단계 활동으로 이어 나가는 수업 행동을 보였다. ‘화석의 종류’에 대한 수업에서,

교사: 또? 그럼 지금 3번이 문제네. (여기저기서 호박에 대한 의견이 분분하여 약간 소란스러워짐)

재민: 3번 호박! 호박! 제가 아주 옛날에 책에서 봤는데요. 나무에서 진이 나오는데 그게 벌레랑 같이 굳 어지면서요. 지금까지 이렇게 남아 있는 것을 호박이라고 해요. 그래서 동물 화석이네요.

연구가 진행될수록 재민은 평소 과학 영재반, 과학 관련 독서 활동 등을 통해 습득한 지식들을 수업 시간에 활발하게 이야기하며, 사례를 통한 학습 활동에 적극적으로 참여하였다.

교사: 실험관찰 36쪽에 오늘 했던 실험 정리하면서 라디

에이터 위에 놓았던 우유가 왜 부풀었는지 한 번 잘 생각해 보세요.
 재민: 선생님 그런데요. 그 경우에는요~ 두 가지가 있지 않아요?
 교사: 그거 잘 생각해야 해.
 정민: 아~ 그게 함정이로구나!
 재민: (두 손을 들고 만세를 부르며) 아! 알았다. 알았어요~ 그 함정이 무엇인지 알았어요.

프로그램 적용 후 이러한 사례 기반 과학 수업이 어떤 도움이 되었는지를 묻는 인터뷰에서 재민은,

혼자서 스스로 숙제하고 공부하게 되었고, 지난 수업을 돌이켜 보면서 오랫동안 기억할 수 있게 되었어요.

라고 답하였다. 이는 재민이 사례 속의 문제를 해결하기 위해 스스로 다양한 자료를 조사하고 공부하면서 자기 주도적으로 학습하는 것에 대한 즐거움을 느끼고, 자신의 과학 지식을 수업 시간의 문제 해결 과정에 적용하여 다른 학생들보다 더 심도 있는 학습의 성취를 이루었음을 나타낸다.

IV. 결론 및 제언

본 연구에서는 과학 수업 시간에 사례 기반 학습 프로그램을 적용하여 나타나는 효과를 3명의 초등학생들을 대상으로 조사하였다. 본 연구에서 개발한 사례 기반 학습 프로그램을 적용한 결과, 문제 해결을 위한 계획 단계, 문제 해결 단계, 결론 도출 단계 등에서 과학 문제 해결력의 전반적인 향상을 가져오는 것으로 나타났다. 또한 학생들의 경험 및 실생활의 사례를 바탕으로 문제 상황을 제시하고 이를 중심으로 과학 학습을 진행하였을 때, 학생들은 학습 내용에 큰 관심을 가지고, 수업 활동에 보다 적극적으로 참여하는 것으로 나타났다.

학업 성취 수준에 따른 학생들의 문제 해결력의 변화 정도를 구체적으로 비교한 결과, 하위 수준 학생의 경우 과학 문제 해결력 점수의 정량적 향상이 나타나지 않았으나, 중위 수준과 상위 수준 학생들의 경우 문제 해결력 점수의 향상이 크게 나타났다. 그러나 정량적 검사 결과와는 별도로, 과학 문제 해결력 검사 결과에 대한 질적 분석 결과에 따르면, 학업 성취 수준과 관계없이 모든 학생들의 과학 문제 해결 능력이 대부분의 단계에서 향상되는 것으로 조사되었다.

학생들의 과학 수업에 대한 태도의 변화를 조사한 결과, 사례 기반 학습 활동을 통하여 학생들은 수업 활동에 대한 높은 학습 동기와 태도를 갖게 되어 적극적으로 수업에 참여하는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 학업 성취 수준과 관계없이 본 연구에 참여하였던 3명의 학생 모두에게 나타났다. 특히 문제만나기 단계나 결론짓기 단계에서, 문제와 관련된 자신의 실제 경험을 자연스럽게 이야기하거나, 배운 내용을 실생활에 적용하는 사례 기반 학습의 단계가 학생들의 수업 참여를 적극적으로 이끌어내는 촉진자의 역할을 한 것으로 보인다.

학생들의 과학 문제 해결력을 촉진하기 위하여 본 연구에서 개발한 사례 기반 학습 프로그램은 학생들의 일상생활 경험을 이끌어냄으로써 과학 개념 지식을 실생활 상황과 유의미하게 연결짓도록 도와주어 학생들의 과학 문제 해결력에 도움을 주는 것으로 해석된다. 이는 과학 지식과 학생 개인 경험 사이의 연결을 맺을 수 있도록 촉진하는 사례 기반 과학 활동이 학교 지식이 적용될 수 있는 구체적 맥락으로 작용할 수 있음을 보여준다.

이처럼 학생들의 과학 지식과 실생활 맥락과의 연결을 촉진하는 과학 수업의 긍정적 역할에도 불구하고, 앞으로의 효과적인 수업 적용을 위하여 고려하여야 할 요소들이 몇 가지 있다. 첫째, 사례를 활용하는 과학 수업의 새로운 방식에 대해 학생들은 적용 초기부터 많은 어려움과 시행 착오를 호소하는 것으로 나타났다. 문제 해결을 위한 수업 단계와 사례를 활용하는 수업 자체에 대한 생소함은 기존의 과학 수업 방식에 익숙해져 있는 학생들의 수업 부담을 가중시키는 것으로 나타났다. 둘째, 성적이 하위권 학생일수록, 이와 같은 문제 해결 중심의 수업 방식에 부담을 가지는 것으로 나타났다. 이는 수업 참여도나 과학 문제 해결력의 향상에도 영향을 미치는 것으로 보인다. 셋째, 사례 기반의 문제 해결 중심 활동을 이끌고 지도하는 교사에게도 이러한 수업 방식이 적지 않은 부담으로 다가온다. 이는 기존의 전통적인 강의식, 교사 주도식 실험 수업에 익숙해져 있는 교사들에게는 더욱 큰 딜레마를 안겨준다. 학생 중심의 문제 해결 활동을 강조하는 수업 방식에 대하여 교사는 어떠한 역할과 기능을 하여야 할지에 대해 끊임없는 판단을 내려야 한다. 학생이 해결하여야 할 문제 상황에 교사가 어떻게 개입해야 할지, 문제에 대한 결론과 해답을 어떻게 안내하며, 수업은 어떻게 마무리해야

할지에 대한 교사의 세심한 판단과 역할이 중요하기 때문이다.

이와 같이 고려해야 할 사항들이 있음에도 불구하고, 학생들의 과학 문제 해결력 촉진을 위한 사례 기반 과학 수업에 대해 학생들이 경험하는 생소함, 어려움 등은 과학 수업 시간에 지속적인 적용 과정을 통하여 점차 개선되는 특징을 보였다. 이처럼 시간이 경과함에 따라 긍정적인 처치 효과를 보였던 본 연구의 결과를 참고할 때, 문제 해결력 증진을 위한 사례 기반 과학 수업 방식이 지니는 효과성에 대한 연구는 다양한 측면에서 앞으로도 계속될 필요가 있을 것이다.

특히, 학생 중심의 문제 해결을 강조하는 수업 방식의 성공적이고 효과적인 적용을 위해서 가장 중요한 요소는 교사 자신이라는 점에 주목할 필요가 있다. 기존의 전통적 수업 방식에서 벗어나, 학생들의 문제 해결력 향상, 자기 주도 학습 능력의 촉진, 과학적 소양의 증진을 도모하기 위한 교사의 지속적 관심, 실행 의지는 교사의 전문 지식과 교수 능력과 더불어 효과적인 과학 교육 활동을 위한 결정적인 요소가 될 것이다.

본 연구에서 제안한 과학 사례 중심의 교수 방법이 학생들의 과학 지식을 실생활과 연결 지어 유용한 적용 능력, 문제 해결 능력을 지닐 수 있도록 다양한 현장 연구가 지속되길 바란다. 이러한 사례 기반 학습 프로그램이 현장 교사 연수를 비롯한 과학 교사 교육의 예시 프로그램으로 활용되어 과학을 현장에서 지도하는 교사들 중심으로 유용하게 쓰일 수 있기를 기대한다.

참고문헌

- 강인애(1998). 왜 구성주의인가: 정보화시대와 학습자중심의 교육환경. 서울: 문음사.
- 강인애, 김선자(1998). PBL에 의한 수업 설계와 적용: 초등사회과 수업 사례. *교육공학연구*, 14(3), 1-31.
- 강인애, 이정석(2007). PBL 수업에서 학습자로서의 자기인식 변화에 대한 사례연구. *열린교육연구*, 15(1), 69-87.
- 곽호숙(2008). 문제 해결과정을 강조한 초등 과학 사례 기반 학습 프로그램의 개발 및 적용. 서울교육대학교 대학원 석사학위 논문.
- 김경희(2008). 문제 중심 학습(PBL)의 수업 단계별 학습활동의 특성과 교육적 의미 탐색: 초등 과학 수업을 중심으로. *초등교육연구*, 21(1), 269-296.
- 김인식, 황원철(2002). 문제 중심 학습 이론의 현장 적용 방안과 교사의 역할. *교육이론과 실천*, 12(1), 93-119.
- 김종백(2004). 구성주의에 근거한 문제 중심 학습의 실천적 과제와 대안 모색. *교육심리연구*, 18(1), 59-74.
- 승순화, 김덕건(2003). 과학 활동에서의 프로젝트 접근이 유아의 과학 문제 해결력에 미치는 효과. *열린유아교육연구*, 8(3), 1-24.
- 조연순, 우재경(2003). 문제 중심 학습(PBL)의 이론적 기초: 지식관과 교육적 가치. *교육학연구*, 41(3), 571-600.
- 조연순, 체계숙, 백은주, 임현화(2004). 초등학교 수업을 위한 문제 중심 학습(PBL)의 교수학습 과정 모형 연구. *한국교육방법연구학회지*, 16(2), 1-28.
- 황유순(2005) 문제의식으로 충만했던 수업, 허점을 들춰 본다; 문제 중심 학습(PBL), 아이들은 무엇을 버거워 했나? *중등 우리교육*, 144-145.
- Barrows, H. & Myers, A. (1993). Problem based learning in secondary schools. Unpublished monograph. Springfield, IL: *Problem Based Learning Institute*, Lanphier High School, and Southern Illinois University Medical School.
- DeBoer, G. E. (1991). *A history of ideas in science education*. Teachers College Press; New York.
- Delisle, R. (1997). *How to use problem-based learning in the classroom*. Alexandria, Virginia USA: Association for the Supervision and Curriculum Development.
- Gabel, C. (1999) Using case studies to teach science. In *Proceedings of National Association for Research in Science Teaching*. Boston, Massachusetts, March.
- Herreid, C. F. (1994). Case studies in science; A novel method of science education. *Journal of College Science Teaching*, 23(4), 221-229.
- Herreid, C. F. (1997a). What is a case?; Bringing to science education the established teaching tool of law and medicine. *Journal of College Science Teaching*, 27(2), 92-94.
- Herreid, C. F. (1997b). What makes a good case?; Some basic rules of good storytelling help teachers generate student excitement in the classroom. *Journal of College Science Teaching*, 27(3), 163-165.
- Herreid, C. F. (2005). *Using case studies to teach science*. American Institute of Biological Science.
- Illinois Mathematics & Science Academy(IMSA) (1999). What is the relationship between problem-based learning and other instructional approaches? Retrieved July 5, 2009, from <http://www.imsa.edu/team/cpbl/whatis/matrix/matrix2.html>.
- Tashakkori, A. & Teddlie, C. (1998). *Mixed methodology: Combining qualitative and quantitative approaches* (Applied Social Research Methods Series vol. 46). Thousand Oaks, CA: SAGE.
- Tegano, D. W., Sawyers, J. K. & Morgan, J. D. (1989). Problem-finding solving in play. *Childhood Education*, 66(2), 92-97.