

교육대학생의 과학의 본성 개념과 구성주의 학습관의 연관성 및 변화 조사

권성기 · 박승재
(서울대학교)

(1995년 1월 16일 받음)

I. 연구의 동기 및 필요성

우리 나라 과학교육과정에는 학생들이 과학의 본성에 대한 올바른 이해는 중요한 목표이다. 제 6차 교육과정에서는 고등학교에 공통 과학이라는 과목이 신설되어 과학의 본성에 관한 내용이 중요한 위치를 차지하게 되었다(교육부, 1994).

과학교사 양성 과정의 실태를 분석한 김희백 등(1994)은 중등 과학교사에게 필요한 자질로서 과학 지식, 교육자로서의 인격과 교직원, 과학교육 이론과 지도 방법, 과학론 지식, 일반 교양을 지적하고 있다. 또 교수, 교사, 학생의 입장에서 각 분야의 유용성이나 만족감에서 차이를 보였다. 과학교사는 일반 교육학과 과학교육학의 유용성을 비교적 낮게 평가하고 과학론과 과학교육학의 수준에 불만을 가지고 있음이 밝혀졌다. 그리고 그 이유는 이들 과목의 학점 비중이 적어 필요한 수준까지 가르치지 못했기 때문이며, 이들 과목에 대한 연구와 자료 개발도 미흡하기 때문이다. 물론 김희백 등(1994)의 연구는 중등 과학교사를 대상으로 한 것이지만 초등 과학교사도 이와 유사하게 과학론과 과학교육학에 대한 문제가 지적될 수 있다. 그러나 과학론과 과학교육학에 대한 학점을 이수하여 실제 학교 과학 수업에서 활용되는 가는 그 분야에 관련된 인식이 밀접하게 연관되는 일에 달려 있다.

그러므로 과학의 본성에 대한 교사의 개념이나 학생의 개념에 대한 조사 연구가 필요하다. 그리고 학생의 과학의 본성에 대한 개념이 어떤 요인에 의하여 형성되고 변화되는

지, 그리고 교사의 과학의 본성에 대한 이해와 그에 따른 수업 행동이 서로 어떻게 관련되어 학생에게 영향을 미치는가를 연구할 필요가 있다. 그러나 이런 분야에 관해서는 지금까지 국내에서 거의 연구된 것이 없다.

한편 외국에서는 과학교육 학자들이 1950년대부터 과학의 본성에 대한 중요성을 인식하여 교사와 학생의 과학의 본성에 대한 개념 및 교사의 개념 증진 방안, 그리고 수업 상황에서 관련된 여러 변인과 어떻게 상호작용하는가를 활발하게 연구하고 있다(Lederman, 1992). 최근에는 과학과 기술과 사회의 상호작용을 강조하는 운동에 의해 그 일환으로 과학의 본성에 대한 올바른 이해는 중요한 과학교육 연구 분야가 되고 있다.

그러한 연구에서 가장 공통적으로 보고된 것은 과학교사들이 과학 본성에 대하여 올바른 인식을 가지고 있지 못하거나 전통적인 과학관을 가지고 있다는 점이다(Lederman, 1992). 현대의 과학 철학적 관점이 과학철학자마다 다르기는 하지만 서로 동의하는 중요한 부분은 구성주의 인식론이라는 이름으로 불려진다. 따라서 과학교사가 현대의 과학 철학적 관점으로서 구성주의 인식론을 이해하는 일은 매우 시급한 동시에 매우 중요한 일이다.

다른 한편으로 1970년대부터 활발해진 학생의 개념 연구는 지금껏 매우 활발하게 연구되었고 지금도 개념 변화 요인 및 수업 지도 방안을 중심으로 활발하게 연구되고 있다. 학생의 개념 및 그 변화에 관련된 연구들은 학생들은 과학 개념을 구성하는 과정을 통해 자연 현상을 이해한다고 보는 입장을 그 바탕에 깔고 있다. 즉 구성주의적 인식론을 배경

으로 하고 있다(Driver, 1988). 이런 구성주의 학습관은 현대의 과학 철학의 관점과 밀접한 연관이 있는 동시에 인지 심리학 분야의 연구 성과와도 관련이 깊다. 구성주의 학습관은 구성주의 인식론에 바탕을 두고 있으며 과학 지식이나 과학적 방법 및 과학적 실재에 대한 관점에 대해서 전통적인 과학관과 다르다.

물론, 구성주의 관점에 대한 비판도 제기되고 있다(Suchting, 1992; Matthews, 1992; Osborne, 1993). 이런 비판은 주로 구성주의 관점 중에서 주로 인식론에 초점을 맞추고 있다. 즉 구성주의 관점에서 보는 인식론에 관한 부분이 경험주의 관점과 크게 다르지 않다는 데 있다. 그럼에도 그런 비판을 하는 사람들도 모두 과학교육에서 구성주의가 매우 널리 퍼지고 있음을 지적한다.

구성주의가 널리 퍼지는 경향으로는 뉴질랜드에서 학생의 개념 연구에 대한 후속 연구로서 교사 개발을 위한 프로젝트를 추진하였다(Bell and Pearson, 1992). 그들은 교사들에게 학생의 개념 연구에서 얻은 결과를 과학 학습과 수업에서 구성주의적 관점으로 이용하도록 하기 위해서 교사가 가진 학생, 학교에 대한 이론, 및 학생이 학습하는 과정에 대한 이론 그리고 지식과 앞의 과정의 특성 및 수업에 대한 시사점을 변화시키려고 하였다.

결국 교사들이 아동의 개념 연구에 대한 결과뿐만 아니라 그 배경이 되는 구성주의적 학습관을 가지는 것은 올바른 과학수업 지도를 위해서는 필수적이다. 특히 구성주의적 학습에 대한 관점을 인식론에 관한 측면과 함께 이해할 필요가 있다. 그러나 교사가 구성주의 학습관을 가졌는가를 알아보기 위한 측정 도구가 거의 없으며 특히 교사의 과학의 본성에 대한 인식을 함께 조사하여 구성주의 인식론에 대해서도 이해하고 있는 가를 조사한 경우는 거의 없었다. 구성주의 학습관과 관련이 깊은 구성주의 인식론을 교사의 과학의 본성에 대한 인식으로 조사하고 구성주의 학습관에 대한 인식이 어떤 관계를 맺고 있는 가를 알아보는 일은 중요하다.

따라서 본 연구에서는 교육대학생의 과학의 본성에 대한 개념을 조사하는 동시에 구성주의 학습관에 대한 개념을 조사하여 두 개념 사이의 관계를 찾아보려는 것이다.

II. 선행 연구 고찰

레더만(Lederman, 1992)은 학생과 교사의 과학의 본성에 관한 1950년대 이후의 연구 문헌을 재고찰하였다. 과학 교육에서 과학의 본성에 대한 연구를 다음과 같이 네 부류

로 구별하였다. 즉 학생의 과학의 본성에 대한 개념 조사 연구, 학생의 과학의 본성에 대한 개념을 증진시키기 위한 교육과정의 개발, 실행 및 평가 연구, 교사의 과학의 본성에 대한 개념 증진 시도 및 평가 연구, 그리고 교사의 과학의 본성에 대한 개념과 수업에서의 실제 행동 및 학생의 과학의 본성에 대한 개념간의 관련성 연구로 나눌 수 있다.

근래에 이루어진 연구로서 콜라다스와 오그본(Koulaidas and Ogborn, 1989)이 과학 지식에 관한 초임 교사와 예비 교사의 개념을 서술하고 비교하였다. 16개의 선다형 문항으로 구성된 설문지를 12명의 초임 교사와 11명의 예비 교사에게 실시하였다. 그 설문지는 과학적 방법, 과학과 비과학의 구별, 과학 지식의 변화, 과학 지식의 지위에 관한 것이었다. 설문에 대한 반응을 근거로 4가지 철학적 입장으로 구별하였다. 귀납주의, 가설 연역적 귀납주의, 상황주의적 합리주의, 상황주의적 상대주의, 상대주의로 나누었다. 전체 교사의 60%가 이런 범주로 구별되었고 나머지 여러 입장을 절충한 사람이 많았는데 이것은 일반적으로 교사는 과학의 본성에 관하여 특정한 관점을 일관되게 가지고 있지 않음을 의미한다. 이 연구의 결과에서 나타난 교사의 관점은 선행 연구 때보다 덜 합리적이며 상황주의적 특성이 더 강하다고 말할 수 있다. 전반적으로 과학교사는 과학 방법에 가치를 두지만 과학의 철학을 상황적으로 보고 있다고 결론 내릴 수 있다.

좀 더 최근에 킹(King, 1991)은 초임 교사의 과학사와 과학 철학에 대한 교사의 지식을 조사하였다. 스탠포드 대학에서 개설한 교사 교육 프로그램에 있는 13명의 예비 교사에게 과학 교육과정 및 수업 서론이라는 강의를 시작하는 첫날에 설문을 실시하였다. 그 중 11명은 강의 끝난 후와 1주 정도의 수업 실습을 끝낸 후에 면담을 하였다. 설문을 통해 조사한 결과 13명 중 3명만이 과학 철학이나 과학사 강의를 들었다. 그리고 과학의 본성을 논의하는 교육과정 서론 과정을 평가한 결과는 대부분의 학생은 과학 철학과 과학사와 반대되는 입장으로 수업의 핵심인 학습 계획, 평가 등을 배우는 일에 중요성을 느끼고 있었다. 면담 자료를 분석한 결과로는 대부분의 교사는 과학사와 과학 철학이 중요하며 그런 분야에 대한 교육이 부족하여 수업과 어떻게 연결되는가에 대해서 거의 이해를 하지 못함을 알 수 있었다. 킹은 과학사와 과학 철학의 배경이 과학수업에 매우 중요한 영향을 끼칠 것이라고 결론을 내렸다.

특별히 초등 학교 예비 교사를 대상으로 한 과학의 본성에 관하여 이해 조사는 블룸(Bloom, 1989)이 연구한 것으로 과학의 본성에 대한 이해와 다른 상황 변인과의 관계를 연구하였다. 80명(여자가 86%)의 예비 교사는 과학 방법에 관

한 강의를 수강하고 있었다. 6개의 질문으로 구성된 설문지를 이용하여 과학 지식, 이론, 진화에 대한 부분을 응답하게 했다. 그리고 21개 문항을 통해 과학에 관한 경험, 과학의 본성에 대한, 과학수업에 대한, 그리고 진화와 창조에 관한 경험을 함께 조사하였다. 설문을 정성적으로 분석하여 그들은 과학이 인간이 중심이며 과학의 가장 근본적인 목적은 인간의 복지를 위한 것이라는 생각이 많음을 알아내었다. 또한 과학 이론의 의미와 역할을 혼동하는 일이 많았다. 즉 이론은 경험적인 관찰과는 별도로 사고적으로 믿는 것이라고 생각하고 있었다. 가장 중요한 결과는 그런 신념이 과학의 본성에 대한 이해에 영향을 미친다는 사실이다. 특별히 예비 교사의 인간 중심적 신념이 과학에 대한 개념화에, 진화론에 대하여 그리고 진화를 어떻게 가르치는가에 막대한 영향을 준다. 분명히 과학의 본성에 대한 이해는 수업이나 읽기를 잘하는 것으로 끝나는 단순한 문제가 아니다.

아귀어 등(Aguirre et al., 1990)은 74명의 중등 과학 예비 교사의 과학의 본성에 관하여, 그리고 학습 및 수업에 관하여 어떤 개념을 가졌는가를 사례 연구로 조사하였다. 예비 교사에게 11개의 열린 질문에 응답하게 했는데 과학, 과학 수업, 과학 학습에 관한 질문이었다. 정성적으로 응답을 분석한 결과로 대부분의 예비 중등 교사는 과학은 관찰과 설명 혹은 옳다고 증명된 명제들이 모인 지식 체계라고 믿고 있었다. 과학수업에 대해서는 지식을 전달해 주는 사람(dispenser)으로 보는 관점과 이해를 매개하거나 안내하는 사람으로 보는 관점으로 나뉘어졌다. 그들의 3분의 1은 학습을 지식의 수용(intake)이라고 생각했다. 이런 결과에서 대학교에서 과학을 전공했음에도 과학의 본성에 대한 개념을 적절하게 가지지 못함을 뜻하였다. 따라서 예비 교사 교육에 과학 철학과 과학의 본성에 대하여 여러 관점을 포함시켜 더 다루어야 하며 수업과 관련되어 그 중요성을 일깨워 주어야 한다.

이런 방향으로 일반 과학교사 교육 수업 자료(ISTE)를 개발하여 교사의 과학의 본성에 대한 이해를 촉진시키고 과학에 대한 바람직한 태도를 형성시키려는 목적으로 연구한 경우도 있다(Akindehin, 1988). 과학의 본성에 대한 이해는 과학의 본성 척도를 이용하고 과학관련 태도는 TESRA라는 도구를 제작하여 측정하였다. TESRA는 TOSRA의 6개 하위 척도와 ISTS의 10 문항을 합하여 제작하였다. 이 두가지 도구를 실시한 결과 ISTE가 과학의 본성 이해와 과학에 대한 바람직한 태도 형성에 효과적이었다는 결과를 얻었다.

한편 구성주의는 최근에 활발하게 진행된 학생의 개념 연구에서 얻은 결과를 해석하고 수업에 주는 시사점을 논할 때 과학교육 연구자가 취하는 입장이다. Duit(1991)는 구

성주의 관점을 인간이 학습하는 과정을 매우 능동적인 구성 과정으로 보는 일종의 관점으로서 잘 다듬어진 이론은 아니라고 지적하였다. 그는 구성주의적 관점이라는 용어를 유행어처럼 사용하는 일은 자제되어야 한다고 말했다. 그런 동시에 한편으로 구성주의 관점은 전통적인 경험주의나 실증주의 관점에 대해서 다른 입장을 취하는 일종의 틀로서 매우 유용함을 지적하였다.

구성주의를 교육철학의 일종으로 보는 Gruender(1992)는 구성주의에 관하여 과학수업에서 주목해야 할 측면을 철학적으로 논의하였다. 또 Glasersfeld(1991)는 학습과 수업에 대한 구성주의 관점이라는 글에서 여러가지 구성주의 입장을 분별하고 자신은 급진적 구성주의(radical constructivism) 입장을 취하면서 과학학습과 수업에 주는 시사점을 논의하였다.

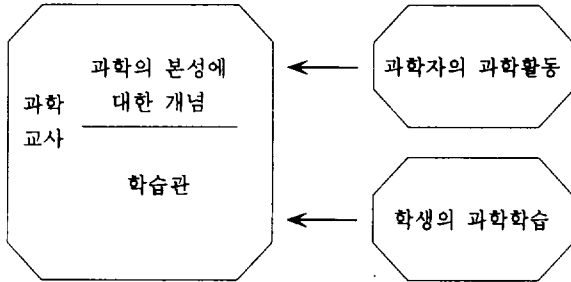
물론 이런 과학교육 분야의 구성주의 접근에 대하여 반대하거나 비판적인 입장을 취하는 경우도 있다(Osborne, 1993; Matthews, 1992). Matthews(1992)는 '구성주의와 경험주의의 불완전한 구별'이라는 글에서 구성주의 입장을 옹호하면서도 경험주의 전통에 빠져 있음을 알지 못하는 경우를 지적하였다.

결국 구성주의 학습관은 과학교육에서 중요한 흐름으로 인정되는 동시에 그에 대한 비판도 제기되고 있다. 구성주의에 대한 비판은 주로 과학 지식의 본성에 관한 것으로 지식을 경험주의적 전통으로 이해하려는 것임을 지적한다. 이런 비판은 구성주의 학습관에 대한 인식은 과학 지식이 무엇인가라는 인식론 부분을 포함한 과학의 본성에 대한 인식과 깊은 관련을 맺고 있음을 받아들이고 있음을 보여준다.

더욱 구체적으로 객관주의와 구성주의의 핵심 내용을 비교하여 교육 분야에 주는 시사점의 차이를 지적한 연구(Davis, McCarty, Shaw and Sidani-Tabbaa, 1993)에 따르면 객관주의는 인간의 지각 외부에 실재가 존재하며 실재에서 나온 사실과 인간의 주관은 구별된다는 입장이다. 그리고 과학의 목적은 객관적인 방법으로 실재를 찾아내는 일로 보면서 과학은 계속 이론이 진보하면서 실재를 올바르게 기술하는데 접근하고 있다고 보는 입장이다. 반면에 구성주의는 개인이 자신에게 의미 있는 실재를 구성한다는 데에서 출발하는 관점이다. 지식은 개인에게 올바르게 작동하는 것으로 보이는 것으로부터 구성되며 개인은 다른 사람과의 의미를 공유하기 위하여 서로 합의하게 된다고 보는 입장이다. 이론은 진리가 아니고 경험을 근사시키기 위한 모형이라는 점을 받아들이는 관점을 말한다.

따라서 [그림 1]에서처럼 교사의 과학의 본성에 대한 인식은 과학자의 과학 활동에서 나오는 것이며 학생들이 과학을 학습하는 것에 대한 관점을 교사의 학습관으로 볼 수 있

다. 이 두가지 요소는 한사람의 교사의 마음 속에 동시에 존재하는 것으로 상정할 수 있다.



[그림 1] 교사의 과학 본성에 대한 인식과 학습관의 관련

III. 연구 목표 및 내용

본 연구에서는 교육대학생을 대상으로 다음과 같은 측면을 조사하는 것을 목표로 정하였다.

1. 과학의 본성에 대한 인식
2. 구성주의 학습관에 대한 조사 도구 개발
3. 과학의 본성에 대한 인식과 구성주의 학습관에 대한 인식의 관계
4. 과학교육 강의 후의 변화

위의 연구 목적에 따라 다음과 같은 방법으로 진행되었다.

1. 과학의 본성에 대한 인식을 조사하기 위한 도구로서 Nott, M. and Wellington, J. (1993)가 사용한 과학교사용 과학의 본성에 대한 인식 조사 도구를 번역하여 과학의 본성에 대한 인식 조사 도구로 사용하였다.

그 조사 도구는 11단계로 나누어 반응하도록 되어 있으며 강한 긍정을 +5로 표시하고 강한 부정을 -5로 나타내는 동시에 0은 긍정도 부정도 하지 않는 경우를 나타내는 형식이다. 총 24개 문항으로 구성되어 있으며 5개 차원으로 나누어져 있다. 상대주의(relativism)와 실증주의(positivism)를 양극으로 하는 차원, 귀납주의(inductivism)와 연역주의(deductivism)를 양극으로 하는 차원, 상황주의(contextualism: 과학 지식은 문화나 사회와 상호 연관이 있다는 입장)와 비상황주의(decontextualism: 과학 지식은 사회나 문

화와 독립된 것이라는 입장)를 양극으로 하는 차원, 과학의 과정과 내용을 양극으로 하는 차원 및 도구주의(instrumentalism)와 실재주의(realism)를 양극으로 하는 차원으로 나누어진다.

각 차원을 RP, ID, CD, PC, IR로 나타내면 그 각 차원에 속하는 하위 문항은 다음과 같다. 그 중 8번, 21 문항은 Nott, M.와 Wellington, J. (1993)이 정한 채점 기준과 달리 각각 +, -로 채점을 했다.

[표 1] 과학의 본성에 대한 인식 조사 도구의 채점 기준 및 하위 차원

하위 차원	문항형태	문항번호	과학본성에 대한 입장
RP	-로 채점	1, 3, 21,	상대주의
	+로 채점	12, 14, 16, 18, 20	실증주의
ID	-로 채점	5, 11,	귀납주의
	+로 채점	19, 23	연역주의
CD	-로 채점	2, 3, 6	상황주의
	+로 채점	8, 13, 16, 18, 22	비상황주의
PC	-로 채점	7, 9, 17, 24	과학의 과정
	+로 채점	15	과학의 내용
IR	-로 채점	10, 21	도구주의
	+로 채점	4, 12, 14	실재론

2. 구성주의 학습관에 대한 조사 도구 개발하기 위하여 구성주의 학습관을 나타내는 진술문을 여러 문헌으로부터 추출하여(물리학습 연구실, 1993; 박종원 1992; 박승재, 조희형, 1993; 최후남, 1991; Davis, McCarty, Shaw and Sidani-Tabbaa, 1993; Driver and Bell, 1986) 각 진술문을 단순화시켰다.

각 진술문은 구성주의 학습관과 전통적 학습관을 양극으로 나타내도록 했다. 총 35개의 문항은 학생의 역할, 학습 과정, 수업, 교사, 교육과정 및 평가에 대한 측면으로 구분된다. 그 중에서 23개 문항은 구성주의 학습관을 나타내는 문항이며 12개 문항은 전통적 학습관을 나타내는 문항이었다. 각 진술문의 형태와 응답 방식은 과학의 본성에 대한 인식 조사 도구와 동일한 방식이었다. 구성주의 학습관을 나타내는 문항은 +1을 곱하여 점수를 구하고 전통적 학습관을 나타내는 문항은 -1을 곱하여 점수를 구하였다.

각 문항이 위의 이론적 측면 6가지에 해당되는 가를 판단하여 안면 타당도를 확보하기 위해서 각 진술문을 과학교

육 전공 대학원생에게 제시하여 전통적 학습관과 구성주의 적 학습관 중 어느 것에 속하며 동시에 각 진술문이 구성주의 학습관의 어느 측면에 속하는지를 판단하게 했다. 그 결과 연구자를 포함한 세명의 판단자가 위의 6가지 하위 측면 중에서 완전하게 일치된 것은 다음과 같다.

[표 2] 구성주의 학습관 조사항목과 하위측면의 일치여부 결과

구분	이론적 측면	문 항 번 호
일 치 된 문 항	학생의 역할	1(N), 2(P), 5(P), 8(P), 9(P), 12(P), 13(P), 14(N), 22(N)
	학습과정	3(P), 4(P), 11(N), 17(P), 21(P), 31(P)
	수업	27(P), 30(P)
	교사	15(N), 19(P), 20(N), 29(P)
	교육과정	23(P), 26(P), 28(N), 32(N), 35(P)
	평가	16(N), 18(N), 33(P), 34(P)
일치되지 않은 문항		6(N), 7(P), 10(P), 24(N), 25(P)

(P는 구성주의 학습관을, N은 전통적 학습관을 나타내도록 진술된 문항이다. 그리고 일치되지 않은 문항은 맨 아래에 있다. 12, 13번 문항만 두 명의 일치를 보았고 나머지 문항은 세 명의 판단자가 일치를 보인 문항이다.)

이 결과에 따르면 전체 35개 문항 중 28개 문항에 대해서는 각 하위 측면에 대한 포함 여부에 완전히 일치되었다. 일치되지 않은 문항은 5개로서 나머지 30 문항은 어느 정도 일치를 보이는 것으로 판명되었다. 이것으로 보아 구성주의 학습관을 조사하기 위한 각 문항의 타당성은 어느 정도 확보된다고 말할 수 있다.

3. 과학의 본성에 대한 인식과 구성주의 학습관에 대한 조사 결과를 과학교육 강의를 시작하기 전에 실시하였다. 과학의 본성에 대한 인식 조사를 먼저 실시하고 학습관에 대한 인식 조사 도구를 1994.3월에 실시하였다. 총 25분 정도의 시간이 걸렸으며 과학의 본성에 대한 인식을 묻는 진술문 중에서 약간 어려운 용어들이 나타난다는 반응을 보였다.

강의 전에 실시한 구성주의 학습관 조사 결과를 통해 구성주의 학습관 조사 도구의 신뢰도를 알아보기 위하여 전체 점수와 하위 측면들끼리의 상관계수를 구하였다. 전체 점수와 6개의 하위 측면은 모두 유의한 상관을 보여주었고 그 범위는 .52에서 .63의 상관계수 값을 보여 주었다.

[표 3] 구성주의 학습관 조사 도구의 하위 측면과 총점의 상관 계수

구 분	학생의 역할	학습 과정	수업	교사	교육 과정	평가
학생의 역할	1.00					
학습 과정	0.15	1.00				
수업	0.21	0.28*	1.00			
교사	0.35**	0.17	0.04	1.00		
교육과정	0.29*	0.26*	0.17	0.16	1.00	
평가	0.25	0.15	-0.11	0.12	0.35**	1.00
총 점	0.61**	0.57**	0.57**	0.52**	0.63**	0.47**

(*: 유의도 수준=0.05, ** 유의도 수준=0.01)

4. 과학교육 강의를 실시한 후에 과학의 본성에 대한 인식과 구성주의 학습관을 조사하여 강의 전과 후의 결과를 비교 분석하였다. 한편 과학교육 강의는 일주일에 2시간씩 봉 연구자가 담당하여 진행하였는데 주교재는 과학과 교육(하병권 외 3인, 1991)을 이용하였고 주로 과학교육의 이론적 지식을 설명식으로 강의하였다. 구체적인 내용의 순서는 전반부에서는 과학의 본성에 관한 논의가 있었고 과학교육 과정 및 그 변천 과정, 과학학습 이론에 관한 내용을 강의하였다. 후반부에서는 과학수업 및 평가에 관한 부분으로 진행하였다. 중간고사와 기말고사를 학기 중간과 학기말에 실시하였다.

5. 연구 대상은 중부 지방의 도청 소재지에 위치한 교육대학교 2학년 65명에게 실시하였다. 그러나 강의 후의 과학의 본성 인식과 구성주의 학습관에 대한 조사에 응답하지 않은 학생은 연구 대상에서 제외시켰다. 최종적으로는 57명의 교육대학교 2학년 학생이 본 연구의 분석 대상이 되었다. 자료 처리 및 분석에는 맥킨토시용 Excel, StatView II 와 Systat 프로그램을 이용하였다.

IV. 연구 결과

연구 대상인 57명의 교육대학생의 평균 나이는 19.8세로 나타났다. 그 중 남자가 13명(22.8%)이었고 여자가 44명(77.2%)이었다. 이들의 과학의 본성에 대한 인식과 구성주의 학습관에 대한 인식을 각 하위 차원별로 분석하고 상관관계를 조사하는 한편 강의 전과 후의 변화된 양상을 분석하였다.

1. 강의전 과학의 본성에 대한 결과

과학의 본성을 5개의 하위 차원 별로 나누고 각 하위 차원별 점수는 그에 속하는 문항에 대한 반응은 서로 합하였다. 그 결과는 강의전에는 57명의 교육대학생이 [표 4]와 같은 평균점수를 보였다.

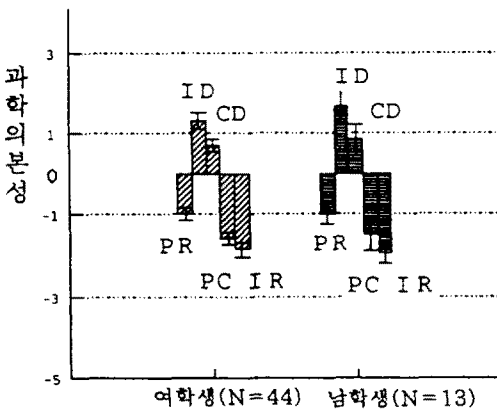
[표 4] 과학의 본성에 대한 하위 차원별 평균과 표준편차

하위범주	RP*	ID**	CD***	PC†	IR††
평균	-0.92	1.36	-0.72	-1.57	-1.94
표준편차	0.94	1.28	1.04	1.18	1.03

* : 상대주의-실증주의 차원 ** : 귀납주의-연역주의 차원
 *** : 상황주의-비상황주의 차원 † : 과학의 과정과 내용 차원
 †† : 도구주의-실재주의 차원)

이 결과는 교육대학생들이 강의 전에는 실증주의의 관점보다는 상대주의의 관점을 많이 가지고 있다. 그리고 과학의 방법으로서 귀납주의의 관점보다 연역주의적 관점을 많이 가지고 있다. 또한 상황주의의 보다는 비상황주의를 많이 보이며 과학의 내용보다는 과학의 과정을 중요하게 생각하는 입장을 취하고 있다. 특히 실재론과 도구주의 차원에서는 실재론보다는 도구주의의 관점을 훨씬 강하게 가지는 것으로 보였다.

남학생과 여학생의 차이를 비교하기 위해서 [그림 2]의 분포를 살펴보면 귀납주의-연역주의 차원에서 남학생이 연역주의를 좀 더 많이 가지고 있을 뿐이며 전반적으로 유의한 차이는 없다.

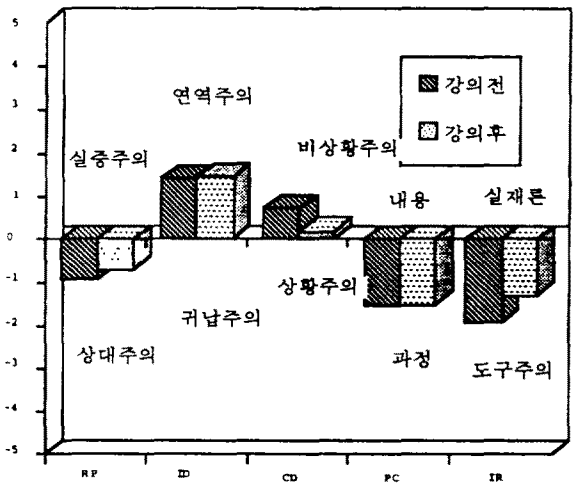


[그림 2] 과학의 본성 차원에 대한 남녀별 분포

한편 과학교육I 과목을 수강한 후의 과학의 본성에 대한 개념을 조사한 결과는 [표 5]와 같다.

[표 5] 강의 후 과학의 본성에 대한 하위 차원별 평균과 표준편차

하위범주	RP	ID	CD	PC	IR
평균	-0.72	1.45	0.19	1.53	-1.32
표준편차	0.99	1.11	0.86	1.34	1.11



[그림 3] 강의 전과 후에 과학의 본성에 대한 인식 변화

이 결과를 강의전과 비교하여 [그림 3]에 표시하였다. 교육대학생의 과학의 본성의 각 차원에 대한 인식은 강의 후에도 강의 전과 유사한 분포를 보이고 있다. 즉 실증주의의 관점보다는 상대주의의 관점을 가지고 있으며 귀납주의보다는 연역주의의 관점을 가지며 또한 실재론보다는 도구주의의 관점을 가지면서 과학의 내용보다는 과학의 과정을 더 중요하게 생각하는 개념을 가지고 있다.

그러나 강의 후에 변화된 측면에는 비상황주의의 관점이 유의하게 감소하여 비상황주의의 관점과 상황주의의 관점이 비슷한 정도로 변화였다. 또한 도구주의의 관점이 유의하게 감소하였으나 여전히 실재론보다는 도구주의의 관점을 많이 가지고 있다.

결론적으로 교육대학생은 과학의 본성에 대하여 비교적

상대주의적 관점을 가지면서 연역주의 관점 및 비상황주의 관점을 가지고 있었다. 과학의 내용보다는 과학의 과정을 중요하게 보는 관점을 가지고 있었다. 남녀 별로 유의한 차이를 보인 면은 남학생이 여학생보다 연역주의 관점을 좀 더 가지고 있는 것이었다. 나머지 다른 차원에서는 남녀 별로 차이가 없었다. 이런 특징은 강의 후에도 그대로 지속되면서 과학에 대한 개념을 가지고 있었다. 단지 과학의 본성 중에서 비상황주의적인 관점을 많이 가지고 있다가 강의 후에는 유의하게 감소하여 상황주의와 비상황주의 중간인 관점을 보이고 실재론과 도구주의 차원에서 강의 후에 실재론의 경향이 감소했음을 알 수 있다.

2. 구성주의 학습관에 대한 결과

구성주의 학습관에 대한 조사 결과는 학생 역할, 학습과정, 수업, 교사, 교육과정, 평가라는 6개의 측면으로 나누어 분석하였다. 그 결과는 [표 6]과 같다.

[표 6] 구성주의 학습관에 대한 각 하위 차원별 평균과 표준편차(강의전)

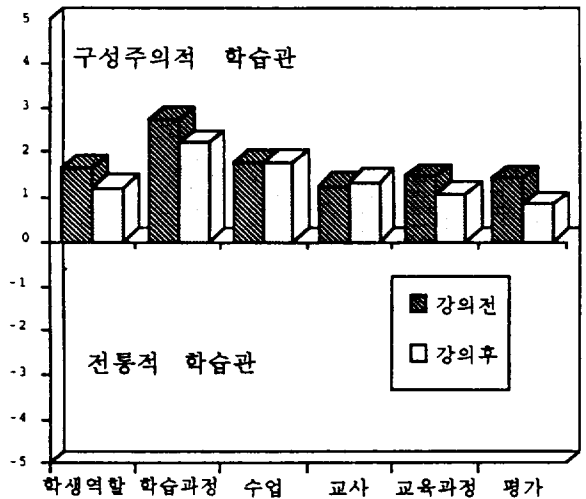
하위차원	학생 역할	학습 과정	수업	교사	교육 과정	평가	평균
평균	1.68	2.76	1.80	1.27	1.47	1.43	10.42
표준편차	0.91	1.01	1.77	1.25	1.12	1.21	4.09

[표 6]을 보면 교육대학교 2학년 학생은 강의전에 전반적으로 구성주의적 학습관에 동의하는 경향이 강하였음을 알 수 있다. 특히 학생과 학습에 대해서 구성주의적 관점을 강하게 가지고 있으며 그보다는 덜하지만 교육과정, 수업, 교사 및 평가에 대해서도 구성주의적 관점에 동의할 하고 있음을 알 수 있다.

[표 7] 구성주의 학습관에 대한 각 하위 차원별 평균과 표준편차(강의후)

하위차원	학생 역할	학습 과정	수업	교사	교육 과정	평가	평균
평균	1.68	2.76	1.80	1.27	1.47	1.43	10.42
표준편차	0.91	1.01	1.77	1.25	1.12	1.21	4.09

[표 7]을 보면 강의 후에도 전반적인 분포에서는 강의전과 비해 구성주의 학습관에 대한 인식이 큰 변화 없이 나타났다. 특히 학생에 관한 차원과 학습에 관한 차원 및 평가에 관련된 차원은 구성주의적 관점이 강의 전보다 오히려 감소하였다. 교육과정에 관한 차원은 약간 감소하였지만 통계적으로 유의한 변화는 아니었다([그림 4] 참조).



[그림 4] 강의전과 후의 구성주의 학습관에 대한 변화

결국 교육대학생은 구성주의 학습관에 강한 동의를 하였고 따라서 전통적인 학습관보다는 구성주의 학습관을 가지고 있다고 말할 수 있다. 특히 학습 과정에 대하여 구성주의적 학습관에 더욱 강하게 동의를 하고 있었다. 이에 비하여 교육과정, 평가에 대한 측면에서는 덜 강하게 구성주의 학습관을 가지는 것으로 나타났다. 이런 특징은 강의 후에도 거의 변화 없이 나타났고 단지 학생의 역할 측면이나 학습과정, 평가에 관한 측면에서 유의한 감소를 보였다. 그럼에도 구성주의 학습관의 5개 측면에 대한 분포는 그대로 유지되었다. 이런 결과는 교육대학생은 강의 전에 이미 구성주의 학습관과 유사한 문장을 다른 과목에서 익숙해졌거나 당연하게 바라본다고 여겨지는 문장에 동의를 하였다고 해석된다. 왜냐하면 강의 후에도 전반적인 분포가 거의 변하지 않았고 구성주의 학습관의 일부 측면에서 감소하는 경향을 보였기 때문이다.

3) 과학의 본성에 대한 관점과 구성주의적 학습관의 상관 관계

강의 전에 구성주의 학습관과 유의한 상관을 보인 과학의 본성에 대한 인식의 하위 차원은 없었다. 단지 과학의 본성에 속하는 실증주의와 상대주의 차원의 점수가 상황주의와 비상황주의 차원의 점수와 유의한 상관을 보이고 있다.

[표 8] 과학의 본성의 차원과 구성주의 학습관의 상관(강의전)

	RP	ID	CD	PC	IR
RP	-0.13	1.00			
CD	0.58**	0.01	1.00		
PC	-0.11	-0.04	-0.14	1.00	
IR	0.24	0.16	0.11	-0.18	1.00
학습관	-0.00	-0.11	0.06	-0.05	0.12

(** 유의도 수준=0.01)

[표 8]의 결과에서 보면 각 하위 차원간의 상관계수가 유의하지 않은 경우가 많지만 과학의 본성에 속하는 하위 차원 중에서는 상대주의와 실증주의 차원 점수가 상황주의 비상황주의 차원의 점수와 0.51의 유의한 상관 관계를 보였다. 그리고 학습관에 속하는 하위 차원 중에는 학생 차원과 교사 및 교육과정 차원은 유의한 상관이 있으며 학습과 교육 과정에도 유의한 상관이 있었다. 한편 평가와 교육과정에 관한 차원도 유의한 상관을 보였다.

이런 결과는 구성주의 학습관을 강하게 가지고 있음에도 불구하고 과학의 본성에 대한 인식이 관련을 가지고 있지 못함을 뜻한다. 즉 학습관 점수가 높아서 구성주의 학습관을 가진 것으로 판정되지만 과학의 본성의 하위 차원과 유의한 상관을 보이는 경우가 없는 결과는 교육대학생의 학습관이 과학의 본성에 대한 인식과 밀접한 관련을 맺지 못한 채로 평소의 생각과 일치하거나 바람직하게 보이는 학습관을 믿고 있다는 뜻이다.

한편 강의 후에 과학의 본성의 각 차원과 구성주의 학습관의 각 하위 차원 사이의 상관관계를 구하였다([표 10]).

그 결과 과학의 과정과 내용 차원 점수가 구성주의 학습관과 -0.27의 유의한 상관 관계를 보였다 (유의수준 5%에서). 이런 결과는 과학의 과정과 내용 차원은 과학교육과 관련된 전문문이 포함되어 있기 때문이며 따라서 학습관과 관련이 되기 쉽기 때문이라고 보여진다. 상관계수 값이 음으로 나온 이유는 과학의 내용을 강조하는 입장일수록 구성주의 학습관과 상관을 보인다는 의미이다.

[표 9] 과학 본성의 차원과 구성주의 학습관의 상관관계(강의후)

	RP	ID	CD	PC	IR
RP	-0.21	1.00			
CD	0.02	-0.12	1.00		
PC	0.04	0.02	0.05	1.00	
IR	0.18	-0.09	0.11	0.11	1.00
학습관	0.21	-0.01	-0.01	-0.27*	0.14

(* 유의도 수준=0.05)

강의 후에 과학의 과정 내용 차원이 구성주의 학습관과 상관을 보인 측면이 어느 것인가를 알기 위해서 [표 11]을 구하였다. 그 결과에 따르면 구성주의 학습관의 수업 차원이 -0.40의 유의한 상관을 보인 것이었다. 결국 수업에 대하여 구성주의 학습관을 가질수록 과학의 내용에 대하여 강조된 생각을 가지고 있다는 의미가 된다.

[표 10] 과학의 본성과 구성주의 학습관의 각 하위 차원의 상관관계(강의후)

	RP	ID	CD	PC	IR
학생 역할	0.05	0.10	-0.14	-0.18	-0.03
학습 과정	0.12	-0.07	0.05	-0.11	0.12
수업	0.12	0.09	-0.00	-0.40**	-0.10
교사	0.22	-0.16	-0.18	-0.10	0.27*
교육과정	0.28*	0.02	0.15	-0.11	0.19
평가	-0.08	-0.01	0.17	0.08	0.06
총학습관 점수	0.21	-0.01	-0.01	-0.27*	0.14

(* 유의도 수준=0.05, ** 유의도 수준=0.01)

그리고 학습관의 하위 차원간에서는 학생에 관한 하위 차원과 학습 자체와 수업 및 교사에 관한 하위 차원이 유의한 상관관계를 보였다. 그리고 학습과 교사에 관한 하위 차원도 0.48의 유의한 상관계수를 보였다.

과학의 본성에 속하는 하위 차원 중 학습관의 하위 차원과 유의한 상관을 보인 경우는 다음과 같다. 과학의 과정과 내용 차원이 수업에 관한 차원과 0.40의 유의한 상관을 보였고 실재론과 도구주의 차원이 교사에 관한 차원과 0.27의 상관을 보였다.

V. 연구의 요약 및 결론

1. 연구의 요약

본 연구에서는 교육대학생의 과학의 본성에 대한 개념을 조사하고 구성주의 학습관에 대한 인식을 조사하여 그들의 간의 관계 및 변화를 찾기 위하여 교육대학생을 대상으로 과학교육 강의를 수강하기 전과 후에 조사하였다.

과학의 본성에 대한 개념 검사는 5개의 하위 차원으로 나누어지는 Nott와 Wellington(1993)의 도구를 번역하여 사용했다. 구성주의 학습관 조사 도구도 과학의 본성에 대한 검사와 동일하게 11단계로 반응하는 리커트 형식으로 개발하였다.

강의 전에 실시한 결과는 비교적 상대주의적 관점을 가지면서 연역주의 관점 및 비상황주의 관점을 가지고 있었다. 과학의 내용보다는 과학의 과정을 중요하게 보는 관점을 가지고 있었다. 남녀 별로 유의한 차이를 보인 면은 없었다. 이런 특징은 강의 후에도 그대로 지속되었다. 단지 비상황주의적 관점이 강의 후에는 유의하게 감소하여 상황주의와 비상황주의의 중간인 관점을 보였고 실재론의 경향이 감소했다. 따라서 과학의 본성에 대한 개념이 매우 견고함을 알 수 있다.

또한 강의 전에는 전통적인 학습관보다는 구성주의 학습관을 가지고 있었다. 특히 학습 과정에 대하여 교육과정, 평가에 대한 측면보다 더욱 강하게 구성주의적 관점을 가지는 것으로 나타났다. 이런 결과는 교육대학생은 강의 전에 이미 구성주의 학습관을 가지고 있다고 말할 수 있다. 강의 후에 학생의 역할 측면, 학습 과정, 평가에 관한 측면에서 유의한 감소를 보였다. 구성주의 학습관의 일부 측면에서 감소하는 경향을 보였으나 강의 후에도 전반적인 분포가 거의 변하지 않았다. 따라서 그들의 구성주의 학습관에 대한 인식도 매우 견고함을 알 수 있다.

그러나 교육대학생이 구성주의 학습관을 가진 것으로 판정되지만 과학의 본성의 하위 차원과 유의한 상관관을 보이는 않았다는 결과는 그들이 과학의 본성에 대한 인식과 밀접한 관련을 맺지 못한 채로 평소의 생각과 일치하거나 바람직하게 보이는 학습관을 믿고 있다는 뜻이다.

강의 후에는 비록 일부뿐이긴 하지만 과학의 과정과 내용 차원 점수가 구성주의 학습관과 -0.27의 유의한 상관관계(과학의 내용을 강조하는 입장일수록 구성주의 학습관과 상관관을 보인다는 의미)를 보였다. 이런 결과를 과학의 과정과 내용 차원은 과학교육과 관련된 진술문이 포함되어 있기

때문이며 따라서 학습관과 관련이 되기 쉽기 때문이라고 볼 수도 있다. 한편 강의 후에 과학의 본성에 대한 개념이 구성주의 학습관과 연관되어 인식될 가능성을 보여주긴 했으나 강의전과 후에 뚜렷한 상관관을 보이지 않았고 따라서 분리된 상태에서 구성주의 학습관을 인식하고 과학의 본성에 대한 개념을 가지고 있었다.

2. 연구의 결론 및 시사점

교육대학생은 과학교육 강의를 수강하더라도 과학의 본성에 대한 개념이 거의 변화하지 않았다. 구체적으로 상대주의, 연역주의, 비상황주의, 도구주의, 과학의 과정에 관련된 개념을 가지고 있었다. 학습의 과정을 포함한 여러 측면에서도 구성주의 학습관을 강하게 가지고 있으나 강의 후에도 거의 바뀌지 않는 결과를 보였다. 그러나 구성주의 학습관이 과학의 본성에 관련을 보인 경우는 강의 후에도 일부 차원에 불과했다.

이런 결과는 과학의 본성에 대한 개념과 학습관에 대한 인식이 매우 견고함을 보여준다. 그리고 구성주의 학습관을 가지고 있지만 과학의 본성에 대한 인식과는 관련을 맺지 못한 채로 따로 구별되어 있고 강의 후에도 이런 분리된 상태가 그대로 유지되는 것은 구성주의 학습관을 당연하게 생각한다는 의미이다. 그러나 일부 차원에서 그들의 관련성의 가능성을 보여주기도 했다.

따라서 과학교육 강의에서 과학의 본성에 관한 이론과 과학교육과정이나 과학학습 이론을 소개할 때 그 두 부분의 의도적으로 깊게 관련지을 수 있는 교사용 프로그램과 강의 개발이 필요함을 시사 받을 수 있다(Akindehin, 1988). 즉 교사용 프로그램에는 과학의 본성에 관한 전통적인 논의와 최근의 과학 철학에서 알려진 논의가 심도 있게 포함되어 교육대학생의 과학의 본성에 대한 개념과 상호작용할 수 있어야 한다. 그와 동시에 학생의 개념 연구에서 알려진 구성주의 학습관이 서로 관련이 있는 측면을 함께 다루어야 한다.

3. 계속 연구 과제

본 연구는 지방 도시의 한 학교에 국한하여 수행되었으므로 표집 대상을 확대할 필요가 있다. 그리고 과학의 본성에 대한 개념 및 학습관에 대한 인식을 초등 교사 양성 과정에 있는 교육대학생과 중등 교사 양성 과정에 있는 사범대 학생 및 학교 현장에 있는 교사를 서로 비교할 필요가 있다. 마지막으로 실제 교사의 과학의 본성에 대한 개념과

학습관에 대한 인식이 학생의 과학의 본성에 대한 개념에 어떤 과정을 거쳐 영향을 미치는가를 연구할 필요가 있다.

참 고 문 헌

- 김희백, 김영수, 박승재(1994). 중등 과학교사 양성 과정의 실태 분석. 한국과학교육학회지, 제 14권 2호, 199-213.
- 교육부(1994). 중학교 교육과정. 교육부
- 교육부(1994). 고등학교 교육과정. 교육부
- 물리학습연구실(1993). 물리학습의 편모. p.109-123. 미발행.
- 박승재, 조희형(1993). 과학론과 과학교육. 교육과학사
- 박종원(1992). 상대론의 기초 개념 변화에서 초인지의 역할. 서울대학교 박사학위 논문, 미발행.
- 최후남(1991). 물질의 상태변화 현상에 대한 학생들의 개념 연구: 국민학교 6학년 학생과 중학생을 대상으로. 서울대학교 석사학위 논문, 미발행
- 하병권 외 3인(1991). 과학과 교육. 형설출판사
- Abell, S.K.(1989). The nature of science as a portrayed to service elementary teachers via methods textbooks. in D. E. Herget(ed.) *The History and Philosophy of Science in Science Teaching*. pp. 1-14.
- Akindehin, F.(1988). Effect of an Instructional Package on Preservice Science Teachers' Understanding of the Nature of Science and Acquisition of Science-Related Attitudes. *Science Education*, 72(1) 73-82
- Bell and Pearson(1992). Better learning. *International Journal of Science Education*, 14(3), 349-361.
- Billeh, V.Y. and Hasan, O.E.(1975). Factors affecting teachers' gains in understanding the nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, vol.12, no.3, 209-219.
- Carey,R.L. and Stauss, N.G.(1968). An analysis of the understanding of the nature of science by prospective secondary science teacher. *Science Education*, 52(4), 358-363.
- Carey, R.L. & Stauss, N.G.(1970). An analysis of experienced secondary science teachers' understanding of the nature of science. *School Science and Mathematics*, 70(5), 366-376.
- Davis, N., McCarty, B., Shaw, K. and Sidani-Tabbaa, A.(1993). Transitions from objectivism to constructivism in science education, *International Journal of Science Education*, 15(6), 627-636.
- Driver(1988) Changing conceptions, in (ed.) Philip Adey, *Adolescent Development and School Science*, pp. 79-104
- Driver, R. and Bell, B.(1986). Students' thinking and the learning of science: a constructive view. *School Science Review*, vol.67, no.240, 443-456.
- Duit, R.(1991). Students' conceptual frameworks: Consequences for learning science. in (Glynn,S.M. et al. (eds.)) *The Psychology of Learning Science*. Lawrence Erlbaum Association, 65-85.
- Fensham, P.J.(1988). Theory into practice : How to assist science teachers to teach constructively. in (ed.) Philip Adey, *Adolescent Development and School Science*, p.61-78.
- Glaserfeld, Ernst von(1991). A Constructivist's View of Learning and Teaching in (R. Duit, F. Goldberg and H. Niedderer (eds.)) *Research in Physics Learning: Theoretical Issues and Empirical Studies*, Proceedings of an International Workshop held at the University of Bremen, March 4-8, 1991, p.29-39.
- Gruender, C.D.(1992). Some philosophical reflectins on constructivism, in(D.E. Herget ed.) *The History and Philosophy of Science in Science Teaching*, 170-176.
- Lederman, N.G.(1992). Students' and teachers' conceptions of the nature of science: A review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, vol.29, no.4, 331-359.
- Lederman, N.G., Gess-Newsome J. and Latz, M.S.(1994). The nature and development of preservice science teachers' conceptions of subject matter and pedagogy. *Journal of Research in Science Teaching*, vol.31, no.2, 129-146.
- Mackay, L.D.(1971). Development of understanding about the nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, vol.8, no.1, 57-65.
- Matthews, M.R.(1992). Constructivism and empiricism: An incomplete divorce. *Research in Science Education*, 22, 299-307.

- Nott, M. and Wellington, J.(1993). Your nature of science profile: an activity for science teachers. *School Science Review*, vol.75, no.270, 109-112.
- Osborne, J.(1993). Beyond Constructivism. *The Proceedings of the Third International Seminar on Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics, Misconceptions Trust: Ithaca, NY.*
- Pines, A. and Leith, S.(1981). What is science?: Theory, recent research and some teaching suggestions. *The Australian Science Teachers Journal*, 27(3), p.15-20.
- Roth, W. and Roychoudhury, A.(1994). Physics students' epistemologies and views about knowing and learning, *Journal of Research in Science Teaching*, vol.31, no.1, 5-30.
- Scott(1987). *A constructive view of learning and teaching in science.* Center for Studies in Science and Mathematics Education, The University of Leeds.
- Segal, G. and Cosgrove, M.(1992) Challenging student and teachers' conceptions of science and technology, *Research in Science Education*, 22, 348-357.

(ABSTRACT)

Elementary Preservice Teachers' Conceptions about and its Changes in the Nature of Science and Constructivist' View of Learning.

Sunggi Kwon · Sungjae Pak
(Seoul National University)

Teachers' conception about the nature of science is considered to be an important factor to improve the students' conceptions of that. It is assumed that teachers' conception of the nature of science may be influenced by their views of learning.

The first purpose of this study was to investigate the exploratory relationships between teachers' conceptions about the nature of science and their views of learning. The second one was to compare the their conceptions and views of learning before and after science education lectures during 1 semester.

We administered the questionnaires for the nature of science and for constructivist's learning, respectively, consisted of 5 dimensions (relativism-positivism; inductivism- deductivism; decontextualism-contextualism; content-process; instrumentalism-realism) and of 6 aspects (student; learning; instruction; teacher; curriculum; evaluations) were administered to 57 pre-service elementary teachers (female=44; male=13) before and after lectures.

In pre-test it was revealed that respondents had not the consistent conceptions about the nature of science. The conception of relativism was more dominant than those of positivism, deductivism than inductivism, decontextualism than contextualism, process than content and instrumentalism than realism. They had more constructivist views in the respect of process of learning than in other respects, that is, students, instruction, teacher, curriculum and evaluation.

But no significant correlations between the dimensions of the nature of science and the aspects of the views of learning suggest that constructivist views of learning was not deeply related with their conceptions of the nature of science.

In post-test we had similar results with those of the pre-test, but the process-content dimensions of the nature of science was correlated with the constructivist views of learning.

Therefore we concluded that elementary pre-service teachers had the constructivist views of learning which was isolated with their conceptions of the nature of science although they had science education course.

We need to develop the course to make the conceptions of the nature of science relate view of learning.