

예비교사들의 과학철학적 관점과 대안적 가설에 반응하는 유형과의 관계

정재구 · 양일호 · 정진우 · 위수민 · 이해정
(한국교원대학교)

The Relation between Preservice Teachers' Philosophical Views on Science and Types of Responses to Alternative Hypotheses

Jung, Jae-Gu · Yang, Il-Ho · Jeong, Jin-Woo ·
Wee, Soo-Meen · Lee, Hea-Jung
(Korea National University of Education)

ABSTRACT

The purpose of this study was to identify the relation between preservice teachers' philosophical views on science and types of responses to alternative hypotheses. To identify preservice teachers' philosophical views on science, the extraterrestrial impact theory and the volcano-greenhouse theory, alternative hypotheses related to dinosaur extinction were administered to 37 elementary preservice teachers and 52 secondary preservice teachers. Subjects were required to write down their ideas before and after reading the alternative hypotheses, and then the dimensions of responses to initial ideas were analyzed. To analyze, Soh's Philosophical Perspectives Prove(PPP) was used. The results of this study were as follows: (a) elementary and secondary preservice teachers' philosophical views on science corresponds to eclecticism, (b) the main types of responses were partial theory change in elementary preservice teachers and rejection in secondary preservice teachers, (c) preservice teachers' philosophical views on science and types of responses were eclecticism-partial theory change in elementary preservice teachers and eclecticism-rejection in secondary preservice teachers.

Key words: preservice teachers', philosophical views on science, alternative hypotheses

I. 서론

과학 지식이란 무엇이며, 어떻게 변화하는가?

과학의 본성에 관한 문제는 과학 철학의 오랜 과제였으며, 과학 교육의 인식론적 토대를 이루고 있다(Nussbaum, 1989). 과학의 본성은 삶의 방법(Bell *et al.*, 2000)으로서 과학적 과업(enterprise)의 본성에 대해 올바른 인식을 가

진 과학 교사는 학생들이 건전한 과학 개념을 쉽게 이해하도록 도울 수 있다(Gallagher, 1991; Palmquist & Finley, 1997).

사람들은 자연 현상의 원리나 법칙에 대해 일상에서의 경험이나 학교에서의 과학 수업을 통하여 과학의 본성에 대한 나름대로의 견해를 갖는다(소원주 등, 1998b). 그러나 이러한 과정만으로 과학의 본성에 대해 바른 관점을

정립했다고 보는 것은 어려울 것이다. 왜냐하면 과학 수업은 과학적 탐구 방법이나 체계적 지식을 알아가는 과정 뿐만 아니라 과학의 본성, 과학 철학에 대해 바른 과학관을 정립할 것을 강조하지만(Lederman, 1992), 이는 실제 과학교육 현실에서 어렵기 때문이다(Shapiro, 1996). 또한 과학적 사고 및 과학의 본질이나 범위에 대한 내용이 과학 교육의 목적으로 간주되면서도 지금까지 이 분야에 대한 연구는 극히 드물고, 최근에 이르러서야 과학의 본성 개념과 인식론적 신념에 관한 연구가 소수 이루어지고 있는 실정이기 때문이다(소원주 등, 1998b).

과학철학적 관점에 관한 선행 연구를 살펴본 결과, Gallagher(1991)는 예비·현직 중등과학 교사 대부분은 과학 철학과 과학 역사에 관한 제한적인 지식을 소유하고 있으며, 이런 미흡한 교사의 지식이 실제 교수활동에서 학생들에게 과학의 본성을 이해시키기에는 불충분하다고 언급하였다. Chun(2000)은 과학의 본성에 대한 교사들의 신념은 너무 광범위하고, 과학적 개념은 불확실하지만 거의 변하지 않는다고 말했다. Akerson *et al.* (2000)은 초등·중등 교사의 과학의 본성에 대한 관점이 현대적 관점과 일치하지 않는다는 연구 결과를 제시하였다. 이는 과학의 본성에 대한 이해가 과학 교육에서 중요하다는 것과 교사들에게는 바람직한 과학 수업을 위해서 과학에 대한 이해의 폭을 넓히고 과학에 대해 갖고 있는 자신의 상을 비판적으로 생각하는 기회를 갖게 하는 계기를 마련해 주었다(Nott & Wellington, 1993). 또한 교사들의 과학적 본성에 관한 인식 조사는 교사 교육의 측면에서도 매우 중요한 계기를 마련하였다(장병기, 1995).

한편, 과학교육에 있어 대안적 가설은 학습자로 하여금 인지갈등을 유발하고, 학습자의 개념변화를 촉진시키기 위한 수단으로서 중요시되고 있으며(Posner *et al.*, 1982; Dreyfus *et al.*, 1990; Thagard, 1992; Chinn & Brewer, 1998), 선개념에 대한 학생 자신이 자신의 생각에 문제가 있음을 깨닫지 못한다면 새로운 이론을 받아들이지 않을 수도 있다. 즉, 학습자들은 자신의 기존 이론에 일치하지 않는 대안적 가설¹⁾에 대해 다양한 반응을 보일 수 있다. 이는 기존 이론에 대한 신뢰 정도, 배경 지식, 형이상학적 신념과 인식론적 관점, 제시되는 대안적 가설의 특성, 학습자의 처리 전략, 학습자의 특성 등 여러 가

지 요인들이 복합적으로 작용하기 때문이다(Chinn & Brewer, 1993; Limön, 2001; Mason, 2001). 이러한 사실에 비추어 볼 때, 제시되는 대안적 가설은 예비교사들의 과학철학적 관점 및 특성을 알아보는 좋은 예가 될 수 있다.

따라서 이 연구에서는 예비 초등·중등 교사들이 가지고 있는 과학철학적 관점을 조사하고, 이를 토대로 제시되는 대안적 가설에 대한 반응 유형을 조사하였다. 이는 과학 교육 연구자들에게 현 과학 교육의 문제점을 진단할 수 있는 정보를 제공하고, 교사들에게는 올바른 과학관 형성을 위한 계기를 마련하고 이에 대한 공감대를 형성하도록 함으로써 올바른 과학교육의 밑거름을 형성하는데 도움을 줄 것이다.

II. 연구 방법 및 내용

1. 연구 대상 및 절차

이 연구는 충북 청원군에 소재하고 있는 교원양성대학교의 2학년에 재학중인 초등 예비교사 37명과 충북 청주시에 소재하고 있는 교원양성대학교의 2학년에 재학중인 중등 예비교사 52명을 대상으로 이루어졌다. 예비교사들의 과학철학적 관점을 검사하는 도구를 이용하여 예비교사들이 가지고 있는 과학철학적 관점을 조사하였으며, 공룡 멸종에 관한 대안적 가설로는 공룡의 멸종 원인에 대한 여러 가설중 보편화된 운석 충돌설과 화산 온실설을 제시하였다. 먼저, 예비교사들에게 공룡 멸종에 관한 대안적 가설을 읽기 전에 그들이 가지고 있던 생각을 조사하고, 대안적 가설 I(운석 충돌설)과 대안적 가설 II(화산 온실설)를 차례로 제시하여 읽게 한 후, 기존에 가지고 있던 생각에 대한 변화 정도를 조사하여 유형을 분석하였으며, 예비교사들이 가지고 있는 과학철학적 관점과 대안적 가설과의 유형을 비교하였다.

2. 검사도구

예비교사들의 과학철학적 관점을 검사하는 도구로 소원주 등(1998a)이 개발한 PPP(Philosophical Perspectives

1) Koslowski(1996)는 대안적 가설을 기존의 가설을 수정 또는 거부하게 하거나 정교화시키는 사례를 뜻하는 용어로 사용하였다. 이 연구에서는 사전에 공룡의 멸종 원인으로 많은 가설이 언급되고 있지만 그중 과학자들 사이에서 보편적으로 받아들여지고 있는 운석 충돌설이나 화산 분출설을 선정하였다. 다만 아직까지 과학적으로 검증된 이론이라고 할 수 없기에 대안적 가설이라는 용어로 사용하였다.

Probe) 문항을 이용하였다. 이 측정 도구 속의 주된 과학 철학적 관점은 귀납주의, 반증주의, 그리고 상대주의 과학 철학이며, 이를 구분할 하위 요소로 과학의 구획 기준, 과학의 변화 양상, 과학적 지식의 인식론적 지위, 그리고 과학적 방법이 있다. 또한 과학을 묘사함에 있어 과학의 어느 측면을 강조하느냐에 따라서 과학에 대한 관점이 달라질 수 있다. 이에 과학교육에서는 내용 지향적인 과학 이미지는 귀납주의적인 접근으로, 탐구과정적 측면을 강조하는 이미지는 반증주의적 접근으로, 사회적 맥락을 강조하는 이미지는 상대주의적 접근으로 해석될 수 있다(소원주 등, 1998a).

공통 멸종에 관한 대안적 가설로는 김선영 등(2002)이 개발한 공통의 멸종 원인에 대한 여러 가설중 보편화된 운석 충돌설(대안적 가설 I)과 화산 온실설(대안적 가설 II)을 이용하였다.

3. 자료 분석

예비교사들의 과학철학적 관점에 관한 응답 결과를 귀납주의, 반증주의, 상대주의로 분류하고, 이를 구분하기 위한 준거(하위 요소)는 과학의 구획 기준, 과학의 변화 양상, 과학적 지식의 인식론적 지위, 과학적 방법이다. 이들 하위 요소 속에 다시 6개씩의 하위 주제를 세분하여 분석의 기준으로 삼았다. 과학의 구획 기준 속에는 과학/비과학의 구획, 과학적 지식의 구획, 과학의 대상, 이론의 평가, 비 과학의 예 등의 하위 주제가 포함되었으며, 과학의 변화 양상에서는 관찰의 의미 변화, 진리에의 접근, 과학의 성장, 과학의 역사, 가설과 이론, 진보된 이론 등의 하위 주제가 포함되었다. 과학적 지식의 인식론적 지위에서는 진리의 실재, 과학적 지식의 객관성, 신뢰성, 우월성, 관찰의 이론 의존성, 과학적 지식의 구성 등이 포함되었으며, 과학적 방법에서는 과학의 출발, 관찰의 역할, 과학적 방법의 정의, 과학의 절차, 방법론적 규칙, 과학적 논

쟁 등의 주제를 포함하고 있다.

또한, 예비교사들의 대안적 가설에 대한 반응 유형 검사지는 김선영 등(2002)의 분류 기준을 토대로 사용하였으며, 다만 이 연구 자료의 특성상 불일치 자료라는 말을 대안적 가설이라는 말로 수정하였다. 그 분류 기준으로 첫째, 대안적 가설이 믿을만하다고 생각하는가? 둘째, 기존 이론에 대한 신뢰 정도가 감소하였는가? 셋째, 이론이 변화하였는가? 넷째, 공통의 멸종에 관한 대안적 가설 자료를 읽기 전에 예비교사들이 가지고 있던 생각을 조사하는 문항 다섯째, 대안적 가설 I 과 II를 읽은 후 처음 자신이 갖고 있는 이론에 대한 신뢰 정도를 조사하는 문항 등 5가지 분류 기준에 의해 응답한 89명을 대상으로(초등 예비교사: 37명, 중등 예비교사: 52명) 본 연구자와 과학교육 박사과정 1인 및 과학교육 전문가 3인이 공동으로 학생들의 응답을 분류하였다. 학생들의 응답에 분류 차이가 나는 검사지는 5명의 공동 연구자가 서로 상호 검토하는 과정을 반복하여 일치도를 90% 이상(반응 유형 분류: 90%)확보한 후 계속적으로 응답을 분류하였다.

Ⅲ. 연구 결과 및 논의

1. 예비교사들의 과학 철학적 관점

연구에 참여한 예비교사들의 과학철학적 관점을 측정하는 PPP의 응답 결과 Table 1과 같다.

Table 1에서, 초등 예비교사들의 경우 3가지 관점의 합이 24점 만점을 기준으로 평균적으로 귀납 8.24점, 반증 10.43점, 상대 5.33점 이었으며, 중등 예비교사들의 경우 평균적으로 귀납 10.11점, 반증 10.06점, 상대 3.83점으로 초등의 경우 반증주의가(24점 만점 중 10.43점), 중등의 경우 귀납주의가(24점 만점 중 10.11점) 우세한 것으로 나타났다.

또한, 예비교사들의 과학철학적 관점을 집단의 특성(초

Table 1. The responses of preservice teachers' philosophical views on science(total)

Group	Perspectives	Inductivism		Falsificationism		Relativism	
		means	%	means	%	means	%
EPT* (n=37)		8.24	34.3	10.43	43.5	5.33	22.2
SPT** (n=52)		10.11	42.1	10.06	41.9	3.83	16.0

*EPT : Elementary preservice teachers'

**SPT : Secondary preservice teachers'

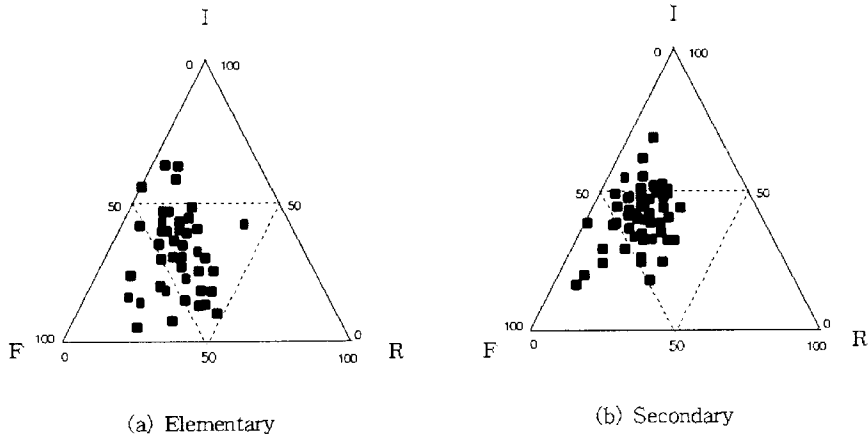


Fig. 1. The triangle diagram of preservice teachers' philosophical views on science(total) (I, F and R of vertex stand for Inductivism, Falsificationism and Relativism respectively)

Table 2. The frequencies of preservice teachers' philosophical views on science(Triangle diagram)

Group	Perspectives	Inductivism		Falsificationism		Relativism		Eclecticism	
		frequency	%	frequency	%	frequency	%	frequency	%
EPT (n=37)		4	10.8	10	27.0	-	-	23	62.2
SPT (n=52)		15	28.8	14	26.9	-	-	23	44.3

등·중등)에 따라 삼각다이어그램에 개개인의 관점을 표시하였으며(Fig. 1), 이를 4가지 영역(귀납, 반증, 상대, 절충)의 기본적인 범주로 분석하면 Table 2와 같다.

Table 2에서는 Table 1의 각 범주별 관점에 다소간의 이동이 있음을 알 수 있는데 이는 과학철학의 복합적인 요소의 조합에 의해 나타나는 차이이다. 그 이유는 즉, 한 개인의 과학관은 다양한 과학철학의 주제에 대해서 일관되게 하나의 입장만을 나타내지 않으며, 결과적으로 통계적 정상 분포의 특성상 언제나 중간에 위치한 반증주의가 많은 것으로 나타나서 실체를 숨겨 버리기 때문이다. 예를 들어, 어느 피험자가 특정 하위 주제에서는 귀납주의를 선택하고 또 다른 하위 주제에서 상대주의를 선택하였다 할지라도 그 평균은 언제나 반증주의가 된다(소원주 등, 1998b).

예비교사들의 전체적인 과학철학적 관점은 초등의 경우 62% 정도가, 중등의 경우 44% 정도가 절충적 입장을 나타내고 있다. 그 다음 순으로 초등의 경우 반증주의가 27% 정도, 귀납주의가 11% 정도 나타내고 있으며, 중등의 경우 귀납주의가 29% 정도, 반증주의가 27% 정도로 나타나 귀납주의와 반증주의의 응답 빈도에 있어서는 별

로 차이가 없다. 초등·중등의 집단 특성과 관계없이 예비교사들의 과학철학적 관점은 대체로 절충적 입장을 중심으로 귀납주의와 반증주의의 경계에 해당하는 매우 좁은 범위에 수렴하고 있다. 이러한 연구 결과는 Akerson *et al.*(2000), Haidar(1999), 소원주 등(1998b), Palmquist와 Finley(1997)의 연구 결과와 일치하고 있다. 특이한 점은 초등·중등 공통으로 전체적인 과학철학적 관점의 경우 Table 1에서 나타난 상대주의의 관점이 삼각다이어그램에서 관점들의 조합에 의해 그 실체가 숨어버렸기 때문에 나타나지 않았다(Fig. 1, Table 2).

전체적인 과학철학적 관점에 따른 하위 요소별 범주를 나타낸 Table 3을 살펴보면, 초등 예비교사들의 경우 첫째, "구획의 기준"에서 귀납주의의 경향이 강한 범위에 분포되어 있어 예비교사들이 과학과 비과학의 구획에 있어서 다소 엄격한 기준을 가지고 있다는 것을 알 수 있다. 둘째, "과학의 변화 양상"에서 반증주의의 경향이 강하면서도 다소 귀납과 절충적 입장이 혼재된 범위에 분포되어 있다. 셋째, "과학적 지식의 인식론적 지위"에서 반증주의적 경향이 강하면서도 상대주의와의 절충적인 입장이 다소 높게 분포되어 있다. 이는 예비교사들이 진리의 실재, 과

Table 3. The responses of preservice teachers' philosophical views on science(subscale)

Group	Perspectives Subscale [*]	Inductivism		Falsificationism		Relativism	
		means	%	means	%	means	%
EPT (n=37)	1	3.35	13.9	1.24	5.2	1.41	5.9
	2	1.78	7.4	3.16	13.2	1.06	4.4
	3	0.78	3.3	3.27	13.6	1.95	8.1
	4	2.32	9.7	2.76	11.5	0.92	3.8
	Total	8.24	34.3	10.43	43.5	5.33	22.2
SPT (n=52)	1	3.73	15.5	1.35	5.6	0.92	3.8
	2	2.15	9.0	2.94	12.2	0.91	3.8
	3	1.40	5.8	3.04	12.7	1.56	6.5
	4	2.83	11.8	2.73	11.4	0.44	1.9
	Total	10.11	42.1	10.06	41.9	3.83	16.0

*Subscale : 1. Criteria of demarcation 2. Patterns of scientific change 3. Epistemological status of scientific knowledge 4. Scientific methods

Table 4. The responses of alternative hypotheses related to the cause of dinosaur extinction

Dimensions of response	Alternative hypotheses I				Alternative hypotheses II			
	EPT		SPT		EPT		SPT	
	frequency	%	frequency	%	frequency	%	frequency	%
Strongly discredit	-	-	1	1.9	-	-	-	-
Discredit	-	-	4	7.7	2	5.4	10	19.2
Neither	4	10.8	18	34.6	14	37.8	27	51.9
Credit	28	75.7	29	55.8	20	54.1	15	28.9
Strongly credit	5	13.5	-	-	1	2.7	-	-

학적 지식의 객관성, 관찰의 이론 의존성, 과학적 지식의 신뢰성 하위주제에서 지식을 진리로 보지 않음을 의미하며, 과학적 지식의 우월성 하위주제에서는 지식의 잠정적인 속성을 인식하고 있으나, 과학적 지식의 구성 하위주제에서는 귀납주의로 회귀해 정확한 지식만이 과학적 지식이라고 인식하는 것을 알 수 있다. 넷째, “과학적 방법”에서는 귀납-반증주의적 영역에 집중되어 있다. 이는 예비교사들이 가설연역적 방법과 귀납적 방법을 과학적 방법으로 인식하고 있다는 증거이며 중학생을 대상으로 한 소원주 등(1998a)의 연구 결과와도 일치한다.

중등 예비교사들의 경우 “구획의 기준”, “과학의 변화양상”, “과학적 지식의 인식론적 지위”의 하위 요소에서 대체적으로 초등 예비교사들의 결과와 비슷한 양상을 보였으나, “과학적 방법”에서는 초등 예비교사들과는 달리 귀납주의 경향에 다소 높은 반응을 보였다. 이는 방법론에 있어 중등 예비교사들이 초등 예비교사들보다 보수적

인 입장을 취하고 있는 것이다.

2. 공룡 멸종 원인에 대한 예비교사들의 생각

대안적 가설에 대한 예비교사들의 반응 유형을 분석하기에 앞서 공룡 멸종 원인에 관한 대안적 가설의 신뢰 정도를 알아보았다(Table 4). 이는 대안적 가설이 종종 이론의 변화를 증진하는데 실패할 수 있으며, 이는 학생들이 대안적 가설을 신뢰하지 못하거나 중요하게 생각하지 않는 것에서 그 원인을 찾을 수 있기 때문이다(Chinn & Brewer, 1993). Table 4에서 제시한 반응 정도에서 “보통이다”, “신뢰한다”, “매우 신뢰한다”를 대안적 가설로서 예비교사들이 신뢰한다고 가정하였다. 그 결과, 대안적 가설 I에서 초등 예비교사들의 경우 100% 수준에서, 중등 예비교사들의 경우 90.4%가 신뢰를 하고 있는 것으로 나타났으며, 대안적 가설 II의 경우 초등 예비교사들은

94.6%, 중등 예비교사들은 80.7%가 신뢰하는 것으로 조사되었다. 대안적 가설 I과 II에 대해 초등 예비교사들이 중등 예비교사들에 비해 다소 높게 신뢰하고 있는 것으로 나타났다.

공룡 멸종 원인에 대해 예비교사들이 처음에 갖고 있는 생각을 조사하고, 대안적 가설 I과 II를 제시하여 읽게 한 후 최종적인 생각을 알아보았다. 그 결과, Fig. 2와 같다.

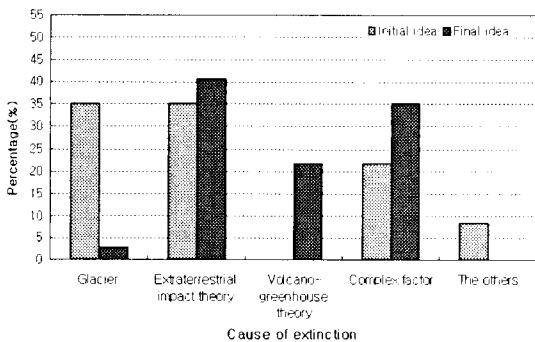
Fig. 2에서 보듯이, 처음의 생각에서 초등 예비교사들의 경우 92% 정도가 운석 충돌설, 빙하 및 복합 요인이 공룡 멸종의 원인이라고 응답을 하였으며, 부수적으로 먹이 부족, 환경 미적응 등 기타 요인(8.1%)에 소수의 응답을 보였다. 중등 예비교사들의 경우 50% 정도가 운석 충돌설에 가장 많은 응답을 보였으며, 화산 온실설, 빙하, 복합 요인 순으로 응답을 보였다. 또한 기타 요인으로 홍수(3.8%)가 공룡 멸종의 원인이라고 응답하였다.

대안적 가설 I과 II를 제시하여 읽게 한 후, 공룡 멸종 원인에 관한 예비교사들의 최종 생각을 조사한 결과, 초등 예비교사들의 경우 처음의 생각과 마찬가지로 운석 충돌설에 가장 높은 빈도(40.5%)를 보였으며, 그 다음으로 처음 생각에 비해 복합 요인에 다소 빈도가 증가하였으며, 상대적으로 빙하 원인이 많이 감소한 반면 화산 온실설은 오히려 증가하는 빈도를 보였다. 이는 대안적 가설이 초등 예비교사들의 기존 생각을 변화하는데 어느 정도 역할을 하였음을 나타내는 것이다. 중등 예비교사들의 경우도 초등 예비교사들의 경우와 마찬가지로 운석 충돌설에 가장 높은 빈도(50.0%)를 보였으며, 복합 요인도 다소 증가하였다. 화산 온실설의 빈도는 그대로이나 이는 빈도상의 수치로서 예비교사 본인의 경우 처음의 생각과 최종

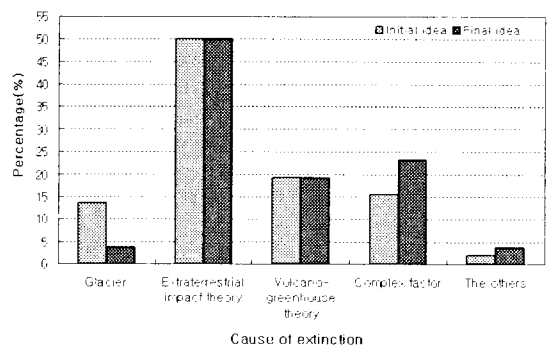
의 생각이 같음을 의미하는 것은 아닐 수 있다. 처음 생각과 최종 생각의 구체적인 개념 변화 과정을 Table 5에 제시하였다. 중등 예비교사들의 경우도 초등 예비교사들의 경우와 마찬가지로 대안적 가설이 어느 정도 기존의 생각을 변화하는데 역할을 하였다.

또한, 처음 생각과 최종 생각이 유지되는 정도 및 변화하는 경우 어떤 원인으로 변화하는지에 대한 예비교사들의 반응을 Table 5에 제시하였다. 그러나, 이 연구에서는 처음 생각과 최종 생각이 왜 변화하지 않았는지, 또 왜 변화하였는지에 관한 예비교사들의 인지갈등 측면은 다루지 않았다.

Table 5에서 보면, 초등·중등 예비교사들 모두에게 있어 전반적으로 공룡 멸종의 원인으로 운석 충돌설이 끝까지 유지되는 경향을 보였다. 중등 예비교사들의 경우 화산 온실설과 복합 요인이 유지되는 경향을 보였으나, 초등 예비교사의 경우 기존의 생각이 대안적 가설을 읽은 후 다양한 원인으로 분산되는 경향을 보였다. 특히 초등 예비교사들에게 빙하의 경우 처음의 생각과 최종 생각이 많은 빈도에서 감소한 반면 다른 원인으로 이동하는 양상이 더 심했다. 다만 화산 온실설의 경우 기존 생각과 최종 생각에서 한명의 반응도 나타나지 않은 것이 특이하다. Table 5에서 나타난 바와 같이, 사람들은 자신의 신념 체계에 일치하는 증거나 사례는 잘 받아들이지만 일치하지 않는 이론을 접할 경우 자신의 신념 체계에 일치하지 않는다는 것을 인지함과 동시에 쉽게 무시하는 경향이 있으며, 신념 체계에 일치하는 이론과 그렇지 않은 이론이 동시에 제시될 경우 보다 친숙하며 자신의 신념 체계에 일치하는 이론을 선택하게 된다는 김익균과 박승재(1992)의 연구 결과가 초등 예비교사들보다는 중등 예비교사들에게



(a) Elementary



(b) Secondary

Fig. 2. Conceptual change to the cause of dinosaur extinction

Table 5. Change of initial-final idea to the cause of dinosaur extinction

Initial idea			Final idea			Note
Cause of extinction	EPT	SPT	Cause of extinction	EPT	SPT	
Glacier	13	7	glacier	1	2	
			extraterrestrial impact theory	2	3	
			volcano-greenhouse theory	4	1	
			complex factor	6	1	
			the others	-	-	
Extraterrestrial impact theory	13	26	glacier	-	-	
			extraterrestrial impact theory	10	23	
			volcano-greenhouse theory	1	-	
			complex factor	2	2	
			the others	-	1	not-know
Volcano-greenhouse theory	-	10	glacier	-	-	
			extraterrestrial impact theory	-	-	
			volcano-greenhouse theory	-	8	
			complex factor	-	2	
			the others	-	-	
Complex factor	8	8	glacier	-	-	
			extraterrestrial impact theory	3	-	
			volcano-greenhouse theory	2	1	
			complex factor	3	7	
			the others	-	-	
The others	3	1	glacier	-	-	
			extraterrestrial impact theory	-	-	
			volcano-greenhouse theory	1	-	
			complex factor	2	-	
			the others	-	1	flood

서 보다 더 강한 일치를 보였다.

3. 공통 멸종 원인에 대한 예비교사들의 반응 유형

공통의 멸종 관련 대안적 가설에 대한 예비교사들의 반응 유형을 분류한 결과, 김선영 등(2002)의 선행연구에서 나타난 반응 유형과 일치하였으나 빈도와 퍼센트에 있어서는 다소 차이가 있었다. 이러한 차이는 김선영 등(2002)의 연구는 중학생을 대상으로 하였으나, 본 연구는 대학생이면서 예비교사들을 대상으로 하였기에 연구 대상자들의 특성에 기인한 결과라 할 수 있다.

반응 유형을 분류한 결과 Table 6과 같이 거부, 판단

불확실, 재해석, 신뢰 감소, 부분적 이론 변화, 이론 변화 등 6가지 반응 유형이 나타났으며, 초등·중등 예비교사들 각각 몇몇 유형에서 많은 대조를 보이고 있다(Fig. 3).

다음은 각 반응 유형별로 예비교사들에게서 나타난 응답의 예를 제시한 것이다.

• 거부 유형

화산 분출로 인해 대기중의 CO₂, CH₄ 등이 증가하여 공룡이 멸종하였으며, 특히 현재에도 화산대가 있듯이 지구가 숨쉬고 있다는 증거가 도처에 있다. 지층의 구조, 판의 구조를 통해서도 알 수 있듯이 운석이 떨어진 시기는 공룡이 멸종한 시기보다 상대적으로 맞질 않으며, 운석보다는 화산에 의한 영향이 더욱 신뢰가 간다.(중등 ○○○)

Table 6. The frequencies and types of responses to the cause of dinosaur extinction

Types of responses	Frequency		%		Note	
	EPT	SPT	EPT	SPT	EPT	SPT
Rejection	9	29	24.3	55.8		
Uncertainly	2	2	5.4	3.8	43.2%	80.8%
Reinterpretation	2	11	5.4	21.2		
Belief decrease	3	-	8.1	-		
Partial theory change	11	6	29.7	11.5	56.8%	19.2%
Theory change	10	4	27.1	7.7		
Total	37	52	100		100%	

*Note : 43.2% or 80.8% = the maintenance of initial idea
 56.7% or 19.2% = the change(partial or completely) of initial idea

• **판단 불확실**

공룡이 멸종한 원인이 운석 충돌에 의한 것이라는 사실을 예전부터 들어왔고 자료 1에 제시된 증거들을 보니 내 생각에 대해 신뢰를 할 수 있다. 자료 2를 읽다보니 자료 1에 제시되었던 증거들이 반박이 가능한 것으로 생각이 되었다. 그러나 어느 정도 신뢰는 하겠지만 완전히 믿을 수는 없다. 왜냐하면 다른 반박이 가능할 수도 있기 때문에 현재로서는 내가 가지고 있는 생각을 믿는다.(중등 ○○)

• **재해석**

운석 충돌로 인해 지구의 모든 생물을 멸종시킬만한 환경 피해를 입었을 것이다. 화산 폭발로 인해 지구의 온도가 상승하여 여러 생태계에 영향을 주었다고는 하지만 단지 화산 폭발로 인해 모든 생물이 멸종되었을 것이라고는 생각하지 않으며, 또한 환경이 변하면서 그에 적응하여 사는 공룡도 있었을 것이라고 생각하기 때문이다.(중등 ○○○)

• **신뢰 감소**

운석 충돌설에서 근거로 내세웠던 KT층의 발견과 이리듬 원소의 비율이 확신감을 주었지만 자료 2에서 반박의 증거로 내세운 자료를 보고 운석 충돌설을 덜 신뢰하게 되었지만 그렇다고 자료 2를 확실한 근거로 생각하지는 않는다.(초등 ○○○)

• **부분적 이론 변화**

빙하로 인해 지구의 기온이 내려가고 그 영향으로 생물

들이 정상적인 성장을 하지 못해 공룡이 멸종하게 되었다. 그러나 자료 1에서 KT 경계층에서 이리듬이라는 원소가 다른 지층에서 보다 높게 포함되어 있다는 점과 중생대와 신생대 사이에 운석충돌이 있었다는 점, 자료 2에서 KT 지층의 이리듬이 지구내부에서 왔다는 점 등은 충분히 믿을 만한 증거라 생각한다. 따라서 공룡의 멸종은 빙하를 포함한 다양한 원인에서 찾을 수 있을 것 같다.(초등 ○○○)

• **이론 변화**

공룡은 지구의 빙하기 때문에 멸종했다. 또한 지구의 지층이 변화가 심해지면서 대량의 화산 폭발로 인한 먼지와 화산재들이 하늘을 뒤덮어 태양 빛을 차단하게 되어 지구에 빙하기가 찾아온 것이다. 그러나 자료 2보다 자료 1에서 제시한 공룡의 멸종 시기에 발견된 크레이터, KT 경계층의 이리듬 원소와 검댕들, KT층의 광물들이 공룡의 멸종 원인이 운석 충돌임을 확실하게 뒷받침 해 줄 수 있는 증거로 인식되었다. 따라서 운석의 충돌로 말미암아 지구의 대기권에 생긴 먼지로 인해 햇빛이 차단되어 공룡이 추위 속에서 얼어 죽게 되었을 것이다.(초등 ○○○)

Fig. 3을 보면, 초등 예비교사들의 경우 부분적 이론 변화에, 중등 예비교사들의 경우 거부 유형에 가장 많은 비율을 차지하였으며, 구체적으로 초등의 경우 이론 변화, 거부, 신뢰감소, 판단 불확실, 재해석 순으로, 중등의 경우 재해석, 부분적 이론 변화, 이론 변화, 판단 불확실 순으로 나타났다. 특히, 중등 예비교사들에게서 신뢰 감소 유형은 나타나지 않았다. 또한 Table 6에서 대안적 가설의

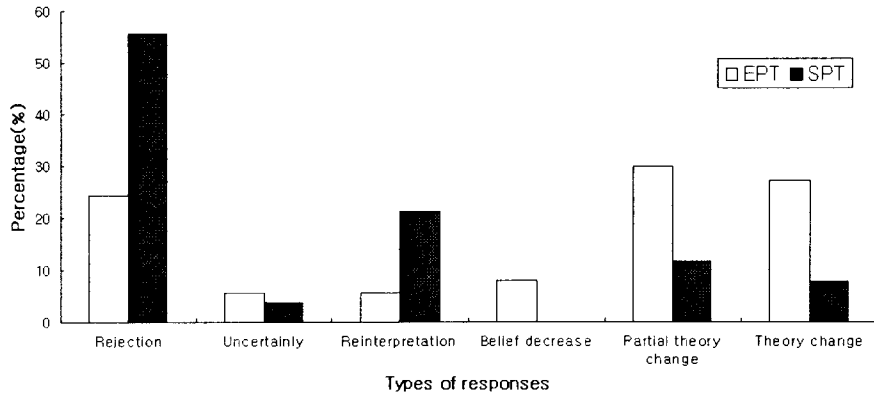


Fig. 3. The types of responses to the cause of dinosaur extinction

유효성을 인정하고 기존 이론을 어느 정도 유지하는 반응 유형인 판단 불확실, 재해석, 신뢰감소 유형은 초등의 경우 18.9%, 중등의 경우 25.0%로 중등 예비교사들에게서 좀더 높게 나타났으며, 여기에 대안적 가설의 유효성을 무시하고 기존 이론을 강하게 신뢰하는 거부 유형까지 포함시키면 초등의 경우 43.2%, 중등의 경우 80.8%로 거의 두 배 정도로 초등 예비교사들에 비해 중등 예비교사들이 기존 이론을 그대로 유지하려는 경향이 강한 것으로 볼 수 있다.

한편, 대안적 가설에 의해 부분적 또는 전체 이론 변화가 일어난 경우는 초등의 경우 56.8%, 중등의 경우 19.2%로 중등 예비교사들보다 초등 예비교사들에게서 세 배 정도 높게 나타났다. 이러한 결과를 볼 때, 초등 예비교사들의 경우는 이전의 선행 연구(강석진 등, 2002; 김선영 등, 2002; 노태희 등, 2002a, 2002b) 결과와 비슷한 부분적 또는 전체 이론 변화에 다소 높은 반응 유형을 보인 반면, 중등 예비교사들의 경우는 이전의 선행 연구(Chinn & Brewer, 1998) 결과와 비슷한 거부나 어느 정도 기존 이론을 유지하는 반응 유형에 일치하는 것으로 볼 수 있다. 또한, 이미 제시한 Table 4에서 보듯이 상대적으로 중등 예비교사들에 비해 초등 예비교사들이 대안적 가설에 대해 강한 신뢰를 보인 점과 선정된 예비교사들의 집단 특성과도 연관된다고 볼 수 있다.

4. 예비교사들의 과학철학적 관점과 대안적 가설에 대한 반응 유형과의 관계

초등·중등 예비교사들의 과학철학적 관점을 조합하여

삼각다이어그램에 표시한 입장과 대안적 가설에 대한 반응 유형과의 관계는 Table 7과 같다. 초등 예비교사들의 경우 과학철학적 관점이 절충적이면서 부분적 이론 변화 반응 유형에, 중등 예비교사들의 경우 절충적이면서 거부 반응 유형에 높은 빈도를 나타내고 있다.

구체적으로 초등의 경우 절충적-이론 변화, 절충적-거부, 반증적-이론변화, 절충적-신뢰 감소, 반증적-부분적 이론 변화, 귀납적-부분적 이론 변화, 반증적-판단 불확실, 귀납적-거부 순으로 빈도를 보였으며, 중등의 경우는 귀납적-거부, 절충적-재해석, 반증적-거부, 반증적-재해석, 귀납적-부분적 이론 변화, 반증적-부분적 이론 변화, 귀납적-이론 변화 순으로 빈도를 보였다. 특히, 초등·중등 공통으로 과학철학적 관점중 상대주의가 나타나지 않아 해당하는 반응 유형 또한 나타나지 않았다.

또한, 과학철학적 관점별 나타난 반응 유형을 살펴보면, 초등 예비교사들의 경우 귀납주의는 거부, 부분적 이론 변화, 이론 변화에서, 반증주의는 거부, 판단 불확실, 재해석, 부분적 이론 변화, 이론 변화에서, 절충적 입장은 거부, 재해석, 부분적 이론 변화, 이론 변화에서 나타났다. 중등 예비교사들의 경우 귀납주의는 거부, 재해석, 부분적 이론 변화, 이론 변화에서, 반증주의는 거부, 판단 불확실, 재해석, 부분적 이론 변화에서, 절충적 입장은 거부, 재해석, 이론 변화에서 나타나는 양상을 보였다. 초등·중등 예비교사들에게서 나타난 과학철학적 관점과 반응 유형과의 관계에서 공통점은 발견할 수 없으나, 특히 절충적-거부, 절충적-부분적 이론 변화, 반증적-이론 변화, 절충적-이론 변화 등 많은 부분에서 상반적인 차이만은 발견할 수 있다.

Table 7. Preservice teachers' philosophical views on science and types of responses

Perspectives	Types of responses	EPT		SPT	
		frequency	%	frequency	%
Inductivism	Rejection	2	5.4	7	13.5
Falsificationism		1	2.7	5	9.6
Relativism		-	-	-	-
Eclecticism		6	16.2	17	32.7
Inductivism	Uncertainly	-	-	-	-
Falsificationism		2	5.4	2	3.8
Relativism		-	-	-	-
Eclecticism		-	-	-	-
Inductivism	Reinterpretation	-	-	2	3.8
Falsificationism		1	2.7	4	7.7
Relativism		-	-	-	-
Eclecticism		1	2.7	5	9.6
Inductivism	Belief decrease	-	-	-	-
Falsificationism		-	-	-	-
Relativism		-	-	-	-
Eclecticism		3	8.1	-	-
Inductivism	Partial theory change	2	5.4	3	5.8
Falsificationism		2	5.4	3	5.8
Relativism		-	-	-	-
Eclecticism		7	18.9	-	-
Inductivism	Theory change	-	-	3	5.8
Falsificationism		4	10.9	-	-
Relativism		-	-	-	-
Eclecticism		6	16.2	1	1.9
Total		37	100	52	100

IV. 결론 및 제언

이 연구에서는 초등·중등 예비교사들이 가지고 있는 과학철학적 관점을 조사하고, 공룡의 멸종원인에 대한 기존의 생각이 대안적 가설에 의해 어떻게 반응하는지를 유형화 한 후, 과학철학적 관점과 대안적 가설에 대한 반응 유형과의 관계를 조사하는 것이다. 이에 대한 결론과 제언은 다음과 같다.

첫째, 초등·중등 예비교사들이 가지고 있는 과학철학적 관점은 두 집단의 특성에 관계없이 여러 과학철학적 입장이 혼재된 절충적 입장을 중심으로 귀납주의와 반증주의의 경계에 해당하는 매우 좁은 범위에서 수렴하고 있다. 또한 과학철학적 관점의 하위요소에 대해 초등 예비

교사들의 경우 구획의 기준에서는 귀납주의, 과학의 변화 양상, 과학적 지식의 인식론적 지위, 과학적 방법에서는 반증주의가 높게 나타났으며, 중등 예비교사들의 경우 구획의 기준과 과학적 방법에서는 귀납주의, 과학의 변화 양상과 과학적 지식의 인식론적 지위에서는 반증주의가 높게 나타났다. 전체적인 관점에서는 상대주의가 나타나지 않았지만 하부 요소에서는 낮은 빈도가 나타났는데 이는 부분적이지만 점차적으로 현대적인 입장을 취하려는 변화의 경향을 보여주는 것이다.

둘째, 공룡 멸종 원인으로 제시한 대안적 가설에 대해 초등·중등 예비교사들 모두 신뢰하였으며, 특히 초등 예비교사들이 더 신뢰하는 것으로 나타났다. 공룡 멸종 원인에 대한 기존 생각으로 초등 예비교사들은 운석 충돌과

빙하를, 중등 예비교사들은 운석 충돌로 응답을 하였으며, 대안적 가설 제시 후 공통 멸종 원인에 대한 최종 생각으로는 초등·중등 모두 운석 충돌에 가장 높은 반응을 보였다. 또한 공통 멸종 원인에 대한 처음 생각과 최종 생각이 유지되는 정도에서 초등·중등 예비교사들 모두에게 있어 전반적으로 운석 충돌설을 끝까지 유지하려는 경향을 보여주면서도 일부 다양한 원인으로 분산되는 양상이 나타났다.

셋째, 공통의 멸종 관련 대안적 가설에 대한 반응 유형으로 거부, 판단 불확실, 재해석, 신뢰 감소, 부분적 이론 변화, 이론 변화 등 6가지 반응 유형이 나타났으며, 초등의 경우 부분적 이론 변화 유형에, 중등의 경우 거부 유형에 많은 비율을 차지하였다. 대안적 가설에 의한 부분적 또는 전체 이론 변화의 가능성은 초등 예비교사들에게서, 대안적 가설에 관계없이 기존 이론을 유지하려는 경향은 중등 예비교사들에게서 각각 높게 나타났다.

넷째, 과학철학적 관점과 대안적 가설에 반응하는 유형과의 관계에서 초등 예비교사들은 과학철학적 관점이 절충적이면서 부분적 이론 변화 반응 유형에, 중등 예비교사들의 경우 절충적이면서 거부 반응 유형에 높은 빈도를 보였다.

과학에 대한 이해가 의미있는 과학 교수를 위한 필수 요건임을 알고, 효과적인 과학 교사가 되기 위해서는 과학의 본성에 관해 적절한 이해가 있어야 하며(Yager, 1995; Abd-El-Khalick & Lederman, 2000), 이는 당연한 것이다(Justi & Gilbert, 2000). 아울러 과학 교사가 과학 철학과 과학 역사에 제한적 지식과 관점을 소유하고 있으면 이러한 한계를 안고 있는 교사의 지식과 관점은 당연히 과학 교수-학습 활동에서 학생들의 과학적 지식 및 본성에 올바른 영향을 주기가 어렵기 때문에(Gallagher, 1991), 이 연구를 통해 밝혀진 예비교사들의 제한적인 과학철학적 관점을 개선할 수 있도록 예비교사 양성교육 프로그램에 과학의 본성에 대한 이해를 증진할 수 있는 구체적인 방안을 모색하여야 할 것이다.

또한, 대안적 가설에 대한 예비교사들의 반응을 볼 때 기존의 이론에 대한 신뢰 정도와 자료의 특성이 집단의 특성에 따라 영향을 받는다는 사실을 통해, 후속 연구에서는 대안적 가설에 대한 반응에 영향을 미칠 수 있는 다른 요인 및 개념 변화 전반에 걸친 과정에 초점을 둔 연구가 필요하다.

국 문 요 약

이 연구의 목적은 예비교사들의 과학철학적 관점과 공통의 멸종 관련 대안적 가설에 반응하는 유형과의 관계를 조사하는 것이다. 초등 예비교사 37명과 중등 예비교사 52명을 대상으로 하였으며, 예비교사들의 과학철학적 관점을 검사하는 도구로는 소원주 등이 개발한 PPP 문항을 이용하였다. 공통 멸종에 관한 대안적 가설로는 공통의 멸종 원인에 대한 여러 가설중 보편화된 운석 충돌설과 화산 온실설을 제시하였다. 먼저, 예비교사들에게 공통 멸종에 관한 대안적 가설을 읽기 전에 그들이 가지고 있던 생각을 조사하고, 대안적 가설 I(운석 충돌설)과 대안적 가설 II(화산 온실설)를 차례로 제시하여 읽게 한 후, 기존에 가지고 있던 생각에 대한 변화 정도를 조사하여 유형을 분석하였다. 연구 결과 예비교사들의 과학철학적 관점은 초등·중등 대부분 절충적 입장을 나타내고 있었으며 귀납주의와 절충적 입장의 경계 및 반증주의와 절충적 입장의 경계에 해당하는 좁은 범위에 수렴하고 있었다. 초등 예비교사들의 경우 부분적 이론 변화에, 중등 예비교사들의 경우 거부 반응 유형에 가장 많은 비율을 차지하고 있는 것으로 나타났으며, 초등 예비교사들은 절충적 입장인 경우 부분적 이론 변화에, 중등 예비교사들은 절충적 입장인 경우 거부 반응 유형에 높은 빈도를 나타내었다.

참 고 문 헌

- 강석진, 신숙희, 노태희(2002). 변칙사례에 대한 초등학생들의 반응 연구. 한국과학교육학회지, 22(2), 252-260.
- 김선영, 정철, 정진우(2002). 공통의 멸종 관련 불일치 자료에 대한 중학생의 반응 유형. 한국지구과학학회지, 23(7), 543-551.
- 김익균, 박승재(1992). 대립개념의 증거적 비판논의와 반성적 사고를 중심으로 한 물리 개념변화 모형. 한국과학교육학회지, 12(3), 77-89.
- 노태희, 정은희, 강석진, 한재영(2002a). 개념학습에서 변칙사례의 역할. 한국과학교육학회지, 22(3), 586-594.
- 노태희, 김순주, 강석진, 김재현(2002b). 밀도 학습에서 변칙 사례의 제시 방식과 권위 수준이 인지갈등과 개념변화에 미치는 영향. 한국과학교육학회지, 22(3), 595-603.

- 소원주, 김범기, 우종옥(1998a). 중등학교 학생들의 과학의 본성 개념을 측정하기 위한 도구 개발. 한국과학교육학회지, 18(2), 127-136.
- 소원주, 김범기, 우종옥(1998b). 중학교 과학교사들의 과학철학적 관점에 관한 연구. 한국과학교육학회지, 18(2), 221-231.
- 장병기(1995). 과학수업 및 과학의 본성에 대한 초등 교사의 인식. 한국초등과학교육학회지, 14(1), 1-15.
- Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N. G.(2000). Improving science teachers' conception of nature of science: A critical review of the literature. *International Journal of Science Education Research*, 22(7), 665-701.
- Akerson, V. L., Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N. G.(2000). Influence of a reflective explicit activity-based approach on elementary teacher's 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 action upon one's conception of the nature of science: A follow-up study. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(6), 563-581.
- Chinn, C. A., & Brewer, W. F.(1993). The role of anomalous data in knowledge acquisition: A theoretical framework and implications for science instruction. *Review of Educational Research*, 63(1), 1-49.
- Chinn, C. A., & Brewer, W. F.(1998). An empirical test of a taxonomy of responses to anomalous data in science. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(6), 623-654.
- Chun, S. J.(2000). An examination of the relation among science teaching actions, beliefs, and knowledge of the nature of science. Unpublished doctoral dissertation, University of Georgia, Athens.
- Dreyfus, A., Jungwirth, E., & Eliovitch, R.(1990). Applying the 'cognitive conflict' strategy for conceptual change-some implications, difficulties, and problems. *Science Education*, 74(5), 555-569.
- Gallagher, J. J.(1991). Prospective and practicing secondary school science teachers' knowledge and beliefs about the philosophy of science. *Science Education*, 75(1), 121-133.
- Haidar, A. H.(1999). Emirates pre-service and in-service teacher's views about the nature of science. *International Journal of Science Education*, 21(8), 807-822.
- Justi, R., & Gilbert, J.(2000). History and philosophy of science through models: some challenges in the case of 'the atom'. *International Journal of Science Education*, 22(9), 993-1009.
- Koslowski, B.(1996). *Theory and evidence: The development of scientific reasoning*. MIT Press: Cambridge, MA.
- Lederman, N. G.(1992). Students' and teachers' conceptions of the nature of science: A review of the research. *Journal of research in science teaching*, 29(4), 331-359.
- Limón, M.(2001). On the cognitive conflict as an instructional strategy for conceptual change: A critical appraisal. In L. Mason, *Instructional practices for conceptual change in science domains* [Special issue]. *Learning and Instruction*, 11(4-5), 357-380.
- Mason, L.(2001). Responses to anomalous data on controversial topics and theory change. *Learning and Instruction*, 11, 453-483.
- Nott, M., & Wellington, J.(1993). Science teachers, the nature of science, and the National Science Curriculum, in J. Wellington *et al.*, *Secondary Science: Contemporary Issues and Practical Approaches*, Routledge: London, 32-43.
- Nussbaum, J.(1989). Classroom Conceptual Change: Philosophical Perspectives. *The History & Philosophy of Science in Science Teaching*, Florida State Univ.: Florida, 278-291.
- Palmquist, B. C., & Finley, F. N.(1997). Preservice teacher's views of the nature of science during a postbaccalaureate science teaching program. *Journal of Research in Science Educational*

- Leadership*, OCT., 22-25. *Teaching*, 34(6), 595-615.
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W., & Gertzog, W. A.(1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66(2), 211-227.
- Shapiro, 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.
- Thagard, P.(1992). *Conceptual revolution*. Princeton University Press: Princeton, NJ.
- Yager, R. E., Blunck, S. M., & Dass, P. M.(1995). Science as a way of knowing. *Thrust for Educational Leadership*, OCT., 22-25.