

# 생물 교수 맥락 내에서 예비 생물교사의 과학의 본성 교수내용학적 지식의 구축

김선영\*  
조선대학교

## Construction of Preservice Biology Teachers' NOS Pedagogical Content Knowledge within Biology Teaching Context

Sun Young Kim\*  
Chosun University

### ARTICLE INFO

#### Article history:

Received 25 January 2016

Received in revised form

19 February 2016

Accepted 24 February 2016

#### Keywords:

nature of science, preservice teachers, biology, pedagogical content knowledge

### ABSTRACT

This study examined the changes of preservice biology teachers' NOS pedagogical content knowledge through two consecutive science methods courses: NOS understandings; attitudes toward teaching science; difficulties of NOS teaching; NOS teaching strategies; and views of orientation of NOS teaching. During the science methods course I, the preservice teachers engaged in discussions and reflections on what science is and how scientific knowledge has produced, drawing NOS aspects from episodes of history of science, and planning the lessons cooperating NOS instructional objectives. Then the next semester, through the science methods course II, the preservice teachers had a chance of the simulated teaching by adopting NOS teaching and learning activities in the context of the secondary biology context. The preservice teachers, further, reflected on their NOS teaching. The results showed that the preservice teachers constructed the NOS pedagogical content knowledge. They significantly improved their views of NOS and its teaching ( $p < .05$ ) after the science methods course I, and retained their understanding after the science methods course II ( $p > .05$ ). The preservice teachers mentioned the difficulties of teaching NOS in the secondary biology context, and further suggested effective NOS teaching methods in their reflective journals.

## 1. 서론

과학과 기술에 의해 형성된 사회에서 과학적 소양을 가진 시민의 양성은 과학교육의 중요한 목표이며, 과학의 본성(Nature of Science: NOS)에 대한 이해는 과학적 소양의 중요한 요소이다(AAAS, 1993; NRC, 1996). 과학적 소양은 과학 지식 및 과학적 사고 방법에 대한 이해를 토대로 논리적 논의를 통해 문제를 비판적으로 생각하는 능력 뿐만 아니라 과학과 관련된 의사 결정 문제를 합리적으로 해결하는 능력을 의미한다(NRC, 1996). 과학적 소양을 함양하기 위해서는 과학 지식의 근거와 타당성을 포함하는 과학 지식의 발달 과정과 과학 지식의 본성에 대한 이해를 의미하는 과학의 본성 교육이 기반 되어야 한다(Driver *et al.*, 1996; Sandoval, 2005). 그러나 학교 과학교육은 과학 지식의 이해에 지나치게 집중하고 있는 실정이며, 이는 전반적인 과학적 소양을 함양하는 교육과는 거리가 있다고 할 수 있다(DeBore, 2000).

과학의 본성은 과학 지식이 어떻게 발달하고 과학과 과학자가 어떻게 일하는지, 그리고 과학과 사회가 어떻게 서로 영향을 미치는지에 관한 것으로 과학의 인식론, 즉 앞의 한 방법으로서의 과학을 의미한다(AAAS, 1993; Lederman, 1992; McComas *et al.*, 1998; NRC, 1996). 과학의 본성을 이해하기 위해서는 과학 지식의 특성에 대한

이해, 과학적 방법에 대한 이해, 과학자에 대한 이해 및 과학의 사회·문화적 영향에 대한 이해가 이루어져야 한다(NRC, 1996). 이러한 과학의 본성에 대한 이해는 과학적 이론의 일상생활에의 연결, 다양한 과학적 방법·태도·경향성의 이해 및 그의 활용, 과학과 기술이 사회·경제 및 문화와 관련되어 있음을 인식하는 등의 과학적 소양을 함양하기 위한 바탕이 된다(AAAS, 1990; Matthews, 1994; NRC, 1996). 즉, 과학의 본성에 대한 이해는 과학적 주장의 의미를 해석할 수 있는 능력을 배양하고, 사회·과학적 문제를 이해하도록 할 뿐만 아니라 이와 관련된 합리적 의사결정 능력을 함양하도록 한다. 또한 현대사회에서 과학의 장점뿐만 아니라 과학과 기술이 가지는 한계점을 이해할 수 있도록 도와줌으로써(Sandoval, 2005) 학생들의 전반적인 과학적 소양의 함양에 이바지하도록 한다.

한편, 학생들의 과학의 본성에 대한 잘못된 이해는 교사로부터 기인하는 경우가 많으며, 교사의 과학의 본성에 대한 인식과 이해 정도는 과학 교수학습 상황에 그대로 반영된다. 따라서 과학교사 양성 과정에서 과학의 본성에 대한 올바른 교수학습이 이루어져야 할 필요가 있다. 과학의 본성에 대한 인식 연구에 의하면, 과학교사들 또한 학생들과 마찬가지로 과학의 본성에 관한 잘못된 견해를 가지고 있는 경우가 많다(Lederman, 1992; McComas, 1998). 과학교사들은 과학 지식의 가변성에 대해 피상적으로 이해하고 있으며, 과학 지식의 생성 과정에서 사회·문화적 영향에 대해 인식하지 못하고 있을 뿐만

\* 교신저자 : 김선영 (sykim519@chosun.ac.kr)

\*\* 이 논문은 2014년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 연구되었음(NRF-2014S1A5A8013772)

http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2016.36.1.0147

아니라 과학적 이론과 법칙의 차이 및 과학 지식의 형성에 있어서 창의력과 상상력의 사용에 대한 이해도가 낮다고 보고되고 있다 (Brush, 1989; Kim, 2010). 이러한 과학의 본성에 대한 잘못된 관점이 나 이해는 실제 수업에 반영될 뿐만 아니라(Brickhouse, 1989), 과학 교수학습 활동에서 교사의 과학의 본성에 대한 이해 수준은 학생들의 과학에 대한 관점을 정립하고 과학적 소양을 함양하는데 중요한 역할을 한다(Kim *et al.*, 2007; Lederman, 1992). 특히 교사양성과정에서 받았던 교육은 학교 현장에 나갔을 때 교수 실행에 반영된다는 점에서(Simmons *et al.*, 1999) 예비 과학교사를 위한 과학의 본성 교육의 강화가 필요하다. 앞으로 과학교육을 담당할 예비 과학교사들은 과학의 본성에 대한 이해를 바탕으로 중등학교 학생들을 위한 과학의 본성 교수를 실행할 수 있어야 한다. 그러나 교사들의 과학의 본성에 대한 이해 정도가 교수학습 과정안과 교수학습 상황에 연결되지 않고 있는 실정이다(Abd-El-Khalick *et al.*, 1998). 즉, 교사 양성 과정 프로그램에서 과학의 본성에 대한 교수·학습은 구체적인 학습 상황과 연계가 부족할 뿐만 아니라(Ryder *et al.*, 1999) 과학의 본성에 대한 이해와 이를 실제 현장에 반영하는 것 사이의 상호작용이 거의 이루어지지 않고 있다(McComas *et al.*, 1998). 따라서 교사들의 과학의 본성에 대한 이해 정도가 과학 수업에 반영되기 위해서는 교사들이 과학의 본성에 관한 교수내용학적 지식을 가지고 있어야 하며 (Vesterinen & Aksela, 2012), 교사 양성 과정에서 과학교육 방법론 등의 과목을 통하여 과학의 본성 교수가 어떻게 이루어져야 하는지에 관한 교수 학습이 필요하다(Matkins & Bell, 2007). 과학의 본성 교수 학습을 위해서는 과학의 본성 학습이 일어나는 맥락이 중요하며, 특정 과학의 본성 요소가 내재되어 있는 과학 내용 또는 과학 수업과 적절하게 연관되어 있어야 한다(Khishfe & Abd-El-Khalick, 2002).

Van Driel *et al.*(1998)은 교사들이 실제 수업의 실행을 통한 통합적인 과정을 경험함으로써 교수내용학적 지식(PCK)이 발달된다고 주장하였다. Schwartz & Lederman(2002)은 과학의 본성 교수내용학적 지식으로 과학의 본성에 대한 지식, 과학 주제에 대한 지식, 교수법에 대한 지식을 제안하였다. 뿐만 아니라 과학의 본성이 교수학습 상황에 반영되기 위해서는 교사들이 과학의 본성을 가르쳐야 한다는 신념 및 학생들이 과학의 본성을 배울 수 있다는 신념을 가지고 있어야 하며, 과학의 본성 교수 지식 기반을 가지고 있어야 한다고 주장하였다. 따라서 본 연구는 앞으로 학교현장의 과학교육을 이끌어갈 예비 생물교사를 대상으로 중등학교 생물교과의 교수 맥락 내에서 과학의 본성 요소를 도입하는 경험을 통해 과학의 본성 및 과학의 본성 교수에 대한 이해도 변화, 예비교사들의 과학의 본성 교수에 대한 신념, 그리고 과학의 본성 교수 전략을 포함하는 교수내용학적 지식의 구축 과정을 살펴보고자 한다. 연구문제는 다음과 같다.

1. 중등학교 생물교과의 교수 맥락 내에서 과학의 본성 교수 실행 경험 후, 예비 생물교사들의 과학의 본성에 관한 이해도 및 과학의 본성 교수에 대한 태도는 어떠한가?
2. 예비 생물교사들의 교수학습 과정안 및 교수 실행에 나타난 과학의 본성 요소는 어떠한가?
3. 예비 생물교사들은 과학의 본성 교수 실행 경험 후 어떠한 반성을 하는가?

## II. 연구방법

### 1. 연구대상

광역시 소재 사범대학 생물교육과에 재학 중인 20명의 예비 생물 교사들이 본 연구에 참여하였다. 연구에 참여한 예비 교사들은 3학년 1학기 <교과교육론> 과목과 3학년 2학기 <교재연구 및 지도법> 과목을 모두 수강한 3학년 학생들로 여학생 13명과 남학생 7명으로 구성되어 있다.

### 2. 연구절차

예비 생물교사들은 3학년 1학기 <교과교육론>과목에서 과학이란 어떤 학문인지, 과학 지식이 어떻게 형성되는지 등의 과학의 본성에 대해 명시적으로 토론하고 반성하는 기회를 가졌으며 그 과정에서 과학사의 에피소드를 통해 과학의 본성 요소를 찾아보는 과정을 거쳤다(Figure 1). 과학의 본성에 대한 이해를 구축한 후, 예비교사들은 과학과 수업모형을 활용하여 교수학습 과정안을 구성하는 기회를 가졌다. 예비교사들은 중등학교 생물 교수 맥락 내에서 다양한 과학과 교수학습 모형에 따라 다섯 차례 교수학습 과정안을 구성하였다. 예비교사들은 각각의 교수학습 모형에 적절한 단원을 선정하고 1차시 분량의 교수학습 과정안을 구성하였다. 이때 교수학습 과정안에는 ‘과학의 본성’과 관련한 학습목표 및 교수학습 활동을 반드시 포함하도록 하였으며, 교수학습 활동과의 연계성을 설명하도록 하였다 (Figure 1).

3학년 2학기 <교재연구 및 지도법>과목에서 예비 생물교사들은 4명의 예비교사들이 팀을 이루어 한 차시 분량의 수업을 구상하고

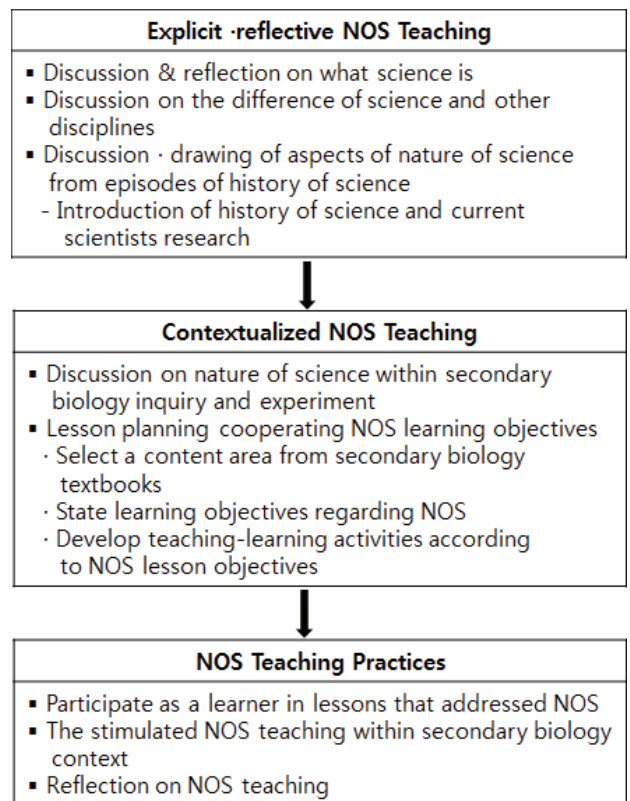


Figure 1. Instructional intervention

수업 시연을 하도록 하였다. 중등학교 생물 교육과정 내에서 수업은 반드시 과학의 본성과 관련한 학습목표 및 교수학습 활동을 포함하도록 하였다. 모의수업을 마친 후 반성적 일지를 작성하도록 하여 과학의 본성 교수에 대해 반성할 수 있도록 하였다(Figure 1). 예비 교사들의 과학의 본성 및 과학의 본성 교수에 대한 이해도 변화를 살펴보기 위해 교과교육론 과목을 수강하기 전(사전검사)과 후(사후I검사), 그리고 교재연구 및 지도법 과목 수강 후(사후II검사)에 과학의 본성 및 과학의 본성 교수에 대한 이해도 검사를 실시하였다.

### 3. 검사도구 및 분석방법

#### 가. 과학의 본성 및 과학의 본성 교수에 관한 태도 검사도구

예비교사들의 과학의 본성 및 과학의 본성 교수에 관한 태도를 살펴보기 위해 Chen(2006)이 개발한 VOSE(Views on Science and Education Questionnaire)를 사용하였다. VOSE는 과학의 본성에 관한 영역(58개의 하위진술문)과 과학의 본성 교수 영역(27개의 하위진술문)으로 구성되며, 하위 진술문 각각에 5단계 리커트 척도로 답하도록 되어 있다. 과학의 본성 영역은 과학 지식의 임시성, 관찰의 본성, 과학적 방법, 가설·법칙·이론, 상상력, 과학 지식의 타당성, 과학에 있어서 객관성과 주관성으로 구성되어 있다. 또한 과학의 본성 교수 영역은 과학 지식의 가변성, 관찰의 본성, 과학적 방법, 이론과 법칙의 관계, 과학에 내재된 주관성으로 구성되어 있다(Figure 2). VOSE는 영어와 한국어에 능통한 과학교육 전문가 1명과 과학교육 석사 2명이 번역 후 왜곡이 없는지 확인하기 위하여 검토한 후 최종 확정하여 사용하였다. 본 연구에서의 신뢰도는 0.727이며, 자료 분석 방법으로는 t-test를 실시하여 사전검사와 사후I검사, 그리고 사후I검사와 사후II검사 사이의 차이를 살펴보았다.

#### 나. 교수학습 과정안 및 모의수업 전사 자료

예비교사들은 <교과교육론> 과목에서 다양한 과학과 교수학습 모형에 따라 교수학습 과정안을 다섯 차례 작성하였으며, 이때 과학의 본성 교수학습 목표 및 활동, 그리고 과학의 본성 교수학습 목표와 활동의 연계성에 대한 설명을 포함하도록 하였다. 또한 <교재연구 및 지도법> 과목에서 과학의 본성을 포함하는 모의수업을 진행하도록 하였으며, 이때 수업 장면을 녹화 및 전사하여 과학의 본성 교수가 어떻게 이루어지는지 살펴보았다.

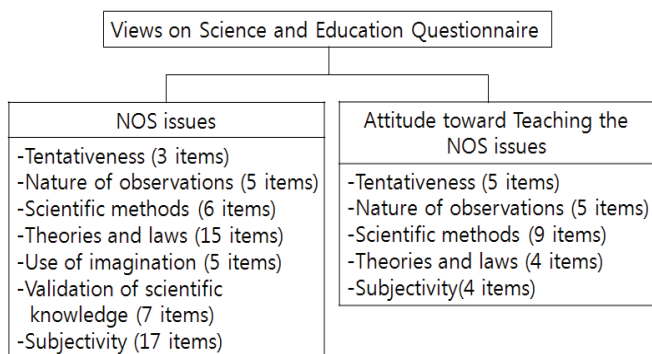


Figure 2. Views on science and education questionnaire(Chen, 2006)

#### 다. 반성적 일지 및 면담 자료

예비교사들은 모의수업 후 과학의 본성 교수를 모의 수업에 도입할 때 특히 어려웠던 점, 중등학교 생물 시간에 활용할 수 있는 과학의 본성 교수 방법, 그리고 앞으로 교사가 된다면 중등학교 생물 시간에 과학의 본성에 대해 가르칠 의향과 그 이유에 대해 반성적 일지를 적었다. 또한 예비교사들의 답변을 명확히 할 필요가 있을 경우에는 면담을 실시하였다.

1. 과학의 본성 교수를 모의 수업에 도입할 때 어려웠던 점은 어떤 것이 있었나요?
2. 중등학교 생물 시간에 활용할 수 있는 과학의 본성 교수 방법에는 어떤 것이 있을까요?
3. 앞으로 교사가 된다면 중등학교 생물 시간에 과학의 본성에 대해 가르칠 의향이 있습니까? 이유를 설명하십시오.

반성적 일지는 과학교육전문가 1명과 과학교육을 전공한 석사 2명에 의해 귀납적으로 분석되었다. 자료 분석은 전사된 자료를 반복적으로 읽고 의미를 추출하는 과정을 거쳤으며, 각자 카테고리리를 찾은 후 토론을 통해 범주화하였으며, 다른 범주들과의 관련성을 타당화하는 과정을 거쳤다(Strauss & Corbin, 1990).

### III. 연구결과

#### 1. 예비 생물교사들의 과학의 본성에 대한 이해도 및 과학의 본성 교수에 대한 태도 변화

##### 가. 과학의 본성에 대한 이해도 변화

<교과교육론> 수강 후 사후I검사에서는 사전검사에 비해 예비 생물교사들의 과학의 본성에 대한 이해도는 통계적으로 유의미하게 향상되었다( $p < .01$ )(Table 1). 특히, 과학 지식의 임시성, 과학적 방법, 상상력의 사용, 과학 지식의 타당성의 4가지 하위영역에서 통계적으로 유의미한 향상을 나타냈다. <교과교육론> 과목에서 예비교사들은

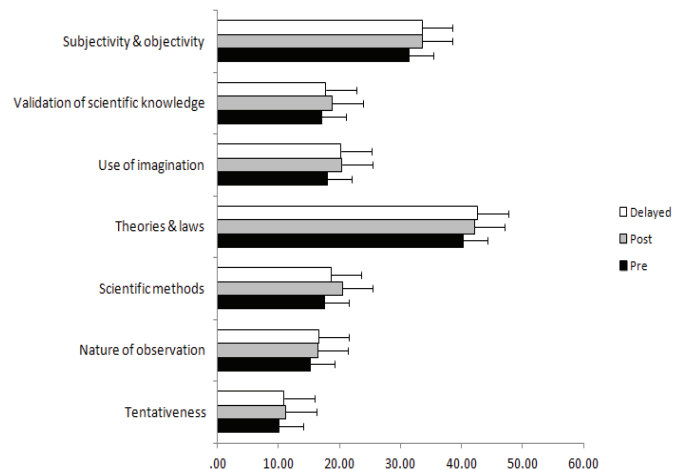


Figure 3. The bargraph of the mean scores of the understanding of NOS

Table 1. The t-test results of the understanding of NOS

	Pretest-Posttest I					Posttest I-Posttest II				
	M	SD	t	df	p	M	SD	t	df	p
Tentativeness	-1.05	2.15	-2.137	18	.047*	.26	2.26	.508	18	.617
Nature of observation	-1.21	2.92	-1.809	18	.087	-.16	2.17	-.318	18	.754
Scientific methods	-2.95	3.08	-4.169	18	.001**	1.89	3.16	2.613	18	.018*
Theories & laws	-1.79	8.58	-.909	18	.375	-.53	5.90	-.389	18	.702
Use of imagination	-2.37	3.93	-2.625	18	.017*	.21	2.39	.383	18	.706
Validation of scientific knowledge	-1.74	2.70	-2.799	18	.012*	1.00	2.85	1.531	18	.143
Subjectivity & objectivity	-2.16	4.98	-1.889	18	.075	-.05	4.99	-.046	18	.964
Total	-13.26	13.31	-4.343	18	.000**	2.63	11.48	1.000	18	.331

\*p<.05; \*\*p<.01

과학의 본성의 여러 요소에 대해 명시적·반성적으로 생각해 볼 기회를 가졌으며, 특히 교수학습 과정안을 구성하는 과정에서 과학의 본성 관련 학습 목표를 선정하고 이에 대한 교수학습 활동을 고안해 보면서 교사 자신의 과학의 본성에 대한 이해도를 점검해 볼 수 있었다고 보여진다.

반면 <교재연구 및 지도법> 수강 후 실시한 사후II검사에서 사후 I검사에 비해 예비교사들의 과학의 본성에 관한 이해도는 통계적으로 유의미한 차이를 나타내지 않았으며(p>.05), <교과교육론>에서 학습한 과학의 본성에 대한 이해도는 하락하지 않고 그대로 유지되고 있음을 알 수 있었다(Table 1). 주목할 만하게도 <교재연구 및 지도법> 과목 수강 후 예비교사들의 과학적 방법에 대한 이해도는 통계적으로 유의미하게 하락하였다(p<.05)(Figure 3 & Table 1). 즉 <교과교육론> 수업 후에는 과학적 방법에 대해 현대적 관점에서의 향상을 나타냈으나, <교재연구 및 지도법> 수업 후에는 오히려 점수가 저하되었다. 이는 모의수업 과정에서 예비교사들이 교과서의 탐구활동을 활용한 수업을 진행하였으며, 교과서에 제시된 탐구과정에 따라 수업을 진행하면서 가설을 설정하고, 실험을 설계하고, 자료수집하고 결론을 도출하는 보편적인 과학적인 방법이 있다고 생각하게 된 것으로 보인다(Clough, 2006).

나. 과학의 본성 교수에 대한 태도 변화

예비 생물교사들의 과학의 본성 교수에 관한 태도는 <교과교육론> 수업 후 사후검사에서 사전검사에 비해 통계적으로 유의미한 향상을 나타냈으나(p<.01), <교재연구 및 지도법> 수업 후에는 통계적으

로 유의미한 차이를 나타내지 않았다(p>.05). <교과교육론> 수업 후에는 5가지 하위 영역의 모든 평균점수가 향상된 경향을 나타냈으며 (Figure 4), 특히 관찰의 본성 교수 및 이론과 법칙의 관계에 대한 교수에는 통계적으로 유의미한 향상을 나타냈다(p<.05)(Table 2). 예비교사들은 <교과교육론> 과목을 통해 과학의 본성에 대해 명시적으로 학습하였다. 특히 과학사와 현재 과학자의 연구를 통해 과학이란 어떤 학문이며 과학 지식이 어떻게 형성되는지에 대해 토론하는 과정을 거쳤다. 또한 이러한 과학의 본성에 대한 이해를 바탕으로 예비교사들은 과학의 본성을 반영한 교수학습 과정안을 작성하였으며 이를 통해 과학의 본성 교수에 대한 태도가 향상될 수 있었다고 보여진다.

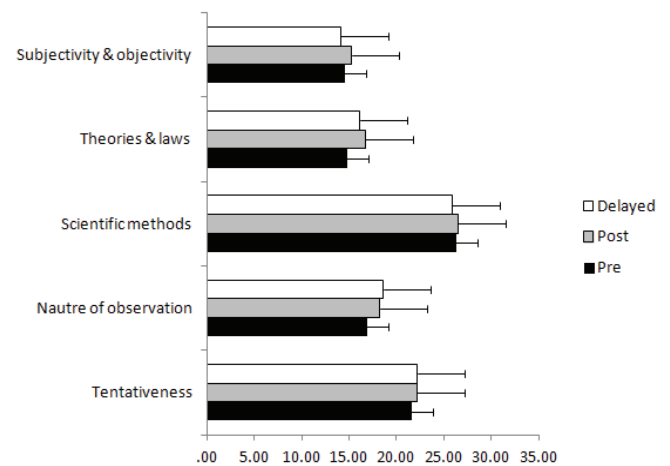


Figure 4. The bargraph of the mean scores of the attitude toward teaching NOS

Table 2. The t-test results of the attitude toward teaching NOS

	Pretest-Posttest I					Posttest I-Posttest II				
	M	SD	t	df	p	M	SD	t	df	p
Teaching Tentativeness	-.58	1.92	-1.312	18	.206	-.05	2.01	-.114	18	.911
Teaching Nature of observation	-1.32	2.69	-2.133	18	.047*	-.37	3.37	-.477	18	.639
Teaching scientific methods	-.16	3.59	-.191	18	.850	.63	4.11	.669	18	.512
Teaching Theories & Laws	-1.95	2.78	-3.055	18	.007**	.58	1.80	1.398	18	.179
Teaching Subjectivity & Objectivity	-.68	1.92	-1.556	18	.137	1.16	2.46	2.055	18	.055
Total	-4.68	4.49	-4.552	18	.000**	1.95	5.84	1.452	18	.164

\*p<.05; \*\*p<.01

<교재연구 및 지도법> 수업 후에 실시한 사후II검사에서는 예비교사들은 과학의 본성 교수에 관한 태도가 하락하지 않고 유지되는 경향을 나타냈다. Abd-El-Khalick *et al.*(1998)은 과학교사들이 과학의 본성을 중요한 교육 목표로 고려하지 않는 경향이 있으며 과학의 본성 교수를 명시적으로 계획하지 않는다고 주장하였다. 본 연구에서 예비교사들은 자신들이 직접 과학의 본성 관련 교수학습 활동을 구상하여 모의 수업을 진행해 보고 다른 동료들의 수업을 관찰하면서 과학의 본성 교수에 관한 태도를 유지할 수 있었던 것으로 보인다. 예비교사들에게 이러한 기회가 반복적으로 주어지고 현장에서 적용할 다양한 기회가 제공된다면 과학의 본성 교수 태도에 향상이 있을 것으로 기대된다.

**2. 예비 생물교사들의 교수학습 과정안 및 교수 실행에 나타난 과학의 본성 요소**

**가. 예비 생물교사들의 교수학습 과정안에 나타난 과학의 본성 요소**

과학의 본성에 대한 이해를 바탕으로 예비 생물교사들은 다양한 과학과 교수학습 모형에 따라 교수학습 과정안을 다섯 차례 작성하였으며, 이때 과학의 본성 요소를 교수학습 목표로 도입하고 이에 대한 교수학습 활동을 고안하도록 하였다. 또한 예비교사들은 자신들이 설정한 과학의 본성 교수학습 목표와 교수학습 활동의 연계성을 설명하였다. 예비교사들은 과학 지식의 가변성, 과학 지식의 발달에 있어서 창의력과 상상력의 활용, 과학의 이론의존성, 관찰과 유추, 이론과 법칙, 그리고 과학자들의 협력을 교수학습 목표로 설정하였다(Figure 5).

예비교사들이 설명한 과학의 본성 교수학습 목표와 교수학습 활동의 연계성을 살펴보면, 약 11%의 예비교사들은 과학 지식의 가변성에 대해 설명하기 위해 입자설과 혼합설 등 과학사의 에피소드를 교수학습 활동으로 도입하는 모습을 보였다(Figure 5 & Table 3). 또한, 약 20%의 예비교사들은 새로운 의견을 제시하고, 실험을 계획하고 해석하는 과정을 교수학습 활동으로 고안하여, 이를 통해 학생들이 과학 지식의 발달 과정에서 과학적 창의력과 상상력에 대해 이해할 수 있도록 하였다. 뿐만 아니라 약 14%의 예비교사들은 학생들의 사전 지식이나 경험을 통해 관찰 결과를 해석하는 경험을 통해 이론

의존성에 대해 설명하였다. 특히 가장 많은 약 25%의 예비교사들이 관찰과 유추를 과학의 본성 교수학습 목표로 제시하였다. 예를 들어 A예비교사는 폐 모형 탐구활동을 통해 학생들이 스스로 호흡 운동의 원리를 유추할 수 있는 기회를 제공하였다(Table 3). 또한 가장 적은 약 3%의 예비교사들이 이론과 법칙을 과학의 본성 교수학습 목표로 설정하였다. 예를 들어, C예비교사는 진화론에 대한 토론을 통해 이론과 법칙의 차이점을 설명하는 교수학습 활동을 제안하였다. 마지막으로 약 18%의 예비교사들은 탐구활동을 수행한 후 조별 토론 및 의견 교환 과정을 통해 과학자 집단의 협력 연구에 대해 설명하는 교수학습 활동을 제안하였다(Table 3).

여러 연구에서 나타난 바와 같이 과학의 본성 교수학습에 있어서 명시적(explicit) 방법의 성공에도 불구하고(Abd-El-Khalick & Lederman, 2000), 예비 과학교사 및 과학교사들이 과학의 본성을 수업 계획 및 실제 수업에 반영하지 못하고 있는 이유는 과학의 본성이 과학 교과 내용, 즉 실제 과학적 맥락이나 상황에서 동떨어져 언급된다는 점이다(Matkins & Bell, 2007). Clough(2006) 또한 학교 현장에서 과학의 본성 교육이 제대로 이루어지지 않고 있는 이유는 과학 교과 내용과 유리된 비맥락적 교수(decontextualized instruction) 때문이라고 주장하였다. 본 연구에서 예비교사들은 중등학교 생물 교수 맥락 내에서 과학의 본성 교수학습 목표를 설정하고 이를 교수학습 활동으로 연계해 봄으로써 과학의 본성에 대한 이해와 이를 실제 현장에 반영하는 것 사이의 연결의 기회를 가질 수 있었다.

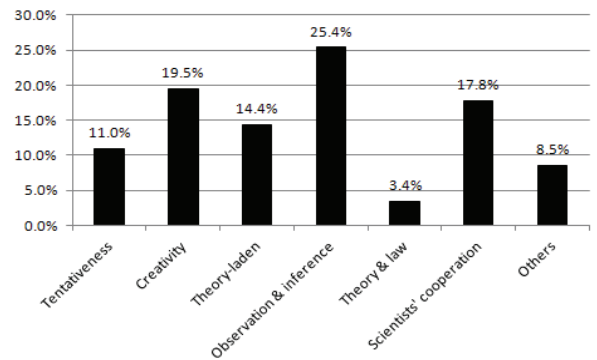


Figure 5. The preservice biology teachers' NOS lesson objectives

Table 3. The preservice biology teachers' reflection on NOS lesson objectives and its activity

Preservice teachers' reflection on NOS lesson objectives and its activity	
Tentativeness	초기의 과학자들도 마찬가지로 혼합설을 제기했으나 멘델이 완두로 단성 잡종 교배실험을 했을 때 유전정보가 혼합되는 것이 아니라 대립 유전자 중에서 우성인 형질이 발현되었다는 유전연구결과로 기존의 지식이 변화할 수 있음을 교수학습 활동에 적용했다. 즉, 혼합설에서 입자설로 지식이 바뀐 과정을 통해 과학의 가변성을 설명 할 수 있도록 하였다(K예비교사).
Creativity/imaginative	학생들이 자신의 창의력과 상상력을 통해서 의견을 제시할 수 있도록 하였으며, 이처럼 과학적 지식의 형성에는 과학자들의 창의력과 상상력을 통한 새로운 의견의 제시, 그리고 이를 증명하는 과정을 통해서도 이루어질 수 있다는 것을 알려주도록 계획하였다(I예비교사).
Theory-laden	자신의 생각의 표출이 이번 학습형태의 주된 활동으로 어떤 현상에 대한 자신의 생각을 말할 때 이미 가지고 있는 이론을 기반으로 하기 때문에 과학의 이론의존성을 설명하는데도 쉽게 공감 할 수 있을 것이다(H예비교사).
Observation & inference	폐 모형을 만들고, 이를 이용하여 호흡 운동이 일어나는 원리를 설명할 수 있다. 교사는 학생들에게 폐 모형을 만드는 것만 제시해준다. 즉, 어떠한 결과를 유추할 수 있도록 방향제지만 해준다. 그 모형을 학생들 스스로가 관찰하여 결과를 유추할 수 있도록 학생들이 결과를 이끌어내기 전까지 원리를 설명해주지 않는다(A예비교사).
Scientific theory & law	과학사를 보았을 때 과학자들은 많은 가설들을 제시하면서 생물의 진화론과 종 다양성에 대해 설명하려고 노력했다. 학생들은 흔히 이론과 법칙에 대한 오개념을 가지고 있기 때문에 진화론을 토대로 이론과 법칙의 차이점에 대해 설명할 수 있도록 하였다(C예비교사).
Scientists' cooperation	학생들이 토론을 하는 과정에서 조별로 의견을 교환하고 조율하여 하나의 의견을 발표했는데, 실제로 과학적 지식의 형성 과정에서도 이처럼 여러 과학자들이 협력적으로 연구를 함으로써 과학적 지식이 형성될 수 있다는 것을 알려 주도록 하였다 (J예비교사).

Table 4. The preservice biology teachers' NOS teaching practices

Group	NOS	Secondary biology context	Teaching-learning activity
A	The invented & creative reality of science	What kinds of work stems do	Design an experiment method creatively in the inquiry activity of 'stems structure'
B	The role of social negotiation on science	Product of photosynthesis	Group debate on product of photosynthesis within the inquiry activity
C	The theory-laden exploration of science	Structure of small intestine	Discussion on the theory-ladenness on 'the structure of small intestine' inquiry activity
D	The social · cultural impact on science	Dissection of pig heart	Discussion on the social impact on science through Huh Jun's drawing of virtual dissection
E	The tentativeness of scientific knowledge	Mendel's heredity	Reflection on blending theory vs. particulate theory through history of science

나. 예비 생물교사들의 교수 실행에 나타난 과학의 본성 요소

예비 생물교사들은 <교재연구 및 지도법>과목에서 중등학교 생물 주제 내에서 과학의 본성 요소를 도입한 모의수업을 진행하도록 하였다(Table 4). A조의 예비교사들은 과학 지식의 발달에 있어서 창의적 측면을 교수학습 목표로 제시하고, 식물 줄기의 구조를 살펴보기 위한 탐구방법을 학생들이 스스로 구상해 보는 수업을 진행하였다. 또한 B조는 광합성으로 만들어지는 물질에 대해 각각의 조가 여러 가설을 세우고 실험을 수행하도록 하고, 그 과정에서 조별 토의와 토론을 통해 과학 지식의 발달 과정에 있어서 사회적 협의의 역할을 도입하였다. C조의 예비교사들은 소장 구조와 기능에 관한 표면적 실험을 통해 과학의 이론 의존적 요소를 이해할 수 있도록 수업을 진행하였다. D조는 돼지 심장 해부하기 탐구활동을 수행하면서 허준의 가상해부도를 제시하고 과학 지식의 발달에 있어서 사회문화적 영향에 대해 이해할 수 있도록 하였다. 마지막으로 E조는 혼합설과 입자설을 제시하면서 과학 지식의 가변성에 대해 이해할 수 있도록 하였다. 각 조의 모의수업에서 나타난 과학의 본성에 대한 교수 실행과정의 특성은 Kim(2015)에 제시되어 있다. 세 개의 조에서 탐구실험 활동을 통해 과학의 본성 교수학습 목표를 달성하고자 하였고, 두 개 조에서 과학사를 교수학습 자료로 선정하여 과학의 본성 교수학습 목표를 달성하고자 하는 모습을 보였다.

여러 연구에서 과학의 본성을 인지적 교수목표로 인식하는 것의 중요성을 강조한 바 있으며(Akerson *et al.*, 2000; Bell *et al.*, 2000; Lederman, 1992), 과학의 본성 교수학습 자료나 활동을 고안할 수 있어야 한다고 하였다(Abd-El-Khalick *et al.*, 1998). 과학의 본성에 대한 정확한 이해는 학생들에게 과학의 본성을 가르치기 위한 필수 조건이지만, 과학의 본성에 대한 이해 자체만으로는 이를 과학 교수학습 상황에 반영하기에는 부족하다(Clough, 2006). 본 연구에서 예비교사들은 과학의 본성을 반영한 모의수업의 경험을 통해 과학의 본성 교수학습 목표를 설정하고 이를 교수학습 상황에 반영해 봄으로써 과학의 본성을 학생들이 경험할 수 있도록 적절한 교수학습 환경을 구성하는 기회를 가졌다. 이는 예비교사들의 과학의 본성에 관한 내용지식을 교수지식으로 연결할 수 있는 기회가 된 것으로 보인다.

3. 예비 생물교사들의 과학의 본성 교수 실행 후 반성

가. 과학의 본성 요소를 수업에 도입할 때 어려웠던 점

모의수업 후 예비교사들은 반성적 일지에서 과학의 본성 요소를 수업에 도입할 때 어려웠던 점으로 수업의 흐름에 맞게 과학의 본성 요소를 도입하는 것(약 53%), 그리고 수업주제 및 내용과 관련 있는 과학의 본성 요소를 선정하는 것(약 35%)이 어려웠다고 답하였다. 또한 예비 교사 자신이 과학의 본성에 대해 제대로 이해하고 있지 못해 과학의 본성을 수업에 도입하는 것이 어려웠다(약 13%)라고 답하였다(Figure 6).

첫째, 약 53%의 예비교사들은 수업의 흐름에 맞게 과학의 본성 요소를 도입하는 것이 어려웠다고 답하였다. 예를 들어 K예비교사와 P예비교사는 수업내용과의 연계성을 고려하여 수업의 흐름이 끊기지 않게 과학의 본성 요소를 도입하는 것이 어려웠다고 답하였다. 특히 P예비교사는 과학의 본성과 관련한 교수방법적인 측면이 고민이 되었다고 하였다. 예비교사들은 과학의 본성 요소가 특정 단원이나 내용에 자연스럽게 들어갈 수 있도록 교수학습 활동을 고안하는 노력을 하였다. 예비교사들은 과학의 본성을 제대로 이해하고 있지만 이를 수업에 어떻게 도입해야 하는지에 대해서 어려움을 나타냈으며, 교사의 과학의 본성의 이해 정도가 수업 실행과 곧바로 연결되지 않음을 알 수 있었다(Abd-El-Khalick, 2013).

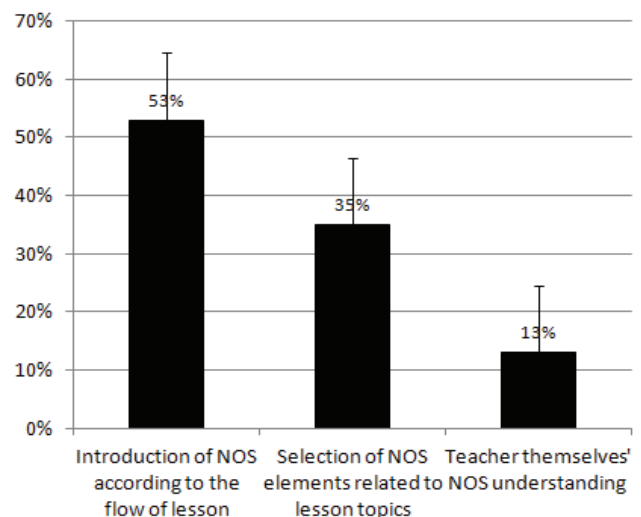


Figure 6. The preservice teachers' difficulties to teach NOS

과학의 본성 요소를 수업의 흐름이 끊기지 않게 어느 부분에 어떤 연결점을 이용해 수업에 도입하는 것이 어려웠다. 과학의 본성요소를 수업에 도입하는 것도 수업의 흐름에 맞게 학생들이 수업내용과 괴리감이 느껴지지 않으며, 수업내용과 연관 지어 과학의 본성을 이해할 수 있는 부분을 찾는 것도 매우 힘들었다. 실험이 끝나고 놓아야 할지 실험내용을 설명하고 놓아야 할지 수업의 흐름이 끊기지 않게 자연스럽게 넘어가려고 하는 데에 많은 신경을 써서 그것 또한 위 내용만큼이나 어려웠다(K예비교사).

과학의 본성 교수를 모의 수업에 도입할 때, 특히 어려웠던 점은 본 수업과의 연계성, 즉 수업 내용과 과학의 본성 요소의 자연스럽게 흐름을 유도하는 것이었다...어떻게 실제 수업에 적용시킬지, 어떻게 가르칠 것인지 방법적인 부분에서 고민을 많이 했다. 결국, 수업시간에는 실험 활동과 연계하여 그 각각의 의미만 전달하는 식이 되었다...앞으로 과학의 본성을 수업시간에 어떻게 자연스럽게 녹여낼 것이며, 학생들이 잘 이해할 수 있도록 할 것인가에 대한 연구가 많이 필요할 것 같다. 이 또한 교사의 역량이 아닐까싶다(M예비교사).

둘째, 약 35%의 예비교사는 수업 주제 및 내용과 관련 있는 과학의 본성 요소를 선정하고 관련 교수학습 활동을 고안하는 것이 어려웠다 라고 답하였다. 예를 들어 O예비교사는 단원이나 교과에 내용에 적절한 과학의 본성 요소를 선정하는 것이 어렵다고 언급하였다. 또한 L예비교사는 각 단원에 적합한 과학의 본성 요소를 찾고 이를 어떤 교수학습 활동으로 제공할지가 어려웠다고 답하였다. Abd-El-Khalick & Lederman(2000)은 교사들이 과학의 본성 관련 예시 및 교수학습 활동, 과학사 에피소드 등에 관한 지식을 가지고 있어야 하며 학생들이 이 과학의 본성을 이해하기 위한 과학 활동을 고안할 수 있어야 한다고 주장하였다. 따라서 교사교육 과정에서 예비교사들이 과학의 본성 교수지식을 갖출 수 있도록 중등학교 교과내용과 연관된 다양한 과학의 본성 교수학습 경험의 기회를 제공할 필요가 있다.

과학의 본성을 모의수업에 도입할 때 어려웠던 점은 우선 단원의 실험 내용에 적절한 과학의 본성 요소를 정하기가 어려웠다. 과학의 본성이 각 단원의 내용과 모두 연관될 수 없기 때문에 적절한 요소를 선택하여야 했다. 즉, 과학의 본성을 [교과의] 내용과 관련성 있는 것으로 선택하는 부분에서 어려웠다(O예비교사).

[과학의 본성을 도입하면서] 자연스럽게 수업의 흐름이 진행되었으면 했다. 그리고 어떤 활동을 하여 학생들에게 본성에 대해 가르쳐야 하는지가 제일 어려웠다. 그래서 활동을 통해 본성을 가르치기보다 교사의 설명이 주로 차이를 많이 한 것 같다. 이것 또한 각 단원에 적합한 본성을 찾는 것과 함께 어떤 활동이 적합할지에 대해 서로 이야기를 해본다면 더 도움이 많이 될 것 같다(L예비교사).

또한 약 13%의 예비교사들은 교사 자신이 과학의 본성 요소에 대해 제대로 이해하고 있지 못해 과학의 본성을 수업에 도입하는데 장애물로 작용하였다고 하였다. 예를 들어, H예비교사는 자신이 과학의 본성에 대해 충분히 이해하지 못하였으며, 수업을 구상하면서 과학의 본성에 대한 내면화가 이루어졌다고 하였다. M예비교사 역시 과학의 본성에 대해 명확한 개념이 없어 어떻게 수업을 구상하고 가르칠 것인지 고민이 되었다고 하였다.

나는 과학의 본성에 대해 명확한 개념을 갖고 있지 않았다. 내가 확실한 개념이 확립되지 않았는데 학생들에게 어떻게 수업을 지도할 것이고 구성할 것인가가 고민이 되었던 것 같다. 그러나 과학의 본성에 대해 자료를 찾아보고 조원들과 얘기하면서 점차 과학의 본성에 대한 개념의 내면화가 이루어졌던 것 같다. 이것을 토대로 수업을 구성하였다(H예비교사).

과학의 본성 교수를 모의수업에 도입하면서 가장 어려웠던 것은 과학의 본성에 대한 정확한 개념을 내가 갖는 것이었다. 우리는 초등학교 때부터 과학을 접하고 일상생활에서도 많은 과학자적인 활동들이 이루어진다. 계속적으로 과학을 경험해 왔 음에도 불구하고 과학의 본성이라는 개념 자체가 생소하기도 했을 뿐더러 잘 와 닿지 않았던 것이 사실이다. 그래서 이 수업을 구성하려고 시작하기 전까지 나는 과학의 본성에 대해 명확한 개념을 갖고 있지 않았다. 내가 확실한 개념이 확립되지 않았는데 학생들에게 어떻게 수업을 지도할 것이고 구성할 것인가가 고민이 되었던 것 같다(M예비교사).

이들 예비교사들은 단원의 내용이나 수업과 관련 있는 과학의 본성 요소 선정, 과학의 본성 교수학습 활동의 고안, 그리고 과학의 본성을 수업의 흐름에 맞게 도입하는데 어려움을 느꼈다. 또한 과학의 본성 요소를 수업에 도입하면서 예비 교사 자신의 과학의 본성에 대한 이해가 제대로 되어 있지 않다고 느꼈으며, 이는 과학의 본성을 도입한 수업을 구상하는데 어려움으로 작용하여 과학의 본성 내용 지식의 중요성을 나타냈다(Schwartz & Lederman, 2002). 그럼에도 불구하고 예비교사들은 과학의 본성을 반영한 모의수업을 구성하고 조별논의를 거치면서 과학의 본성에 대한 내면화가 이루어졌다고 답하여 실질적인 수업에의 적용을 통해 과학의 본성 교수내용학적 지식을 갖출 수 있음을 나타냈다(Clough, 2006; Schwartz & Lederman, 2002).

#### 나. 예비 생물교사들이 생각하는 과학의 본성 교수 방법

과학의 본성을 포함하는 모의수업 경험 후 예비교사들이 제안한 과학의 본성 교수 방법으로는 강의, 실험 및 탐구활동, 과학사 그리고 현재 과학자의 활동이 있다(Figure 7). 첫째, 약 13%의 예비교사들이 과학의 본성 교수 방법으로 강의라고 답하였다. 예를 들어 S예비교사는 과학의 본성이 무엇인지에 대한 직접적인 설명을 한두 차시에 걸쳐 교사가 할 필요가 있다고 언급하였다. 이는 비맥락적(decontextualized) 과학의 본성 교수법을 의미하며, Clough(2006)는 특정한 과학의 본성 요소에 대해 학생들의 관심과 흥미를 이끌어 내는 중요한 역할을 한다고 주장한 바 있다.

과학의 본성이 정확히 무엇인지에 대해서 한두 차시동안에 그 의미를 설명해 주고 나서 그 다음 수업부터 [교과 내용 내에서 과학의 본성을] 적용할 수 있다고 생각한다. 교사는 학생들이 어느 정도 생각할 시간을 준 후에 그 수업에 적용되었던 과학의 본성에 대해서 설명을 하고 점차적으로 학생들이 과학의 본성에 대해서 알게 될 때 즈음에는 교사가 직접 알려주는 방식이 아니라 학생들이 스스로 오늘 학습한 내용과 과학의 본성을 연결시켜 보게 하면서 과학의 본성을 학습시킬 수 있다고 생각한다(S예비교사).

둘째, 약 39%의 예비교사들은 과학의 본성 교수 방법으로 실험 및 탐구활동을 제안하였다. 예를 들어, P예비교사는 실험이나 탐구 수업을 진행할 때 학생들이 ‘작은’ 과학자가 되어 실험방법을 구상하고 실험결과를 예상해보며 토의를 통해 의사소통의 기회를 가지므로써 과학의 본성을 이해할 수 있을 것이라 언급하였다. B예비교사 역시 실험 수업 후 데이터의 분석과 해석, 관찰과 유추의 차이점을 설명하고 이해할 수 있을 것이라 언급하였다. 예비교사들은 모의수업에서 탐구활동과 실험활동을 도입하고 그 과정에서 과학의 본성과 관련한 여러 요소들을 가르치는 방안을 제안하는 모습을 보였다.

실험재료를 통해 어떤 실험을 할지, 또한 실험 결과가 어떻게 나올지 예상해 보기 활동 등 교사의 적절한 발문을 통해 학생들의 열린 사고를 촉진시키며, 조별 토의를 통한 학생들 간의 의사소통, 또한 교사와 학생들 사이의 의사소통이 활발 하게 이루어지도록 해야 한다. 실험수업을 [진행할 때] 단순히 실험방법을 알려주고 그에 따른 실험만 한다면 실험수업을 하는 의의가 사라질 것이다. 실험 수업을 교사가 어떻게 진행하느냐에 따라 학생들이 실험 수업에 있어서 작은 과학자가 되어 능동적으로 참여하게 되고 과학의 본성에 대해서도 이해할 수 있게 될 것이다(P예비교사).

직접 수업에 과학의 본성을 적용시켜보니 과학의 본성 교수 방법은 생각보다 많이 있었다. 우선 실험수업 때 다른 반들과 실험결과도 비교해 보며 데이터의 분석, 해석, 축적을 해볼 수 있었고, 수업시연 때 하지는 않았지만 시각의 성립경로에 대해서 학생들과 생각해 보면서 관찰과 유추를 설명할 수 있을 것이다. 또한 다른 것처럼 실험을 어떻게 할지 기존의 자료를 토대로 창의적으로 [실험] 설계를 해볼 수 있다(B예비교사).

셋째, 약 42%의 예비교사들이 과학의 본성 교수 방법으로 과학사를 언급하였다. Clough(2006)는 과학사를 활용하는 것은 ‘매우 맥락적인(highly contextualized)’ 과학의 본성 교수법으로 학생들의 과학의 본성에 대한 이해를 향상시키는데 효과적인 교수법이라고 주장한 바 있다. 예를 들어, J예비교사는 과학사를 통해 특정한 과학연구가 진행되었던 시대적 배경과 과학적 이론의 변천에 대해 이해할 수 있다고 언급하였으며, O예비교사는 과학사를 활용하여 역할극을 하거나 과학사에서 찾을 수 있는 과학의 본성 요소를 분석해 보는 활동을 제안하였다.

과학사를 통해 그 시대 과학자들은 어떠한 시대적 배경 속에서 어떤 과학 연구를 진행했는지, 그 시대엔 어떠한 과학적 이론이 믿어졌는지 등 이야기 해주듯 스토리텔링처럼 과학사를 통해 과학적 지식과 과학의 본성을 알려줌으로써 학생들의 흥미는 물론 수업에 대한 집중도와 이해도 또한 높일 수 있다고 생각한다(J예비교사).

[중등학교] 생물시간에 활용할 수 있는 과학의 본성 교수 방법에는 과학사를 이용한 방법이 있다. 과학의 본성 요소들은 과학의 발전에 영향을 주는 요소들이라고 생각한다. 그런 요소들은 지금까지 과학사가 진행되어 오면서 정립된 것들이다. 그러므로 과학사 안에서 과학의 본성을 배울 수 있다고 생각한다. 과학사를 이용한 과학의 본성 교수 방법으로 과학사를 활용해 역할극을 하거나 그룹별로 과학사 안에 들어있는 과학의 본성을 조원들끼리 토론해보고 분석해 보는 시간을 갖는다면 좋을 거 같다(O예비교사).

넷째, 약 6%의 예비교사들이 현재 과학자의 활동을 통해 과학의 본성을 소개하는 방법을 언급하였다. 예를 들어, H예비교사와 C예비교사 모두 현재 이루어지고 있는 과학 활동이나 과학자의 연구를 소개하고 이를 통해 과학의 특성을 설명할 수 있다고 하였다(Clough, 2006).

[과학의 본성에 대한] 명시적인 언급이 없는 한 학생들은 과학의 본성에 대해 생각을 하지도 않을 것이다. 생물교사가 된다면 학기 초에 과학의 본성에 대해 학생들에게 소개하고 앞으로의 수업에서 조금씩 언급을 하여 학생들에게 친숙해 질 수 있도록 하여야 된다고 생각한다. 또한 현재 이루어지고 있는 과학 활동을 소개하는 자료를 준비한다면 학생들이 과학의 본성이 막연하고 추상적인 것이 아닌 지금 현재도 이루어지고 있는 현실적인 활동으로 인식 할 수 있을 것이다(H예비교사).

현재의 과학자들 또한 가설을 설정하고 가설이 이론이나 법칙으로 되기까지 수많은 시도와 실패를 하며, 이러한 과정을 통해서 과학이 발달하고 새로운 사실들이 밝혀지고 있음을 알 수 있다. 수업 시간에 다양한 탐구와 실험을 통해서 과학자들이 연구 하고 있음을 학생들에게 알려 줄 수 있다. 또한 [탐구나 실험] 활동 안에 다양한 과학적 본성이 녹아 있기 때문에 수업 시간 내에 과학의 특성을 학생들에게 가르쳐 줄 수 있을 것이다(C예비교사).

이들 예비교사들은 과학의 본성 교수 학습 방법으로 직접적인 강의식 설명을 통한 과학의 본성 교수 방법, 실험활동이나 탐구활동을 통한 과학의 본성 교수 방법, 과학사를 통한 과학의 본성 교수 방법, 그리고 과학자의 연구나 활동을 통한 과학의 본성 교수 방법을 언급하였다. 특히, 단지 13%의 예비교사들이 강의, 즉 비맥락적 과학의 본성 교수법을 제안한 반면, 약 87%의 학생들이 과학사, 현재 과학자의 활동, 그리고 실험 및 탐구활동을 통한 맥락적(contextualized) 과학의 본성 교수법(Clough, 2006)을 제안하는 모습을 보였다(Figure 7). 또한 예비교사들은 과학사를 활용한 역할극, 탐구활동에서의 가설 설정, 실험 방법 고안, 자료 해석, 토론 등의 활동 등 과학의 본성을 가르칠 수 있는 구체적 학습 활동을 제안하는 모습을 보였다.

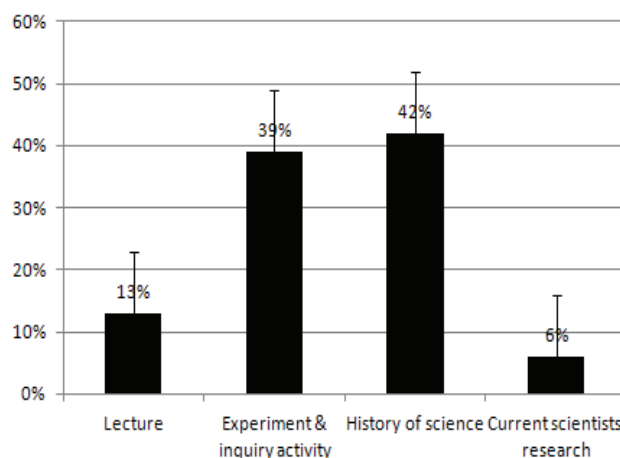


Figure 7. The preservice teachers' NOS teaching methods



다. 예비 생물교사들이 생각한 과학의 본성을 가르쳐야 하는 이유

과학의 본성 교수 실행을 위해 중요한 요소 중 하나가 교사들이 과학의 본성에 대한 이해를 중요한 교수학습 목표로 여기느냐는 것이다(Lederman, 1999). 본 연구에 참여한 대부분의 예비교사들은 과학의 본성 요소를 반영한 자신의 모의수업 및 동료들의 수업 참관을 통해 과학의 본성을 중요한 교수목표로 생각하고 있었다. 20명의 예비교사들 중 18명(90%)의 학생이 과학의 본성을 중등학교 과학 시간에 가르쳐야 한다고 답하였다. 과학의 본성을 가르쳐야 하는 이유에 대해 예비교사들은 과학에 대한 이해(39%), 과학에 대한 흥미(29%), 과학적 태도 및 과학적 사고(23%), 진로 및 직업에 대한 이해(3%)라고 답하였다(Figure 8).

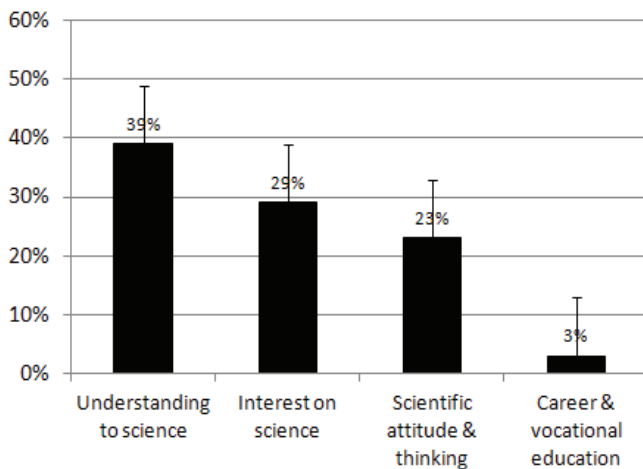


Figure 8. The preservice teachers' reasons to teach NOS

첫째, 약 39%의 예비교사들이 과학의 본성을 가르쳐야 하는 이유로 과학에 대한 이해를 언급하였다. 예를 들어 A예비교사는 과학이라는 학문의 본질은 과학의 본성을 통해 가르칠 수 있으며, C예비교사는 구체적으로 과학자의 활동과 역할, 과학이 사회에 미치는 영향 등에 대해 가르쳐야 한다고 말하였다.

현재 중등학교에는 과학을 어려워하는 학생들이 많다...그 이유는 학생들이 과학을 어렵게 느낀 것도 맞지만, 과학이라는 학문의 진정한 매력을 느끼지 못했기 때문이라고 생각한다. 무슨 학문이든지 그 학문의 본질을 깨닫는 것은 매우 중요하다. 과학도 마찬가지이다. 과학이라는 학문을 이해하기 위해서는 그 본질을 이해하는 것이 필요하고, 그것이 바로 과학의 본성이라고 생각한다(A예비교사).

교사는 과학의 본성 즉, 과학이 어떤 학문인지, 과학이 우리에게 어떤 영향을 미치고, 어떻게 작용하는지에 대해 가르쳐야 할 의무가 있고, 과학자가 하는 일은 무엇인지, 과학자가 사회 구성원으로서 어떤 역할을 하고 있으며, 과학자의 활동이 어떤 의미를 가지고 있는지에 대해서도 가르칠 필요가 있다고 생각한다(C예비교사).

둘째, 약 29%의 예비교사들이 과학의 본성을 교수학습에 도입하면 보다 흥미 있는 학습이 가능하다고 언급하였다. 예를 들어 K예비교사는 과학의 본성 요소를 통해 활동적인 수업이 가능하며 과학에 대한

흥미를 유발시킬 수 있다고 하였다. 또한 J예비교사는 과학시간에 과학자의 입장이 되어 보는 활동을 통해서 과학에 대한 흥미를 증가시킬 수 있다고 언급하였다.

과학의 본성이 포함되어 있으면 좀 더 활동적이고 흥미 있는 학습을 할 수 있을 것이라고 생각한다. 또한, 수업을 하다보면 자연스럽게 과학의 본성이 녹아 있는 경우도 있는데 이때 수업시간에 잠시 과학의 본성에 대하여 학생들에게 알려주면 학생들에게 과학에 대한 흥미도 부여할 수 있고 과학적 소양을 함양시켜줄 수 있다고 생각한다(K예비교사).

왜 생물은 암기과목이다 라는 생각을 하게 되었을까? 그에 대한 답은 과학의 본성에 대해서 잘 이해하지 못하고 주입식으로 교육을 받아왔기 때문이다. 과학이 무엇인지, 과학적 이론과 법칙이 어떤 방법과 절차를 통해서 형성되는지 등에 대한 과학의 본성을 이해해야 과학이라는 학문에 흥미를 가질 수 있고 이해할 수 있는 것이다. 과학의 본성을 가르침으로써 학생들로 하여금 생물에 대한 이해를 증진시킬 수 있고 직접 과학자의 입장이 되어보는 활동을 통해서 재미있는 생물 수업을 할 수 있을 것이다(J예비교사).

셋째, 23%의 예비교사들은 과학의 본성을 가르침으로써 과학적 태도 및 과학적 사고력을 함양할 수 있다고 언급하였다. 예를 들어, P예비교사는 여러 과학의 본성적 요소를 언급하면서 이를 교사가 직접 가르쳐 주지 않는다면 학생들이 스스로 깨닫기 어렵다고 하였으며, 과학의 본성을 수업에 도입함으로써 과학적 사고방식과 태도를 함양할 수 있다고 하였다. 또한 J예비교사는 자연현상에 대해 탐구하여 과학 지식을 얻고 과학적인 탐구방법을 통해 궁극적으로 과학적 태도를 함양할 수 있다고 언급하였다. 과학적 사고방식과 태도를 함양함으로써 사회·과학적 문제를 이해할 수 있을 뿐 아니라 이와 관련된 합리적 의사결정 능력을 함양할 수 있다(Sandoval, 2005).

실험 방법이나 가설 설정, 실험 결과 해석 등에서 사용되는 창의성, 과학적 지식이 과학자들의 합의로 형성되기도 한다는 과학적 합의, 과학적 지식이 형성되는 과정에서 사회나 문화의 영향을 받게 된다는 사회·문화 의존성, 현상을 관찰하는 데에 있어서 과학자 자신이 믿는 이론에 따라서 다르게 관찰한다고 하는 과학의 이론의존성 등의 경우에는 매우 중요한 요소임에도 불구하고 교사가 직접 가르쳐주지 않을 경우 학생 스스로는 생각해 낼 수 없는 요소이다. 이러한 과학적 본성의 내용을 수업에 넣음으로써 학생들에게 과학적 사고방식을 갖추게 할 수 있을 뿐만 아니라 학생들의 논리적 사고방식을 길러줄 수 있다(P예비교사).

생물 즉, 과학이라는 학문이 타교과와 다른 특별한 성격을 가지고 있다고 생각하는데 그건 바로 자연 현상을 대상으로 이야기한다는 점이다. 생물의 대상은 자연 현상이고 그것을 탐구함으로써 과학적 지식을 얻고 과학적인 탐구방법을 배우게 되며, 또한 그 과정에서 과학적인 태도를 함양할 수 있다고 생각한다. 중등학교 학생들에게 과학적 지식, 개념을 가르치는 것도 중요하지만 학생들이 과학적인 태도를 함양하는 것이 과학을 배우는 궁극적인 목표라고 생각한다(J예비교사).

넷째, 약 3%의 교사들은 과학의 본성을 학습하는 함으로써 학생들이 과학에 대한 진로나 직업을 탐색하는데 도움이 된다고 언급하였다.

예를 들어, H예비교사는 과학의 본성을 가르침으로써 과학에 관심이 있는 학생들에게 과학을 홍보하는데 도움이 된다고 하였다. 또한 L예비교사는 과학의 본성을 학습함으로써 과학자가 되고 싶은 학생들에게 과학에 대해 더 깊이 생각해 보는 계기를 마련해 준다고 하였다.

학교에서 과학의 본성을 가르치는 것은 학생들이 과학에 대한 관심을 더 쉽게 가질 수 있는 요인이 될 수 있으며, 과학에 적성을 가지고 있는 학생들에게 교사가 과학을 홍보하기 위한 아주 훌륭한 요소이다. 또한 과학에 꿈이 있는 학생들에게 과학의 본성을 가르쳐 주지 않는다면 과학에 대한 오개념을 가지고 있는 채로 과학의 길을 가게 될 것이다. 물론 과학을 쫓다보면 과학의 본성도 자연스럽게 알게 되겠지만 깨달음의 시간이 오래 걸릴 수 있다. 또한 과학이란 자칫 딱딱하고 외워야 하는 학문이라고 생각하는 학생들이 적지 않게 존재 하는데 이러한 학생들에게 과학의 본성을 가르쳐 과학의 역동성을 보여 준다면 유연하게 과학을 받아들일 수 있을 것이다(H예비교사).

요즘 10대들을 보면 과학자를 꿈꾸는 학생들이 드문데 이처럼 과학의 본성을 통해서 과학이란 학문에 대해서 생각해 보고 빠져들면서 장래에 자신의 직업과 관련하여 생각해 볼 수 있다. 또 과학이 왜 필요한지에 대해서도 생각해 본다면, 학생들에게 기존의 과학보다 유익한 의미 있는 학문이 될 것 같다(L예비교사).

예비교사들은 중등학교 과학시간에 과학의 본성에 대한 학습을 통해 과학의 본질에 대한 이해가 가능하며, 다양한 과학자적 활동을 통해 과학에 대한 흥미를 고취시킬 수 있다고 하였다. 뿐만 아니라 과학의 본성을 학습함으로써 과학 지식의 습득뿐만 아니라 과학적 태도 및 과학적 사고를 함양하고 과학과 관련한 진로 및 직업을 선택 하는데 도움을 준다고 하였다(DeBore, 2000; Driver *et al.*, 1996). Driver *et al.*(1996)은 과학의 본성을 가르침으로써 과학에 대해 이해할 수 있을 뿐만 아니라 사회·과학적 문제를 이해하고 의사결정 과정에 참여할 수 있다고 하였으며, 과학의 본성을 이해하는 것은 과학적 소양의 필수 요소 중의 하나라고 주장한 바 있다.

#### IV. 결론 및 제언

본 연구는 예비 생물교사들이 사범대학의 <교과교육론>과 <교재 연구 및 지도법> 과목을 통해 과학의 본성을 반영한 교수학습 과정안 작성 및 모의수업의 기회를 제공하고, 중등학교 생물과의 교수 맥락 내에서 예비 생물교사들의 과학의 본성 교수내용학적 지식의 구축 과정을 살펴보았다. 예비교사들은 <교과교육론> 과목 후 과학의 본성 및 과학의 본성 교수에 대한 이해도가 향상되었으며, 모의수업의 경험 후에도 이들 두 가지 중속변인에 대한 이해도를 유지하고 있음을 나타냈다.

본 연구에서 예비교사들은 과학의 본성에 대한 이해를 구축한 후 생물교과 내에서 과학의 본성 교수학습 활동을 구성해 보고, 과학의 본성 교수 실행의 기회를 경험하였다. 이때 과학내용, 탐구활동, 과학사를 활용한 다양한 맥락 내에서 과학의 본성 교수를 계획하고 실행하였다(Figure 9). 예비교사들은 과학의 본성을 교수학습 목표로 도입하여 교수학습 과정안을 구성하고 모의수업을 경험해 보는 과정에서 중등학교 생물 교과 내용의 맥락 내에서 과학의 본성을 내면화하는

과정을 거쳤다. 예비교사들은 과학 지식의 가변성, 과학 지식의 발달에 있어서 창의적 측면, 사회적 협의의 역할, 이론 의존적 탐구, 사회·문화적 영향 등의 다양한 과학의 본성 요소들을 수업 상황에 도입하고 이에 대한 교수학습 활동을 고안하였다. 또한 예비교사들은 각 단원이나 교과와 내용에 적합한 과학의 본성 요소를 찾고 수업의 흐름에 맞게 도입하는 방안에 대해 고민하는 모습을 보였다.

이러한 과정에서 예비교사 스스로 자신의 과학의 본성에 대한 이해도를 점검할 수 있는 기회가 되었을 뿐만 아니라, 모의수업을 준비하는 과정에서 과학의 본성을 수업에 도입하는데 어려움을 경험해 봄으로써 과학의 본성 교수 실행에 대한 실질적인 교수지식을 쌓아가는 과정이 되었다. 예비교사들은 과학의 본성 요소를 수업의 흐름에 맞게 도입하고, 수업 주제에 맞는 과학의 본성 요소 선정이 필요함을 언급하였다. 또한 교사들의 과학의 본성에 대한 이해 정도가 교수학습 상황에 반영되기 위해서는 중등학교에서 활용 가능한 다양한 과학의 본성 관련 자료와 활동의 개발이 필요함을 제시하였다. 예비교사들은 과학의 본성을 반영한 모의수업의 기회를 통해 학교현장에서 과학의 본성을 교수학습 상황에 도입하는데 필요한 통합적 과정을 경험할 수 있었다.

또한 예비교사들은 과학의 본성을 반영한 모의수업 후 반성적 일지에서 과학의 본성 교수학습 방법으로 탐구 및 실험 활동과 과학사의 활용, 그리고 현재 과학자의 활동을 제안하여, 실제로 과학의 본성을 반영한 교수학습 과정안을 고안하고 이를 모의수업을 통해 실행하는 과정을 통해 예비교사 스스로 과학의 본성 교수학습에 관한 다양한 방법을 구축하는데 도움이 되었음을 나타냈다. 특히, 약 90%의 예비교사들은 중등학교에서 과학의 본성 교수가 필요하며 과학의 본성을 수업에 도입함으로써 학생들이 과학에 대해 보다 더 잘 이해하고 과학에 대한 흥미 및 과학적 태도를 향상시키는데 효과적일 뿐만 아니라 과학에 대한 진로나 직업 탐색에 도움을 줄 수 있다고 하였다. 여러 연구에서 교사들이 과학의 본성에 대해 이해하고 있더라도 실제로 과학의 본성 교수학습 상황에는 반영되지 못하고 있다고 한 점에 비추어 본다면, 교과교육론에서 명시적으로 학습한 과학의 본성을 모의수업까지 연결시키는 기회를 제공함으로써 본 연구에 참여한 예비교사들이 과학의 본성 교수의 필요성을 인식하는데 도움이 되었음을 의미한다.

예비교사들은 생물 교과 맥락 내에서 과학의 본성을 반영한 교수 실행 후, 과학의 본성에 대한 이해뿐만 아니라 중등학교 생물교과

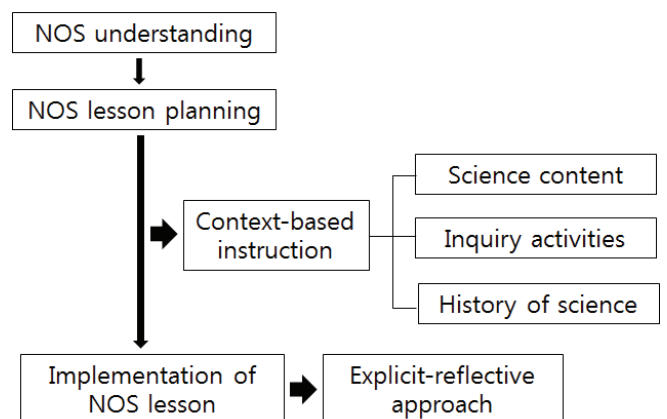


Figure 9. NOS teaching strategies for the preservice biology teachers

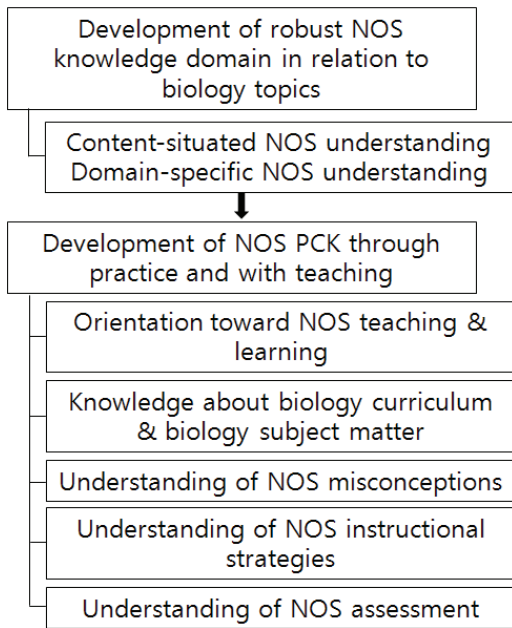


Figure 10. Construction of the preservice biology teachers' NOS pedagogical content knowledge

및 내용 내에서 과학의 본성에 대해 이해할 수 있었다. 또한, 예비교사들은 과학의 본성 교수 전략에 대한 지식을 습득하고, 학생들의 과학의 본성에 대한 오개념 및 과학의 본성 학습 목표의 평가에 대해 이해할 뿐만 아니라 과학의 본성 요소를 중등학교 생물 수업에 도입할 때 어려웠던 점, 과학의 본성 교수의 필요성, 그리고 어떤 교수법이 효과적인지 제안하는 모습을 보여 예비교사 스스로 과학의 본성 교수 내용학적 지식을 구축해 나가고 있음을 보여주었다(Figure 10). 교사 교육 과정에서 예비교사들이 과학의 본성에 대한 이해도를 바탕으로 과학의 본성 교수학습 방법을 고민해 보고 실행해 보는 기회가 반복적으로 주어지고 현장에서 이를 적용할 다양한 기회가 제공된다면 과학의 본성 교수 실행 능력에 향상이 있을 것으로 기대된다.

**국문요약**

본 논문은 예비 생물교사들을 대상으로 약 9개월에 걸친 연구기간 동안 예비 생물교사의 과학의 본성과 과학의 본성 교수에 대한 태도의 변화, 과학의 본성 교수 계획 및 실행 과정, 과학의 본성 교수에 대한 신념 및 과학의 본성 교수 전략 등의 과학의 본성 교수내용학적 지식의 형성에 대해 살펴보았다. 예비 생물교사들은 3학년 1학기 <교과교육론>과목을 통해 과학이란 어떤 학문인지, 과학 지식이 어떻게 형성되는지 과학의 본성에 대해 명시적으로 토론하고 반성하는 기회를 가졌다. 뿐만 아니라 과학사의 에피소드를 통해 과학의 본성 요소를 찾아보는 과정을 거쳤으며, 과학의 본성에 대한 이해를 바탕으로 과학의 본성 학습목표를 도입한 교수학습 과정안을 구성하였다. 예비교사들은 과학 지식의 가변성, 과학 지식의 발달에 있어서 창의적 측면, 사회적 협의의 역할, 과학의 이론의존적 탐구, 과학 지식의 발달에 있어서 사회·문화적 영향 등을 과학의 본성 교수학습 목표로 도입하여 교수학습 과정안을 구성하고 수업에 이를 반영하였다. 또한 3학년 2학기 <교재연구 및 지도법>과목을 통해 과학의 본성 요소를 도입한 모의수업의 경험을 가졌다. 연구결과, <교과교육론> 과목에서

예비교사들은 과학의 본성과 과학의 본성 교수에 대한 관점에 향상을 나타냈으며, <교재연구 및 지도법>과목 후에는 두 요소에 대한 이해도를 지속적으로 유지하고 있음을 나타냈다. 또한 예비교사들은 모의 수업 후 적은 반성적 일지에서 과학의 본성 요소를 중등학교 생물 수업에 도입할 때 어려웠던 점, 과학의 본성 교수의 필요성, 그리고 어떤 교수법이 효과적인지 제안하는 모습을 보여 예비교사 스스로 과학의 본성 교수내용학적 지식을 구축해나가고 있음을 보여주었다.

**주제어 :** 과학의 본성, 예비 교사, 생물, 교수내용학적 지식

**References**

American Association for the Advancement of Science (AAAS). (1990). *Science for all Americans*. New York: Oxford University Press.

American Association for the Advancement of Science (AAAS). (1993). *Benchmarks for scientific literacy*. New York: Oxford University Press.

Abd-El-Khalick, F. (2013). Teaching with and about nature of science, and science teacher knowledge domains. *Science & Education*, 22(9), 2087-2017.

Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L., & Lederman, N. G. (1998). The nature of science and instructional practice: Making the unnatural natural. *Science Education*, 82, 417-436.

Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N. G. (2000). Improving science teachers' conceptions of the nature of science: A critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, 22, 665-701.

Akerson, V. L., Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N. G. (2000). Influence of a reflective explicit activity based approach on elementary teachers' conceptions of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(4), 295-317.

Bell, R. L., Lederman, N. G., & Abd-El-Khalick, F. (2000). Developing and acting upon one's conception of the nature of science: A follow-up study. *Journal of Research in Science Teaching*, 37, 536-581.

Brickhouse, N. W. (1989). The teaching of the philosophy of science in secondary classrooms: Case studies of teachers' personal theories. *International Journal of Science Education*, 11(4), 437-449.

Brush, S. G. (1989). History of science and science education. *Interchange*, 20(1), 60-71.

Carey, R. L. & Strauss, N. G. (1968). An analysis of the understanding of the nature of science by prospective secondary science teachers. *Science Education*, 52(4), 358-363.

Chen, S. (2006). Development of an instrument to assess views on nature of science and attitudes toward teaching science. *Science Education*, 90(5), 803.

Clough, M. P. (2006). Learners' responses to the demands of conceptual change: Considerations for effective nature of science instruction. *Science Education*, 15, 463-494.

DeBore, G. E. (2000). Scientific literacy: Another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 37, 582-601.

Driver, R., Leach, J., & Millar, R. (1996). *Young people's images of science*. McGraw-Hill Education (UK).

Khishfe, R. & Abd-El-Khalick, F. (2002). Influence of explicit and reflective versus implicit inquiry oriented instruction on sixth graders' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(7), 551-578.

Kim, J., Jeon, E., & Paik, S. (2007). The analysis of the nature of science views of science textbook, science teacher and high school students. *Journal of The Korean Association for Science Education*, 27(9), 809-817.

Kim, S. Y. (2010). Exploring preservice science teachers' views of the nature of science: Biology vs. non-biology teachers. *Journal of The Korean Association for Science Education*, 30(2), 206-217.

Kim, S. Y. (2015). The characteristics of preservice biology teachers' NOS

- teaching practices in the simulated teaching. *Biology Education*, 43(3), 228-239.
- Lederman, N. G. (1992). Students' and teachers' conceptions of the nature of science: A review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, 20(4), 331-359.
- Lederman, N. G. (1999). Teachers' understanding of the nature of science and classroom practice: Factors that facilitate or impede the relationship. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(8), 916-929.
- Matkins, J. J., & Bell, R. L. (2007). Awakening the scientist inside: Global climate change and the nature of science in an elementary science methods course. *Journal of Science Teacher Education*, 18, 137-163.
- Matthews, M. R. (1994). *Science teaching: The role of history and philosophy of science*. New York: Routledge.
- McComas, W. F. (1998). The principal elements of the nature of science: Dispelling the myths. In W. F. McComas(Ed.), *The nature of science in science education* (pp. 53-70). Norwell, MA: Kluwer Academic Publishers.
- McComas, W. F. Clough, M. P., & Almazroa, H. (1998). The role and character of nature of science in science education. *Science & Education*, 7(6), 511-532.
- National Research Council (1996). *National science education standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- Ryder, J., Leach, J., & Driver, R. (1999). Undergraduate science students' images of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(2), 201-220.
- Sandoval, W. A. (2005). Understanding students' practical epistemologies and their influence on leaning through inquiry. *Science Education*, 89, 634-656.
- Schwartz, R. S., & Lederman, N. G. (2002). "It's the nature of the beast": The influence of knowledge and intentions on learning and teaching nature of science. *Journal of Research in science teaching*, 39(3), 205-236.
- Simmons, P. E., Emory, A., Carter, T., Coker, T., Finnegan, B., Crockett, D., Richardson, L., Yager, R., Craven, J., & Tillotson, J. (1999). *Beginning teachers: beliefs and classroom actions*. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(8), 930-954.
- Strauss, A., & Corbin, J. (1990). *Basic of qualitative research. Basic of qualitative research*. New Deli: Sage Publications.
- Van Driel, J. H., Verloop, N., & de Vos, W. (1998). Developing science teachers' pedagogical content knowledge. *Journal of research in Science Teaching*, 35(6), 673-695.
- Vesterinen, V., & Aksela, M. (2012). Design of chemistry teacher education course on nature of science. *Science & Education*, Published online 2012.