

현직 중등과학교사의 과학탐구능력 발달을 위한 프로그램의 개발과 적용 효과에 대한 인식

박국태 · 박현주* · 김경미¹

한국교원대학교 · 조선대학교* · 영천고등학교¹

Developmental Study of an Inquiry-Based Professional Development Program for In-Service Secondary Science Teachers

Park, Kuk-Tae · Park, Hyun-Ju* · Kim, Kyung-Mee¹

Korea National University of Education · Chosun University* · Yeungchon High School¹

Abstract: The purpose of this study was to develop an inquiry-based professional development program for in-service secondary science teachers and to investigate it's application. The inquiry-based professional development program was reconstructed based on SSCS problem-solving model, which is composed of 4 stages of search, solve, create, and share. The 28 science teachers' understanding of the SSCS program were investigated as implementing the program. As a result of this study, 8 SSCS modules have developed as the science teachers have searched, solved, created, and shared various situated problems. The science teachers found themselves to have positive perception of SSCS program. The SSCS program was effective in changing the learners' teaching/learning attitude and to develop individual scientific thinking. To make the SSCS problem solving successful and more effective, both science teachers' professionalism and pedagogical knowledge for selecting topic as the levels of learner should be considered.

Key words: problem solving, SSCS, in-service teacher, professional development

I. 서 론

컴퓨터와 정보 통신 기술의 발달 그리고 지식의 폭발적인 증가로 지금은 단순한 연대기적 변화의 시대 아닌 혁명적 변화의 시대로 일컬어지고 있다. 21세기는 어느 시기보다 창의적이고 자율적이며 문제 해결 및 비판적 사고 능력을 갖춘 주체적인 인간을 요구하게 되었다. 이러한 변화 추세에 따라 학교 과학교육의 중요성은 더욱 부각되어 세계 각국은 지난 40년간 과학교육 혁신을 위하여 엄청난 노력과 투자를 쏟아왔다(예, 미국 물리 교과과 PSSC, 화학 교과과 CBA와 CHEM study, 생물 교과과 BSCS; 영국의 너필드(Nuffield) project, SCIS; 호주의 ASEP) (Bliss, 2002). 그러나 그 효과는 과학과 수학 교과에 대한 흥미를 높이지 못했고, 관련 학과의 지원자가 줄어들거나 관련 직업의 종사를 회피하는 등의 회의적인 결과를 보여주었다(Deboer, 1999). 이에 대해 많은 과학교육자들은 과

학 교사교육의 중요성을 간과한데서 그 원인을 찾으려 과학 교사교육의 강화를 통하여 그 해결책을 찾고자 하였다. 즉 지속적으로 강조되어 온 학교 교육 개혁의 핵심은 과학 교사교육이며 과학 교사교육을 재고할 필요성에 공감하였다(박승재, 1980; 홍성일, 1995; Keys & Bryan, 2001; Bright & Yore, 2002; White, 2002).

‘교육의 질은 교원의 질을 능가할 수 없다’는 말처럼, 교육 활동의 핵심 요소로서 교사는 교육의 질을 결정하는 가장 중요한 요인이다. 따라서 교육의 성공을 위해서는 무엇보다도 우수한 교원을 확보하고 그들이 교육 활동에 전념, 만족할 수 있는 여건을 조성해주는 일이 필요하다(Kwak, 2001). 우수한 교원을 확보하기 위해서는 교원양성기관에서 우수한 자질을 갖춘 교원을 양성하는 일과 동시에 교직 현장에서 교원들이 우수한 자질을 충분히 발휘, 발전시킬 수 있도록 하는 일이 요구된다.

한편 ‘탐구(inquiry)’는 과학교육 개혁 시작의 초점이

*교신저자: 박현주(hjapark@mail.chosun.ac.kr)

**2004.12.17(접수) 2005.6.16(1심통과) 2005.8.2(2심통과) 2005.8.3(최종통과)

***이 논문은 2002년도 한국학술진흥재단의 지원에 의하여 연구되었음(KRF-2002-303-B00014)

되어 왔고, 스포트니크 충격 이후 많은 교육 과정 개혁들은 실제적인 과학으로서의 탐구과학을 가르치도록 제안하였다. 탐구라는 용어의 사용은 ‘과학자들이 자연 세계를 어떻게 연구하는지에 대한 이해뿐만 아니라 학생들이 지식과 과학 개념의 이해를 발달시키는 학생 활동들’로 정의하고 있다. 미국의 Benchmarks for Science Literacy (AAAS, 1993), National Science Education Standards (NRC, 1996)와 캐나다의 Common Framework of Science Learning Outcomes (CMEC, 1997)와 같은 최근의 개혁들은 효과적인 과학 수업의 기본 요소로서의 ‘과학 탐구’를 요구하며, 탐구로서의 과학을 가르치도록 새로운 과학교육 과정으로 통합하였다.

이러한 맥락 속에서, 세계 각국은 과학 교사의 탐구 실행을 강화시키기 위하여 실제 프로그램들을 개발하고 교실 현장에서의 적용 및 효과에 대하여 연구하고 있다(손영민, 2001). 예를 들면, 미국 워싱턴 주립 대학의 SST(Strengthening and Supporting Teacher) 프로젝트, 아리조나 대학의 탐구 중심 시범 수업 현직 프로그램(Inquiry-Based Demonstration Classroom(IBDC) in-service programme), 텍사스 주의 Dwight D. Eisenhower Mathematics and Science Professional Development model 등이 개발되어 교사의 탐구 실행 능력을 증진시키고자 노력하고 있다.

이 연구는 과학교사의 탐구능력에 대한 전문성 발달을 위한 일련의 과정의 프로그램으로, 교사들의 탐구중심 모듈을 개발, 그리고 적용과 효과에 대한 인식이라는 두 가지의 연구 문제에 대하여 조사하였다. 이 프로그램의 이론적 근거는 Pizzini의 SSCS 문제해결학습모델이다. SSCS는 여러 가지 문제해결모델들을 종합하여 효과적인 과학문제해결을 위하여 단순화시켜 놓은 문제해결모델로서, 탐색(Search), 해결(Solve), 창안(Create), 공유(Share)의 4 단계의 사이클 모델로 되어있다. 이 모델의 특징은 문제해결 과정에서 전문 연구자와 같은 탐구 과정을 통하여 문제해결을 하고, 그 과정과 결과를 발표하고 토론함으로써 창의적인 과학적 태도를 길러줄 수 있다는 것이다. 따라서 과학 교육 전반에 적용되어 학습자의 과학 개념 이해와 탐구적 문제해결 능력의 향상에 성공적이고 창의적으로 활용될 수 있는 장점이 있다(Pizzini, Abell, & Shepardson, 1989, 1993).

II. 연구방법

연구대상은 2003학년도 화학과 일급 정교사 연수에 참가한 교사 28명으로, 연구에 대한 안내를 하고, 이해와 협조, 그리고 동의를 구하였다. 집중적인 연구는 7

월 21일부터 8월 26일 동안 총 36시간과 그 이외에 야간이나 주말의 소모임 활동을 통하여 이루어졌다.

연구는 SSCS 문제해결모델의 4단계를 두 분야로 나누어 진행되었다. 첫째, 교사들이 SSCS 문제해결학습에 대한 이론 강의와 워크숍을 통해 학생들의 탐구능력 향상을 위한 모듈을 개발하였다. 모듈 개발은 3인 1조로 전체 14개조로 진행되었다. 둘째, 교사들이 개발된 모듈을 적용시켜 수업 시연을 하였고, 교사들이 학습자가 되어 수업에 참여하는 것이었다.

SSCS 문제해결학습모델은 과학교사의 반성적 사고를 강조하여 진행되는데, 첫째, 탐색 단계에서, 교사들은 학생들의 과학탐구능력의 발달 및 전문성과 관련하여 궁금한 것 또는 해결해야 할 질문 목록을 작성하였다. 학생들이 알고 싶어 하거나 교사가 알고 싶은 것, 그리고 탐구 능력 신장을 위해 필요한 단계들을 메모하면서 작성한다. 예를 들면, 탐구능력, 교사의 전문성, 학생들의 관심 등에 대하여 생각하기, 그것들에 대하여 현재 무엇을 알고 있는가? 무엇을 알아낼 수 있는가? 무엇을 알아내고 싶은가? 등에 대하여 조사하였다. 교사들은 소모임을 통하여 목록에 정리된 것들에 대하여 하나씩 해결하였고, 또한 모듈 개발의 기본 방향 설정과 문제 상황의 타당성과 같은 구체적이며 전문적인 내용에 대한 지속적인 논의를 하였다.

둘째, 해결 단계는 탐색에서 나열하여 정리된 연구 문제의 해결과정을 정리하고, 해결을 위하여 구체적인 계획을 세우고 실행하였다. 예를 들면, 어떻게 학생들이 알고자 하는 것을 알아낼 것인가에 대하여 생각하기, 문제를 어떻게 해결할 것인가?, 어떻게 순서를 설정할 것인가?, 어떤 자료들이 필요한가? 무엇을 알고자 하여 활동을 하는가? 기대하는 것은 무엇인가? 그리고 이 활동을 왜 하기를 원하는가? 등등. 3명으로 구성된 각 모듈별로 문제 상황 개발 및 초안 작성, 모임 간 검토(cross-checking)를 통한 타당도 검증, 두 차례 이상의 예비 검사 및 실행(practice)이 이루어졌다. 예비 검사는 한 모듈에서 제안한 모듈을 다른 모듈에서 모의 실행 과정을 거쳐서 피드백을 주고 그에 따라 수정·보완하도록 하였다.

셋째, 창안 단계는 개발된 모듈을 가지고 어떤 형태로 공유(예를 들면, 수업 시연)할 것인가에 대한 구체적인 수업과정을 계획하였다. 예를 들면, 개발된 교재를 다시 돌이켜 생각하기, 무엇을 알아냈는가? 문제에 대하여 무엇을 말하는가? 어떤 수업 전략이 교재 활용에 있어서 가장 효과적인 것인가?

넷째, 공유 단계는 최종 개발된 모듈을 가지고 실질적인 수업 시연을 하였다. 한 명의 교사가 학습자 입

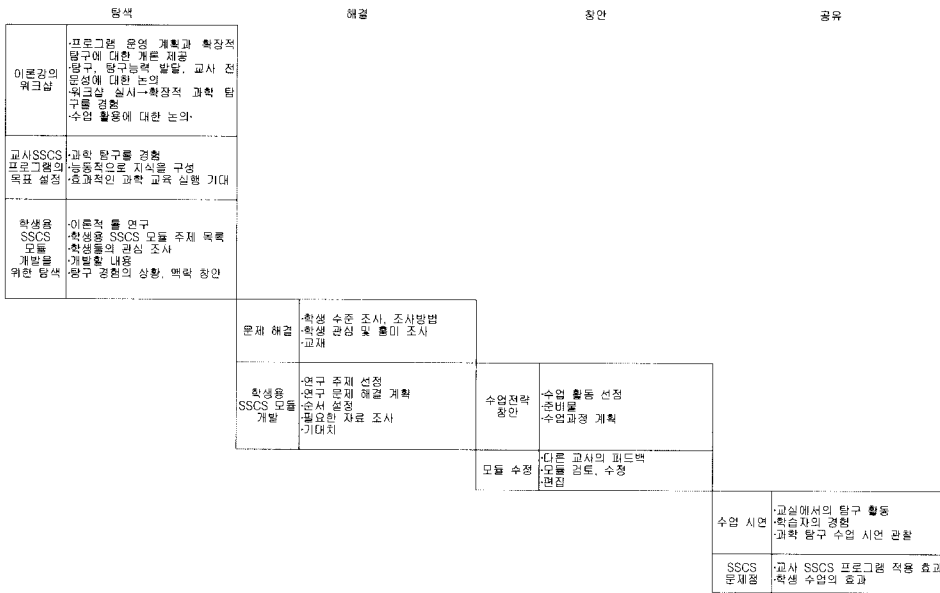


그림 1 과학탐구능력 전문성 발달 프로그램 과정

장의 다른 교사들을 대상으로 수업 진행을 하였다.

자료 수집은 모듈 개발 과정에서의 2차에 걸친 면담, 그리고 과학 수업 실행 후, 실행 교사의 수업 실행 결과에 대한 자기 보고서, 동료교사의 수업 시연에 대한 관찰 노트와 연구자 3인의 관찰일지, 그 외의 관련 자료들을 통한 자료를 수집하였다.

자료 분석 및 해석에는 세 가지 성분 분석(three strands)방법이 사용되었고, 자료 삼각측정(data triangulation)과 연구자 3인이 각자 자료를 가지고 분석한 후 그 결과에 대한 논의를 하는 연구자 삼각측정(investigator triangulation)이 이용되었다.

III. 연구결과

1. 모듈 개발

모듈 개발 방향은 연구진과 연구 참여 교사들의 논의를 통하여, SCS 문제해결모형의 특징과 장점을 잘 살리고, 그 이론적 근거를 잘 반영할 수 있도록 설정하였다.

첫째, 연구문제를 생성하기 위해서 필요한 과학적 지식 기반을 어느 수준으로 할 것인가?

둘째, 성공적인 문제해결을 위해 필요한 기초 탐구 능력이나 기술은 무엇인가?

- 브레인스토밍
- 자료 수집 및 유목화
- 도서관 이용 혹은 정보의 이용 능력

- 자료 해석과 분석
- 조직화와정교화
- 의사결정
- 변인 인식
- 협동학습
- 측정 및 무게달기
- 의사소통

셋째, SCS 문제해결 한 번의 순환을 위해서 필요한 시간을 어떻게 설정할 것인가?

넷째, 다양한 문제해결 접근을 어느 정도까지 허용할 것인가?

다섯째, 학생들의 활동을 어느 수준까지 요구할 것인가?

여섯째, 활용할 수 있는 자료와 경제성 있는 자료에 대한 준비는 가능한가?

일곱째, 안전한가?

마지막으로, 학습자의 동기 유발과 지속, 스스로의 반성 과정 및 다양한 선택의 기회, 아이디어 창안, 협동 학습과 의사소통을 위한 과정들이 포함되도록 하였다.

위와 같은 기준에 따라 개발된 학생용 과학탐구능력발달 모듈(표 1)의 구성 및 특징은 다음의 여섯 가지로 정리된다.

첫째, 생활에서 손쉽게 접할 수 있는 소재들로 접근하고 있다. 개발된 각 프로그램은 ‘읽기 자료’나 특정 상황에 관련된 자료 제시로부터 시작된다. 그러한 자료의 소재는 일상 생활의 문제 해결을 전제로 하고 있으나 해결 방안을 몇 가지 방향으로 제한하고 있지 않

다. 예를 들면, “더 신선하게, 더 빨리, 더 친절하게” 추석 유통업체의 수송 대전에 대한 상황을 제시하고 있는 경우, 학생들의 브레인스토밍을 통하여 방향을 결정하도록 하는 것을 전제로 하고, 상황 제시 이외의 별다른 정보를 제공하고 있지 않다.

둘째, 상황의 문제해결을 위하여 브레인스토밍 결과로 제안된 질문들 중 특정 방향에 대한 설정은 조원들끼리 논의하여 선택 기준을 설정하고 그러한 기준에 따라 점수를 주어 결정하도록 하고 있다. 추석 유통업체의 수송대전의 경우, 신선도를 유지하는 다양한 방법들, 빠르게 운송하는 방법, 친절 등등에 관련되어 다양한 질문들이 제시되었다. 예를 들면, 얼음과 드라이아이스를 사용했을 때의 효율은 어떻게 다른가?, 드라이아이스의 식품 신선도를 유지하는 원리는 무엇인가?, 드라이아이스는 왜 녹지 않는가?, 얼음과 드라이아이스 중 어느 것이 더 차가운가?, 드라이아이스는 어떻게 만들 수 있을까?, 유통업체나 상품 판매 과정 중, 친절과 신선도 중에서 어느 것이 더욱 중요한가? 등의 다양한 질문이 나왔다. 그 중에서 조원들은 흥미, 실험의 용이성, 목적 관련성, 시간, 안전성에 따라 각각의 질문을 평가한 후, 그 중에서 연구 문제를 선정한다. 이러한 선택 기준 사항을 통하여 실험의 체계를 파악할 기회를 제공하고 있다.

셋째, 잠정적인 연구문제가 선정이 되면, 그 문제를 더욱 정교화 시켜 제안하고, 그에 따른 결과를 예상함으로써 과학적인 문제해결에 대한 접근을 하도록 하고 있다. 즉 정교화된 문제로 실험의 세밀함을 파악해서 부족한 점을 보충할 수 있는 부분을 찾아 실험의 결과에 대한 보완점을 찾을 수 있도록 하고 있다. 예를 들면, 우유의 온도 변화는 드라이아이스, 얼음, 상온에서 차이가 날 것이다. 부패의 정도는 어떠할까?, 물질에 따른 온도의 변화도 달라질 것이다 등에 대한 실험의

가변성과 예제를 충분히 고려하므로써, 다양한 실험을 엮을 수 있다.

넷째, 각 단계의 과정 과정마다 ‘질문하기’란 활동을 제공함으로써 반성적 사고의 기회와 구체적인 상호작용을 하도록 장려하고 있다. 예를 들면, “OO에게, 드라이아이스를 만지면 손에 동상이 걸리나요?”, “OO에게, 드라이아이스는 액체가 원래 없는 거니?” “거름종이나 깔때기를 사용하여 여과하다보면 시간이 너무 많이 소요되는데 더욱 좋은 방법이 없나요? 혹시 봉대나 가재 수건은 어떨까요?” 등의 질문 등이다.

다섯째, 학생들이 문제를 인식하고 해결하는 과정에서 다양한 연구방법을 활용할 수 있도록 안내하고 있다. 김장독과 김치 냉장고에 대하여 조사하여 보고하는 기술적 연구(descriptive research), 물질의 상태와 열의 출입의 관련성 연구하는 상관관계연구(correlation research), 수용성 키토산을 복용하면 몸에 좋은 이유에 대하여 조사하는 실험연구(experimental research) 등을 통하여, 연구방법에 따른 자료 변형, 결과 해석뿐만 아니라 연구결과 전시에 있어서 다양하고 창의적인 사고의 기회를 제공하고 있다.

여섯째, 창안과 공유의 과정을 통하여 다른 학생들과 그들의 문제해결과정에 대한 이해를 할 수 있도록 하고 있다.

2. 적용 효과 및 제한점

프로그램의 적용 및 효과는 모듈 개발 후기와 그에 대한 면담 내용, 실험 교사의 수업 실행 자기 보고서, 동료교사의 수업 시연에 대한 관찰 노트를 이용하여 조사하고 분석하였다. 교사들은 SSCS 과학탐구능력 발달 프로그램의 효과에 대하여, 교사의 전문성 발달의 관점과 현장 과학 수업 시간 활용상의 관점의 두

표 1
개발된 모듈

제목	주제
더 신선하게, 더 빨리, 더 친절하게	드라이아이스를 이용한 물질의 신선도 차이
철수와 영희의 사이	온도에 따른 탄산음료 속에 녹아있는 기체 차이
홍쇼핑의 진실을 파헤친다!	수용성 키토산을 복용하면 몸에 좋은가? 생선회의 비린내를 없애기 위해 레몬즙을 뿌리는 이유 김치의 신맛을 없애기 위해 조개껍질을 넣어 주는 이유
바쁜 엄마를 도와서	밥이 쉬는 이유와 오랫동안 보관하는 방법 축매(식초)에 따른 물질의 변화
맘모스? 냉동인간?	얼음 속에서 어떻게 물질이 썩지 않고 보존 되는가?
둘리의 바다 표류기	물에 뜨는 물질과 가라앉는 물질 (크기, 면적, 모양, 재질, 표면 등)
한강에서 스케이트타기	-5C 에도 한강 물이 얼지 않다
김치찌개가 너무 서요?	김치찌개에 신맛을 없애는 방법

부분으로 이야기 하였다.

교사들이 인식하는 프로그램의 적용의 구체적인 효과는 과학 및 과학 학습에 대한 스스로의 동기 유발, 탐구적 문제해결 능력 함양, 탐구 과학 수업에 대한 자신감 함양 등이 제시되었다. 교사들은 SSCS 과학탐구능력 발달 프로그램이 교사의 적극적인 탐구 경험을 제공하였으며 (21명/28명), 교사 스스로 과학에 대한 호기심을 기르게 되었다(20명/28명)고 진술하였다. 탐구 과학교육에 대한 막연함보다 자신감을 가지게 되었고(19명/28명), 탐구 중심의 과학을 가르치려는 시도를 보다 많이 하게 될 것(17명/28명)이며, 탐구 전략에 대한 태도를 향상시킬 수 있었다(15명/28명)고 이야기 하였다.

그러나 프로그램의 과정이 제한된 시간이나 공간 범위 안에서만 진행되는 것이 아니라 연수 시간 후인 야간이나 주말에도 강의실이나 집, 심지어 식당이나 노래방 등에서 까지 지속적으로 진행되어야 하기 때문에 많은 시간의 투자가 필요했고(16명/28명), 과학은 물론 다양한 분야와 사회적 흐름 전반에 대한 충분한 지식과 상식(15명/28명)은 이 프로그램의 어려운 점으로 지적하였다.

SSCS 프로그램을 학생들의 탐구문제해결능력의 향상을 위하여 학교 수업에 활용할 경우, 정해진 수업 시간상의 제약(26명/28명), 실질적인 학습효과에 대한 의문점(18명/28명), 학습자 수준에 따른 프로그램 개발의 어려움(16명/28명), 다양한 수업 전략의 필요(12명/28명) 등을 언급하면서, 현장 적용에 대하여서는 다소 제한적인 관점을 제시하였다.

과학 교사의 탐구능력 발달에 대한 전문성은 SSCS 모델을 적용한 프로그램 개발(19명/28명)과 관련되었을 뿐 만 아니라 수업 진행의 기술 또한 반드시 필요하며(15명/28명), 이것은 교사 또는 학생들의 과학 탐구 능력을 함양하기 위하여 선결되어야 할 문제점으로 지적되었다.

(1) 교사 중심 직능 프로그램의 효과

가. 과학 학습 동기 유발

교사들은 SSCS 프로그램을 '스스로 문제를 설정하고 인식하여, 해결하기 위하여 스스로 실험방법을 찾아 실험설계를 하고 문제를 해결하는 것', '조원들 간의 토의를 통해 수업이 이루어지는 것'으로 인식하였다. 학습자 스스로 직접 문제를 인식하고 해결방안을 구성하여 문제를 해결하는 학습자중심의 활동으로 이루어지므로, 과학탐구직능 발달 프로그램은 교사 스스로에게도 과학 학습 동기를 유발한다. 다양한 문제 상

황을 만들어 가는 과정이나 문제 해결 과정에서 정해진 답을 찾기 보다는 교사 스스로 해결책을 구성해 가므로 과학 학습(준비)에 보다 구체적이고 적극적으로 참여하게 된다. 교사의 과학학습방법의 변화는 교수방법의 변화를 기대할 수 있게 한다.

- 우리 주변의 문제와 연관시켜 [프로그램 소재]를 개발하려니.. 처음에는 막연했지만 다른 선생님들과 이야기 하는 과정에 생각보다 많은 소재들이 산재해 있는 것을 알았어요..
- 우리 조원들의 많은 상황에 대하여 이야기 하면서.. 말도 안되는 것에 웃고... 재미있었어요.

나. 탐구적 문제 해결

프로그램 참여는 탐구적 문제 해결을 길러주는 데에는 효과적이라고 교사들은 주장하였다. 참여 교사들은 이 프로그램과 같이 자유롭게 사고하고 활동할 수 있는, 그리고 형식에 얽매이지 않는 수업을 좋아하는 경향이 있었다. 토의를 통해 다른 사람의 의견을 들음으로써 자신의 생각을 비판적으로 고칠 수 있다고 생각하는 것으로 나타났다. 교사들이 과학탐구능력 프로그램을 통한 전문성 개발에 있어서 과학교수에 대한 다양한 접근, 사회 및 자연 현상에 대한 관심, 교수/학습방법, 자율학습 등의 다양한 교수/학습태도 변화에 대한 효과를 증진시키는 중요한 방법이 될 수 있다고 인식하고 있었다.

- 이렇게 하면 어떨까, 저렇게 하면 어떨까 생각하면서.. 심지어는 조 모임을 위하여 혼자 실험도 해보고, 설계도 해보고, 마치 학생들처럼 탐구 주제를 해결하기 위해 고민하는 것 같아요.
- 생각이 꼬리에, 꼬리를 문다고 하지요? 마치 그런 것과 같아요..
- 실재로 실험을, 예전에는 교과서에 있는 실험만을 주로 했는데, 내가, 우리 조가 설계한 실험을 하면서, '아하, 그렇구나!' 하는 생각도 들고..

다. 과학적 태도

'동료끼리 논의 과정을 거치므로 이해가 잘 된다.', '일정한 형식에 매이지 않고 자유롭게 생각하고 말하고 탐구하고 실험을 할 수 있는 것이 좋다.', '각자의 생각을 자유롭게 말할 수 있다.'에서 나타나는 것과 같이 SSCS는 학습자의 학습태도의 변화에 긍정적인 영향을 미칠 것으로 기대된다. 개인 학습활동, 소집단 활동, 전체학습활동 등에서 스스로의 능력을 발휘하면서 학습목표에 도달하기 위해 모두가 서로를 인정하고, 도와주고, 격려하면서 함께 배우고 함께 활동하기 때문인 것으로 분석된다. 그러나 교사의 단편적인 과학적 지식의 확장의 경우, 그 효율성은 떨어질 것이라

주장하였다.

- 같은 교사끼리, 조원끼리, 문제 상황에 대하여 생각하고 이야기하고, 또 실험하고.. 하는 그런 과정을 거치므로 이해가 훨씬 잘돼요... 보통 수업 준비는 혼자 하잖아요? 다른 선생님들과 같이 하기보다는..
- 진짜, 진짜 과학이 재미있는 것처럼 느껴져요.
- 일정한 형식에 매이지 않고 자유롭게 생각하고 말하고 탐구하고 실험을 할 수 있어서 좋아요
- 각자의 생각을 자유롭게, 어떤 내용이라도, 말해도 괜찮을까 하면서도 생각을 이야기할 수 있어서...

라. 시간

교사가 프로그램을 투자해야 할 시간이 이 프로그램의 가장 부정적 요인으로 나타났다. 특히, 프로그램 개발을 위한 특정 문제 상황을 선택하고 구성하기까지가 가장 힘들고 시간도 오래 소요된 것으로 나타났다. 교사들이 SSCS 모듈을 개발하여 예비 수업을 하기까지는 최소 1주일 이상의 시간과 노력이 소요되었다. 게다가 이 프로그램의 효과에 대한 확실한 자신감이 없는 상태에서 그와 같은 노력을 하는 것에 심리적 부담을 느끼는 경향을 보였다. 이러한 요인들로 인하여 SSCS 모델을 이용하여 과학수업을 진행할 경우, 현행 7차 교육과정의 교과와 진도면에서 상당한 어려움이 뒤따를 것으로 인식하고 있었다. 그리고 많은 교사들은 프로그램 개발 과정이 너무 오래 걸리는 것에 대해 피로감을 느꼈다고 보고했다. 브레인스토밍 주제 중에 재미있는 것들이 많이 있었고, 문제해결을 위해서 필요한 추가 실험이 필요했으나, 실험시간의 제약으로 인하여 하지 못한 과제들이 있어 아쉬움이 있었다고 하였다.

- 시간이 장난 아니게 많이 걸렸어요. 한 번만 개발하면 되는 것이 아니라, 개발하고 수정하고 또 수정하고.. 다했다고 손을 놓았다가 다시 시작하고.. 너무 시간이 많이 걸려요..
- 모든 [개인적인] 시간을 이 프로그램 개발하는 데만 투자하라는 이야기잖아요? 안돼요.
- 너무 피곤해요. 실 틈도 없어요. 생각하느라...

(2) 학교 현장 적용의 문제점

가. 교육과정

교사들은 SSCS를 이용하여 과학수업을 진행할 경우, 현행 7차 과학과 교육과정의 교과 진도의 측면에서 상당한 어려움이 뒤따를 것으로 인식하고 있었다. 교사들은 많은 시간과 노력이 필요하기 때문에 정해진 교육과정 동안 프로그램의 적용에 대해서는 회의적이었다. 게다가 학생들에 대한 프로그램의 효과에 대한 확실한 자신감이 없는 상태에서 그와 같은 노력을 하는 것에 심리적 부담을 느끼는 경향을 보였다.

- 진도는 어떡해요. 게다가 이 프로그램의 실질적인 효과.. 점수와 연결이 되는 것이 아니면 학생들은 그다지 재미없어 할텐데..
- 학생들은 영어나 수학 같은 과목도 있는데, ... 이 학원에도 가야하고, 과학에 ... 시간을 투자할까요?

나. 학습 효과

‘시간이 오래 걸린다.’ ‘토론이 잘되지 않아 다툼이 일어나기도 한다.’ ‘하는 사람만 수업에 참여한다.’ 등에서 나타난 것과 같이 SSCS 프로그램의 학습 효과에 대한 의문점을 제시하였다. 특히 교사가 의도한 단원의 내용대로 학생들이 실제로 SSCS 학습 과정을 통해서 문제를 잘 설정하고 해결할 수 있다고 확신할 수 없다고 하였다. 예를 들면, 교사가 원하는 학습목표와 문제 상황을 접한 학생들이 설정한 주제 선택 간에 차이가 있을 가능성이 있기 때문이다.

- 내가 원하는 것은 발효인데.. 아이들은 확산으로 생각하면 어떡해요? 아예 삼천포로 빠지는 거지요.
- 요즈음 아이들은 갈피 잡기가 힘이 들어요. 세대 차이가 많이 나지요.. 말이 안통하는 경우도 많고..
- 귀찮아하면서 안하는 아이들이 많아요... 의도적으로 다른 질문이나 방향으로 나가는 애들도 있고요.

다. 수준별 주제

학습자의 수준에 맞는 프로그램의 개발은 SSCS의 또다른 적용상의 어려움으로 제시되었다. 주제를 선정하고 주제에 맞는 문제 상황을 만드는 과정에서, 학습자의 수준과 주제의 폭에 맞는 문제 상황 결정은 선결해야 할 문제점으로 나타났다. 예를 들면,

- 중학교 1학년 수준에 맞춘 사물의 법칙에 관한 문제 상황을 만들기 위해 마찰열에 의한 타이어 펑크를 생각하고, 이와 관련된 기사를 찾아보던 중 콜롬비아 우주왕복선 폭발사건의 원인이 온도에 따른 기체의 팽창과 관련 있다는 기사가 보였어요. 그래서 이 기사가 학생들의 흥미를 끌 수 있을 것 같아 문제 상황으로 만들어 보려 했으나 너무 내용이 광범위하고 학습자 수준에 맞지 않는 것 같아 직접 문제 상황을 만들어 보려고 시도했어요. 하지만 학생들의 흥미를 자극할 문제 상황을 [나만의] 글로 제시하는 것이 매우 곤란하고.. 어려웠어요

(3) 과학교사의 전문성

학생들의 탐구능력향상을 위한 과학 교사의 전문성은 학생들을 위한 SSCS 프로그램 개발 뿐 만 아니라 실질적인 수업 진행의 기술도 반드시 필요하며, 이것은 교사나 학생들의 과학 탐구 능력을 함양하기 위하여 선결되어야 할 문제점으로 지적되었다.

교사들은 SSCS의 효율적인 적용을 위해서는 일반적

인 과학교육뿐만 아니라 SSCS에 대한 전문성을 갖추어야만 그 효과를 기대할 수 있을 것이라고 하였다. 교사들은 강의와 실험을 이용하여 주로 수업을 진행하기 때문에, 새로운 방법인 SSCS를 활용하여 수업을 하기 위해서는 SSCS에 대한 전문성을 갖추어야만 할 것이라고 주장하였다. 그러나 SSCS의 과정에서 제시하고 있는 단계나 활동을 그대로 따라서 진행하는 것은 학생들의 과학탐구 문제해결력이나 동기유발 측면에서 한계에 부딪치게 될 것이라고 이야기 하였다. 교사들은 SSCS의 탐구적인 문제해결 과정을 설계하는 과정에서, 어떻게 진행을 해야 할 것인가에 대한 막막함과 부담감을 느꼈다고 하였다. 그러므로 교사 스스로도 탐구적인 문제해결력을 신장시키는데 많은 노력을 해야 하며, 여러 가지 연수를 통하여 전문성 신장의 기회가 보다 많이 제공되어야 할 것이라고 이야기 하였다.

- 단계에서 제시된 대로 하면 그래도 무언가에 해내겠지 하는 생각은 들어요. 그래서 그대로 하는데.. 하다보면 '이것이 아닌데' 라는 생각을 하게 돼요. 더욱 한심한 것은 방법을.. 어떻게 나아가야 할 방법을 모른다는 것이예요.
- SSCS 모델을 교사가 학생들의 수준이나 방향에 맞게 구성하고, 진행하고.. 변형도 시킬 수 있는 것이 [SSCS]에 대한 전문성이 아닐까요?
- 내[교사] 스스로가 과학적이지 않고, 탐구적이지 않는데.. 살면서, 학교에 다니면서 그럴 기회가 없었는데.. 어떻게 해야 할지..[모르겠다]
- 시간이 좀 더 필요하지 않을까요? 우리[교사]도.. 학생도.

V. 결론 및 시사점

이 연구는 과학교사의 탐구과학교육의 전문성 신장을 위하여, 28명의 과학교사들이 SSCS 워크샵과 연수를 통하여 SSCS 모듈을 개발하고, 시연하는 과정의 과학탐구능력발달 프로그램의 과정에서 진행되었다. 교사들이 인식하는 프로그램 적용의 구체적인 효과는 교사의 과학 및 과학 학습에 대한 스스로의 동기 유발, 탐구적 문제해결 능력 함양, 탐구 과학 수업에 대한 자신감 함양 등이 제시되었다. 그러나 프로그램의 과정이 요구하는 많은 시간과 노력과 다양한 분야에 대한 전문적 지식과 상식은 어려운 점으로 지적되었다. 교사들은 SSCS 프로그램의 학교 수업의 활용에 대하여 다소 제한적인 관점을 가지고 있었다. 왜냐하면, 교육과정 과학 시간상의 제약, 실질적인 학습효과에 대한 불확실성, 프로그램 개발의 어려움, 다양한 수업 전략의 필요 등을 그 이유로 언급하였다.

과학 교사의 탐구능력 발달에 대한 전문성은 SSCS 모델을 적용한 프로그램 개발 뿐 만 아니라 수업 진행

의 기술 또한 반드시 필요하며, 이것은 교사의 SSCS 모델 활용을 위하여 선결되어야 할 문제점으로 지적되었다.

만약 Crawford(1999)의 주장과 같이, 과학교사의 탐구과학의 교실 실험에 대한 장애가 되는 것이 교육학, 교육적 내용 지식, 학생에 대한 지식, 교실에 대한 지식을 포함하는 교수에 대한 교사들의 미경험 때문이라면, SSCS 프로그램은 교사들이 이러한 지식들과 함께 교재 개발과 문제해결이라는 탐구 과정을 구체적으로 경험할 기회를 제공하기 때문에 탐구 수업과 관련한 자신의 실험을 개발하는데 도움을 줄 것이다. 또한 탐구과학 수업을 통한 학생들에 대한 이해와 실험을 둘러싼 교육적 과정에 대한 교사들의 이해를 증진시킬 수 있을 것이다. 따라서 교사들이 과학탐구능력발달에 대한 다양한 경험을 제공함으로써 보다 적극적으로 실험을 하도록 장려하여야겠다.

국문 요약

이 연구는 과학교사의 탐구과학능력발달의 전문성을 위하여 교육현장에서 실질적으로 적용 가능한 SSCS 프로그램을 이용하여 적용하고, 그에 대한 교사들의 인식을 조사하였다. 과학교사의 탐구능력발달에 대한 전문성을 위한 일련의 프로그램으로, 과학교사 28명이 SSCS 워크샵과 연수를 통하여 SSCS 모듈을 개발하고, 시연하는 일련의 과정으로 구성되었다. 과학교사들의 탐구능력발달 모듈을 개발, 그리고 적용과 효과에 대한 인식이라는 두 가지의 연구 문제에 대하여 조사하였다. 과학 교사의 탐구능력발달 전문성은 SSCS 모델을 적용한 프로그램 개발과 수업 기술이 포함되며, 이것은 교사의 SSCS 모델 활용을 위하여 선결되어야 할 문제점으로 지적되었다. 교사들이 인식하는 프로그램 적용의 구체적인 효과는 교사의 과학 및 과학 학습에 대한 스스로의 동기 유발, 탐구적 문제해결 능력 함양, 탐구 과학 수업에 대한 자신감 함양 등이 제시되었다. 그러나, 프로그램의 과정이 요구하는 많은 시간과 노력과 다양한 분야에 대한 전문적 지식과 상식은 실질적인 어려운 점으로 지적되었다. 한편 교사들은 교육과정 과학 시간상의 제약, 실질적인 학습효과에 대한 불확실성, 프로그램 개발의 어려움, 다양한 수업 전략의 필요로 인하여 SSCS 프로그램의 학교 현장 적용에 다소 제한적인 관점을 나타냈다.

참고 문헌

박승재 (1980). 중등 과학교사의 과학과 과학교육에 대한 태도 측정 도구의 개발. 한국과학교육학회지, 2, 3-15.

손영민 (2001). 지식 기반 사회의 교사교육을 위한 PDS. *교육사회학연구*, 11(2), 77-100.

홍성일, 우종욱, 정진우 (1995). 과학교사에 관한 선행 연구 분석. *한국과학교육학회지*, 15(3), 241-249.

American Association for the Advancement of Science (1993). *Benchmarks for science literacy: A tool for curriculum reform*. Oxford University Press.

Bliss, J. (2002). *Learning science: Piaget and after. Teaching Science in Secondary Schools*. Sandra Amos and Richard Booahan. London and New York: The Open University.

Bright, P. & Yore L. D. (2002). *Elementary Preservice Teacher's Beliefs about the Nature of Science and Their Influence on Classroom Practice*. Paper presented at the annual meeting of the National Association of Research in Science Teaching, New Orleans, LA.

Council of Ministers of Education, Canada (1997). *Common framework of science learning outcomes*. CMEC Publications.

Crawford, B. A. (1999). Is it realistic to expect a preservice teacher to create an inquiry-based classroom? *Journal of Science Teacher Education*, 10, 175-194.

DeBoer, G. E. (1999). *A history of ideas in science education*. New York: Teachers' College, Columbia University.

Keys, C. W. & Bryan, L. A. (2001). Co-Constructing inquiry-based science with teachers: essential research for lasting reform. *Journal of research in science teaching*, 38(6), 631-645.

Kwak, Y. (2001). Case study: a preservice teacher's belief changes represented as constructivist profile. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 21(5), 795-821.

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

Pizzini, E. L., Shepardson, D. P., & Abell, S. K. (1989). A Rationale for and the development of a problem solving model of instruction in science education. *Science Education*, 73(5), 523-534.

Pizzini, E. L., Shepardson, D. P., & Abell, S. K. (1993). A Comparison of student perception of science activities within three instructional approaches. *School Science and Mathematics*, 93(3), 127-131.

White, R. (2002). *Research, theories of learning, principles of teaching and classroom practice: Examples and issues. Teaching Science in Secondary Schools*. Sandra Amos and Richard Booahan. London and New York: The Open University.