

## 초등학생들의 과학의 본성에 대한 명시적 교수 효과 분석

김지나 · 김선경<sup>1</sup> · 김동욱<sup>2</sup> · 김현경<sup>3</sup> · 백성혜<sup>4</sup>

(광주과학고등학교) · (서울 태장초등학교)<sup>1</sup> · (대구교육대학교)<sup>2</sup> · (한국교육과정평가원)<sup>3</sup> · (한국교원대학교)<sup>4</sup>

## Analysis of Explicitly Instructional Effects about Nature of Science of Elementary School Students

Kim, Ji-Na · Kim, Sun-Kyoung<sup>1</sup> · Kim, Dong-Uk<sup>2</sup> · Kim, Hyun-Kyung<sup>3</sup> · Paik, Seung-Hey<sup>4</sup>

(Kwang-Ju Science High School) · (Seoul Taejang Elementary School)<sup>1</sup> · (Daegu University of Education)<sup>2</sup> · (Korea Institute for Curriculum and Evaluation)<sup>3</sup> · (Korea National University of Education)<sup>4</sup>

### ABSTRACT

This study focused on explicitly instructional effects about NOS(Nature of Science) of sixth grade students. Participants were 28 sixth grade students. Data sources included classroom observations of the explicit NOS science lessons, questionnaire, and interviews. 5 students among the participants were selected for the interviews. Data were analyzed for finding the changes of students' thoughts. Before the instruction, the majority of participants held naive views of NOS, but after the instruction, the majority of participants held informed views of NOS. Developing informed conception of NOS within curriculum is necessary to growth of science education.

**Key words** : Nature of Science, NOS, elementary students, explicitly instruction, science education

### I. 서 론

우리나라의 현행 제7차 과학교육 과정의 국민 공통 기본 교육 과정은 국민의 기본적인 과학적 소양을 기르기 위함이며(교육부, 1998), 2007년도 개정 고시된 과학과 교육 과정의 과학의 목표도 궁극적으로는 과학적 소양을 기르는데 있다(교육인적자원부, 2007). 이렇게 과학적 소양을 지닌 시민을 양성하기 위한 것이 과학 교육의 목적인데, 이러한 과학적 소양을 기르기 위한 방법의 일환으로 과학의 본성에 대한 올바른 이해가 중요(National Research Council, 1996)하게 인식되고 있다.

과학과 과학 지식은 궁극적 물질이나 보편 법칙과 같은 실재의 존재와 그 양식에 관한 기본적인 견지에 따라서 다르게 이해될 수 있다. 따라서 과학 교육 현장에서 과학 지식의 논리적인 구조와 개념

체계를 가르치는 것도 중요하지만, 과학 지식에 대한 기본 관점과 그것의 변천에 따라 과학 지식이 형성되고 변화되는 배경 및 과정에 대한 학습 지도 또한 매우 중요하다(조희형과 박승재, 1994). 만약 과학의 본성에 대한 올바른 이해가 없다면 학생들은 과학을 자신들과 동떨어진 과학자들만의 활동이나 결과로 인식하게 되거나, 단순한 만들기나 공작 활동을 과학이라고 잘못 오인할 수도 있다. 이렇게 잘못된 오해에서 비롯된 과학 지식들은 학생들의 일상생활 경험과 연결되어 올바르게 정착될 수 없을 것이며, 학생들에게 과학은 단지 암기하여야 할 절차 또는 지식 위주의 과목으로 여겨질 수밖에 없다. 반면, 학생들에게 과학이 자연 현상을 이해하고 설명하려는 노력으로 비춰진다면, 과학을 학습할 때 영향을 줄 뿐만 아니라 일상생활에서도 문제를 해결할 때 비슷한 과정을 시도하려고 노력할

이 연구는 2007년도 한국학술진흥재단 기초연구지원사업(과제번호 B00605)의 지원으로 수행되었음.

2008.5.6(접수), 2008.5.23(1심 통과), 2008.6.18(최종 통과)

E-mail: shpaik@knue.ac.kr(백성혜)

것이다. 따라서 학생들이 생활 속에서 겪게 될 다양한 사회적 문제들에 대해 합리적인 의사 결정을 내리는 데 필요한 지식, 기술, 태도 등을 함양하기 위해서는 과학의 본성에 대해 이해하는 것이 필수적이다(Meichtry, 1992). 그럼에도 불구하고 중학생들을 대상으로 한 연구(강석진 등, 2004; 김경순 등, 2008)와 초등학생들을 대상으로 한 연구(노태희 등, 2002)에서 학생들이 대부분 현대의 인식론적 관점을 가지지 못한 것으로 조사되었으며, 김준예 등(2008)은 과학의 본성에 대한 중요성이 부각되면서 7차 교육 과정의 10학년에 처음으로 도입된 단원 또한 과학의 본성에 대한 관점을 형성하기에 부족하다고 보고하였다. 더구나 교사들도 과학의 본성에 대해 가지고 있는 관점을 제대로 반영하지 못하고, 단순히 교과서의 내용을 그대로 전달하는 수업을 하고 있는 것으로 나타났다. 백성혜(2006)도 일반적으로 과학 교과서나 수업 과정이 주요 과학 개념 전달에 치중하기 때문에 과학 지식이나 과학 이론의 형성 과정을 소홀히 한다고 지적하고 있다.

과학의 본성을 학생들에게 교육함에 있어서 두 가지 고려해야 할 점이 있는데, 그 중 첫 번째는 과학의 본성을 ‘교육하는 방법’이다. 즉, 교육 내용에 스며들어 있는 과학의 본성을 자연스럽게 터득하도록 하는 함축적인 방법을 사용할 것인지, 아니면 과학의 본성의 관점을 명백한 설명을 통해 교육하는 명시적 방법을 사용할 것인지를 결정하는 것이다. 함축적인 방법은 과학의 본성에 대한 현대적인 관점이 직접적으로 제시되지 않고, 학습 과정에서 과학의 본성에 대해 생각해 볼 기회가 제공되지 않기 때문에(김경순 등, 2008) 과학의 본성에 대해 적절한 관점을 갖도록 하는 데 효과가 크지 않다(Meichtry, 1992). 반면, 명시적 방법은 과학의 본성을 교육하는데 긍정적인 효과를 나타낸다는 연구 결과들(김경순 등, 2008; Abd-El-Khalick & Lederman, 2000; Khishfe & Abd-El-Khalick, 2002)이 보고되었다. 명시적인 교수법은 설교적인 수업과 같은 뜻이 아니라, 오히려 과학의 본성의 중요한 부분을 강조하고 설명하는 것이며, 미리 계획한 활동을 통하여 학생들로 하여금 반성적인 사고를 하게 하여 과학의 본성에 대해 깨닫도록 하는 것을 강조한다. 과학의 본성을 교육할 때 고려해야 할 두 번째는 교육함에 있어서의 ‘접근 방법’이다. 즉, 과학 수업 내에 자연스럽게 녹아들어 있는 과학의 본성을 가르치는 통

합적 접근법을 사용할 것인지, 아니면 교과 내용과의 의도적으로 관계를 짓지 않고 과학의 본성을 가르치는 비통합적 접근법을 사용할 것인지를 결정하는 것이다. 이 두 방법들에 대해서는 다양한 의견이 있다. Klofer와 Cooley(1963), Solomon 등(1992)은 통합적 접근법을 이용해 연구한 결과, 과학의 본성에 대한 학습에 있어서 향상을 보였다고 보고했으며, Durkee(1974) 및 Khishfe와 Lederman(2006)은 비통합적 접근법을 이용해 연구한 결과, 수업 내용에 포함된 것과는 상관없이 과학의 본성 관점에 향상을 보였다고 보고하였다. 즉, 통합적 접근법과 비통합적 접근법 모두 과학의 본성을 교육할 때 긍정적인 효과를 보였다.

지금까지 과학의 본성에 대한 연구는 대부분 현재 지니고 있는 과학의 본성과 관련된 견해에 대한 것이었다. 그 대상도 중고등학생(김경대 등, 2006; 김준예 등, 2008; 문성숙과 권재술, 2006; 반은기 등, 2000; Boujaoude, 1996; Lin *et al.*, 2004; Meichtry, 1992)과 교사(김준예 등, 2008; 이경민, 2006; Behnke, 1961; Brikhouse, 1990; Carey & Stauss, 1968; Duschl, 1990; Gallagher, 1991; Lederman & Zeidler, 1987)에 대한 연구가 대부분이다. 더욱이 초등학생을 대상으로 한 연구는 적으며, 초등학생을 대상으로 실제 수업에서 이것을 가르치기 위한 방법이나 교수 전략을 연구한 경우도 많지 않다. 초등학교는 학생들이 형식적인 학교 과학교육을 처음으로 접하게 되는 시기로, 학생들은 학교 과학을 통해 주변의 세상에 대해 다양한 이해를 획득할 뿐 아니라 과학이나 과학 지식에 대해 나름대로의 관점을 형성하기 시작할 가능성이 높으므로(노태희 등, 2002), 초등학생들을 대상으로 과학의 본성에 대한 학생들의 선개념을 이해하고, 이를 효과적으로 가르치기 위한 전략들에 대한 연구가 이루어져야 할 필요가 있다.

이상의 선행 연구 결과를 토대로 본 연구에서는 초등학생들을 대상으로 과학의 본성에 대한 내용을 명시적 방법을 이용하여 통합적 접근법과 비통합적 접근법을 적절히 사용한 교수 전략을 세우고 직접 수업에 투입해 봄으로써, 초등학생들의 과학의 본성에 대한 인식의 변화를 알아보고자 한다.

이 연구를 통해 규명하고자 하는 연구 문제는 다음과 같다.

- (1) 초등학교 학생들에게 명시적 방법으로 과학의 본성 가르쳤을 때 교수 효과는 어떠한가?

(2) 수업 전과 후 초등학생들의 과학의 본성의 각 영역들에 대한 인식은 어떻게 변화하였는가?

## II. 연구 방법

### 1. 연구 대상

이 연구는 서울시 소재 공립 초등학교 6학년 1개 학급 28명을 대상으로 선정하였다. 연구 대상 학생들은 중산층 가정의 학생들로 대부분 주변의 아파트에 거주하고, 부모들의 경제적, 사회적 지위 등도 큰 차이가 없었다. 보다 심층적인 자료 수집을 위해 28명 중 5명을 선정하여 심층 면담을 실시하였다. 심층 면담 대상자는 임의 선정을 원칙으로 하나, 초등학생들의 표현력과 장시간 이루어지는 심층 면담의 특성을 고려하여, 어느 정도 자신의 생각과 의견을 자유롭게 표현할 수 있고, 학업 성적이 중간 이상 되는 아이들로 담임 선생님과 상의하여 결정하였다.

### 2. 자료 수집 및 분석

#### 1) 선다형 질문지

노태희 등(2002)은 초등학교 6학년 학생들을 대상으로 우리나라 교육 현실에 맞는 질문지를 개발하였다. 이 연구의 대상도 초등학교 6학년으로 동일하므로, 이 학생들의 과학의 본성에 대한 관점을 조사하기 위하여 노태희 등(2002)이 개발한 선다형 검사지의 질문들 중 과학의 목적, 과학 이론의 정의, 과학 이론의 잠정성, 창조와 상상의 산물로서 과학 이론의 성질 등에 대한 내용에 대해 학생들의 관점을 알아보았다.

#### 2) 개방형 질문지

개방형 질문지는 Khishfe와 Lederman(2005)의 연구에서 사용되었던 질문지를 번역하고 우리나라 초등학교 학생들에게 맞게 수정하였다. 수정한 질문지는 교육 전문가 2인과 초등교사 3인으로부터 안면 타당도를 검증받았다. 또한, 5학년 학생 2명과 6학년 학생 1명을 대상으로 예비 테스트를 다시 실시하였으며, 이 과정에서 초등학생이 이해하기 어려운 용어는 쉬운 용어로 대체하였다. 이 질문지를 통해 과학 지식의 잠정성, 지구 내부 모형에 대한

관점, 공룡의 모습과 멸종 이유에 대한 다양한 설명의 관점, 연구에서 상상과 창의력의 역할, 분류의 임의성 등을 통해 학생들의 과학의 본성에 대한 관점을 알아보았다.

개방형 질문지는 학생들이 자유롭게 그들의 생각을 기술할 수 있게 되어 있으므로, 면담을 위한 기초 자료로 사용하였다.

#### 3) 심층 면담

심층 면담을 통해 학생들의 과학의 본성에 대한 관점을 보다 명료하게 분석하고자 하였다. 이를 위하여 선정한 5명의 학생들에게 개방형 질문지의 결과를 토대로 반 구조화된 면담을 실시하여 이들의 생각을 알아보았다. 면담은 한 학생당 30~40분 정도 소요되었으며, 면담 내용은 전사를 위하여 모두 녹음되었다.

과학의 본성에 대한 관점을 영역별로 나누는 일은 선행 연구(노태희 등, 1997; 노태희 등, 2002; Akerson & Hanuscin, 2007; Akerson & Volrich, 2006; Carey et al., 1989; Grosslight et al., 1991; Lederman & O'Malley, 1990; Lucas & Roth, 1996; Newton & Newton, 1992; Ryan & Aikenhead, 1992; Solomon et al., 1992; Solomon et al., 1996; Stein & McRobbie, 1997)마다 다양하다. 과학의 본성이라는 것 자체가 철학적인 사고 과정의 하나다 보니, 연구 대상에 따라 혹은 사회 문화적 배경에 따라 다르게 분류되기 때문이다. 그리고 그 분류 과정 자체가 연구 결과의 큰 핵을 차지하게 된다. 주로 학생들을 대상으로 연구한 선행 연구에서 살펴보면 과학의 본성 영역을 구분하는데, 학생들이 이해하는 핵심 문장을 키워드로 분류하였다.

이 연구에서는 심층 면담 자료에 포함된 과학의 본성에 대한 학생들의 관점을 분석하기 위하여 Akerson과 Volrich(2006)의 연구, Akerson과 Hanuscin(2007)의 연구 등에서 사용한 초보적 관점과 세련된 관점의 분류틀을 사용하였다(표 1).

또한, Akerson과 Volrich(2006)의 연구, Akerson과 Hanuscin(2007)의 연구에서 분류한 세련된 관점들 뿐만 아니라 노태희 등(2002)과 김경순 등(2008)의 연구에서 분류한 현대적 견해 등을 참고로 하여 이 연구의 세련된 관점을 정의하였으며, 인간 중심적 견해나 경험주의, 실증주의적 관점 등은 초보적 관점으로 정의하였다.

표 1. 과학의 본성에 대한 학생들의 관점 분석들

선행 연구	NOS 관점	초보적 관점	세련된 관점
		- 과학은 실행하는 것이다. - 과학자들은 점점 더 똑똑해진다. - 세상은 변한다.	- 과학자들의 신념(minds)은 변한다. - 과학자들은 새로운 증거를 구하려 한다.
Akerson & Volrich (2006)	상상과 이미지	- 상상은 실체가 아니다. - 과학자들은 발명을 상상한다. - 과학자들은 사람들을 위해 창조한다.	- 과학자들은 아이디어를 창조한다.
	관찰과 추리	- 보이는 것이 믿는 것이다. - 무응답	- 과학자들은 증거를 사용한다.
Akerson & Hanuscin (2007)	영역 따로 구분 안함	- 과학 지식은 관찰 사실에 기반을 둔다. - 과학은 사실(Facts)에 대한 데이터만을 다룬다. - 과학 지식은 진실이다. - 가설은 법칙이 된다. - 과학 지식은 실험을 통해서만 개발된다.	- 과학은 창조와 이미지를 포함한다. - 선입견은 과학 지식의 개발에서 고유의 것이다. - 과학 지식은 영속적인 것과 임시적인 성질을 둘 다 가졌다. - 대부분의 과학 지식은 직접적인 관찰에 기반을 두기 보다는 추리를 한다.

과학의 본성에 관련된 연구를 진행하는 5명의 전문가들이 면담 자료를 개별적으로 두 유형으로 분석한 뒤, 그 결과를 놓고 협의를 통하여 관점의 분류 기준을 조정하고, 분석 시각의 일치도를 높이는 과정을 거쳤다. 최종 분석 결과는 5명의 연구자들 중 80% 이상이 일치하는 의견을 과학의 본성에 대한 자료로 채택함으로써, 분석 결과의 신뢰성을 높이고자 하였다. 이때, 학생들에게는 과학의 잠정성과 같은 낱말이 어려울 수 있으므로, ‘잠정성’이라는 낱말 대신 ‘과학자들의 신념은 변한다.’와 같은 문장을 사용하였을 경우 과학의 본성에 대한 영역 중 잠정성 영역에 대한 세련된 관점으로 분석하

였다. 우리나라 초등학교 교육과정(교육부, 1998)에서는 입자 모델이나 가설, 법칙, 이론 등은 다루지 않기 때문에 이 연구에서는 이에 관련된 관점은 분류하지 않았으며, 선행 연구에서 ‘과학 이론’이라고 언급한 내용은 초등학교 수준의 수준에 맞추어 ‘과학 지식’으로 수정하여 진술하였다. 최종적으로 과학의 본성의 영역으로 학생들의 세련된 관점을 분석한 기준을 표 2에 제시하였다.

#### 4) 수업 단원의 선정 및 수업 전략

과학의 본성을 가르치기 위해서 선정된 단원은 <주변의 생물>이다. 동물과 식물은 초등학교 학생들이 흥미 있어 하는 대상이기도 하고, 과학의 본성을 깨닫게 하는데 적당한 소재로 통합적 지도가 가능하다고 판단하였기 때문이다. 이 연구에서는 과학의 본성을 교육 내용에 통합하여 가르치는 것과, 교육내용과는 상관없이 비통합적인 방법으로 가르친 것 사이에 의미 있는 차이가 없다는 연구 결과(Khishfe & Lederman, 2006)를 고려하여, 통합적인 방법과 비통합적인 방법을 적절히 혼합하여 수업 내용을 구성하였다. 수업은 연구자 중 한 명이 진행하는 방식을 취하였으며, 명시적 방법으로 각 수업 차시에서 목표한 과학의 본성을 수업 중에 교사가 명확하게 언급하도록 내용을 구성하였다. 차시마다 다른 학습의 주제와 과학의 본성에 대한 영역을 표 3에 제시하였다.

표 2. 과학의 본성에 대한 세련된 관점

분류	세련된 관점
과학의 목적	과학자들은 자연 현상을 탐구하여 그 현상이 일어나는 과정과 이유를 설명한다.
과학 지식의 정의	과학 지식은 사실이 아니라, 자연 현상을 설명하는 것이다.
과학 지식의 잠정성	과학 지식이 바뀌는 이유는 하나의 현상에 대해 설명하는 방식이 예전과 달라졌기 때문이다. 과학 지식은 과학자들 간의 합의에 의해 만들어지며, 변화될 수 있다.
창조와 상상 및 추리력	과학 지식은 창조된다. 왜냐하면 과학 지식은 과학자의 상상력에서 나왔기 때문이다. 과학 지식은 직접적인 관찰보다 추리로부터 나온다.

표 3. 차시별 학습 주제와 과학의 본성에 대한 영역

차시	학습 주제 및 과학의 본성에 대한 영역	접근 방식
1차시	학습 주제 - 주변의 생물을 통해 생물의 다양성 이야기하기 과학의 본성 - 과학의 목적	통합
2차시	학습 주제 - 여러 가지 생물 분류하기 과학의 본성 - 과학의 목적	통합
3차시	학습 주제 - 동물을 특징에 따라 분류하기 과학의 본성 - 과학의 목적/과학 지식의 잠정성	통합
4차시	학습 주제 - 등뼈가 있는 동물을 특징에 따라 분류하기 과학의 본성 - 과학 지식의 정의/과학 지식의 잠정성	통합
5차시	학습 주제 - 등뼈가 없는 동물을 특징에 따라 분류하기 과학의 본성 - 과학 지식의 정의 /과학 지식의 잠정성	통합
6차시	학습 주제 - 식물을 특징에 따라 분류하기 과학의 본성 - 창조와 상상 및 추리력 활동 - 구멍 그림 맞추기	비통합
7차시	학습 주제 - 꽃이 피는 식물을 특징에 따라 분류하기 과학의 본성 - 창조와 상상 및 추리력 활동 - black box 활동	비통합
8차시	학습 주제 - 생물의 다양성에 대해 이야기하기 과학의 본성 - 과학 지식의 정의/ 과학 지식의 잠정성	통합
9차시	학습 주제 - 갈릴레이의 지동설 - 과학 지식의 정의 과학의 본성에 대한 모든 영역 정리	비통합

6차시에 제시된 ‘구멍 그림 맞추기’ 활동은 사진을 구멍이 뚫린 종이에 덮은 후 사진의 모습을 추리하도록 하는 것이다. 한 개의 구멍을 뚫은 종이에 덮은 후, 사진의 모습을 추리하도록 하고, 구멍을 두 개, 세 개 등으로 늘이면서 사진의 모습을 추리하도록 하여 구멍의 개수와 정답을 맞히는 정도의 상관관계를 학습하도록 하였다. 또한, 7차시에 제시된 ‘black box 활동’은 안이 보이지 않는 검은 상자에 들어 있는 물건을 손으로 만져보고 설명하게 함으로써, 검은 상자 안에 있는 물건은 같지만 관찰한 사람에 따라 달리 사고할 수 있다는 것과, 그에 따라 상상한 답도 달라지는 것을 경험하게 한다. 이러한 활동을 통해 과학 활동은 부분적인 것로부터 전체를 상상하거나 창의력을 발휘하고 추리가 필요하다는 본성을 가르친다.

### III. 연구 결과 및 논의

#### 1. 설문지 분석 결과

수업 전과 후 선다형 설문지에 대한 학생들의 응답률 중에서 세련된 관점을 가지는 학생 수를 과학의 본성에 대한 영역별로 분석하여 비교한 결과를 표 4에 제시하였다.

수업 전에는 세련된 관점을 가진 학생 수가 적었으나, 수업 후에는 증가하는 경향을 보였다. 그러나 ‘과학 지식의 잠정성’과 ‘창조와 상상 및 추리력’에 관한 관점은 수업 후에도 세련된 관점으로 변화한 비율이 ‘과학의 목적’이나 ‘과학 지식의 정의’ 영역에 비해 상대적으로 낮았다. 특히 초등학교 학생들은 과학 지식이 발견되는 것이 아니라, 변화하며 창조되어진다는 관점을 제일 수용하기 어려워하였다.

#### 2. 심층 면담 분석 결과

##### 1) 과학의 목적에 대한 인식 변화

수업 전에는 면담에 응한 5명 중에서 4명이 ‘과학은 인간 세상을 편리하게 하는 것’이라는 인간중심적 관점을 지니고 있었다. 학생 3은 수업 전 면담에서 과학의 목적이 무엇인지에 대한 질문에 다음과 같이 답하였다.

과학은 일단은 우리 생활도 편리하게 해 주고 새로운 세상을 그려니까 여러 것들 중에서 과학이 현실적으로 제일 실용적인 거니까 과학도 그냥 실용적으로 쓰이는 거라는 생각이 들어요.

(학생 3, 수업 전 면담 전사본)

이러한 학생들의 관점을 세련된 관점으로 변화시키기 위해 ‘과학의 목적’을 초점으로 3차시에 결

표 4. 수업 전과 후에 과학의 본성에 대한 학생들의 관점 변화 명(%)

과학의 본성 영역	수업 전	수업 후
과학의 목적	6(21.4)	14(50)
과학 지식의 정의	1( 3.6)	11(39.3)
과학 지식의 잠정성	0( 0)	5(17.9)
창조와 상상 및 추리력	1( 3.6)	4(14.3)

친 수업을 진행하였다. 다음은 주변의 생물을 통해 생물의 다양성을 연구하는 이유를 다룬 1차시 수업 내용 중 일부를 전사한 것이다.

- 교사: 그럼 이번 시간에 배울 주변의 생물들에 대해서 연구하는 과학자들도 많이 있겠죠? 자. 그런 사람들이 생물을 연구하는 이유는 뭘까요?  
 학생: 신기한 동물을 발견하기 위해서요.  
 학생: 명예를 얻기 위해서.  
 교사: 어떤 일을 하면 명예를 얻을 수 있지요?  
 학생: 돈을 많이 버니까.  
 학생: 새로운 것을 알아내서 지구에 도움을 주기 위해서.  
 학생: 다른 생물들을 모두 알아야 지구에 대해서 이해할 수 있으니까.  
 학생: 미래에 우리의 삶이 편리해지겠죠.

학생들에게 ‘과학자들이 생물을 분류한 목적이 무엇인지’를 생각해 보게 하고, 함께 의견을 주고받으면서 교사는 ‘생물을 분류하는 목적은 사람의 편의를 위한 것이 아니라, 자연 현상을 설명하기 위한 것이다.’라는 설명을 명시적으로 지도하였다. 이를 통해 학생들은 수업이 진행될수록 생물의 분류가 단지 지구상의 생물을 이해하고 설명하는 하나의 방식이라는 관점을 갖게 되었다.

또한, 여러 가지 생물을 분류해 보는 2차시 수업을 통해서도 과학의 목적에 대한 관점을 지도하였다.

- 교사: 다양한 생물들을 분류하는 목적은 뭘까요?  
 학생: 궁금해서.  
 교사: 그래서 궁금하니까 어떤 방법을 썼을까요?  
 학생: 공통점을 찾을 것 같아요.  
 교사: 맞아, 맞아요. 그래서 생물을 분류하기 위해서는 일단 공통점을 찾고, 그런 공통점을 찾으면 무엇이 좋을까요?  
 학생: 일반화를 할 수 있어요.  
 교사: 맞아요. 그러면 처음 본 생물도 잘 설명할 수 있고, 이해하기가 쉬워요. 예를 들어 어떤 처음 본 생물이 날개가 있어요. 그럼 우리는 같은 특징을 지닌 조류라는 생물들의 특징을 보고 이 생물은 하늘을 날 수 있겠구나. 하는 것을 예측할 수 있겠죠. 그래서 생물을 분류하는 목적은 공통점을 찾아서 일반화 하는 거예요. 패턴이라는 말 혹시 알아요.  
 학생: 패턴? 반복되는 거. 일정한 규칙.  
 교사: 맞아요. 그래서 생물들을 분류할 때도 이 패턴을 사용해요. 이렇게 반복되는 특징들을 찾아내서 일반화 해 놓은 것이 생물들의 분류예요.

이러한 수업 과정을 통해 2명의 학생들이 ‘과학은 단지 우리가 사는 세상을 설명하기 위한 것이며, 과학자들은 그러한 목적으로 자연 현상을 탐구하고 연구한다.’라는 세련된 관점으로 변화하였다. 다음은 학생 5의 수업 후 면담 내용 중 일부를 전사한 것이다.

- 그 전에 저는 (과학의 목적이) 우리 세상을 편하게 하기 위해서라고 생각했거든요. 우리 세상을 편하게 해서 인간에게 도움이 되기 위해 그런 줄 알았는데, 그게 아니라 (과학의 목적은) 궁금해서, 자연 현상이 왜 그런지 설명하기 위한 것 같아요  
 (학생 5, 수업 후 면담 전사본)

학생 3의 경우에는 수업 전에 인간 중심적 관점으로 답하였으나, 수업 후에 실시한 선다형 설문지에서는 현대적 관점인 ‘자연 현상을 탐구하여 그 현상이 일어나는 과정과 이유를 설명하는 것’이라고 답하였다. 그러나 직접 면담을 해 본 결과, 과학의 목적에 대한 세련된 관점으로의 변화가 제대로 이루어지지 못하였음을 확인하였다. 다음은 학생 3의 수업 후 면담 내용을 일부 전사한 것이다.

- 자연 현상을 탐구하면요. 그걸로서 또 뭐가 나올 거 아니에요. 과학자들이 뭐 다 우리에게 쓸모 있는 것만 밝히려잖아요. 제일 실용적인 것을 발견한다고 생각하니까요. 과학은 원래 자연 현상이 일어나 과정을 설명하는 거데 그렇게 설명하다 보니까 또 실용적인 것도 생기기 때문에. (학생 3, 수업 전 면담 전사본)

이렇게 인간중심적 견해가 쉽게 변화하지 못하는 이유는 다양할 수 있으나, 그 중 한 가지는 현 과학교육의 시각에서 찾아볼 수 있다. 요사이 국제 경쟁력을 기르기 위한 매우 강력한 방법으로 과학 기술의 개발이 부각되어 왔기 때문에, 과학 교과서나 학습 교재 등에 이와 관련된 내용의 소개가 많이 다루어졌다. 따라서 학생들은 과학의 목적이 ‘기술 개발과 발견, 발명을 통해 우리의 삶을 윤택하게 하는 것’이라는 관점을 가질 가능성이 높으며, 이러한 관점을 쉽게 벗어나지 못한 것으로 생각된다.

## 2) 과학 지식의 정의에 대한 인식 변화

수업 전에는 5명의 학생 모두가 ‘과학 지식은 증명된 사실이고, 과학 지식은 발견되는 것’이라는 초보적인 견해를 가지고 있었다. 지구 내부에 대한

질문에 대해 학생 5는 다음과 같이 대답하였다.

지구 내부를 직접 관찰할 수 있는 기계나 그런 것들이 발견되어야 지구 내부를 말할 수 있어요.

(학생 5, 수업 전 면담 전사본)

또한, 교과서에 실린 내용은 모두 사실이며, 특히 실험이나 관찰을 통해서 얻은 결과는 절대적인 진리라는 견해를 보였다. 이러한 초보적·관점을 변화시키기 위해 총 9차시 중 4차시의 수업을 실시했다. 마지막 9차시 수업에서는 학생들이 잘 알고 있는 갈릴레이의 지동설, 뉴턴의 만유인력의 법칙 등을 이용해 과학 지식의 정의에 대한 수업을 실시하였다. 다음은 9차시 수업 내용의 일부를 전사한 것이다.

교사: 과학 지식이 예전과 달라진 것이 있다고 하더라도, 그게 예전 것이 틀렸다는 뜻이 아니에요. 왜냐하면 과학은 어떤 자연 현상을 설명하는 거죠. 그러니까 설명하는 방법이 사람마다 다를 수 있죠. 따라서 과학 이론이 바뀌었다는 것은 예전의 것이 틀렸다는 것이 아니라 설명하는 방식이 바뀌었다고 생각할 수도 있어요.

갈릴레이가 살던 시절에 사람들은 지구를 중심으로 태양이 돈다고 생각했었죠? 그 당시에는 모든 사람들이 그것이 진실이라고 믿고 있었어요. 그런데 갈릴레이가 여러 가지 자료들을 가지고 연구해 보니까 아무래도 지구가 움직이는 게 더 맞아, 그래서 지구가 돈다고 말했다가 갈릴레이가 어떻게 됐어요?

학생: 재판 받았어요.

교사: 맞아요. 그래도 지구는 도는데... 라는 유명한 일화가 있지요?

갈릴레이 시절에도 태양을 아침에 동쪽에서 떠서 서쪽으로 졌고, 지금도 태양은 그렇게 움직여요. 하지만 그 똑같은 자연 현상을 보고 우리는 전혀 다른 방법으로 설명하고 있는 거예요.

학생: 그럼 그게 그거잖아요.

교사: 하지만 지구가 움직이는 지동설로 설명하면 그 외에 다른 자연 현상을 더 많이 설명할 수 있기 때문에 지금은 지동설을 받아들이는 거예요. 즉, 설명하는 방법을 바꾸니까 더 많은 현상들을 설명할 수 있게 되는 거죠.

수업 과정을 통해 면담한 학생 5명 중 4명의 학생들이 과학 지식에 대해 세련된 관점을 갖게 되었

다. 수업 후 면담에서 이들은 ‘과학 지식은 어떤 현상이 왜 일어나는지 설명하는 것이다.’는 관점을 보였다. 다음은 학생 5의 수업 후 면담 내용의 일부를 전사한 것이다.

갈릴레이가 그걸 연구 해가지고 우리가 도는 걸 알게 되었잖아요. 그건 식으로 어떤 과학자가 왜 그런지를 추측해 나가면서 설명하는 거구요. ... (중략) 그러니까 맞추어가 보면서 현상에 맞나, 안 맞나 그렇게 하면서 정했을 것 같아요.

(학생 5, 수업 후 면담 전사본)

### 3) 과학 지식의 잠정성에 대한 인식 변화

수업 전에는 5명 중 4명의 학생들이 ‘과학 지식은 사실이므로 변하지 않는다.’라는 관점을 가지고 있었다. 공룡의 멸종이 왜 일어났는지 설명하도록 하였을 때, 학생 5는 다음과 같이 응답하였다.

(공룡이 멸종한 이유는 운석이 충돌한 것과 화산이 폭발한 것) 둘 다 동시에 나타난 것 같아요. 이 두 가지가 모두 사실이니까 과학자들이 주장하는 거잖아요.

(학생 5, 수업 전 면담 전사본)

이러한 학생들의 관점을 변화시키기 위해, 총 4차시에 걸쳐서 과학의 잠정성에 대한 수업을 실시하였다. 특히 3차시에서는 포유류의 특징을 설명할 때 애매한 분류 기준을 지닌 박쥐, 고래 등을 예로 들어 이들을 어디에 분류해야 할지에 대해 논의하면서, 교과서에 실린 생물 분류 기준도 앞으로 바뀔 수 있다는 점을 교육하였다. 다음은 3차시 수업 내용의 일부를 전사한 것이다.

교사 : 사실 지금까지 우리가 논의한 ‘고래와 박쥐를 어디에 분류할까?’하는 질문에 대한 정답은 없어요. 현재 과학자들은 합의를 해서 이들을 포유류로 분류하고 있지만, 이것은 현재의 상황일 뿐이에요. 시간이 지난 다음에 박쥐에 대한 분류가 바뀔 수도 있을까요?

학생들: 네. 박쥐류로? 하하하.

교사 : 그럼요, 시간이 지나서 박쥐에 비슷한 다른 생물들이 더 많이 발견되거나, 다른 특징들이 발견되면 지금 말한 대로 박쥐류로 분류할 수도 있을 거예요.

등뼈가 있는 동물을 특징에 따라 분류하는 4차

시 활동과 등뼈가 없는 동물을 특징에 따라 분류하는 5차시 수업에서도 ‘등뼈가 반만 있거나 호물호물하여 척추의 역할을 하지 못하는 동물이 발견된다면 그들을 어디에 분류해야 할까?’와 같은 질문을 통해 과학의 잠정성에 대한 내용을 교육하였다. 이 수업에서는 학생들을 과학자로 가정하고 각자의 생각을 발표하도록 진행하였다.

교사 : 자! 그럼 이런 물고기는 어디에 넣어야 할까? 여러분이 과학자가 되었다고 생각하고 발표해 보세요. 선생님이 과학자들은 지구상의 다양한 생물들을 관찰한 후에 공통점이나 규칙성을 찾아서 분류하는데, 그 목적은 생물들을 잘 설명하기 위해서라고 했어요. 그럼 어떻게 분류를 해야 생물들의 특징을 잘 설명할 수 있을까? 그 점을 생각하면서 이 물고기를 어디에 넣어야 할지 생각해 보세요.

학생 : 척추동물에 넣어요.

교사 : 네, 좋아요. 지금 OO학생은 캐나다에서 학회에 참석한 과학자예요. 지금 이 과학자는 이렇게 척추가 생긴 동물도 척추동물의 범주에 넣어야 한다고 의견을 제시했어요. 다른 과학자들은 어떻게 생각하나요? 의견에 동의하나요?

학생들 : 아니요.

학생들 : 저요, 저요.

학생 : 저렇게 생기면 척추의 역할을 제대로 할 수 없으니까 무척추에 넣어야 해요.

교사 : 네, 좋아요, 또 다른 의견?

학생 : 척추가 가운데 있거나 애매하게 있으니까요, 준척추동물이라고 불러요.

학생 : 그럼. 준척추 동물이라는 그룹을 새로 만들어야겠네요.

[이 부분에서 아이들이 갑자기 소란스러워지면서 각자 자신의 의견을 말하기 시작, 새로운 분류를 만들 수도 있다는 데 생각이 미치자 발표가 활발해지고, 손을 들거나 말하는 아이들이 많아졌음]

학생 : 그럼 척추동물의 분류 안에요, 정상척추와 이상척추로 다시 분류를 만들어요.

교사 : 음 좋은 생각이네요. 어느 나라 과학자세요?

학생들 : (아이들 웃으며) 일본, 네팔, 호주...

학생 : 대한민국요.

교사 : 진짜 과학자들이 이런 식으로 분류 기준을 다시 정하였다면, 여러분의 교과서 안에도 이렇게 바뀐 내용이 실리게 될 거예요. 그래서 아마 10년 후의 아이들은 전혀 다른 내용으로 과학을 공부하게 될 지도 몰라요. 그런 일이 가능할까요?

학생 : 가능해요.

수업 후에는 초보적인 관점을 가진 4명의 학생 중 2명이 세련된 관점으로 변화하였으며, 나머지 2명은 일부 주제에 대해서만 세련된 관점을 가지게 된 것으로 분석되었다. 특히 학생들은 증거물이 같다고 하더라도, 과학자들의 사고방식에 의해 과학 지식이 달라질 수 있다는 견해를 보였으며, 과학자가 생각하는 ‘기준’이 다를 수 있음을 인식하게 되었다. 이것은 생물의 분류 수업을 하면서 과학자가 세운 ‘분류 기준’이 달라질 때마다 분류 결과가 달라진다는 내용을 학생들이 체험하였기 때문으로 보인다.

과학자의 말이 꼭 맞는 것이.. 맞은 것이 있을 수도 있지만, 그 사람들의 생각이 다 다르고, 증거물은 같지만 그 생각하는 기준과 방식이 다르기 때문이에요.

(학생 2, 수업 후 면담 전사본)

또한, 수업 후 학생들은 과학의 지식이 바뀌게 되는 과정에서 과학자들의 합의에 대한 사고를 언급하였으며, 교과서에도 이러한 사고를 적용하였다.

일단은 과학자들끼리 합의를 해 가지고, 서로 의견이 다 모여져서 그렇다고 결론을 내리면 그때서야 그 지식이 교과서에도 실릴 수 있을 것 같아요

(학생 5, 수업 후 면담 전사본)

수업 중반부 이후에는 연구에 참여한 교사가 직접 설명을 하기 전에 학생들이 스스로 과학의 본성에 대한 세련된 관점을 획득해 가는 모습을 보여주었다. 예를 들어, 등뼈가 있는 동물의 분류에 대한 수업에서 학생들은 스스로 분류 기준에 맞지 않는 고래, 박쥐 등을 놓고 논의를 하기 시작하였으며, 분류 기준이 모호한 동물을 어떻게 분류할지 논의하기 위해 스스로 분류 기준을 다시 찾아서 정리하고 확인하는 모습을 보여주었다. 또한, 이 과정에서 일부 학생들은 ‘지금 과학자들은 어떻게 합의했어요?’하며 과학자들 간의 사회적 합의에 대한 관점을 드러내었다. 이러한 관찰 사실을 통해 명시적 교수가 과학의 본성에 대한 학생들의 인식변화에 큰 도움을 주었음을 확인할 수 있었다.

#### 4) 창조와 상상 및 추리력에 대한 인식 변화

수업 전 5명의 학생들이 모두 ‘과학은 창조되거나 상상한 것이며, 추리가 필요하다.’는 세련된 관



점을 가지고 있지 못했다. 학생들은 ‘과학 지식은 실험이나 연구, 발견을 통해 나온 결과만으로 이루어진다.’라는 생각을 강하게 가지고 있었으며, ‘과학에서 상상을 하면 안 된다.’는 입장을 가지기까지 하였다.

상상력을 사용하면 안 돼요. 실험이나 연구를 통해서 그 결과에 대해서 나온 것 만요. 그것을 바탕으로 하는 거지, 자신의 생각과 그것을 섞어서 하면 정확한 거라고 확신할 수가 없어요.

(학생 3, 수업 전 면담 전사본)

(과학자들이 만든 공룡이 명중한 이유들은) 어..그거는 아직 공룡 화석이나 이런 게 더 많이 있을 거데요. 공룡에 대한 자료도, 자연에...더 많이 발견하고, 새로운 것이 발견돼 가지고, 그것을 가지고 결론을 내려 나온 것 같아요.

(학생 4, 수업 전 면담 전사본)

이러한 학생들의 관점을 세련된 관점으로 변화시키기 위해 구멍 그림 맞추기 활동과 black box 활동을 비통합적 수업에서 활용하였다. 이 수업을 통해 보이는 것이 전부는 아니며, 창조와 상상, 그리고 추리에 의해 과학 지식이 형성될 수 있음에 대해 학습하였다. 특히 마지막 9차시 수업에서 지금까지의 내용을 정리하고 질문을 받는 시간을 가졌는데, 이때 학생들은 창조와 상상 및 추리 영역에 대해 많은 관심을 보였다. 다음은 9차시 수업 내용의 일부를 전사한 것이다.

학생: 예술가도요, 새로운 음악을 만들어 내거나. 바꾸어 가지고 만드는 거잖아요. 그런데 과학자는 알려지지 않은 사실을 자기가 새롭게 발견을 해 가지고 알아내는 거니까, 둘 다 새로운 것을 자기가 발표하는 거니까 과학자도 예술가라고 생각해요.

학생: 그런데요, 과학자가 그렇게 창의성과 상상을 해 가지고 예술가와 비슷하다고 하셨잖아요.

교사: 네.

학생: 그런데 사람이 창의성과 상상력이 있다고 그 사람이 다 예술가는 아니잖아요.

교사: 그렇죠. 창의성과 상상을 한다고 다 과학자는 아니에요. 그 다음에 중요한 것이 하나 더 있죠. (치판에 판서 했던 부분을 가리키며) 응, 여기 실험하고 연구하고 적용해 보고, 증거를 찾고 그래서 그게 다 맞아 떨어질 때 발표를 하게 되는 거죠. 그게 과학자가 하는 일이에요.

학생: 그럼 선생님은 갈릴레오도 예술가라고 생각하세요?

교사: 네, 어떤 의미에서는요 갈릴레오가 처음에 지구가 돈다는 상상을 할 수 있었던 그 창의성이 예술가와 비슷하다고 생각해요. 다른 사람들은 아무도 그렇게 생각하지 않았는데 혼자서 그렇게 상상한 거잖아요.

수업 내용에서 보듯이 학생들 중에는 과학자가 상상을 한다는 것을 받아들이기 어려워 하는 학생들이 있었다. 또한, 과학이 창조되고 상상한 것이며, 추리가 필요하다는 관점은 과학이 객관적인 사실이라는 생각에 가장 반대되는 개념이기 때문에 학생들이 관점을 변화시키는데 어려움을 느낀 것으로 보인다. 다음은 수업 후에도 세련된 관점으로 변화되지 못한 학생 3의 수업 후 면담 내용 중 일부를 전사한 것이다.

(과학 지식은 창조된다) 그 말을 틀린 말이에요. 발견하는 게 없잖아요. 과학자가 상상력만으로 하는 게 아니잖아요. 어차피 딱 우연으로 그거를 딱 봐야 하는데.. 과학자가 아무것도 없는 것에서 상상하는 것도 아니고..

(학생 3, 수업 후 면담 전사본)

학생 3은 전반적으로 과학의 본성에 대한 세련된 관점을 수업 후에 획득하지 못하여 명시적으로 과학의 본성을 교육받은 효과가 없는 것으로 나타났다. 이러한 학생의 특성에 대한 연구도 앞으로 이루어질 필요가 있다. 그러나 5명의 학생들 중 3명의 학생은 수업 후 세련된 관점을 갖게 되었으며, 그들은 많은 사례에서 과학자가 ‘상상’을 한다는 말을 수업 후에 빈번하게 사용하였다.

뭐 어떤 거나 그게 확실하지 않잖아요. 또 새로운 게 나올 수도 있으니까. 그런데 어, 확실하지 않으니까 이걸 이렇게 할 것이다 상상을 해 가지고, 사람들이 과학자들이 그렇게 해서 이론을 발표하거나 그럴 것 같아요.

(학생 4, 수업 후 면담 전사본)

이렇게 학생들이 직접 보고 느끼는 명시적 수업 활동을 통해 과학의 본성에 대한 내용이 더욱 명확하게 전달될 수 있으며, 더불어 수업에 참여하는 학생들의 태도도 적극적으로 바뀐다는 사실도 관찰되었다. 예를 들어, 수업 중에 학생 2는 ‘그럼, 지금 공룡의 모습이 가짜예요?’라는 질문을 하였다. 연구에 참여한 교사가 ‘일부분은 과학자들이 상상한 것’이라고 답하자, 다른 학생이 바로 끼어들면

서, ‘공룡의 피부색 같은 거’라고 친구에게 답해 주었다. 그러자 다른 학생이 사고를 확장하면서, ‘그럼 새로운 어떤 것이 더 발견되면 공룡의 모습도 변할 수도 있어요?’라고 질문하였다. 이 질문을 의문형에서 평서형으로 바꾸면 과학 지식의 잠정성을 받아들이는 것으로 해석할 수 있다.

#### IV. 교육적 함의 및 결론

비록 학생들마다 개인 차이는 있으나 설문지 분석, 심층 면담 분석 및 수업 내용 분석 결과를 토대로 할 때, 과학의 본성을 명시적으로 지도하는 것은 초등학생들의 관점을 세련된 관점으로 변화시키는 데 효과적임을 확인하였다. Montgomery(1992), Lederman과 O'Malley(1990) 등 여러 연구자들이 과학의 본성에 대한 교육은 저학년부부터 시작해야 효과적이라고 주장하였다. 그럼에도 불구하고 전반적으로 초등학생들을 대상으로 과학의 본성을 교육시키는 것에 대한 효과를 알아보는 연구가 드문 이유에 대해 Elder(2002)는 과학의 본성에 대한 개념을 형성하기 위해서는 어느 정도 학생들이 성숙해야 한다는 암묵적인 가정이 존재하기 때문이라고 하였다. 따라서 초등학생들에게 과학의 본성을 명시적으로 지도하였을 때, 학생들은 직접 보고 느끼는 활동을 통해 과학의 본성에 대한 내용을 명확하게 이해하게 되었을 뿐 아니라, 이와 더불어 수업에 대한 학생들의 태도도 적극적으로 변화됨을 확인할 수 있었던 이 연구의 결과는 그 의미가 크다고 할 수 있다. 또한, 교사가 직접 설명을 하지 않아도 수업의 후반부에서는 과학의 본성에 관련된 여러 영역에서 현대적 관점을 스스로 획득해 나감을 관찰할 수 있었다. 따라서 형식적 교육의 형태로 과학을 처음 접하는 초등학교 과학 시간에 과학의 본성을 명시적으로 지도하는 방안에 대한 연구를 앞으로 진행할 필요가 있다고 본다.

현재 초등학교 과학 교과서에서 주로 다루는 내용은 실험과 관찰 위주의 활동으로, 학생들의 흥미와 호기심을 유발하는 데에는 매우 효과적이거나, 대부분의 활동은 실험 결과를 확인하는데 그치고 있다. 따라서 학생들은 어떻게 과학 지식이 창조되고, 그것을 증명하기 위해 실험으로부터 증거를 조화시키는지 등에 대해 알지 못할 가능성이 높다. 뿐만 아니라, 이러한 실험들은 대부분 결과 중심의

학습을 강조하기 때문에 과학 지식은 객관적인 진리라는 관점을 형성시킬 수 있다. 이러한 관점은 명시적 수업을 하기 전 학생들의 관점을 알아본 자료에서도 확인할 수 있었다.

과학의 본성에 대한 이해는 학생들에게 단지 과학적 소양을 함양시키는 것 이상의 효과를 잠재적으로 가지고 있으므로, 과학의 본성에 대한 학습을 통해 과학에 대한 인식론적 신념이 높아진다면, 여러 가지 점에서 교육적 상승 효과를 가져올 수 있을 것으로 기대된다. 예를 들어, 현 교육과정과 같이 과학 수업에서 가르쳐야 할 지식이 결정되어 있다면, 학생들의 돌발적인 질문이나 교육의 목표와는 다른 관심거리에 수업 시간을 할애하거나, 가르쳐야 할 지식의 방향을 조절하는 일은 쉽지 않다. 그러나 과학의 본성을 지도하는 경우에는 이러한 학생들의 돌발 질문이 오히려 수업의 목표를 도달하는데 유용하게 활용될 수 있다. 이 연구에서 진행한 수업에서, 조류는 날개가 있고 알을 낳아 번식한다는 설명을 하자, 학생들은 ‘박쥐는요?’, ‘헤엄을 치는 펭귄은요?’, ‘뛰어 다니는 타조는요?’ 등 수많은 질문들을 쏟아내었다. 박쥐는 날개가 있지만 새끼를 낳고, 펭귄과 타조는 날개가 있고 알을 낳지만 날지 못하고 헤엄을 치거나 뛰어다니는 예외적인 상황을 어떻게 해석해야 할지 평상시에 궁금했던 것이다.

과학의 본성을 지도하는 수업에서는 이러한 자연에 대한 학생들의 궁금증과 호기심을 적극적으로 이용하여, 사고의 틀을 확장하거나 교과서에 제시된 설명이 잠정적일 수 있음을 지도할 수 있다. 따라서 학생들의 돌발적인 질문과 호기심은 수업의 방해요소가 아니라, 그 자체가 살아있는 과학의 본성에 대한 수업의 소재로 훌륭하게 재구성될 수 있다.

마지막으로, 학생들은 가르치는 교사의 사고 수준을 뛰어 넘기 어렵다. 특히 과학의 본성과 같이 사고와 가치관에 대한 내용을 다룰 때에는 더욱 교사의 영향을 받게 된다. 따라서 초등학생들을 위한 교수 학습 자료의 개발 못지않게, 초등 교사 연수 프로그램 등을 개발하여 과학의 본성에 대한 교사 교육이 함께 이루어지는 것이 중요할 것으로 생각된다.

#### 참고문헌

강석진, 김영희, 노태희(2004). 과학사를 이용한 소집단

- 토론 수업이 학생들의 과학의 본성에 대한 이해에 미치는 영향. 한국과학교육학회지, 24(5), 996-1007.
- 교육부(1998). 과학과 교육과정. 서울: 교육부.
- 교육인적자원부(2007). 과학과 교육과정. 교육인적자원부
- 김경대, 강순민, 임재항(2006). 과학영재들의 과학의 본성에 대한 인식. 한국과학교육학회지, 26(6), 743-752.
- 김경순, 노정아, 서인호, 노태희(2008). 중학교 과학 '물질의 구성' 단원에서 과학사 소재를 활용한 명시적·반성적 과학의 본성 수업의 효과. 한국과학교육학회지, 28(1), 89-99.
- 김준예, 전은경, 백성혜(2007). 과학 교과서 및 과학 교사, 고등학생들의 과학의 본성에 대한 관점 분석. 한국과학교육학회지, 27(9), 809-817.
- 노태희, 강석진, 이선욱(1997). 과학·기술과 사회의 관계 및 과학의 본성에 대한 고등학생들의 견해. 서울대학교 사대논총, 55, 89-116.
- 노태희, 김영희, 한수진, 강석진(2002). 과학의 본성에 대한 초등학생들의 견해. 한국과학교육학회지, 22(4), 882-891.
- 문성숙, 권재술(2006). 교육 과정의 변화에 따른 과학의 본성에 대한 고등학생들의 관점 변화. 한국과학교육학회, 26(1), 58-67.
- 반은기, 이선경, 김우희, 박현주(2000). 고등학생의 과학 철학적 관점에 대한 연구. 한국과학교육학회지, 20(1), 88-100.
- 백성혜(2006). 과학 교과서에 제시된 아보가드로 가설과 법칙에 관한 설명의 문제점. 과학철학, 9(2), 159-184.
- 이경민(2006). 과학의 본성에 대한 유치원교사-예비교사의 인식 비교. 유아교육연구, 26(1), 25-42.
- 조희형, 박승재(1994). 과학론과 과학교육. 교육과학사.
- 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. & Hanuscin, D. L. (2007). Teaching nature of science through inquiry: Results of a 3-year professional development program. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(5), 653-680.
- Akerson, V. L. & Volrich, M. L. (2006). Teaching nature of science explicitly in a first-grade internship setting. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(4), 377-394.
- Behnke, F. L. (1961). Reactions of scientists and science teachers to statements bearing on certain aspects of science and science teaching. *School Science and Mathematics*, 61, 193-207.
- Boujaoude, S. (1996). Epistemology and sociology of science according to educators and students. (*ERIC Document Reproduction Service* NO. ED 394 848)
- Brickhouse, N. (1990). Teachers' beliefs about the nature of science and their relation to classroom practice. *Journal of Teacher Education*, 41, 53-62.
- Carey, S., Evans, R., Honda, M., Jay, E. & Uger, C. (1989). 'An experiment is when you try it and see if it works'. *International Journal of Science Education*, 11, 514-529.
- Carey, R. L. & Stauss, N. G. (1968). An analysis of the understanding of the nature of science by prospective secondary science teachers. *Science Education*, 58, 358-363.
- Durkee, P. (1974). An analysis of the appropriateness and utilization of TOUS with special reference to high ability students studying physics. *Science Education*, 58, 343-356.
- Duschl, R. A. (1990). *Restructuring science education: The importance of theories and their development*. New York: Teachers College Press.
- Elder, A. D. (2002). Characterizing fifth grade students' epistemological beliefs in science. In P. R. Pintrich (Ed.), *Personal epistemology: The psychology of beliefs about knowledge and knowing* (pp. 347-364). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Gallagher, J. T. (1991). Prospective and practicing secondary school science teachers' knowledge and beliefs about the philosophy of science. *Science Education*, 75, 121-134.
- Grosslight, L., Unger, C., Jay, E. & Smith, C. L. (1991). Understanding models and their use in Science: Conceptions of middle and high school students and experts. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(9), 799-822.
- Khishfe, R. & Abd-El-Khalick, F. S. (2002). Influence of explicit and reflective versus implicit inquiry-oriented instruction on sixth graders' view of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39, 551-578.
- Khishfe, R. & Lederman, N. G. (2006). Teaching nature of science within a controversial topic: Integrated versus non-integrated. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(4), 377-394.
- Klopfer, L. E. & Cooley, W. W. (1963). The history of science case for high schools in the development of student understanding of science and scientist. *Journal of Research in Science Teaching*, 1, 33-47.
- Lederman, N. G. & O'malley, M. (1990). Students' perceptions of tentativeness in science: Development, use, and sources of change. *Science Education*, 74(2), 225-239.
- Lederman, N. G. & Zeidler, D. L. (1987). Science teachers' conceptions of the nature of science: Do they really influence teacher behavior?. *Science Education*, 71, 721-734.
- Lin, H. S., Chiu, H. L. & Chou, C. Y. (2004). Student understanding of the nature of science and their problem-solving strategies. *International Journal of Science Education*, 26(1), 101-112.

- Lucas, K. B. & Roth, W. (1996). The nature of science knowledge and students learning: Two longitudinal case studies. *Research in Science Education*, 26(1), 103-127.
- Meichtry, Y. J. (1992). Influencing student understanding of the nature of science: Data from a case of curriculum development. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(4), 389-407.
- Montgomery, D. E. (1992). Young children's theory of knowing: The development of a folk epistemology. *Developmental Review*, 12, 410-430.
- National Research Council (1996). *National science education standards*. Washington, DC: National Academic Press.
- Newton, D. P. & Newton, L. D. (1992). Young children's perceptions of science and scientist. *International Journal of Science Education*, 14(3), 331-348.
- Ryan, A. G. & Aikenhead, G. S. (1992). 'Students' preconceptions about the epistemology of science.' *Science Education*, 76(6), 559-580.
- Solomon, J., Duveen, J., Scott, L. and McCarthy, S. (1992). Teaching about the nature of science through history: action research in the classroom. *Journal of Research in Science Teaching*, 29, 409-421.
- Solomon, J., Scott, L. & Duveen, J. (1996). Large-scale exploration of pupils' understanding of the nature of science. *Science Education*, 80(5), 493-508.
- Stein, S. J. & McRobbie, C. J. (1997). Students' conceptions of science across years of schooling. *Research in Science Education*, 27(4), 611-628.