

과학교사들의 전문성 향상을 위한 대안적 현직 교육 프로그램의 개발-STS/구성주의 모듈 개발 및 적용

조정일 · 박 현
(전남대학교) · (전남 남평중학교)

Development of an Alternative In-Service Program for Professional Development for Teachers of Science through STS/Constructivist Approach

Park, Heon · Cho, Jung-II
(Chonnam National University) · (Nampyung Middle School)

ABSTRACT

Constructivist theory and teaching science in the social context are a main stream in science education. This study was purposed to introduce the STS in-service program implementing in Chonnam National University, and to analyze the results of the program in terms of changes of teachers' and students' perceptions and attitudes.

The major features of the STS in-service program were as follows: teacher-centered, teaching in the social context, emphasis on constructivist approach, development of STS module and implementations. A total of 20 secondary science teachers participated in the in-service program, and filled out two questionnaires, Science Education Reform Inventory and Constructivist Teachings Survey. Three of the 20 teachers were selected to gain information from their implementations of a STS module into their respective classrooms.

The students completed two instruments, Constructivist Learning Environment Survey, and Scientific Attitude Survey. The responses from teachers and students are as follows:

1. The participating teachers were very aware of the necessity of reform in science education, and the degree of the perception of the necessity increased after the STS in-service program.
2. The STS program significantly improved constructivist teaching techniques.
3. The perceptions of the students about constructivist learning environments improved significantly after the STS in-service program.
4. Students' scientific attitudes improved significantly through STS approach.

The STS in-service program with the above mentioned features was found to be effective in our current school system, and could be implemented successfully if teachers were willing to learn and participate in the reforms of science education.

Keywords : Science-Technology-Society, science in-service education, constructivist learning, scientific attitude

*1999년 4월 6일 받음

**이 논문은 1997년도 전남대학교 학술연구비에 의하여 연구되었음.

1. 서론

1995년에 내놓은 세계화 정보화 시대를 주도하는 신교육체제 수립을 위한 교육개혁방안에서 대통령 자문교육개혁위원회는 한국 교육의 현실과 미래를 문명사적 시각에서 접근하였다. 문명의 대전환이 일어나고 있으며 정보화와 세계화가 매우 신속하게 진행되고 있다. 이 보고서에서는 미래의 한국 교육체제를 '신교육체제'라고 명명하였다. 신교육체제는 누구나, 언제, 어디서나 원하는 교육을 받을 수 있는 길이 활짝 열린 '열린교육 사회', '평생 학습 사회' 건설을 비전으로 제시하였다. 그 체제의 기본 특징으로서 학습자 중심 교육, 교육의 다양화, 자율과 책무성에 바탕을 둔 학교 운영, 자유와 평등이 조화된 교육, 교육의 정보화, 질 높은 교육을 제시하였다.

이 위원회는 신교육체제 수립을 위한 교육개혁 방안으로서, 교원과 관련하여서는 품위 있고 유능한 교원 육성이라는 목표 아래, 실천 사항으로 교원연수를 강화하고자 하였다. 교원의 전문성을 계속적으로 향상시키기 위하여 일정 주기로 연수를 반드시 받도록 하였다. 새로운 교육 체제를 실제적으로 담당해 갈 교원들을 제대로 육성하지 못한다면, 그 체제를 수립하기란 어려울 것이다. 한편, 교육과정과 같은 교육 개혁방안들은 실천하는데 크게 어렵지 않으나 교원 육성방안만큼은 전통적으로 달성하기 어려운 영역으로 인정되어 왔다(박승재 외, 1993; 박운배, 1998).

우리 나라 대통령 자문교육개혁 위원회에서 발표한 교육개혁방안에 버금가는 미국의 과학교육방안이 1996년 미국연구위원회 National Research Council에 의해 공개되었다. 미국과학교육표준 National Science Education Standards로 이름 붙여진 보고서에는 과학교육 프로그램, 과학교수, 과학교과 내용, 과학교육평가, 과학교사 현직교육 등 여러 분야에서 미국과학교육이 수립해야할 표준들이 제시되어 있다. 과학교사 현직 교육과 관련하여서는 4가지 표준을 제시하였다.

① 과학교사의 전문성 개발은 연속적이고 평생 교육과정이어야 한다.

② 현직 교육에 있어서 교육자, 피교육자, 보조자 및

지원자의 전통적 구분은 인위적인 것에 불과하다. 이 진술은 현직교육에서 교사가 수동적 입장에서 교육받는 것이 아니라 오히려 교육의 제공자, 교육 지원자로서의 역할을 하고 능동적 입장에서 현장에 적절한 교육 기회를 갖는 방향으로 바뀌어야 함을 의미한다.

③ 교사의 전문성 개발에 대한 견해는 특별한 수업 기술훈련으로부터 지적 전문성 성장으로 바뀌어야한다.

④ 학교를 변화시키는 과정은 현직교육이 학교의 맥락에서 교사들의 업무와 분명히 그리고 적절하게 연계되어야 할 것을 요구한다.

이 보고서가 지적하는 바, 현직교육은 평생 교육의 전제하에 이루어져야 하며, 구체적인 수업 기술보다는 한 교사의 전반적인 교육 전문가로서의 자질 함양에 초점을 두어야 함을 요구한다. 또한 현장의 필요와 직접 연관된 교육이 요구됨을 지적하였다.

우리 나라와 미국의 두 보고서는 21세기를 몇 년 앞 둔 시점에서 교육개혁의 필요성을 강조하고 있는 점에서 공통점을 지니고 있다. 한편, 현재 국내의 현직교육 프로그램들은 과학교사들의 필요를 채워주지 못하며, 교사들도 피동적이고 수동적인 자세로 연수에 임한다는 비판이 있어 왔다. 현직교육을 통해 얻은 경험과 지식이 현장의 필요와 직결되지 않고 실제 교육 현장에서 그 경험을 실행할 수 있는 지원체제가 되어 있지 않다(조희형 외, 1989; 이학동 외, 1996).

위와 같은 현직 교육의 문제를 개선하고 교사들의 전문성을 지속적으로 향상시킬 대안적 현직교육 프로그램(alternative in-service program)은 절실하게 요구되고 시기적으로도 적절해 보인다. 그러한 특징을 지닌 현직 교육프로그램 중에 미국아이오와대학에서 실시되어온 아이오와 쿼타과 프로그램(Iowa Chautauqua Program)과 Iowa-Scope, Sequence and Coordination(Iowa-SS&C)가 있다(Liu, Varrella, Yager, 1995; Yager, Liu, Blunck, 1993). 이 프로그램들은 교육 내용을 과학-기술-사회 맥락에서의 과학교수법과 구성주의(constructivism) 접근에 초점을 맞추고, 연수체제는 교사가 현장에서 배운 대로 시도하면서 새로운 교수법을 정착시킬 수 있도록 지속적으로 지원하는 것이다.

본 연구에서는 아이오와 치타과 프로그램 현직교육모델에 따라, 지속적이면서 현장의 필요와 직접 그리고 적절하게 연계되는 프로그램을 통해 교사의 전문성을 향상시킬 수 있는 현직 교육 형태를 실시해 보았고, 실제 현직 교육에 참여한 교사들과 그들의 학급에서의 변화를 조사해 보았다.

II. 관련 선행연구

1980년대 후반부터 교원 양성 체계에 대한 연구가 꾸준히 수행되어 왔다. 현행 사범교육의 실태 및 개선 방안을 연구한 것들로는 다음과 같은 것들이 있다. 이학동(1989)은 중학교 과학 교사 양성 과정의 문제점으로 통합 과학 교과와 과학 각 계열 기초 교과의 미비를 지적하였다. 김영수와 김도희(1989)는 중학교와 고등학교 교사 양성 프로그램의 차별화를 주장하였고, 사범교육과정에서 교과교육학이 보다 강조되어야 함을 지적하였다. 박윤배(1992)는 교양을 기초로 하고 교과 내용과 교직 이론이 기둥이 되어 교과교육을 떠받쳐 주는 사범교육과정 모형을 제시했다. 교과교육(과학과)에서는 내용의 선정과 조직 기술, 수업 기술, 실험수업 능력, 과학교육 연구 기능을 연마해야 하며, 교육 또는 학생에 대한 열의, 과학적 세계관, 과학의 본성 이해 또한 강조되어야 할 부분으로 제시했다.

이학동 외 3인(1996)은 과학 교사의 양성, 임용, 재교육에 대한 개선 방향 연구에서 중고 과학 교사 분리형 양성 체제를 제의하고, 과학교육 전공교수의 비율이 35%-40%, 과학학 전공교수의 비율이 10% 이상 되어야 한다고 주장했다. 또한 사범교육에서 통합과학 영역의 과목이 강화되어야 하며, 재교육은 기간을 다양하게 할 필요가 있고 그 내용 또한 학교 현장에서 필요한 과학교육 내용 위주로 구성해야 함을 지적하였다.

한편, 집중적으로 현직교육을 조사한 연구는 드물었다. 조희형 외 3인(1989)이 재교육 체제와 교육내용 및 운영과 관련하여 현직교육을 의무적이고 비자율적인 형태와 자발적 형태로 구분하면서, 현직교육의 중요한 이슈로서 교사의 참여 의식을 지적하였다.

또한 대학이나 연구소가 정보센터 기능을 함으로써 보다 자발적인 현직 연수가 되도록 해야 한다고 했다. 박승재 외 9인(1993)은 지금까지의 현직교육에 대한 연구가 산발적이고, 피상적이며, 구체적이지 못하였음을 지적하였다. 그 연구에서 학교장과 과학 교사를 대상으로 현직 교육에 대한 설문 조사를 실시하였다. 두 집단 모두 정기적인 현직 연수가 필요하다고 응답하였다. 현직 연수(자격 연수와 일반 실험 연수)에서 배워야 할 내용으로 실험 실습과 새로운 과학 학습 지도 방법을 지적인 반면, 자체적으로 전문성 향상을 위한 노력은 거의 없는 것으로 응답하였다. 연수 방법으로는 강의와 실험이 병행, 탐구 과정 중심, 실험 중심, 현장 경험 중심의 문제점 해결 순서로 선호하는 응답을 했다. 연수의 유의도는 과학전공 과목, 과학교육, 교양, 교직 순이었다.

박윤배(1998)는 연수의 방법과 연수만족도의 측면에서 연수와 관련된 연구들을 정리하였다. 연수참여자들은 적은 내용이라도 철저히 다룰 것, 최신 연구 동향과 실생활과 관련된 연구내용을 희망하였다. 연수만족도는 낮은 편이었다.

수업내용, 수업방법, 평가에 대한 만족도는 5점 척도에서 2.37~3.46범위였고, 전공수업내용으로는 과학교육내용을 가장 희망하였다.

아이오와 치타과 프로그램과 그 효과는 조정일(1998)의 논문에 소개되어 있다. 또한 한국과학교사들을 대상으로 이 프로그램을 기초로 구성된 해외연수 프로그램을 실시하였을 때 연수 이전보다 연수 직후, 그리고 3개월 후 자신의 수업에서 구성주의 접근들이 더 자주 실행되었음을 보여주었다(Cho et al., 1997).

III. 연구방법

1. STS 현직교육 프로그램 실시

이 현직교육 프로그램은 1997년 10월부터 전남대학교 과학교육연구소에서 시작되었다. 이 프로그램의 목적은 교사들과 교사들 사이 그리고 교사와 대학 연구진 사이의 협동을 통해 과학-기술-사회 맥락에서

과학을 가르치는데 있어 구성주의 접근을 향상시킴으로써 중등학교의 과학 수업을 개선시키는데 있다. 첫째에 20명의 중등 과학교사들을 대상으로 실시하였으며, 겨울방학 기간 중 1주 동안에는 과학교육에서 STS와 구성주의 접근에 대한 워크숍과 STS 모듈의 개발이 이루어졌다. 1학기 동안 주말을 이용한 4회의 자체 모임과 여름방학 기간 중 1주 동안에는 모듈 수업 사례발표 및 평가와 반성, 모듈의 확장과 개선의 시간을 가졌다.

이 프로그램은 신교육 체제에 부합하는 열린 현직 교육을 통해 통합과학(Integrated Science) 교육을 위한 준비와 전문성을 신장시키고 최근의 과학교육 동향에 대해 알게 할 목적으로 1년 동안 지속되는 연수로 실시되었다. 이 프로그램의 특징은 교사 중심, 활동 중심, STS 맥락에서 과학교수방법, 구성주의 교수 전략, STS모듈개발, 현장에서의 적용과 사례발표를 들 수 있다 (조정일, 1998).

모듈 개발은 본 프로그램의 가장 핵심적인 활동으로 본 연구에 참여한 세 학교에서 활용한 모듈은 중 3. 산과 염기의 16시간 분량이었다. 각 차시별 제목은 다음과 같았다.

1차시: 신 물질들과 미끈미끈한 물질들에 대하여

2차시: 우리도 지시약을 만들 수 있다.

소주제: 덜 익은 포도는 왜 실까? (3차시-6차시)

3차시: 신 물질들의 공통적인 성질은 무엇일까?

4차시: 과일과 신맛은 무엇 때문에 나타날까?

5차시: 신맛에도 강약이 있나요?

6차시: 신맛을 내는 것들의 성질은 모두 같을까?

소주제: 양젓물의 비밀은? (7차시-10차시)

7차시: 미끈미끈한 것들이 나타내는 또 다른 성질은?

8차시: 미끈미끈한 것들도 강약이 있나요?

9차시: 미끈미끈한 것들의 성질은 모두 같을까?

10차시: 썩 먹고 알 먹고 (물 사랑 비누 만들기)

소주제: 벌에 쏘이면 어떻게 할까? (11차시-13차시)

11차시: 비누로 머리를 감는데 식초는 왜 필요한 까?

12차시: 신 물질과 미끈미끈한 물질이 만나면 열

이 발생하나?

13차시: 신 물질과 미끈미끈한 것의 반응으로 생성되는 물질은?

소주제: 비를 많이 맞으면 대머리가 될까? (14차시-16차시)

14차시: 산성비는 어떻게 생길까?

15차시: 토양의 산성화를 어떻게 막을 수 있을까?

16차시: 산성비를 어떻게 줄일까? (자유의 여신상이 우는 이유)

이 모듈이 STS/구성주의 수업 모듈이라고 불려질 수 있는 것은 아래와 같은 특징 때문이다.

① 학생들의 일상 생활과 관련된 주제를 설정했고 학생들의 생각을 다루기 위해 교과서 내용을 바꾸었다.

② 학생들에게 중요한 개념(큰 개념-산과 염기)을 중심으로 수업을 제시했다.

③ 학생의 기존 개념(선 개념)을 이해하기 위해 학생들의 관점을 이끌어 내려고 노력했다.

④ 학생들에게 문제가 의미 있도록 제시하였다. - 수업을 이끄는 질문들 (각 차시 동기유발)

⑤ 학생들이 새로운 정보를 찾아내는 수업 과정을 중요하게 여기게 하고 수업 내용을 문제 해결로 인식하게 하였다. - 예습과제 부여 및 해결, 각 활동의 조별 활동 등

⑥ 모듈이 가르쳐지는 동안 교수 맥락에서 학생의 학습을 평가하였다. - 학생들이 터득하길 원하는 기본 개념 및 기본 탐구과정

⑦ 경험을 통해 배운 내용을 새로운 상황에 적용하게 하였다.

⑧ 교사는 학생을 위한 학습환경 조성의 중개자로 행동하였다. - 1분 읽을거리 자료의 제공 등.

⑨ 소 주제에 대해 몇 차시로 묶어 편성했다.

예) 비를 맞으면 대머리가 될까? (14,15,16 차시)

2. STS 현직교육 프로그램의 평가 절차

겨울 연수가 시작되기 전 참여 교사들을 대상으로 2가지 설문. '과학교육개혁도구' (Science Education

Reform Inventory)와 ‘구성주의 학습실태’(Constructivist Teachings Survey)를 투입하였다. 1학기 중 모듈 적용 이전과 이후에 각각 학생에게 2가지 설문, ‘구성주의 학습환경’(Constructivist Learning Environment Survey)과 ‘과학적 태도’ 검사를 실시하였다. 여름 연수 후 사후 검사로서 참여 교사들은 과학교육개혁도구와 구성주의 학습 실태 조사에 응답하였다. (Fig. 1)

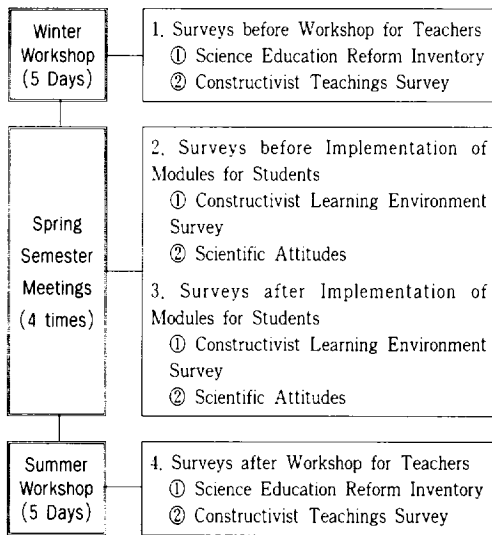


Fig. 1. Steps of survey administrations

3. 검사 도구

1) 과학교육개혁설문(SERI)

SERI는 STS와 구성주의 교수에 초점을 맞춘 과학교육 개혁에 대한 교사의 이해와 실재를 확인하기 위해 개발되었다. 설문은 7개의 영역으로 되어 있다. 즉, 과학교육 개혁의 인지도, STS, 전문직으로서의 교직, 교육과정과 평가, 과학 교과 내용, 과학학습, 모듈개발. ‘과학교육 개혁의 인지도’ 영역은 과학교육 개혁에 대한 교사의 인지와 교육 개혁에 자진해서 참여할 의지와 관련된 것들이다. STS 영역은 수업에서 학생들의 생각을 반영하고 우리 사회의 논쟁점을

활용하는 정도에 대한 것이다.

‘전문직으로서의 교사’에 대한 영역은 교사의 수업 경험과 정보를 다른 교사들과 교환하며, 교수기법의 증진을 위한 노력 정도를 다룬다. 교육과정과 평가 영역은 개념, 과정, 적용, 창의력과 태도를 평가하고 또한 전통적 평가 방법에 또 다른 평가 방법을 활용하는 정도에 대한 것이다.

과학교과 내용 영역은 대학에서 전공한 과목뿐만 아니라 다른 과학 분야에 대한 자신감에 대한 것이다. 과학학습 척도는 학생들의 오개념, 구체적인 것에서 추상적인 것으로 가르치는 교수 원리의 적용, 그리고 수업에서 새로운 정보사용과 관련된 것이다. 마지막으로 모듈 개발영역은 모듈 개발에서 다른 교사와의 협동의 필요성 인식 정도를 묻는다.

각 항목에 대해 다섯 유형의 반응, 즉 ‘거의 항상,’ ‘자주,’ ‘간혹,’ ‘별로,’ ‘전혀 그렇지 않다’로 되어 있다. ‘거의 항상’에서 ‘전혀 그렇지 않다’까지 5부터 1까지 점수가 부여되었다.

2) 구성주의 학습실태 조사(Constructivist Teachings Survey)

구성주의 학습실태 설문은 10개의 항목으로 구성되었다. 각 문항의 진술은 의문문 형식으로 “교사”와 “학생” 또는 “아니오”와 “예”의 두 종류의 대조되는 반응 구간을 9개로 나타내어 오른쪽에 가까운 눈금을 선택할수록 오른쪽 끝에 있는 반응에 가까운 것이고 왼쪽도 역시 같은 원리가 적용된다. 응답자의 현재 상태를 눈금에 표시하도록 하였다. 점수는 “왼쪽에서 오른쪽”으로 9개 구간을 1구간당 1점씩 각각 “1점에서 9점”까지를 부여하였으며 각 문항의 최고점은 9점이다.

3) 구성주의 학습환경조사(Constructivist Learning Environment Survey)

구성주의 학습환경조사 도구는 수업에서 구성주의 교수 전략이 얼마만큼 사용되고 있는지를 측정하기 위해 개발되었다. 이 도구는 개인적 유관성, 과학의 불확실성, 학생의 비판적 견해 수용, 학생과의 권한 공유, 학생들과의 협의, 과학적 태도, 총 6가지 요소

Table 1. Components of scientific attitudes and the items

Components of Scientific Attitudes	Items with positive statements	Items with negative statements
Interest of Science Classes	1, 2, 8	14
Relevancy of School Science	3, 6	
Ways of Sciencing	4, 5, 7, 9, 10	
Perceptions of Scientists	11, 12, 13	15, 16, 17, 18
	13	5

로 구성되어 있다. 이 도구에 대한 구체적인 설명은 Cho et al.(1997)을 참고하라.

4) 과학적 태도 조사

과학적 태도 조사 도구는 모두 18개의 Likert 척도화 문항으로 구성되었다. 긍정적인 문항은 5단계 척도대로 점수를 부여하고 부정적인 문항은 긍정적인 문항의 반대로 점수를 부여하여 점수를 산출하였다. 즉, 긍정적인 문항에서는 '항상' 5점, '자주' 4점, '때때로' 3점, '간혹 한 두 번' 2점, '전혀 그렇지 않음' 1점으로 점수를 주었으며 부정적인 문항은 반대로 점수를 주었다. 과학적 태도에 관한 문항들은 크게 과학 수업의 흥미도, 과학 수업의 실제 삶과의 연관성, 과학하는 자세, 과학자에 대한 태도로 구성되었다.(Table 1)

4. 연구 대상

1) 교사

98년도 STS 현직교육 프로그램에 참여한 광주, 전남 지역 중등학교에 재직하는 20명의 교사들이었다. 평균 연령은 40세이고, 성별 분포는 남자 6명, 여자 14명이었다.

2) 학생

참여 교사중 실제 모듈을 가지고 수업을 실시한 학급을 대상으로 하였다. 3학교 중 두 학교는 광주광역시 소재 학교이고 한 학교는 전라남도 소재 학교이다. 각각 한 학급씩 총 125명을 대상으로 설문 조사를 실시하였다.

IV. 연구 결과

본 연구는 연구를 위한 인위적 상황을 조성하여 수행된 것이 아니고 실제 현직 교육을 실시하고 학교 현장에 적용하는 것을 관찰하고 설문 조사를 실시하여 그 자료를 수집한 것이다. 설문 조사의 수치가 지시하는 것보다는 각 교사들이 실제 다양한 구성주의 교수 기법을 사용하고 있다는 점이 더 중요하다고 생각된다. 그래서 먼저 모듈 개발과 학교에서 그 모듈을 가지고 수업에 직접 참여하고 함께 나는 소감들을 제시하고 후에 설문 조사에 따른 정량적인 분석 결과를 제시할 것이다.

1. STS 현직교육 프로그램의 효과-교사들의 진술

본 연구에 참여한 3명의 교사들은 본 프로그램에 참여함으로써 자신들의 과학교육개혁에 대한 신념과 구성주의 학습관 형성에 많은 도움을 받았으며, 그들의 수업 속에서 구성주의 접근이 많이 관찰되었다고 보고하였다.

첫째, 교사들이 STS 수업모듈을 직접 개발해 STS 맥락에서 구성주의 교수법으로 학생들에게 적용하고 평가한 그 활동 자체에 큰 의미를 두었다. 또한 사례발표를 통해 교사간 상호 협력 활동이 이루어졌다는 사실을 높이 평가하였다.

둘째, 교사들 자신이 먼저 이 프로그램을 통해 STS 교육을 경험하고 과학을 가르치는 것이 무엇인지를 알게되었다고 진술하였다.

셋째, 자신의 교수 방법을 평가하고 반성하기 위해

자신의 수업 장면을 촬영하여 여러 교사들과 비디오 테이프에 기록된 수업 현장을 구성주의적 견해에서 분석 검토할 기회를 갖는 등 교사의 전문성 신장에 많은 도움을 받았다고 보고하였다.

넷째, 본 프로그램에 참석한 교사들은 구성주의 철학을 이해하고, 구성주의 접근법을 수업 현장에 실천할 수 있도록 도움을 받았다. 현 교육과정의 개념들을 기초로 수업 현장에 적용할 수 있는 STS/구성주의 수업 모듈을 그들이 배운 이론과 원리에 근거하여 개발하고 수업 현장에 적용하였다.

다섯째, 이러한 연수과정 동안 STS 교육연구회를 자체적으로 조직하여 교육부에서 주관한 교과교육연

구회 활동 단체로 선정되어 지속적인 연구와 활동을 하게 되는 결과를 얻었다.

2. 교사들의 전문성 신장에 대한 설문 결과

1) 과학교육 개혁 설문

Table 2는 SERI의 각 척도와 항목에 대한 평균, 표준편차, t값을 나타내고 있다. 사전 검사에서는 평균이 7개 영역에서 7.50에서 10.75 이었으며, 사후 검사에서는 9.40에서 11.60으로 모든 척도에서 사후 검사에서 높은 점수를 얻었다.

7가지 척도 중에서 5가지 척도, 즉 과학교육 개혁

Table 2. Frequencies of response, means, standard deviations and t values of SERI

Item Statements	Frequencies of Responses (N=20)+					M(SD)	t
	5	4	3	2	1		
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> 5: Almost Always 4: Often 3: Sometimes 2: Seldom 1: Almost Never </div>							
I. Awareness of Science Education Reform							
1. I am aware of the need of science education reform in Korea.	7	12	1	0	0	4.30(0.57)	1.00
2. I am willing to be involved in science education reform efforts.	4	11	4	1	0	3.90(0.79)	2.37
3. I am trying to improve the science education in my science classrooms.	8	10	2	0	0	4.30(0.66)	
	0	1	10	8	1	2.55(0.69)	2.67**
	0	2	14	4	0	2.90(0.55)	
Sub-total						10.75(1.01)	3.58***
						11.60(0.89)	
II. Science-Technology-Society							
1. I recognize the necessity to teach such topics as 'weather' through the integrated approach.	4	10	6	0	0	3.90(0.72)	1.00
2. I use out-of-school issues or topics to motivate students or to organize my science lesson.	5	12	2	1	0	4.05(0.76)	
3. I use student ideas in teaching my classes.	0	2	10	8	0	2.70(0.66)	4.77***
	2	5	12	1	0	3.40(0.75)	
	1	5	8	6	0	3.05(0.89)	1.75
	1	5	11	2	0	3.30(0.73)	
Sub-total						9.65(0.90)	
						10.75(0.81)	4.13***

III. Teaching as a Professional Career							
1. I am aware of the areas where I need to improve my teaching skills.	9	11	0	0	0	4.45(0.51)	1.14
	13	6	1	0	0	4.60(0.60)	
2. I attempt to assess the effects of my teaching or a specific approach on students' learning.	0	7	6	7	0	3.00(0.86)	2.10
	0	10	7	3	0	3.35(0.75)	
3. I share my experiences and ideas about science teaching with other teachers.	0	3	11	6	0	2.85(0.67)	1.29
	1	4	10	5	0	3.05(0.83)	
Sub-total						10.30(0.99)	2.69**
						11.00(0.99)	
IV. Teaching/Assessment							
1. I emphasize other domains, i.e., processes and the applications of science as well as the basic concepts scientists currently accept as valid.	0	9	6	5	0	3.20(0.83)	1.45
	1	8	11	0	0	3.50(0.61)	
2. I try to assess all major areas of students learning, that is, concepts, processes, attitudes, applications, creativity, and nature of science.	0	5	9	6	0	2.95(0.76)	0.89
	1	6	9	3	1	3.15(0.93)	
3. I use assessment instruments other than multiple-choice tests to assess student learning.	0	1	9	9	1	2.50(0.69)	2.70**
	1	5	11	1	2	3.10(0.97)	
Sub-total						8.65(0.80)	2.92**
						9.75(0.86)	
V. Confidence in Science Content							
1. I have the needed content background in the disciplines of science that I am teaching.	2	11	5	2	0	3.65(0.81)	2.33*
	2	16	2	0	0	4.00(0.46)	
2. I am confident to teach other science areas that were not my major in college.	0	5	8	6	1	2.85(0.88)	0.33
	0	6	6	8	0	2.90(0.85)	
3. I have learned science knowledge necessary for the discipline of science that I am teaching through in-service programs.	2	6	4	5	3	2.95(1.28)	0.90
	0	8	7	4	1	3.10(0.91)	
Sub-total						9.45(1.05)	2.03*
						10.00(0.90)	
VI. Science Learning							
1. I learn new facts about how students learn science through my teaching experiences and by reading publications like journals.	2	4	10	4	0	3.20(0.89)	2.03*
	1	12	7	0	0	3.70(0.57)	
2. I apply the principle of 'from concrete to abstract' in my classes and in developing modules.	0	6	11	3	0	3.15(0.67)	2.65**
	1	11	7	1	0	3.60(0.68)	
3. I ask questions which cause students reflect and share on their own thoughts and conceptions.	0	7	8	5	0	3.10(0.79)	2.99***
	1	11	5	3	0	3.50(0.83)	
Sub-total						9.45(0.78)	4.19***
						10.80(0.69)	

VI. Module Development

1. I am aware of the necessity to develop develop modules for my science teaching.	3	11	5	1	0	3.80(0.77)	1.07
2. I work cooperatively with other teachers in developing and teaching modules.	0	0	6	5	9	1.85(0.88)	1.98
3. I use students' ideas and information from other materials than textbooks on developing modules.	0	2	6	4	8	1.85(1.07)	3.93***
Sub-total						10.30(0.99)	2.69**
						11.00(0.99)	

+ The upper is pre-test, and the lower is post-test.

*p<.05 ** p<.01 *** p<.001

의 인지도, STS, 전문직으로서의 교사, 과학학습, 모듈개발에서 0.001 수준에서 사전과 사후의 평균이 유의한 차이를 보였다.

과학교육 개혁의 인지도 척도에서는 매우 높은 인식과 참여 의지를 보여주고 있으며, 우리 나라 과학교육 개혁 노력에 적극 참여할 마음이 연수 후 더욱 높게 나타났다. STS에 관한 척도에서는 연수 후 대부분의 응답자들은 학교 밖의 논쟁점이나 사건들을 학습의 동기 부여나 수업의 소재로 활용하겠다고 응답했으며, 학생들의 생각을 수업에서 때때로 활용한다는 교사도 증가했다.

전문직으로 교수에 관한 척도에서는 대부분의 교사들이 그들의 수업 방법을 개선해야할 필요성을 항상 느낀다고 하였으며, 수업 방법이나 수업과 관련한 다른 노력 등이 학습에 어떤 효과를 주는지를 알아볼 필요가 있다고 느끼는 등 전반적으로 전문적 능력을 신장시켜야한다는 동기가 증대되었다.

교육과정과 평가 척도에서는 사후 검사에서 탐구과정과 과학적 적용과 같은 영역을 강조한다는 생각이 증가하였으며, 일반적으로 과학학습의 모든 영역 즉 개념, 과정, 태도, 적용, 창의성 그리고 과학의 본성을 평가한다는 교사들이 증가했다. 또한 다지선다형보다는 다른 평가 방법을 사용한다는 교사들의 반응에 있어 '거의 항상', '꽤 자주', 또는 '때때로'의 응답이 50%에서 80%로 증가했다.

과학교과 내용 척도에서는 자기가 담당한 과학교과목의 주요개념에 대해서 '매우 자신 있다'고 반응

한 반면, 대학에서 전공이 아닌 다른 과학의 영역에서는 자신이 없다고 응답하였다. '전혀 그렇지 않다'와 '간혹 한 두 번'의 응답이 사전 사후 모두 70%를 넘었다. 이것은 우리 나라의 여러 유형의 연수를 통해 담당과목을 가르치는데 적절한 지식을 얻지 못하고 있음이 나타나 앞으로의 연수에서는 일방적인 과학 지식 전달이 아니라 과학교사가 필요로 하는 것을 포함시켜야 함을 시사해 준다.

과학 학습 척도에서는 응답자의 대부분이 자신의 수업 경험과 여러 문헌 등을 통해 학생들의 과학 수업에 대한 새로운 사실을 알고 그것들을 그들의 수업에 적용한다는 반응이 증가했다. 또한 수업이나 단원 개발에 구체적이고 친숙한 주제로부터 시작하여 추상적 개념으로 연결되도록 내용을 전개하며, 학생들이 소유하고 있는 개념이나 생각을 수업에서 말해보도록 유도하는 질문을 한다는 응답자가 '거의 항상'과 '꽤 자주'에서 30%이상 증가했다.

모듈개발 척도에서는 대부분은 연수 전후에 관계 없이 그들 과학 수업을 위해 모듈 개발의 필요성을 느끼고 있다고 응답했으며, 연수 후에 교과서 이외의 다른 교재들이나 학생들의 생각을 모듈개발에 이용한다는 반응은 약간 증가했다.

2) 구성주의 학습실태 조사

Table 3은 구성주의 학습 실태 조사에 대한 각 문항별 반응이며 그 결과는 다음과 같다.

'학습 소재 선정'에서는 평균점수가 2.15에서 2.55

Table 3. Responses of teachers to constructivist teachings survey

No	Items	Pre(N=20)		Post(N=20)		t	p
		M	SD	M	SD		
1	Who chooses topics or issues for classes?	2.15	1.23	2.55	0.89	1.80	0.088
2	Are those topics or issues directly related to students?	5.60	2.26	6.80	1.74	2.90	0.005
3	Who asks questions?	2.95	1.36	3.45	1.50	2.52	0.011
4	Who searches for information or references for learning?	2.65	0.99	4.05	1.93	3.83	0.000
5	Do you use a variety of assessment methods?	3.60	2.35	4.25	2.05	1.47	0.159
6	Do you provide students with opportunity to evaluate their own learning?	4.30	2.27	4.95	1.82	1.23	0.235
7	Are concepts and processes learned in classes applied in a new context?	4.15	1.73	5.80	1.58	3.21	0.005
8	Do students try to take actions after learning?	4.05	1.96	4.55	1.57	1.25	0.227
9	Are science concepts and processes taught in the real life context?	3.85	1.84	5.20	1.74	2.90	0.009
10	Are what they learn within school utilized out of school?	4.10	1.52	5.55	1.70	3.18	0.005

로 학생 쪽으로의 증가를 보였고 연수 전과 후의 점수 차이는 $p=0.08$ 에서 유의한 차이를 나타냈다.

'학습주체의 학생과의 연관성'에서는 평균점수가 5.60에서 6.80으로 증가했고, $p=0.005$ 에서 유의한 차이를 보였다. 이는 STS 연수가 학생 중심의 수업 방법과 학생과 관련된 수업 소재 활용을 강조한 데 따른 것으로 여겨진다. 또한 10개 문항 중에서 사전 사후 점수 모두 가장 높은 점수를 보였다.

'누가 질문을 시작하느냐'는 물음을 묻고 있는 3번 문항에서는 아직까지 교사 주도적이지만 프로그램 후 평균 점수가 2.95에서 3.45로 학생 주도 쪽으로 $p=0.01$ 수준에서 유의한 증가를 보였다.

'필요 정보에 대한 학생 자신의 검색' 문항에서는 평균 점수가 2.65에서 4.05로 학생 방향 쪽으로 $p=0.0001$ 수준에서 유의한 증가를 보였다.

5, 6번 문항은 평가와 관련된 질문들이다. 프로그램 참여 후에도 평가 수행에 학생들의 참여나 다양한 평가방법 사용에 큰 진전이 없었다.

7번은 적용을 묻는 문항이다. 평균 점수가 4.15에서 5.80으로 긍정의 방향 쪽으로 증가하였으며 $p=0.005$ 수준에서 유의한 차이를 보였고, 10개 문항 중 가장 높은 증가율을 보였다.

8번 문항에서는 평균 점수가 4.05에서 4.55로 긍정의 방향 쪽으로 증가하였으나 유의한 차이는 아니었

Table 4. Responses of three schools of students to CLES

Components	Pre-test(N=125)		Post-test(N=125)		t	p
	M	SD	M	SD		
Personal relevancy	21.11	4.30	22.55	4.63	3.03	0.003
Scientific uncertainty	21.47	2.94	22.19	3.47	2.06	0.042
Critical voice	19.09	4.43	20.65	5.26	3.00	0.003
Share of control	15.47	5.26	16.36	5.23	1.67	0.097
Student negotiation	19.98	5.59	20.98	5.69	1.85	0.067
Scientific attitude	20.26	4.76	20.87	4.68	1.36	0.177

Table 5. Responses of students to scientific attitude survey

Items	Pre(N = 40)		Post(N = 40)		t	p
	M	SD	M	SD		
1. My science class is interesting.	2.88	0.79	3.20	0.85	2.69	0.011
2. My science class raises my curiosity.	2.73	0.75	3.00	0.88	2.32	0.026
3. What I learn from my science class is useful in my life.	2.80	0.76	3.15	0.89	2.27	0.029
4. My science class provides me opportunity to test what I wonder about.	2.53	0.91	2.80	0.97	1.64	0.109
5. My science teacher asks questions which can't be answered by one word or sentence.	2.00	0.55	2.05	0.90	0.34	0.736
6. In my science class, I learn skills such as observing and measuring, which can be useful in my life.	2.68	0.89	3.13	0.85	2.68	0.011
7. In my science class, we learn with information provided by scientists.	2.30	0.85	2.50	0.85	1.27	0.210
8. My science class is fun.	2.83	0.78	3.03	0.92	2.08	0.044
9. In my science class, I am given a time to think about what I have questions on.	2.70	0.79	3.03	0.97	2.06	0.046
10. My science teacher encourages me to ask questions.	2.33	0.94	2.35	1.00	0.20	0.844
11. Every person can do or is doing basic sciences.	2.90	0.81	3.10	1.01	1.48	0.146
12. Being a scientist would be fun.	2.93	1.12	3.13	1.22	1.21	0.232
13. Being a scientist would make me think important.	3.55	1.15	3.50	1.18	0.27	0.789
14. My science class is boring.	3.45	0.99	3.48	0.91	0.16	0.872
15. Scientists would be lonely.	2.98	1.12	3.23	1.19	1.43	0.160
16. Scientists would make big money.	2.60	1.17	2.68	1.31	0.48	0.637
17. People shall give up several good things to be scientists.	2.75	1.17	3.08	1.16	2.01	0.051
18. Scientists discover information unintelligible for us.	2.33	0.97	2.80	1.11	2.65	0.011

다. 9번 문항의 '삶의 맥락에서 과학을 가르치는가'와 관련해서 연수 참여 후 평균 점수가 3.85에서 5.20으로 유의한 증가를 보였다($p < 0.01$). 전체적으로 STS 현직교육 프로그램은 교사들의 구성주의 기법을 향상시키는데 획기적인 효과가 있는 것으로 확인되었다.

3. 학생들의 반응

1) 구성주의 학습 환경 조사 (CLES)

Table 4는 3개교 학생을 대상으로 실시한 구성주의 학습환경 조사 결과를 보여 준다. 사전 검사의 평균은 각 요소 별로 15.47에서 21.47, 사후 검사의 평균은 16.36에서 22.55로 각각 나타났다. 모든 요소에

서 증가를 보였고 학생의 비판적 견해와 개인적 유관성 요소가 각각 1.56과 1.44의 증가를 보였다. 이 결과는 STS 현직교육 프로그램에 의해 교사들의 구성주의 학습환경에 긍정적인 변화를 주었고 이 변화는 수업을 통해 학생들에게 제대로 인식되었음을 보여준다.

2) 과학적 태도 조사

모듈을 통한 수업이 가장 활발히 일어난 학교 학생들의 과학적 태도 조사에서 전체 18개 항목 중 15개 항목에서 긍정적 반응의 빈도가 증가되었다. '과학 수업은 흥미롭다'에서 긍정적 반응('항상', '자주')이 20%, '과학 수업에서 배우는 것은 나의 생활에도 유용하다'에서 긍정적 반응이 15%, '과학 수업은 신난다'와 '과학 수업은 내가 궁금하게 생각했던 문제

Table 6. Responses of a school of students to scientific attitude components

Components of scientific attitudes	Pre-test(N=40)		Post-test(N=40)		t	p
	M	SD	M	SD		
Interest of science classes	2.97	0.87	3.18	0.90	3.32	0.001
Relevancy of school science	2.74	0.82	3.14	0.87	3.53	0.001
Ways of sciencing	2.37	0.89	2.55	0.99	2.58	0.110
Perceptions of scientists	2.86	1.13	3.07	1.19	3.35	0.001

들을 생각해 볼 기회를 준다'에서 긍정적 반응이 각각 12.5%의 증가를 보였다. '과학자가 되기 위해서는 재미있는 것들을 포기해야 할 것 같다'의 반응에서는 부정적 반응 ('간혹 한 두 번', '전혀 그렇지 않다')이 15% 증가를 보였다 (Table 5).

문항들을 요소별로 분류해 보았을 때, 사전과 사후의 평균을 비교해 보면 '과학 수업에 대한 흥미도', '과학 수업의 일상 생활과의 연관성', '과학 수업 방법의 개선도', '과학자에 대한 이해도'에서 모두 사후검사에서 긍정적인 방향으로의 증가를 보여 주었다 (Table 6). 연구에 참여한 또 다른 중학교의 경우, 이 표에 제시한 중학교만큼 큰 증가를 보이지는 않았지만 모든 요소에서 증가를 나타냈다. 과학 수업에 대한 흥미도 요소의 경우 6.04로부터 3.18로 증가했고, 과학 수업의 일상 생활과의 연관성 요소의 경우 2.57에서 2.73으로 증가했다. 과학 수업방법의 개선도는 2.57에서 2.73으로, 과학자에 대한 이해도 요소에서는 2.76에서 3.01로 증가했다.

V. 결론과 제언

본 현직교육 프로그램은 형태와 내용 면에서 새로운 시도이다. 이 프로그램에 20명의 교사가 참여했지만 개발한 모듈을 적용한 교사는 4명이었다. 본 연구자는 이 비율이 낮기는 하지만 좋은 출발점이라고 생각한다. STS 현직교육 프로그램의 현장 적용이 어려운 것은 현장에서 교육과정이 너무 빠듯하게 운영되고, 교사들이 교육과정을 변화시켜 학생 중심의 수업으로 전환하는 방법을 경험하지 못했기 때문이라고

보여진다. 모듈을 가지고 수업한 교사와 학생들은 모든 검사에서 긍정적인 변화를 보여주었다. 과학교육 개혁에 대한 인식, 구성주의 학습환경, 구성주의 학습실태, 과학적 태도에서 모두 향상된 인식이나 행동의 변화가 나타났다. 사전, 사후 검사 비교를 통한 정량적 변화보다도 교사들 각자가 이 경험을 통해 '과학을 가르치는 것'에 대한 반성과 나름대로 새로운 학습관, 수업관을 형성하게 되었다는 점이 더욱 의미 있는 것이라고 할 수 있다. 이러한 현직교육 프로그램이 우리 나라 과학교육에 기여할 수 있기 위해서는 보다 지속적이면서 현장과의 연결이 강화되어야 한다.

또한 교사들이 보다 열린 마음을 가지고 능동적으로 참여하는 자세가 필요하다. 본 연수에 참여한 교사들이 교육부에서 실시한 교과교육연구회 활동에 지원하여 선정된 것은 그런 점에서 의미 있는 일이다. 교사들이 자체적으로 STS교육연구회를 조직하여 학교현장의 변화를 모색하는 한 예라고 할 수 있고, 대학은 이들의 활동을 위한 기술적 지원을 제공할 수 있을 것이다.

VI. 적 요

본 연구는 과학-기술-사회(STS) 현직교육 프로그램과 그 특징을 소개하고, 이 프로그램이 교사들과 학생들에게 미치는 영향을 알아보고자 수행하였다.

이 현직교육 프로그램은 교사 중심의 프로그램, STS 맥락에서의 과학 수업, 구성주의 교수의 강조, STS 수업 모듈의 개발과 실제 적용 등의 특징을 가지고 있다. 이 연수에 참가한 20명의 과학교사에게

‘과학교육 개혁’과 ‘구성주의 학습실태’ 조사 도구를 사전과 사후에 실시하였다. 또한 이들 교사들 중에서 STS/구성주의 수업모듈을 개발하여 16차시 동안 수업에 적용한 지도 교사와 3개교 중학생 125명에게 ‘구성주의 학습환경 조사’와 ‘과학적 태도’ 조사 도구를 사전과 사후에 투여하여 학생들의 견해를 분석하였다.

1. 과학교육 개혁에 대한 교사들의 반응은 연수 전과 후 모두 과학교육 개혁의 필요성을 인식하고 있었으며 연수 후 긍정적인 방향으로 증가를 보였다.
2. STS 연수는 구성주의 수업 기법을 향상시키는데 유의한 효과가 있는 것으로 나타나 지속적인 수행이 필요함을 시사해 주었다.
3. STS/구성주의 수업에 대한 반응은 교사가 수업 현장에 새로운 교수법을 적용하고자 하는 의지와 노력이 있으면 그 적용 결과가 다양한 부분에서 의미있게 나타남을 보여 주었다.
4. STS 수업을 통해 과학적 태도에서 사전과 사후에 유의한 차이를 보였다.

이상에서와 같이 STS/구성주의 수업 모듈의 적용을 통해 우리나라 교육 현장에서 구성주의 교수법의 효율적인 적용 가능성을 제시하였다.

Ⅷ. 감사의 말

본 연구 중 수행한 현직교육 프로그램에 직접 참여해 주시고 많은 도움을 주신 박정남, 유인엽, 기형훈, 유미정, 김애순, 이병림 선생님께 감사드립니다.

참 고 문 헌

김영수, 김도희(1989). 생물교사 교육과정 운영의 실태 분석과 개선 방안. 한국과학교육학회지, 9(1), 39-52.

대통령자문 교육개혁위원회(1995). 세계화·정보화 시대를 주도하는 신교육체제 수립을 위한 교육

개혁방안.

박승재, 강순희, 김영수, 김익근, 김찬종, 김희백, 박종윤, 이원식, 조희영, 허명(1993). 중등 과학교사 관계사항에 대한 실태분석과 질적 향상을 위한 정책방안 연구.

박윤배(1992). 현직교사들이 바라는 중등 과학 교사들의 특성과 사전 교사 교육과정. 한국과학교육학회지, 12(1), 103-116.

박윤배(1998). 자격연수 프로그램에 대한 중등과학 교사의 요구. 과학교육연구, 22(1), 113-128.

이학동(1989). 중학교 과학 교사 양성을 위한 교육과정의 개선 방안. 한국과학교육학회지, 9(1), 1-17.

이학동, 손연아, 노경임, 송진웅(1996). 과학 교사 양성, 임용, 재교육에 대한 개선 방향. 한국과학교육학회지, 16(1), 103-120.

조정일(1998). 과학교육 개혁 프로그램 ‘과학-기술-사회’의 국제적 동향--아이오와 프로그램을 중심으로. 한국과학교육학회지, 18(1), 71-92.

조희형, 이문원, 이청찬(1985). 과학교육과의 교육과정과 운영에 대한 모델 개발. 한국과학교육학회지, 5(2), 99-112.

조희형, 이문원, 조영신, 한인숙(1989). 중등학교 과학 연구의 내실화 방안에 대한 연구. 한국과학교육학회지, 9(2), 1-12.

Cho, J. I., Seo, H. A., Yager, R.E., and Chae, D. H.(1997). Changes in High School Teachers' Constructivist Philosophies. School Science and Mathematics, 9(8), 400-405.

Liu, C-T., Varrella, G. F., & Yager, R. E. (1995). The Iowa SS&C Assessment report 1994-1995.

National Research Council(1996). National science education standards. Washington, DC: National Academy Press.

Yager, R. E., Liu, C-T., & Blunck, S. M.; (1993). The Iowa Chautauqua Program-Annual assessment report 1992-1993.