



과학 기술 관련 사회쟁점 교육에 대한 과학 교사들의 SSI-PCK 사례연구

정행남¹, 유선아^{2*}

¹당산서중학교, ²한국교육대학교

Pedagogical Content Knowledge of Socio-Scientific Issues: Characterizing Teachers' Experiences

Haengnam Chung¹, Suna Ryu^{2*}

¹Seoul Dangsansseo Middle School, ²Korea National University of Education

ARTICLE INFO

Article history:

Received 19 April 2017

Received in revised form

23 May 2017

6 July 2017

Accepted 13 August 2017

Keywords:

Socio-scientific Issues
SSI-PCK, Science Teachers, SSI
teaching, SSI education

ABSTRACT

Despite the growing importance of socio-scientific issues (SSI), little work has focused on teachers' pedagogical knowledge, and few studies have examined how in-service teachers use and apply SSI-related instructional methods and strategies. Consequently, the purpose of this study was to explore how science teachers with lots of SSI teaching experience determined teaching orientation, selected and revised instructional methods, and devised assessments in science classroom. We used a case study approach aimed at a deep description of these teachers' teaching experiences and employed semi-structured and in-depth interviews with five experienced teachers. Our findings indicate that teaching orientation and learning objectives seemed to influence the selection and modification of instructional strategies and methods. In addition, students' learning experiences or classroom environment were considered and modified in light of achieving these learning objectives. However, introducing SSI into the classroom assessment is not seriously considered by most teachers. This study can provide teachers with useful information when designing and developing SSI classes, taking into account various aspects of the PCK such as learning orientation, instructional methods, learner experience and curriculum standards.

1. 서론

창의 융합형 인재 양성이라는 목표 하에 2015 개정 교육과정이 발표되었다. 이 교육과정에서 강조하는 과학적 소양(Scientific literacy)의 핵심은 사회 속에서 일어나고 있는 다양한 과학 문제에 대해 관심을 갖고 민주 시민으로서 그 의사 결정과정에 참여하는 것이다. 이러한 맥락에서, 최근 과학을 배우는 학생들에게 과학 지식뿐 아니라, 과학 기술의 발달과 관련한 과학적 쟁점에 대한 이해를 배우는 STS (Science Technology and Society), 그리고 STS에 과학과 관련한 다양한 사회적·윤리적인 문제를 함께 다루는 SSI(socio-scientific issues, SSI) 교육의 필요성이 강조되고 있다. 학생들은 사회 과학적인 쟁점을 다루는 SSI를 통하여 21세기 첨단 과학 사회 속에서 발생하는 다양한 문제들에 대해 이해하고 가치를 판단할 수 있는 능력을 키울 수 있으며(Sadler & Zeidler; 2005; Zeidler *et al.*, 2005), 쟁점에 대해 깊이 이해하고 생각하는 과정 속에서 과학 지식에 대한 이해를 높이고 문제 해결력, 논증 능력, 합리적인 의사 결정능력, 글쓰기 능력 등과 같은 고차원적인 사고 능력을 향상 할 수 있다. 또한, SSI 수업에는 활발한 의사소통과 토론 등이 이루어지므로 이러한 과정에서 과학적 의사 소통능력 및 협업을 통한 인성함양에도 효과적이라 보고되고 있다(Fowler *et al.*, 2009).

과학 교육에 있어 SSI 수업에 관한 중요성의 이해도는 증가하고

있으며 현장 교사들 또한 그 필요성과 중요성에 공감하고 있지만, 실제 수업에서 SSI를 도입하는 것에는 어려움을 겪고 있는 것이 사실이다(Lee & Witz, 2009; Sadler *et al.*, 2006). Cross & Price(1996)은 과학 교사들이 SSI 도입을 어려워하는 이유로 SSI 수업을 위한 교수 학습 자료의 부족, 과학 시수의 부족 및 교육과정의 융통성 부족 등을 이유로 꼽았다. Lee, Abd-El-Khalick & Choi(2006)은 교사들이 다양한 면에서 어려움을 겪고 있다고 기술하였는데, 면면을 살펴보면 SSI에 대한 자료와 시간부족, 평가의 어려움, 지식과 교수 기술의 부족, 학생들의 관심 부족과 미성숙함, 과학 수업은 중립적이어야 한다는 막연한 두려움, 비구조화된 문제 상황, 토론이나 토의, 역할극 등의 수업 방식에 대한 부담감, 그리고 대학 진학에 맞추어진 교육과정 운영의 융통성의 부족 등이 어려움의 이유들로 지적되었다. 특히, 교사들은 대부분 SSI 쟁점이 되는 첨단 과학 분야에 대해 깊이 있는 이해를 갖지 못했거나, 지식을 가졌더라도 논의나 토론 등을 이끌어 가야 하는 상황에 대해 많은 부담감을 가지고 있는 것으로 보고되었다(Levinson & Turner, 2001). 예를 들어, Gray & Bryce(2006)는 교사들이 새로운 분야인 생명 공학에 대한 교과 지식을 쌓게 된 것은 매우 긍정적으로 여겼으나, SSI 수업을 통해 과학의 사회적인 면이나 윤리적인 면을 다루는 것에 대해서는 많은 어려움이 있음을 발견했다.

반면 SSI 수업을 성공적으로 도입하는 교사들의 특징을 살펴보는 것은 과학 교사들이 SSI를 도입하기 위해 무엇이 필요한지를 아는

* 교신저자 : 유선아 (sunaryu@knue.ac.kr)
<http://dx.doi.org/10.14697/ikase.2017.37.4.679>

다른 방법이 될 수 있다. 예를 들어 Lee & Witz(2009)는 교사들이 SSI와 관련된 개인의 가치, 교육철학, 개인적 관심사, 경험 등과 연계되어 SSI 수업을 진행하는 것을 관찰하였다. 그 교사들은 생활 속에 접하는 과학관련 문제에 대한 개인적 경험이나 염려, 환경 보존에 대한 신념, 과학 분야로 진출하고자 하는 학생들이 과학 본성을 깊이 있게 이해해야한다는 교육철학 등 다양한 교수 목적을 가진 것으로 나타났다. 또한 이 교사들은 이러한 교수 목적을 달성하기 위해 다양한 교수법을 활용하였다. 또한, Lee & Chang(2010)은 SSI 수업을 수행하는 교사들이 교수 목적에 따라 다른 수업 전략을 사용하는 것을 발견하였다. Windschitl(2002; 2004)은 과학 교사들의 교과 지식의 활용과 과학 탐구, 특히 모델링 등을 사용하기 위한 수업 전략의 적용이 교사들이 가지고 있는 과학 교과에 대한 교수 목적에 크게 영향을 받는다고 주장하였다.

이러한 선행 연구들을 바탕으로 할 때, 교사들이 어려움을 극복하고 성공적으로 SSI를 수업에 도입하기 위해서는 SSI의 방향성과 목표를 이해하는 것은 물론 수업에서 구현할 수 있는 지식인 SSI에 관한 내용교수지식(Pedagogical Content Knowledge, 이하 PCK)이 요구됨을 알 수 있다. 교사가 내용지식을 특별한 형태로 학생들이 이해할 수 있도록 표현하는 PCK는 Shulman(1986)이 교수에 대한 연구인 ‘잃어버린 패러다임’에서 처음 도입한 이후 전문성을 가진 경쟁력 있는 교사에게 반드시 필요한, 중요한 지식으로 받아들여지고 있다. Magnusson *et al.*(1999)이 과학 교수를 위한 PCK의 구성요소로 과학 교수지향, 과학 교육과정 지식, 학생들의 과학 이해에 관한 지식, 과학 평가에 관한 지식, 과학 수업 전략에 대한 지식을 제안하였다. SSI 분야에서는 Lee(2016)가 과학 교수를 위한 PCK 구성요소 등을 바탕으로 SSI-PCK를 도출·제안하여 이론적 기반을 제공하였다. Lee(2016)는 SCI-PCK의 6 요소로 SSI 교수지향, SSI 교수 방법에 관한 지식, 교육과정에 관한 지식, 학생의 SSI 학습에 관한 지식, SSI 학습 평가에 관한 지식, 학습 환경에 관한 지식을 들었다. SSI 교수지향은 교수 목적과 목표를 의미하는 것으로 학생 중심 활동, 지식과 고등사고능력, 실생활과의 연결, 과학 및 기술의 본성, 시민역량 및 인성, 사회적 실천의 하위 요소를 포함한다. SSI 교수 방법은 수업 운영을 위해 사용되는 교수·학습 방법론적 지식이며 SSI 수업 설계, 진보적 교수전략, 협력적 수업 환경 등의 하위 요소를 포함하였다. 교육과정에 대한 지식은 SSI와 국가수준의 교육과정에서 어떻게 다루어지고 있는가를 보고 있는 요소로서 과학 교육과정과의 수평적/수직적 연계성, 타 교과의 연계성을 반영하였다. 학생의 SSI 학습에 관한 지식은 SSI 수업에 참여하는 학생들의 특성과 학습 과정에 대한 지식으로 하위 요소로 SSI 학습 경험, SSI 학습 시 겪는 어려움, SSI 추론의 특성에 관한 지식을 포함한다. SSI 학습 평가에 대한 지식은 평가 영역 및 방법을 다룬 요소로 평가 영역과 지식으로 구성된다. 학습 환경에 관한 지식은 3가지 하위 요소로 교실 환경, 학교 환경과 지역사회 환경을 포함하였다. 그러나 PCK의 중요성에도 불구하고, PCK에 대한 지식이 없는 경우, 특히 현장 교사들에게는 일반적이고 포괄적인, 이미 알려져 있는 요소들을 재구성하고 목록화한 것으로 보일 수 있는 단점이 있다. 그러므로 구체적인 사례를 바탕으로 한 고찰은 SSI-PCK를 이해하고 SSI를 실제 수업에 도입하는 데 있어 교사들에게 큰 도움을 주리라 기대된다. 특히, 상대적으로 SSI와 관련된 연구의 숫자가 적지

않음에도 불구하고 실제 현장에서 교사들이 SSI를 왜, 어떻게, 무엇을 강조하여 다루는가에 대한 사례에 대한 연구는 그 숫자가 극히 적으므로 다년간의 SSI 수업 경험을 가진 교사들의 SSI-PCK 사례는 구성 요소들이 무엇을 의미하는지, 어떻게 실제 수업에 적용되는지를 이해하는데 기여할 수 있을 것이다.

이에 본 연구는 SSI를 실천하고 있는 교사들의 SSI의 본성에 대한 이해, 교수 목적, 다양한 전략에 대한 이해를 바탕으로 SSI-PCK의 요소를 탐색, 구성하고, SSI 수업을 오랫동안 진행해 온 교사들이 SSI-PCK를 자신의 수업에서 어떻게 구성하고 활용하고 있는가를 알아보고자 한다. 구체적으로, 본 연구에서는 SSI 과학 교육을 위해 노력해 오고 있는 SSI 교수 경험이 많은 5명의 교사에게 대해 SSI 교수지향, SSI에 대한 학생이해, 교육과정의 이해, 교수절차 및 방법, 교육평가, 학습 환경에 대한 지식이라는 SSI-PCK 구성요소(Lee, 2016)를 가지고 SSI를 다루는 과학 교사의 SSI-PCK를 살펴보고, SSI-PCK의 면면이 교사들이 생각하는 과학 교육의 목표와 어떠한 연관성을 가지고 있는지 탐색해 보고자 한다.

본 연구를 안내하는 연구문제는 다음과 같다.

첫째, SSI 관련 교수 경험이 많은 과학 교사들이 SSI 수업에서 보여 주는 SSI-PCK의 특성은 어떤 것이 있는가?

둘째, 교사들의 사례를 볼 때, 교사들이 생각하는 SSI 교수지향은 다른 하위 SSI-PCK와 어떤 관련성을 보이는가?

II. 연구방법

1. 연구 참여자

본 연구는 SSI 주제에 대해 수업 방법과 교재 등을 연구 개발해 온 교사 공동체 ‘K 모임’에서 오랫동안 활동하여 경험이 풍부한 교사들의 사례를 통해 교사의 SSI-PCK를 알아보고자 하는데 그 목적이 있다. ‘K 모임’은 1997년 과학 교사들 10여명이 과학과 사회와 기술인 STS에서 윤리적인 측면을 고민하면서 모임이 시작되었고, 지난 20년 동안 이에 대한 수업을 개발, 적용하여 학생들이 SSI에 대한 가치판단을 할 수 있는 과학적 소양을 함양하는데 노력하고 있다. 지구온난화 및 기후변화, 원자력발전, 환경호르몬, 뇌사, 유전자 조작, 4대강, 광우병, 배아복제, 인공지능 등의 다양한 SSI 주제를 다루고 있으며, 교사를 상대로 한 수업자료를 개발하거나 연수를 실시하기도 하고 학생을 대상으로 지역단위로 돌면서 SSI 주제에 맞게 월드카페, 토론 배틀, 한줄서기, 신호등 토론 등의 교수법을 활용하여 수업을 진행하고 있다. 현재까지 자료집 5권과 단행본 4권을 출판하여 SSI에 관한 인식을 높이고 수업 자료의 개발 및 공유를 위해 기여하고 있다.

연구자는 ‘K 모임’ 교사 중에 초창기부터 참여하여 모임 활동을 통한 변화를 심층적으로 표현할 수 있고, 자발적인 참여의사를 보인 5명을 연구 참여자로 선정하였다. 5명의 교사들은 Table 1과 같이 현재 대도시 및 중소도시의 중학교, 고등학교에 근무하고 있다. 이들의 전공은 물리, 화학, 생물로 다양하고 교직 경험은 15년부터 25년까지 분포하며, ‘K 모임’에서의 활동 경력은 12년부터 20년까지 분포한다.

Table 1. Teachers' backgrounds for the study

연구 참여자 기호	교육 경력	'K모임' 활동 경력	전공	성별	학력	근무학교
H교사	20년	18년	물리	여	박사	고등학교
E교사	15년	12년	화학	여	박사	중학교
G교사	22년	16년	물리	여	박사	고등학교
L교사	17년	12년	화학	여	석사	중학교
J교사	25년	20년	생물	여	학사	고등학교

2. 자료 수집

본 연구에서는 각 연구자를 대상으로 두 번의 개별 면담을 실시하였다. 면담을 전사하고 해석이 모호한 부분은 추가 면담을 실시하였다. 첫 번째 면담은 반구조 면담(semistructured interview)을 실시하고 두 번째 면담은 심층 면담(in-depth interview)을 실시하였다. 첫 번째 반구조 면담에서는 교사의 SSI-PCK의 요소들과 수업 목표 및 수업 양상과의 관련성에 대한 기본적인 정보와 다각적인 정보를 얻기 위해서 사전 작성된 질문을 사용하되, 답변이 불충분하거나 의미를 분명히 할 필요가 있는 답변에 대해 융통성 있게 보충 질문을 하였다. 1차 반구조화 면담에서는 교사에 따라 30분~90분이 소요되었다. 면담 내용은 크게 SSI 수업을 하게 된 동기, SSI 수업을 도입했던 초기와 지금의 교수 목적과, 교수 방법 및 방법의 변화 등의 내용으로 면담을 진행하였다. 그 다음 교사 자신에게 SSI 수업을 통해 경험한 활동이나 의미, 자신이 SSI 수업 전문성 향상을 위해 노력하고 있는 점 등을 질문하였다. 1차 면담 시 구체적인 질문의 예는 다음과 같다.

SSI 수업을 처음 도입했을 때 교수 목적과 지금의 교수 목적의 변화가 있다면 말씀해 주세요.

SSI 수업을 처음 시작하게 된 동기가 무엇인가요?

SSI 수업을 처음 도입했을 때 어떤 수업 방법을 하셨는지 지금과는 어떤 차이가 있는지 말씀해 주세요.

SSI 수업이 선생님께 어떤 의미가 있다고 할 수 있나요?

SSI 수업으로 인해 우리가 수업하는 방식이나 경험, 전문성의 개발에 어떤 영향을 줬다고 생각하시나요?

SSI 수업을 위한 자료 개발 경험이 수업이나 교사로서의 정체성에 미친 영향을 말씀해주세요.

1차 면담 후에, 좀 더 깊이 있는 답변을 원하는 질문이나 답변에 대한 이해가 필요한 질문들에 대한 심층 면담이 이루어졌다. 2차 심층 면담을 위해 연구자는 면담 전 교사들에게 SSI를 교수하기 위한 CoRe(Content Representation)를 작성하도록 요청하였다. Loughran *et al.* (2004, 2006)는 PCK를 기술하고 문서화 할 수 있는 CoRe를 개발했다. CoRe는 과학 교사들에게 특정 주제의 내용을 개념화하는 방법에 대한 개요를 제공한다. 가로축은 특정 주제를 가르치는 것과 관련된 핵심 개념(Big idea)들을 기록한다. 세로축은 각 핵심 개념에 대한 개요, 대체 개념에 대한 지식, 이해를 검증하는 통찰력 있는 방법, 혼란스러워 하는 부분, 효과적인 순서, 개념을 구축하기 위한 중요한 접근법에 대한 내용을 기록한다. CoRe는 교사의 PCK 개요를 명확하게 하고, 특정 주제를 가르칠 때 교사들의 결정에 대한 통찰력을 제공한다.

주제는 연구자들이 다루어본 수업주제와 다루지 않은 수업주제를 포함하였고, CoRe를 각 참여교사들의 SSI-PCK를 탐색하는 도구로

면담에서 심층 질문에 이용하였다. 이는 면담자가 피담자의 SSI 수업 경험에 대한 사전 이해를 높여, 피담자로부터 좀 더 깊이 있는 대답과 견해를 구하기 위해서이다. 본 연구에서 교사들의 CoRe는 정교한 심층 면담의 질문을 개발하기 위한 사전 및 보조 자료로 사용되었기 때문에, 교사들의 CoRe를 직접적으로 비교하지는 않는다. Table 2는 L교사의 CoRe를 예시로 나타낸 것이다. 심층 면담에서는 다음 질문으로 넘어가기 위해 답변을 마무리 하거나 요약하는 것을 지양하고, 피담자가 충분히 의견과 생각을 피력할 수 있는 시간을 주어 깊이 있는 답변을 유도하고, 그 깊이 있는 답변을 통해서 질문에 대한 충분한 이해를 구하였다. 본 연구에서는 수업의 목적과 수업 방식사이의 관계, 평가와의 연계성을 피력한 교사에 대한 심층 질문에 대해 깊이 있는 면담이 이루어졌다. 면담 질문은 오랫동안 SSI 수업을 해왔던 교사들의 경험에 대한 자세한 정보를 얻기 위하여 Seidman(1998)이 제시한 3가지 질문 유형을 단계적으로 구성하여 개발되었다. 첫 번째 단계는 생애사적 이해 단계로써 참여자의 경험적 맥락을 형성하는 단계이고, 두 번째 단계는 경험이 일어난 맥락에서 자세한 설명을 질문함으로써 참여자는 세부적인 경험을 재구성할 수 있으며 면담자가 세부 사항에 대한 정보를 얻기 시작할 수 있는 단계이다. 마지막 세 번째 단계에서는 경험의 의미를 묻는 단계로써, 참여자는 경험에 대한 의미를 반성하고 재구성한다. 이러한 단계를 점진적으로 진행하여 공동체 참여의 동기와 활동 내용, 공동체 참여의 의미 등을 면담을 통해 총체적으로 담아낼 수 있도록 구성하였다.

면담 이외에 교사들의 SSI-PCK를 알아보기 위해 SSI 수업 동영상이나 자료집과 단행본의 원고 자료 등을 수집하였다.

3. 자료 분석

자료 분석은 면담을 모두 전사하는 것으로 시작하였다. 연구자 역시 'K 모임'에서 활동하고 있어 연구 참여자와의 자연스러운 레포가 형성되어 있는 상태이다. 또한 면담 중 연구자는 특이 사항(어조, 억양, 특이한 표현, 몸짓) 등을 기록하고 전사에 반영하여 최대한 맥락을 살리고 연구 참여자의 의사를 자세하게 기록하도록 하였다. 근거 이론에 기초하여, 반복적인 비교 분석(constant comparative analysis)을 실시하였다. 반복적인 비교 분석은 이론적인 아이디어를 토대로 하여 초기 분석을 실시하여 더 수집해야 할 데이터를 결정하고, 이전 데이터와 현재 데이터를 비교 분석하여 공통적인 의미를 담고 있는 속성과 범주들을 정교화 하는 방법이다(Merriam, 1998). 이러한 반복적인 분석을 통하여 연구 참여자의 교수 목적의 변화와 교수 방법의 변화 등의 경험 변화를 찾았으며 해석 과정에서 연구 참여자의 경험의 의미를 파악하기 위해 더 많은 자료가 필요하다고 판단했을 경우

Table 2. L Teacher's CoRe(Content Representation)(Loughran *et al.*(2004, 2006))

Important Science Ideas / Concepts				
	A. 배아에는 다양한 세포로 분화가 가능한 줄기세포가 있다.	B. 줄기세포를 이용하면 난치병 치료가 가능하다.	C. 수정란을 생명으로 볼 것인가 하는 문제에는 이견이 존재한다.	D. 생명 윤리 문제에 대한 대안으로 생식세포뿐만 아니라 체세포를 이용한 줄기세포 연구가 있다.
1. 선생님은 '배아 줄기세포'에 대해 학생들이 무엇을 학습하기를 바라십니까?	-생식세포의 유전자 수는 체세포의 유전자 수의 절반이다. -정자, 난자, 배란, 수정, 착상, 태아, 출산으로 이어지는 사람의 생식 과정을 설명할 수 있다. -1개의 세포가 어떻게 여러기관을 가진 인간이 되는지 난할 과정을 설명할 수 있다. -포배기에서 안쪽에 반공간이 생기는데 안쪽세포들을 배아줄기 세포라고 한다.	-자궁에 착상되기 전 배아 줄기세포는 어떤 종류의 세포로도 분화될 가능성이 있다. -줄기 세포를 특정 기관으로 성장하도록 분화하는 기술이 매우 중요하며 분화가 제대로 일어나지 못하면 암세포가 될 수도 있다.	-수정 후 2주를 기준으로 배아와 태아로 명칭을 구분한다. -14일 이전에는 원시선이 생기기 전 배아에 대해서는 생명이 없다. -자궁에 착상되기 전 배아는 인간이 아니다.	-줄기세포 연구가 생식세포를 이용하면 난자를 얻기 위해 기증 여성에게 과배란제를 주사하는 등 여성의 몸에 무리를 줄 수 있다. -줄기세포 연구가 배아를 연구 재료로 삼는 것은 배아를 인격체로 보는 입장에서는 인정할 수 없다. -배아복제는 인간복제로 악용될 소지가 있다. -생식세포보다 체세포를 이용하여 줄기세포를 연구하도록 연구 관련 이해 당사자들이 연구 방향을 조정해야 한다.
2. 학생들이 이것을 아는 것이 왜 중요한가요?	-배아 줄기세포는 교육과정에서 등장하는 개념이나 용어가 아니기 때문에 이미 교육과정에 나온 유전과 생식을 기반으로 배아 줄기세포에 대한 내용으로 발전시켜야 한다.	-난치병 치료에서 줄기세포의 중요성을 설명하려면 줄기세포가 가진 특징을 알아야 한다.	-생명윤리와 관련된 배아 줄기세포 연구에 대한 논쟁의 핵심을 이해할 수 있다.	-배아 줄기세포 연구와 관련된 다양한 견해를 이해하고 그 대안을 제시할 수 있다.
3. 이 아이디어에 대해 선생님이 그 외에 알고 있는 것은 무엇입니까?	-생명 복제 연구의 역사 및 사례	-줄기세포를 이용한 각국의 연구 투자 규모 및 역량 -돼지를 이용한 이종 장기 이식	-태아 낙태 허용 주수(28주)	-황우석 사건 -국내의 체세포 줄기세포 연구 사례
4. 이 아이디어를 가르치는 것에 영향을 주는 학생들의 생각은 무엇인가요?		-연구 및 치료의 발달 단계에서 발생하는 부작용이나 인권문제는 감수해야 한다. -국가 경제를 위해 줄기세포 연구에 더 많이 투자해야 한다.	-배아나 임신 초기 단계의 태아의 생명보다 난치병 환자의 생명이 더 중요하다.	-체세포보다 생식세포를 이용한 연구가 더 효율적이고 결과도 좋다. -돈이 필요한 여성이 난자를 판매하는 것은 그들의 권리이다.
5. 이 아이디어를 가르칠 때 어려운 점들/ 한계점들은 무엇인가요?	-내용상 유전과 생식 개념 자체를 이해하기 어려워한다.	-환경상 난치병과 줄기세포 관련 내용에 대해 무관심하다.		-환경상 학생들이 생명에 존중보다 경제적 이득을 우선시 한다.
6. 교수 절차 (사용한 특별한 이유들)	-강의 (이후 활동 시간을 벌기위해 시간을 단축하면서 개념 이해에 효율적이다.)	-조사 발표 (스스로 자료를 검색하면서 호기심을 갖게 한다.)	-자료 조사 및 역할극 (어디부터 생명인가 하는 문제를 정의하는 것은 정답이 있는 문제가 아니라 이해 당사자 간에 다양한 견해를 종합하여 사회적 합의를 해야 하므로 각자 조사한 내용을 발표하되 일방적인 발표가 아니라 의사소통의 형태를 가질 수 있는 역할극이 적합하다고 생각한다.)	
7. 이 아이디어에 대한 학생들의 이해나 혼동을 확인하는 특별한 방법들은 무엇인가요?	-배아 줄기세포의 분화를 포함하여 인간의 생식 과정을 순서에 따라 간단하게 그려보게 한다. (예시 그림이 주어지지 않으면 그리기 어려워 할 것이다.)	-관련 사례를 조사하여 발표하게 한다. (조사할 수 있는 양식을 주면 학생들의 참여를 도울 수 있다.)	-관련 사례를 조사하여 발표하게 한다.(역할극을 하기 전에는 번거롭게 귀찮아하지만 하고나면 성취감을 느낄 것이다.)	

추가 면담을 실시하였다. 결과 분석이 만족 상태가 될 때까지 자료를 검토하고 의미를 해석하였다. 질적 연구에서의 타당성과 신뢰성을 높이기 위해서 연구 참여자들의 CoRe, 수업 동영상, 자료집이나 단행본의 연구 자료들을 보조 자료로 활용 참고하고, 이렇게 다양한 자료를 활용하는 자료의 다각화 (Data triangulation)를 통해 연구 참여자의 답변에 대한 이해도를 높였다. 또한, 자료 분석 과정에서 과학 교육 전문가 1인, 교사 경험이 풍부한 동료연구자들의 검토를 거쳐 수정 보완하였고, 연구 참여자에 의한 확인과 동료 검토 등의 심층적 기술 전략을 사용하였다(Creswell, 1998; Merriam, 1998).

연구 참여자의 SSI-PCK를 알아보기 위해서 Lee(2016)가 제안한 SSI-PCK 틀을 이용하여 분석하였다. 교수 지향을 교육적 효과에 관

심을 두는 경우와 SSI 자체가 큰 동기로서 작용한 경우의 두 가지 분류를 큰 축으로 잡고, 이러한 큰 축에서 하위의 SSI-PCK 요소, SSI 교수 방법에 관한 지식, 교육과정에 관한 지식, 학생의 SSI 학습에 관한 지식, SSI 학습 평가에 관한 지식, 학습 환경에 관한 지식에 대한 연관성을 분석하였다.

III. 연구결과

본 연구에서는 교사들의 SSI-PCK의 요소를 Lee(2016)가 제시한 6가지 틀을 바탕으로, SSI 교수지향, SSI 교수 방법에 관한 지식, 교육

과정과 학습 환경에 관한 지식, 학생의 SSI 학습에 관한 지식, SSI 학습 평가에 대한 지식으로 나누었다. 교육과정 연계와 학습 환경에 관한 지식을 함께 다룬 이유는 교사들이 이 두 가지 면을 연계하여 복합적으로 설명한 경우가 많았기 때문이다.

1. SSI 교수지향

SSI 교수 수업 지향의 구체적인 예를 아래에 기술하고 SSI 수업을 통해 교육적 목표가 어떻게 변화되었는지를 살펴보았다. 수업 지향은 SSI 수업을 통한 교육적 효과와 SSI 자체가 큰 동기인 경우의 두 가지로 크게 구분하고, 학생 중심 활동, 지식과 고등사고능력, 실생활과의 연계는 교육적 효과에, 과학 및 기술의 본성, 시민 역량과 인성, 사회적 실천은 SSI 자체를 동기로 본 경우에 속한다고 보았다. 그러나 선행 연구에서 지적하였듯이 본 연구에서도 교사들이 한 가지 교수 지향만을 가지고 있는 경우는 드물었고, 두 개 이상의 교수 지향을 복합적으로 보였다(Lee, 2016).

G교사의 경우 처음과 비교하여 교수 지향이 상당히 변했다고 말한다. G교사는 SSI를 과학 수업을 잘하기 위한 여러 형태의 수업 방법 중 하나라고 보고, 토론 수업을 잘 준비하여 논리적인 생각을 발달시키고 합리적인 의사 결정을 할 수 있게 하는 방법으로서 SSI 수업이 신선하게 다가왔다고 이야기한다. 이는 SSI를 통한 교육 효과를 교수 지향으로 보았다고 할 수 있다.

정말 논리적인 토론을 통해서 합리적인 의사결정이 이루어지게 만드는 그런 그것이 굉장히 최고의 목표였죠. (중략) SSI 주제가 단순히 어떤 논리적인 과정에 의한 옳고 그름이 아니라 자신의 가치관이 개입된 그런 (배아줄기세포) 주제들을 주제에 봉착했을 때에는 이거는 근본적으로 아무리 논리적인 문맥이 뛰어나다고 했어도 합의가 일어나기 어려운 부분인거 같아요. 배아가 인간이나 아니냐 이거는 합의가 안 되는 자신의 신념에 해당하는 부분이기요. (G교사 1차면담)

G교사는 배아줄기세포에 대한 수업을 하면서 배아를 인간이라고 주장하는 학생들이나 배아가 인간이 아니라고 주장하는 학생들 각기 나름의 생명존중에 대한 바탕을 둔다는 사실을 깨달았다. 이 경험을 통해서 G교사는 학생들이 어떤 논리가 찬반을 결정하는 것보다 합의하는 과정을 통해서 결론을 만들어내는 자체가 수업의 목적이 되어야 한다는 쪽으로 생각의 전환을 이루게 되었다고 한다. 논리적인 합의라 할지라도 과학적 지식뿐 아니라 개인의 가치관이나 사회 문화적인 면이 고려되어야 하기 때문에 개개인이 열린 마음으로 받아들이기 위해서는 합의 과정에서 결론에 도달되기까지 충돌보다는 부작용을 최소화하는 장치를 고안하는 쪽으로도 고민을 하게 되었다.

열린 마음으로 합의하는 과정이 진짜 중요한 거구나. 그것이 요즘 SSI 주제에는 더 필요하겠구나. 가치관이 많이 개입되는 그렇게 많이 전향이 됐거든요 제 자신이. (중략) 중요한 건 뭐냐면 그 사회에서 합의하는 과정을 통해서 하나씩 결정을 해야 하는데 그 합의하는 과정이 굉장히 중요하다는 것. 합의를 통해서 어떤 결론이 이끌어 그 결론이 옳으니까 그 결론으로 가이된다거나 아니라 합의하는 과정 자체가 목적이자 수단이 될 수 있겠구나. (중략) 열린 마음으로 합의하는 과정이 진짜 중요한 거구나. 그것이 요즘 SSI 주제에는 더 필요하겠구나. 가치관이 많이 개입되는 그렇게 많이 전향이 됐거든요 제 자신이. (G교사 1차면담)

이러한 면을 고려하여 G교사는 학생들이 시민으로서 의사결정을 할 수 있는 능력과 합의할 수 있는 능력을 키우고 여러 가지 쟁점에 대해 고민하면서 다양한 견해를 가진 친구들과 함께 결론을 합의해 나가는 과정을 경험할 수 있는 수업을 하는 것에 그 지향점을 둔다.

우리는 배아줄기세포에 대해서 배웠는데 시민의 역할이라는 게 제대로 합의할 수 능력을 키우는 것이라고 생각 했거든요. 그것이 서로가 합의하는 과정 속에서 모든 규정이나 제도와 같은 것이 비교적 합리적으로 일거질 수 있다. 합의해 가는 과정 자체가 정당 행위라는 것이죠. 그것이 곧 목적이 라는. (G교사 2차면담)

G교사의 경우 처음에는 교육 효과 위주의 교수 지향을 보였다. 그러나 합의과정에서 본인과 다른 결론을 내더라도 서로 합의하는 과정에서 민주적인 절차를 배우는 것을 강조하게 된 점, 또한 결론이 개인의 가치와 상반되더라도 사회에서 합리적으로 구성될 수 있음을 점차로 강조한 것은 시민 역량과 인성, 사회적 실천이라는 점을 부각시키고 있어 SSI 자체에 대한 교수 지향을 점차적으로 포함하고 있음을 알 수 있다.

J교사의 경우, G교사와 달리 SSI에 대해 어떻게 가르쳐야 하는가에 대한 뚜렷한 교수 목적을 가지고 'K 모임'에 참가하게 되었다. J교사는 대학 시절부터 여러 가지 사회 속 과학 쟁점에 대한 많은 관심을 가지고 있었으나 실제 생물 수업을 진행할 때 지식 전달만을 위주로 가르치게 되고 현실에서 맞닥뜨릴 수 있는 문제는 외면하게 된다는 것을 고민하게 되었으며, 그런 고민이 SSI 수업을 시작한 동기가 되었다. J교사는 처음 교사가 되어 중학교에서 생물단원을 가르치게 되었을 때, 생물에서 식물과 동물의 구조 중 동물 단원에서 개구리 해부를 해야 했고 그와 동시에 생명의 소중함을 함께 가르쳐야 한다는 사실이 '모순적이고 괴로웠다'고 말한다.

그냥 아이들한테 그냥 막 이렇게 뭐 개구리는 어떻게 생겼고, 중학교 생물이 그렇잖아요. 동물이 어떻게 생물이 어떻게. 가르치는 걸, 이렇게 과학 수업을 생물 수업을 해도 될까? 이런 약간 그런 게 강박 관념 같은 거, 이러면 안 되는데 이런 게 있었던 거 같아요. 대학교 때 막 이런 사회문제를 심각하게 생각하다가 교실에 들어오니까 너무 수업 내용이 이게 현실과 동떨어진 거 이런 거에 대해서 어 이러면 안 되는데, 어떻게 해야 하지 이런 마음이 좀 있었던 상태에서 그런 거를 해결할 수 있는 같이 얘기하면서 선생님들을 만나서 같이 고민해보는 그런 거로. (J교사 1차면담)

J교사의 경우 지식 전달위주 수업의 문제와 여러 가지 SSI 교수에 대한 고민을 함께 나눌 목적으로 'K 모임'에 참여하였고, 모임 교사들과 함께 개구리 해부를 대신하여 종이로 만든 개구리 모형으로 개구리 해부 실험을 대체하는 수업을 구상하기도 하면서 적극적으로 SSI 수업에 대한 다양한 시도를 하게 되었다.

흥미로운 점은 시간이 지나면서 J교사도 G교사처럼, 학생들이 SSI의 결과에 대한 열린 자세를 가지는 것에 중점을 두고 좀 더 역동적인 수업이 되기 위해서 학생들의 토론 참여 자체에 무게를 두는 SSI 수업을 지향하게 되었다는 점이다. J교사는 모임 초기나 지금이나 학생들이 SSI에 대해 관심을 갖고 토론하게 하는 목적에는 큰 변화가 없다. 그러나 'K 모임' 초기에는 지향하는 윤리적으로 타당한 어떤 결론으로 이끌어 가야한다는 생각을 갖고 있었다면 지금은 학생들이 만들어내는 결과보다는 '그런 (논의하고 합의하는) 과정을 같이 했다는' 데

에 더 큰 의미를 두게 되었다는 데에서 강조점이 달라졌다고 볼 수 있다.

어떤 사회적인 이슈를 계속 애들이 관심을 갖고 갖게 만드는 거, 이런 생각을 우리가 계속 생각해야 되는 거 계속 이야기하고 토론해야 하고 각자는 자기 생각을 정하는데 꼭 그거를 제가 꼭 어떤 방향으로 데리고 가야한다고 생각하기 보다는 아이들에게 기회를 주는 것이 의미가 있다는 게 과거에는 결과가 뭐 그런 걸 결정하게 했을 때 결과가 좀 제 생각과 다르게 나온다 그러면 어떡하지 수업이 잘못됐는데 이렇게 걱정을 했다면 지금은 아이들의 결과가 머 다르게 생각하는 결과가 나왔다 할지라도 그런 과정을 의미를 둔다든지 그렇게 바뀌었어요. (L교사 1차면담)

L교사의 경우 교수 지향은 SSI 자체가 동기라는 큰 분류는 변화가 없지만 윤리적 가치관의 정립 과정에서 시민 역량과 인성의 함양 즉, SSI 관련된 주제에 스스로 관심을 갖고 담화에 참여하여 책임 의식을 스스로 기르는 면에 좀 더 중점을 두게 되었음을 알 수 있다.

L교사의 경우 'K 모임' 초기에는 G교사와 마찬가지로 과학 교사의 다양한 수업 방법 중의 하나로 SSI 교수에 접근했다고 말한다. 모임 초기에 L교사는 지식 전달 위주 수업만이 아니라 SSI 수업을 다루는 것이 좀 더 전문적인 과학 교사가 되는 길이라는 생각을 가지고 있었다.

수준 있는 수업을 하고 싶단 생각, 학원식 지식 전달 위주의 수업이 아니라 좀 정말로 과학 교육 전문가로나 할 수 있는 그런 류의 수업을 하고 싶다는 그런 생각이 있어서 그 ('K') 모임을 나갔던 것 같아요. 그때는 이런 생각을 딱 조직적으로 한건 아니지만 지금 돌이켜 생각해보니 약간 좀 있어 보이고 싶지 않았을까 그걸 돌려 말하면 과학 교육에서나 할 수 있는 전문적인 수업을 하고 싶다는 거창한 생각이 있었던 것 같아요. 근데 그 수업을 바로 할 수 있을 만큼 내가 내공이 없으니까 좀 그런 걸 해야지 하고 나왔다가. (L교사 1차면담)

L교사는 자신이 가르치는 학생들이 과학자와 같은 전문가가 되지 않는다는 가정 하에 뉴스나 신문에서 나오는 SSI를 이해할 수 있는 수준이 되길 희망했다. L교사는 자신의 수업 목표가 학생들이 개념만을 쉽게 이해하게 하는데 있는 것이 아니라, 과학이 응용되는 사례나 사회와의 연관성을 통해 실생활에서 과학이 우리 생활과 어떤 관련성이 있는지를 고찰하게 하는 데에 있다는 것을 타 교사의 수업과 자신의 수업을 비교함으로써 확연하게 깨달았다고 한다. 학생들에게 교육 과정에서 다루고 있지 않는 배아복제에 대한 수업을 장시간 진행하는 것에 대해서는 부담을 갖고 있지만 학생들이 과학적 소양을 갖춘 시민으로 성장하기 위해서는 유전이나 생식을 배울 때 관련 있는 배아 연구에 대한 다양한 의견들을 알려줘야 한다는 신념을 갖고 있다.

제가 추구하는 수업 목표는 그런 거 있어요. 저는 약간 애들이 과학자가 되지 않을 거라고 가정해요. 그런 (가정)하에서 제가 애들한테 제가 제공할 수 있는 거는 애들이 나중에 뉴스를 보거나 신문을 봤을 때 이게(배아복제)가 뭐 소리인지는 이해하고 갈 수 있는 수준으로 (관련지식을) 제공해 줘야하지 않냐 요즘 제 생각이예요. (중략) 유전 생식에 대해서 (학생들이) 배웠어요. 그거(유전과 생식)에 관해서 현재의 배아연구가 없는 건 아니죠. 출기 세포 연구가 없는 건 아니니까 그거(유전과 생식)와 관련해서 한 연구로서 제시할 필요는 있다고 생각해요. (L교사 2차면담)

L교사의 SSI 교수지향은 교육 효과에 중점을 둔다. 실생활과 연결되어 있는 SSI를 교사가 찾아 학생들에게 제시해야한다고 생각하고 있고 이런 생각이 쪽 유지되고 있는 것으로 보인다. 과학 교사가 갖추어야 할 교양으로서 SSI가 필요하다고 보았고 지식 전달 위주의 수업만으로는 전문적인 과학 교사가 될 수 없다는 판단 하에 SSI를 전문가적인 과학 교사가 갖추어야 할 조건으로 보았다.

E교사의 경우, K 모임 초기에 수업을 잘하는 교사가 되기 위해 과학 수업에서 SSI를 도입하게 되었다는 동기가 L교사와 비슷하다. E교사는 교사가 일방적으로 수업을 주도하는 것을 수동적인 수업, 학생 중심의 수업을 능동적으로 보았으며 수업의 목표를 학생 중심의 수업을 통해 학생이 스스로 개념을 이해하는데 두었다.

제 수업이 너무 수동적인 수업이었어요. 일방적인. 그래서 굉장히 많이 힘들어서... (중략) 수업을 아예 좀 능동적인 아이들 모둠 수업으로 바꾸려고 했어요. 모둠을 짜고 아이들에게 단원을 분배한 다음에 자기 단원을 맡아서 공부하고 다른 모둠에게 가르쳐 주고, 서로 가르쳐 주는 (E교사 1차면담)

E교사는 학생들이 과학 개념을 이해하는 것을 매우 중요하다고 여기고 있고 수업에서 SSI를 도입하는 것이 과학 개념을 이해하는데 도움이 될 수 있다는 생각을 갖고 있다. 이런 맥락에서 E교사는 유전 단원을 다룰 때 GMO를 연계한 수업을 구상하였다.

유전 단원을 공부하면서 이 GMO가 연관이 지어지더라고요. 이 K모임에서 GMO를 딱 한 단원 수업할 땐 별로 다가오질 않았는데 제가 마침 유전을 가르쳐 보니까, 이게 유전자 변형인 거잖아요. 그리고 우리가 유전까지만 아이들과 수업을 했을 때 유전자가 바뀐다는 가능성에 대해서 별로 생각하지 않고 그냥 유전에 대해서만 공부를 했는데 유전 다음이 진화더라고요. 그래서 진화라는 것은 어쨌든 유전자가 바뀌면서 진화가 되는 거잖아요. 그래서 이걸 GMO로 다루기 좋은 주제라고 생각이 됐어요. (E교사 1차면담)

또한 E교사는 현재 우리나라에서 실제로 이슈가 되고 있는 SSI 주제를 다루는 것이 중요함을 강조하였다. E 교사는 관련 캠페인에 참여하고 있으며, 학생들 역시 정책의 방향성에 대해 토론할 기회가 있어야 함을 강조한다. 이는 E교사의 교수 지향이 실생활과 연결에도 중점을 두고 있음을 보여준다.

일단은 GMO라는 사회적 이슈가 이게 지금 현재의 이슈예요. 우리나라가 너무 표시도 하지 않고 규제도 하지 않고 안전성이 검증되지 않은 GMO 식품을 많이 쓰고 있는데 여기 대해서 소비자 단체이니 생협에서 지금 문제 제기를 하고 있어요. 그래서 7월에 아마 GMO 관련한 반대, 표시제 의무화 운동을 했던 것으로 알고 있어요. 제가 생협 회원이거든요. 생협 갈 때 마다 그 캠페인에 참여하고 있어요 (중략) 이 수업의 목표는 GMO에 대한 우리나라 정책에 대한 이야기가 다루어져야 할 것 같아요. 지금 GMO 표시를 우리나라에서 안 하려고 하는 이유. 그러니까 GMO에 대한 올바른 정책 어떻게 가야하는지 (E교사 2차면담)

E교사의 경우 처음의 교수 지향은 주제와 관련된 과학 지식과 개념의 획득, 그리고 학생 중심의 활동에 그 중점을 두고 있었다. 그러나 점차로 현재 이슈가 되고 있는 SSI 주제를 다루는 등의 실생활과의 연결에도 중요성을 두고, 결과적으로 올바른 정책 방향에 대한 토론

의 강조나 캠페인 참여 등을 강조하는 것은 SSI 자체를 동기로 두며 시민 역량이나 인성 기르기 등으로 교수 지향이 확대 되고 있음을 보여준다.

H교사의 경우 개념을 잘 이해시키고 싶고, 개념을 잘 이해시키기 위해서 수업을 재미있게 해야 한다는 점이 중요하다는 점을 강조한다. 이것은 SSI 교수 지향이 교육적 효과에 있음을 나타낸다.

과학교사로서 지향하는 바는 처음이든 지금이든 똑같이 애들한테 이 개념을 잘 이해시키고 싶고 사실 그게 가장 크거든요. 그리고 어떻게 이 수업을 재밌게 이끌어가고 어떻게 이 수업을 잘 요리하고 그래서 애들한테 잘 이해를 시키고 다가가고 친근하게 할 수 있을까 그게 가장 옛날부터 지금까지 즐기게 같은 거거든요.(H교사 1차면담)

그러나 H교사는 처음과 SSI를 바라보는 시각이 많이 달라졌음을 자각하고 있었다. H교사는 수업에 SSI를 어떻게 다룰지에 대한 고민이 훨씬 적극적으로 변화하였으며 아이들이 SSI에 대해 공감하는 것을 중요하게 여긴다고 말한다.

과학교사로서의 교사상이 내가 이런 SSI 주제를 들여와서 수업하는 교사 이거 아니예요. 이게 나의 생각이나 가치관이랑 맞아서 이것(SSI)도 들어올 수 있는 부분인 거고 그거(SSI)를 해야 한다 그거는 아니고, 처음이랑 SSI를 바라보는 시각도 많이 달라진 것 같기도 해요. (중략) 이제는 이슈를 볼 때 수업을 어떻게 이 주제에서 어떻게 쓸 수 있겠다하는 게 좀 더 옛날에 비해서 훨씬 적극적인 자세가 된 거죠. (중략) 아이들한테 자기가 사는 세상에서 과학이 가깝고 SSI에 대해서 왜 요즘 가슴이 살균제 같은 거 이런 문제에 대해 자기가 생각을 해보는 게, 자기 말고 다른 아이들 얘기도 들으면서 배우는 것도 있잖아요. 탐구 이런 거 중요하기도 하지만 SSI가 나만 중요한 게 아니라 아이들도 중요하다고 느끼는 거예요.(H교사 2차면담)

H교사의 경우 E교사의 경우처럼 처음의 교수 지향은 주제와 관련된 과학 지식과 개념의 획득, 그리고 수업을 재미있게 하기 위해, 즉 교육적 효과에 그 중심을 두었다. 그러나 현재는 SSI에 대한 자신의 적극적인 태도를 강조하고 교사 뿐 아니라 학생들이 SSI에 대해 중요하다고 느끼는 것을 강조하고 있어 SSI 자체로 교수 지향이 확대되고 있음을 보여준다.

2. SSI 교수 방법에 관한 지식

SSI 수업은 개념의 이해와 전달을 주로 다루는 전통적 과학 수업과는 수업의 목적이나 방법, 다루는 주제들이 다르고, 이러한 주제-특이적 속성을 반영하여 수업의 필수 요소들을 밝히는 것은 PCK의 주요한 목적이다. Lee(2016)은 SSI 교수 방법에 관한 지식의 세부 항목으로 SSI 수업설계, SSI 교수 전략의 선택과 활용, 협력적 수업 환경 등을 그 예로 들었다. 아래는 이러한 항목 아래에서 교사들이 제시한 교수 방법에 관한 내용을 면담을 토대로 기술하였다.

L교사는 배아복제에 관한 수업을 설계할 때 SSI 자체가 정답이 없는 속성을 갖고 있으며 다양한 측면에서의 배경지식과 의견의 공유 과정이 중요하다고 보았다.

가치 판단하는 내용은 아니지만 지식적인 면도 애들이 다양하게 아는 범위에서 얘기가 나오고 그게 꼭 정답이 아니더라도 의미를 그래도 찾고 그렇게 마무리 지어주는 그러니까 포스트잇에 의사를 붙이고 그걸 분류를 해본다던가, 합의회의 형태라든가 월드카페라든가. (L교사 1차면담)

L교사는 학생들이 토론과정에서 포스트잇으로 의사를 표현하여 분류하거나, 합의회의를 하거나, 월드카페 등의 수업전략을 사용하였고, 이러한 교수 방법을 사용한데는 다양한 학생들이 의견을 낼 수 있는 기회를 주고자 하는데 그 주요 목적이 있다. L교사는 학생들의 수준이 다양한데, 잘하는 학생 한 두 명이 의견을 내면 그 의견을 중심으로 토론이 전개되는 것에 아쉬움을 느꼈다. 이는 정답이 없는 경우가 많고 개인의 윤리나 가치관이 의사 결정에 중요한 역할을 하는 SSI 이슈를 다루는 데 공부를 잘하진 못하진 간에 많은 학생이 다양한 생각과 배경, 경험들을 공유하고 의견을 나누는 것이 중요하다고 본 것이다. 예를 들어, L교사는 포스트잇은 개인의 생각을 써서 붙이는 기회를 통해서 모든 학생들이 자신의 의견을 표현할 기회를 얻을 수 있고, 월드카페 역시 둘러앉아 있는 편안한 분위기에서 모두 안에서 의견을 나누고 최대한 여러 사람들과 생각을 나누고 정리하는 활동 등을 수반함으로써 경쟁보다는 서로의 의견을 나누는데 최대한 집중할 수 있는 장점이 있다고 보았다.

비슷한 맥락에서 E교사의 경우도 학생들이 다양한 의견을 말할 수 있는 기회를 갖는 것에 중심을 두었지만, 자유롭게 의견을 나누는 것을 넘어, 한 번 더 생각해서 깊은 생각을 하게 유도하는 쪽으로 점차 수업 방식이 진화했다고 이야기한다.

인제 어떤 식으로 내가 뭘 할 때 느끼냐 하면 예를 들어 포스트잇에 자기의견을 써서 예를 들어 STS 가치판단은 아니지만 이제 그 교수방법에 내가 조금 녹아들어간다고 느낀 거는 예전에는 이제 예상치 않은 답이 나오는 거에 대한 두려움이 있었는데 월드 카페 같은 그런 류의 아이들의 자기 의사표현을 구성해나가는 수업이잖아요. 그런 거에 대한 내가 익숙함이 늘어나니까 가치 판단하는 내용은 아니지만 지식적인 면도 애들이 다양하게 아는 범위에서 얘기가 나오고 그게 꼭 정답이 아니더라도 의미를 그래도 찾고 그렇게 마무리 지어주는 뭐 그런 게 조금씩 늘더라고요. 그러니까 포스트잇에 의사를 붙이고 그걸 분류를 해본다던가 약간 그런 느낌, (중략) 인제 그 월드카페가 약간씩 진화가 되더라고요. 그래서 아이들이 막 낙서를 처음에 했는데 나중에 발표할 때는 그 낙서를 있는 것보다 한 번 더 자기들이 그 낙서를 해석할 수 있는 기회를 주려고 그 낙서내용을 카테고리화 이렇게 해서 포스트잇으로 정리를 시켰어요. 포스트잇을 작성하는 그리고 포스트잇의 내용을 이거 어디에 해당되고 저거 어떤 영역에 해당되고 그때 한 번 더 토론이 생기더라고요. (E교사 1차면담)

E교사는 월드카페라는 방식으로 낙서 등을 통해 의견을 자유롭게 말할 기회를 갖고, 발표할 때는 그 낙서를 있는 그대로 발표하는 것이 아니라 포스트잇 등을 사용하여 정리하고 카테고리를 나누게 해서 다시 한 번 토론할 수 있는 기회를 제공하는 등의 교수 방법을 고안하였다. 이는 많은 학생들이 의견을 나누는 기회를 갖되, 그 의견에 대해 한 번 더 깊은 생각을 할 수 있도록 수업을 설계함으로써 교사 주도기가 아니고 학생들 스스로 다양한 의견에 대해 정리할 수 있는 기회를 주는 방향이다. 이러한 교수 방법의 진화는 E교사의 교수 지향 변화와도 관련이 있다. 처음에는 SSI 쟁점에 대한 학생 중심의 토론 활동은

과학 지식 개념의 획득의 도구로 삼고 있어 학생들 스스로 다시 한번 깊은 생각을 하고 의견 조율을 할 필요성이 적었을 가능성이 높다. 그러나 지금은 SSI 쟁점 사항에 대한 정책 방향에 대한 토론 등을 진행하고 있으므로 토론의 방향이나 의견을 나누어야 할 부분 등에 있어 학생들은 좀 더 복잡하고 깊은 생각을 할 필요가 있다. E교사의 경우 교수 지향의 변화가 교수 방법의 변화를 어느 정도 이끌었다고 보인다.

H교사는 SSI가 사회 속에서 있는 다양한 과학 쟁점에 대해 긍정적인 측면과 부정적인 측면을 동시에 갖고 있게 때문에 사회 속 과학 쟁점에 대해 과학 기술 전문가에게 그 결정을 맡기는데 그치지 않고 시민으로서 고민해야 하고 가치판단을 내리는 것이 중요하므로 수업을 설계할 때 가장 고려하는 사항은 학생들이 생각하고 가치 판단할 수 있는 전략을 세우는 것이라고 밝혔다.

과학 기술 정책이라든지 뭐 이런 것들이 우리 모르게 정책가들이 알아서 결정하게 되는데, 그게 옳다고 해야 하나 올바르지 않다고 말해야 되나 그런 결정들도 이뤄지고 그러잖아요. 그래서 그런 거에 대해서 우리도 그런 쟁점을 알아야 되고 긍정적인 측면과 부정적인 부분을 같이 봐야하는 그런 생각이 있기 때문에 이런 이슈(배아의 지위)들이 중요하다고 생각을 해요. (H교사 1차면담)

H교사가 학생들이 생각하고 가치 판단할 수 있는 기회를 주기 위한 교수 방법의 고민에서 가장 어려웠던 점은 학생들 중 일부가 토론 수업을 말싸움으로 여겨서 이기고 지는데 성취감을 느끼거나 조별 토론에서 잘하는 애들만 주도를 하고, 토론에서 결정을 내릴 때 뚜렷한 생각이나 가치관의 정립 없이 다수의 의견 쪽으로 몰리거나 처음의 의견만을 고수하는 것이었다.

애네들이 다른 사람의 생각을 듣고 그래서 자기가 잘 몰랐던 부분에 대해서 (이야기를) 듣고 가치관이나 생각들을 정립해가는 것을 어떻게 (구성)할까를 고민을 하다가 조별토론을 했을 때는 자꾸 이게 일방적으로 말을 잘 하는 애랑 논리적으로 말 잘하는 애들로 확 기우는 것 같기도 하고 (중략) 이거(SSI)에 대해서 인식을 못하고 그냥 남의 말 안 듣고 자기 처음 위치만 서 있더라구 (H교사 1차면담)

이러한 고민을 해결하기 위한 방안으로 H교사는 학생들에게 찬성, 반대 의견이 모두 들어 있는 활동지를 읽은 후 찬성, 반대 의견을 요약하고 자기 의견을 써 본 후, 화살표 양쪽의 찬성과 반대 위치 중에 자신의 생각이 어느 정도의 위치인지 시각화하게 하였다.

애들한테 (SSI 단행본자료들) 다 복사를 해서 나눠줬어. 그래서 읽고 그거에 대해서 찬성의견 요약하고 반대의견 요약하고 그거에 대해서 자기 생각 써보고 그럼 읽는 활동을 하나 그러고 나서 활동지에 자기의 생각을 화살표로 표시를 해서 어느 위치인지 표시해보게 하고 (중략) 우리 반에 정말 어 일진같은 애도 나와서 발표를 했으니까 (H교사 1차면담)

G교사는 과학 지식과 SSI에 대한 쟁점까지 이끌어내기 위해서는 토론을 통한 의사결정이 이루어져야한다고 생각했다고 밝힌다. 적극적으로 활발한 토론을 진행하기 위해 H교사처럼 토론연수이나 서적을 통해 기술적인 방법을 습득하기도 하였다.

과학의 다른 측면을 보게 되니까 이슈(SSI)에 대해 토론을 통해 의사 결정해야 한다. 그래서 그 수업방법에 대해서 상당히 고민을 많이 했어요. 제대로 토론을 시킨다는 게 상당히 어려운 일이고 그것을 의사결정까지 이끌어내야 하니까 그래서 저도 H선생님처럼 이런 저런 토론 연수도 들어 보고 토론과 관련된 토론교육과 관련된 책도 여러 권 샀던 거 같아요. 그러면서 정말 논리적인 토론을 통해서 합리적인 의사결정이 이루어지게 만드는 게. (G교사 1차면담)

G교사의 경우 처음에는 토론하는 법을 먼저 가르치고, 후에 SSI 주제를 토론하게 해서 논리적이고 합리적인 의사 결정을 배우도록 하는 교수 방법을 사용하였다. 그러나 학생들이 토론에 이기는 것을 중요하게 여기는 것을 보고 토론이 사회 구성원으로서 의미있는 합의 과정을 배우는 장이 되도록 교수 방법을 개선하기 위해 고민했다고 한다.

저는 SSI 수업을 실제 하는게 어려운 이유가 사회에서 실제 맞물려 있기 때문에 어렵다고 생각해요. 우리사회에서 어떠한 역할을 하는 과학자나 시민을 만들어내야 하느냐에 대해 우리 팀이 이겼어, 우리 정책이 이겼어가 아니라 사회에서 요구하는 건 정말 의미 있는 합의이고 그런 합의 과정을 학교에서 실현해야 하지 않을까. 그럼 그 합의하는 과정이 이겼어 져어하는 것보다 더 어렵잖아요. 그렇기 때문에 고민이 있는 거죠. (G교사 2차면담)

G교사는 이러한 고민 후에 학생들이 토론의 이기고 지는 것에 중점을 두지 않고, 토론의 참여가 통해 많은 사람의 다양한 의견을 접하고 학생 스스로 생각을 깊이 있게 발전시킬 수 있는 기회가 될 수 있음을 배우도록 교수 방법을 구성하는 것에 초점을 맞추고 있다고 이야기한다. 또한, 의사 결정 과정을 통해 SSI 문제가 사회적 으로는 어떤 의미가 있으며 사회 구성원으로서 이러한 합의 과정에 참여하는 것에 대한 의미를 아는 것이 중요하기 때문에 수업에서 토론이 사회에서의 의미 있는 합의 과정을 연습하는 기회가 되어야 한다고 강조한다.

J교사의 경우 교수 지향에서 밝힌 대로 교사가 의도한 대로 결론이 나오지 않아도 토론 과정에 많은 학생들이 참여함으로써 토론 자체에 의미를 둘 수 있는 교수 방법을 추구하고 있었다.

그러니까 많이 했어요. 합의회의의 뭐 모의재판 그런 식으로 양쪽에서 조사 해와서 토론하고 결론을 내고 이런 거, 제가 (SSI주제로 수업을) 많이 했어요. (중략) 이제는 월드카페를 한다거나 합의 회의도 뭐 꼭 어떤 합의를 내가 한다기보다 월드카페와 합의 회의를 약간 섞어서 작년에는 그런 거 많이 했어요. 직소처럼 농부 모둠, 과학자 모둠, 소비자 모둠 이렇게 해 놓고선 개네들을 토의 시키고 그 아이들을 해쳐서 그 아이들이 한명씩 가게 합의 회의를 만드는 거예요. 과학자 하나, 농부 하나, 뭐 이렇게 찬반으로 섞이게 4명씩 해쳐 모둠을 했다가 8명 정도로 합의를 만들고 1차 토론을 시키고 다시 원래로 가는 거예요 (중략) 합의문을 과거 같으면 이제 그냥 합의문을 작성하는 그룹이 뭐 두 그룹 정해져 있고 전문가 그룹 정해져 있고 막 이렇게 진짜 합의 회의처럼 했다면 지금은 이제 전체가 해쳐 모였다가 이렇게 모였다가 가볍게 얘기하고 (중략) 합의문에 옛날에는 합의문에 점수를 준다고 그러면 막 아이들이 막 심혈을 기울이게 만들었다면 지금은 아이들이 즐겁게 얘기하고 뭐 이렇게 하게 만드는. (J교사 2차면담)

합의 회의 변화에 대한 기술은 학생들이 SSI 수업을 무겁고 어려운

것으로 여기는 것이 아니라 자발적으로 참여하고 토론을 즐길 수 있는 수업으로 여기게 하기 위해 교수 방법을 어떻게 변화시켰는지를 구체적으로 잘 보여준다.

3. 학생의 SSI 학습에 관한 지식

학습자의 경험(learner experiences)이란 학생들이 SSI 수업을 통해 어떤 교육 경험을 얻을 수 있는가를 뜻하며, 이는 고차원적 사고를 기르고, 여러 가지 과학 쟁점을 직면하여 고찰하며, 결정을 내리는 경험으로 이루어져 있다(Presley *et al.*, 2013). 이런 학습자 경험을 구성하고(design) 평가하기(assess) 위해 SSI 수업을 진행하는 교사는 학생의 다양한 사회, 문화적 특성을 반영하고 반응해야 한다. 연구에 참여한 교사들은 SSI 교수 방법을 선택하거나 수정할 때 학습자 경험을 고려하였다. 교수 방법에서 소개된 것처럼 H교사는 SSI 수업을 하면서 학생들이 이기고 지는 것에만 중점을 두고, J교사는 전문가 패널이나 시민 패널의 역할의 비중이 달라짐에 따른 교사들이 원하는 수업목표가 도달하지 못하는 어려움을 경험하면서 교수 방법의 변화를 보였다. 이러한 교수 방법의 변화는 교사가 학습자 경험을 반영한 것으로 보여진다. 앞에서 서술한 것처럼 G교사는 합의회의를 진행하면서 ‘찬성 쪽이나 반대쪽으로 합의한 학생들 모두 생명을 소중히 여기고 있다’는 깨달음을 얻었고, L교사는 중학교 교사로서 SSI 토론 수업의 어려움을 깨닫고 보드게임이나 주사위놀이 방식을 접목하는 시도를 하고 있다. E교사 역시학생들에 대한 이해를 바탕으로 교수 방법을 변화를 꾀하고 있었다. 중학교 교사로서 과학수업에서 SSI를 토론수업 등으로 도입하는 것에 어려움을 느낀 E교사는 월드카페에서 학생들이 의견을 제시만하고 정리가 안 되는 것을 보완하여 포스트잇으로 의견을 적게 하는 방식을 접목하였다. L교사, E교사, J교사, H교사들이 보인 교수 방법의 변화와 학생의 SSI 학습에 관한 지식은 독립적이지 않고 함께 변화해간다고 볼 수 있다. SSI 학습에 관한 지식의 구체적인 예는 교수 지향이나 교수 방법 등의 설명에서 중복된 부분이 있다. 그러므로 이 장에서는 교사 모두의 예를 드는 대신, 중복되지 않는 예를 중심으로 소개한다.

H교사는 배아복제관련 SSI 수업을 진행하면서, 찬반 토론을 진행하기도 하였고, 자료집에서 개발한 합의회의의 방식으로 수업하기도 하였다. 최근에는 학생들이 책을 읽고 찬성과 반대의견을 요약하고 활동지에 화살표를 그려서 자기의 위치를 정하고 그 이유를 설명하는 한 줄 서기로 수업 지도 방법을 바꾸었다. 활동지를 모두 작성하면 찬성과 반대, 중립의 대표 아이들이 교실에서 나와 각 의견을 발표하고 학생들의 질의도 대답하면서 최종으로 중립의 아이가 어디로 바뀌었는지와 이유를 함께 들어보는 방법이다. H교사가 한 줄 서기로 수업 방법을 바꾼 이유는 일부 학생들이 배아복제에 대한 조별토론 수업을 말싸움으로 생각하여 말을 잘하는 학생이 이기는 것에 성취감을 느끼는 것에 고민한 결과이다. 이러한 학생에 대한 SSI 학습 경험을 기반으로 하여, 학생들이 다른 사람의 생각을 듣고 자신의 가치나 생각들을 정리할 수 있는 기회를 주는 수업이 필요함을 알고 한 줄 서기를 도입하였다. 학생들이 단순히 SSI 수업에서 이기고 지는 결과에 집중하는 것이 아닌 SSI 토론 자체에 더 집중하고 한 번 더 고민하도록 하는 기회를 제공하는 것에 중점을 두어 발전시킨 것이다.

어떤 애들은 이런 수업을 약간 말싸움이라고 생각하는 애들이 꽤 있는 거 같아요. 그래서 내가 이 말싸움에서 논리적인 그런 거로 내가 이기느냐 안 이기느냐로 성취감을 느끼는 아이들이 있더라고요. (중략) 조별토론을 했을 때는 자꾸 이게 일방적으로 말을 잘 하는 애랑 논리적으로 말 잘하는 애들로 확 기우는 것 같기도 하고 대부분의 아이들이 이거(배아복제)에 대해서 잘 모르고 아무리 차근차근 여기서부터 개념을 가르쳐줬지만 그냥 밀에 것 하나도 없이 그냥 맨 마지막 (배아의 지위를) 결정만 하래니까 하는 애들도 많고 그래서 맨 마지막에는 수업을 어떻게 했냐면요. (H교사 2차면담)

더불어 H교사는 생명을 어떻게 보는지에 대한 규명도 과학이 해줄 수 있고 인간복제도 규제를 통해 가능하다고 생각하는 과학만능주의와 난자채취에 대한 남성중심적인 사고를 학생들이 가지고 있는 특성을 수업에서 고려하였다.

과학이 발달하면은 해결할 수 있는 거구요. 예를 들어서 생명을 어디에서 볼 건지 그것도 과학적으로 정확히 규명을 하면 우리가 ‘(원시선 발생) 전에 것을 쓸 수 있고, 그 후의 것을 못 쓴다.’ 이런 얘기를 할 수도 있는 거잖아요. 과학으로 그걸 어디부터 생명인지 규정해주면 된다. (중략) ‘인간복제 같은 것도 뭔가 규제를 잘하면 인간복제 같은 것도 규제를 잘하면 일어나지 않을 것이다.’ ‘남성 중심 생각 같은 것도 이제 난자를 주는 게 뭐가 그렇게 큰일이나.’ 과학 기술의 발달이 중요하네 ‘라고. (H교사 2차면담)

H교사의 학생의 SSI 학습에 대한 지식은 이론적으로 접근한 것이 아니라 교사가 직접 수업을 하는 과정 중에 경험한 실천지식이다. H교사는 다음에 배아복제에 대해서 수업을 하게 되면 한 줄 서기에서 보인 학생들의 반응을 다시 수업을 설계할 때 포함할 것이라고 하였다. 이와 같이, SSI 교수경험이 풍부한 교사가 SSI 주제에 맞는 교수 방법을 선택할 때 그전 SSI 수업에서 보였던 학생들의 어려움이나 부족함을 고려, 즉 학습자의 경험을 반영하여 수업 방향을 결정하는 것으로 보인다.

G교사의 경우도 H교사처럼 배아복제 수업에서 학생들이 가지는 경제중심논리나 남성 중심 사고, 여성 경시 사고에 대한 우려를 했다. G교사는 학생들이 이러한 특징을 갖고 있기 때문에 더더욱 학생들이 이러한 쟁점에 대해 자기 일처럼 고민하게 만드는 과정이 필요하다고 생각했다. 이러한 경향을 반영하여 학생들이 SSI 수업 주제를 자신과 관련이 깊은 주제로 여기고 깊은 고민을 하게 하기 위해서, G교사는 학생들 중 전문가집단과 준비 면담을 가졌다. 이때 교사는 학생들에게 상대방이 공격할 수 있는 질문으로 경제 중심 논리나 남성 중심 사고, 여성 경시 사고를 생각할 수 있게 안내하고 학생들이 이 부분에 대해서 반박하기 위해 무엇을 고려해야하는지 등을 지도하였다. G교사는 충분한 지도를 통해 학생들의 도덕적 가치를 충분히 자극해 주면 학생들 대부분은 순수하게 윤리적인 측면을 찾는다 믿음이 있었다. G교사는 이때 교사는 충분히 고민할 수 있는 긴 모듈의 수업 시간 확보와 학생들에게 반대그룹의 학생들이 가질 수 있는 논리에 대한 반박 등을 고려하도록 도와주어야한다고 강조한다. G교사의 이러한 고찰은 학생의 SSI 학습에 대한 경험을 충분히 고려한 데서 나온 것이다.

(경제논리) 그게 이제 빈곤할 수가 있는 거죠. 막 경제논리로 나왔을 때 도덕적 반박이 취약할 수가 있거든요. 거기에 대해서 준비를 시키려면

그들도 도덕적인 어 또한 논리가 서 있어야 하는 거죠. (교사가 학생들이) 스스로 그것을 끄집어 낼 수 있게 하던가.(중략) 합의회의를 할 때 집단 별 주장이 다 다르잖아요. 자기와 반대되는 집단이 공격을 했을 때 그것을 방어할 수 있는 충분한 근거가 형성돼야 하잖아요. 근데 도덕적인 측면에서의 공격이 이루어질 때 자신들도 어떤 도덕적인 타당성이 마련되지 않으면 일단 본인들이 불리하다는 것을 아니까 그런 반성적 사고를 하게끔 만들어 줘야죠. (G교사 2차면담)

교수 방법에 대한 단락에서 소개된 것처럼, J교사는 합의 회의의 방법을 바꾸어 사용하고 있는데 J교사가 합의 회의의 방법을 바꾸게 된 원인 중에는 교수 지향의 변화와 더불어 J교사의 학습자 경험에 대한 고찰이 반영되어 있다.

원래는 진짜 합의회의를 했었거든요. 전문가집단과 거기 참여하지 않고 그것들을 보며 질문하는 시민패널과 나눠서 했었는데 그렇게 하다보면 이 비중이 전문가집단에게는 많이 주어지잖아요. 더 많이 조사하고 대신 시민들은 가볍게 하는데 미리 준비하는 것도 필요하고 점점 아이들에게 그런걸 안 시키려고 하다보니까 한 시간 읽히고 하다보면 다 동등하게 직소형으로 하게 되면은 비중이 다 동등하게 주어지고 전문가들이 합의문을 작성하니 까 모두가 전문가고 되고. (J교사 추가면담)

이러한 변화의 목적은 학생의 참여를 더 적극적으로 이끌고 동등한 역할을 부여하고자 하는데 있다. 이러한 변화는 J교사가 합의회의 과정에서 전문가 집단과 시민패널의 역할 중에 전문가집단 학생들에게 역할이 편중되어 있는 것을 관찰하고 이에 대한 고민의 결과로 기존의 합의 회의를 수정한 결과이다. J교사는 전문가집단이나 시민패널이 동등한 지위와 역할을 갖게 하기 위해서 수업시간에 자료를 함께 읽으면서 자료를 준비하고 서로 역할을 바꿔가는 직소(jigsaw)를 가미한 합의회의를 구상하였다.

4. 교육과정 연계성과 학습 환경 고려 측면

선행 연구에서 특히 우리나라의 과학 교사들은 SSI 도입을 위해 어려움을 겪고 있는 이유로 교육과정과의 연계성, 수업 분위기 조성, 수업 자료 및 교수 학습 방법에 대한 교사 교육의 필요성 등을 예로 들었다(Lee, Abd-El-Khalick & Choi, 2006). 이 장에서는 SSI에 경험이 풍부한 교사들이 자신들의 수업에서 이러한 어려움을 어떻게 다루고 있는지를 살펴본다. 특히, 교사들 중 이러한 어려움을 극복하기 위한 방법으로 SSI를 교육 과정에 연계하기 위한 노력을 하고 있는 교사를 중점적으로 소개할 것이다. E교사는 유전자 진화단원에서 유전자 조작이라는 개념을 교육과정 내에 도입하였다. J교사는 중학교 근무 시절 환경과목을 자발적으로 맡아 수업한 경험이 있어 고등학교 융합과학이나 생물 교육과정에서 관련 SSI 주제를 찾아 수업을 진행한다. L교사는 엄밀하게 배아복제가 중학교 3학년에 주로 다루는 과학개념이 아니라고 판단하여 창의적 체험활동 시간을 이용하여 배아복제 수업을 진행하거나 설계하였다. E교사는 SSI 수업을 구상할 때 동학년, 동교과 교사들과의 경쟁분위기, 과밀학급, 학생들의 일제식 수업에 대한 익숙함 및 선호도 인한 모듈별 토론학습을 진행을 어려움으로 꼽았다. 이러한 고민 속에서 E교사는 GMO 수업을 단독으로 교수설계하기 보다 교육과정과 연계하기 위해 유전자 진화단원의 일부분으로 포함하는 방식의 수업을 설계하였다.

학교현장은 그렇지 않고 정말로 같은 동학년 동교과 교사들도 사실 시험 성적도 서로 경쟁하는 분위기예요. 경기도는 심한데 사실 저희 같은 경우는 40명이거든요. 그 안에 모듈이라든지 이런 게 원활하고 굴러가는 그런 문화가 좀 학교가 안 되는 것 같아요. 아이들이 다 일제식 수업을 하는데 특별히 어떤 교과와 어떤 특정시간에 모듈을 만들어줘도 그 안에서 원활하게 토론이 된다고나 그걸 잘 경쟁하고 그걸 잘 발표하고 이런 게 쉽지 않은 거 같아요. (E교사 1차면담)

E교사는 이러한 어려움 속에서 정규교육과정 내에서 SSI 수업을 진행하는 것이 SSI 수업을 활성화하고 그 중요성을 알리는 데 있어 큰 의미가 있다고 보고 교육과정 내에 SSI 수업을 도입하려는 노력을 지속해오고 있다고 밝혔다. 예를 들어, 중학교 3학년 학생들을 가르치는 E교사는 유전자 조작식품인 GMO를 독자적인 수업전략을 짜기보다는 유전자 진화라는 교육과정안에 SSI 수업이 포함되도록 구성하였다. 진화단원 전체를 총 4개의 소단원으로 나누고 과학 수업에서 8모듈이 진화단원의 특정 소단원 부분을 맡아 공부한 다음 다른 모듈 학생들에게 서로 가르쳐주는 전시장수업이란 능동적인 수업 방식을 실시한 후 GMO에 관한 논쟁부분을 작은 소단원으로 넣어 교육과정 내에서 진화단원을 다루는 것으로 설계하였다.

제가 마침 수업을 하면서 유전 단원을 공부를 했는데, 유전 단원을 공부 하면서 이 GMO가 연관이 지어지더라고요. GMO라는 주제로 딱 한 단원 수업할 땐 별로 다가오지 않았는데 제가 마침 유전을 가르쳐 보니까, 이제 유전자 변형인 거잖아요. 그리고 우리가 유전까지만 아이들과 수업을 했을 때 유전자가 바뀐다는 가능성에 대해서 별로 생각하지 않고 그냥 유전에 대해서만 공부를 했는데, 유전 다음 단원이 진화더라고요. 그래서 진화라는 것은 어쨌든 유전자가 바뀌면서 진화가 되는 거잖아요. 그래서 이걸 GMO로 끼워 넣기 좋은 주제라고 생각이 됐어요. 지금 유전은 끝났고 진화로 들어가는데 아이들한테 먼저 진화수업을 하면서 진화라는 것이 확정된 어떤 설이 있는 것은 아니지만 지금 까지 조합된 진화설을 보면 굉장히 오랜 시간에 걸쳐서 이게 일어나고, 그리고 그 오랜 시간 과정에서 어떤 돌연변이에 의해서 그리고 환경에 적응하는 어떤 과정에서 진화가 이루어지는데, 그럼 GMO라는 유전자 변형 생물은 어떻게 봐야하는지, 이걸 인위적으로 사람들이 유전자를 바꿔 낸 건데, 이 자연스런 진화와 얘를 비교해 볼 수 있겠다는 생각이 들었어요. (E교사 2차면담)

J교사의 경우 E교사와 마찬가지로 SSI 수업을 기존의 정규 교육과정 내에서 소화할 수 있도록 수업 전략을 구상하는 것에 중점을 두고 있었다. J교사는 융합 과학의 생물 단원을 담당하는 교사로서 교과서에서 다루는 GMO와 이전에 배운 DNA와 염기 서열 등을 연결하여 유전자조작을 설명하고 생물1 수준으로 아이들이 이해할 수 있는 수준에서 심화하여 GMO에 대한 직소형 합의 회의의 수업전략을 구상하였다. 아래는 J교사가 고1 융합 과학의 인류의 건강 단원에서 육종과 GMO 소개와 관련하여 SSI 수업을 구성한 내용이다.

고등학교 1학년 융합 과학이 이제 대단원 일단원이 우주의 역사부터 생명의 탄생까지로 쪽 전개가 되어서 그렇게 이루어지고 2학기에 나오는 2단원이 뭐가 첨단 과학과 인류의 건강과 뭐 이런 식의 내용들이예요. 그래서 인류의 저 생물에서의 파트에서 인류의 건강부분을 하는데 처음이 먹거리하면서 육종하고 GMO 차이를 비교하면서 쪽 그 과정이 나와요.(중략) 교과서보다 더 깊이 하는 거예요. 왜냐면 1학년 교과서는 그 과정이 그렇게 깊이 있게 다루지지는 않거든요. 그냥 이렇게 유전자를 재조합한다. 그냥

이렇게만 나와 있는데 제가 만든 학습지는 애들이 DNA, 염기서열을 앞에서 다 배웠기 때문에 그런걸 잘라 내는 제한요소에 의해서 잘라서 갖다 붙이고 하는 과정을 저는 조금 더 자세히 생물1수준으로 애들이 이해할 수 있는 수준으로 애들이 이해할 수 있을 것 같아서 그렇게 교과서보다 깊이가 가르치려고 해요. 어차피 한 시간을 GMO를 정리를 해야 하나까. (교사 2차면담)

L교사는 배아복제에 관하여 SSI 수업을 구성할 때 학생들이 윤리적인 측면까지 고민하기 위해서는 긴 수업시간이 필요하기 때문에 정규수업시간에 다루기보다는 창의적 체험활동 시간에 진행하는 것을 고려하였고, 생명공학 기술이 언급되고 있는 기술 가정 교과와의 융합수업의 가능성을 생각했다. 아울러 SSI 관련하여 긴 시간을 요구하는 토론수업의 설계 뿐만 아니라 교사들이 쉽게 접근할 수 있고 예를 들어, 영어교과에서 주사위에 점 대신에 질문이 적혀 있는 것 ‘처럼 다양한 학생의 다양한 수준을 고려한 수업전략의 개발 필요성을 이야기하였다.

사실은 되게 긴 시간이잖아요. 그러니까 교육과정상으로는 개념이 생식 이랑 연결되는 것이 자연스러운데 뒤에 절대적으로 필요한 시간이 너무 많이 나와서 솔직히 과학 시간 안에 소화하기는 어렵고 책에 나온 것도 아니고 이렇게 창의적 체험활동 시간이라든가 뭐가 별도의 (중략) 이게 기술 가정에 있었다고 그럼 기술 가정선생님이랑 제가 죽이 맞아 서로 안면도 있고 이제 그러면 그 시간이라 우리가 믹스를 해서 융합적으로 할 시간도 서로 좀 배분을 해서.(중략) 수준을 되게 다양하게 잡아서, 하여튼 우리가 한 것이 너무 이쪽에 집중되어 있지 않나. 그리고 토론이 좋아, 자신의 의견을 제시하는 것이 좋아, 합의하는 것도 좋아, 그런데 쉽게 따라할 수 있는 틀들을 개발했어야 하지 않나 하는. (L교사 2차면담)

교사들은 교육과정 내에서 SSI를 도입하고 있고, SSI 수업을 진행하기 위해서 교육과정과 연관되는 SSI를 찾고 SSI 수업이 긴 시간이 필요함에 대한 어려움을 해결하고자 다른 교과와의 융합수업이나 창의적 체험활동 시간을 활용하는 방안을 고려하고 있다. 또한 학습 환경에서의 어려움을 겪는 상황 속에서도 SSI 수업을 진행하고 있다. 교사들은 SSI수업에서 당면하게 된 어려움을 모임을 통해 경험을 함께 나누면서 SSI 수업의 완성도를 높여가고 있다고 하였다.

5. SSI 학습 평가에 관한 지식

최근 SSI 평가에 대한 중요성이 점차 강조되고 있으나(Romine, Sadler & Kinslow, 2017; Sadler, 2011), 우리나라에서 교사들은 SSI의 평가 영역 및 방법에는 제한적인 시각을 가진 것으로 나타났다. 5명의 교사 중 J교사만이 면담에서 SSI 학습 평가에 대해 자세히 이야기하였다. J교사는 합의회의에서 전문가 집단과 시민패널의 역할에서 전문가집단 학생들에게 편중되어 있는 것을 고민하면서 학생들이 동등하게 각각 전문가집단이 되어 전문가나 시민의 비중을 같게 하여 학생들이 모두 GMO에 대해 생각하고 의견을 내도록 수업전략을 변화시켰다. GMO 직소형 합의회의수업을 진행할 때 학생들끼리 동료 평가를 하여 수행평가에 반영하였다. 학생들의 동료평가와 교사의 평가가 대체로 일치한 결과가 나왔고, J교사는 일치를 보이는 이러한 결과는 SSI 수업을 통한 집단 지성의 발현의 증거라고 여긴다. J교사는 또한 정기교사의 서술형 문항으로 수업시간에 논의되었던 GMO

에 대한 찬성반대를 서술하도록 출제하였다. 수업시간 열심히 참여한 학생이라면 모두 서술형 답을 쓸 수 있는 기준에 맞추어 문제를 출제했고 이러한 평가를 통해 학생들이 GMO에 대해 종합적인 관점으로 바라보게 된다고 생각하였다. J교사는 학생들이 끊임없이 함께 생각하고 의견을 나누도록 수업전략을 모색하고, 학생들의 토론과정을 자연스럽게 수행평가나 지필평가에 반영하였다.

원래는 진짜 합의회의를 했었거든요. 전문가집단과 거기 참여하지 않고 그것들을 보며 질문하는 시민패널과 나눠서 했었는데 그렇게 하다보면 이 비중이 전문가집단에게는 많이 주어지잖아요. 더 많이 조사하고 대신 시민들은 가볍게 하는데 미리 준비하는 것도 필요하고 점점 아이들에게 그런걸 안 시키려고 하다보니까 한 시간 읽히고 하다보면 다 동등하게 직소형으로 하게 되면 비중이 다 동등하게 주어지고 전문가들이 합의문을 작성하니까 모두가 전문가고 되고(중략) 그 주제를 서술형에 넣어서 다 다 점수를 주고 싶어서 넣은 거죠. 뭐 그런 거에 대해서 자기가 찬성반대를 정해서 그거에 대해서 뭐 비판적으로 반대 입장을 논해라 이렇게 했는데 그러면 이런 입장 저 입장을 쓰면서 했는데 이렇게 했을 때 애들이 전반적으로 총체적으로 보는 것 같은 느낌이 저는 들더라고요. (J교사 추가 면담)

H교사는 SSI 수업에 관련된 자료와 책을 읽고 요약하는 과제를 수행평가로 포함시켰다. 찬성과 반대의 이유와 자료와 책을 기반으로 그 이유를 근거로 쓰게 하는 논변형 과제이다.

평가는 애들이 책을 너무 안 읽으니까 평가는 애들이 책을 읽고 요약만 하면 어 수행평가 중에 일부를 되게 조금인데 그냥 거의 만점을 줘요. 찬성 반대 쓰고 왜 그런지 근거를 쓰는 거였고 화살표 해서 자기 위치를 표시하고 왜 이런 위치를 했는지 근거를 쓰는 거였으니까 애들이 부담이 많이 되는 건 아니었지요. (중략) 아주 조금 점수를 부여하면서 그냥 모두가 만점을 받는. (H교사 2차면담)

H교사는 개인별 평가가 가능해 보이지만 과제를 한 경우 모두 만점을 주었으며 평가에 목적을 두기 보다는 수업 참여를 높이고 기본 지식을 알게 하는 것이 목적이었다며 평가를 도입한 것에 대해서는 소극적인 태도를 보였다. E교사는 전시장수업 중에 일부분으로 GMO에 대한 소개를 포함한 수행평가를 실시하였다. G교사는 창체 시간을 활용하였기 때문에 평가에 대한 고민을 하지 않았고, L교사 역시 평가에 대해서는 부담스러워하였다.

IV. 논의 및 제언

PCK 및 SSI-PCK와 관련한 선행 연구의 결과에서 보여주듯이 본 연구에서도 교사들의 교수지향은 교수 방법, 교육과정 연계 및 학습 환경에 관한 지식 및 어려움을 극복하는 접근 방법, 학생들의 SSI 학습 경험에 대한 교사의 대처 등에 영향을 주었다. 본 연구에서 G교사나 H교사는 SSI를 도입한 초기에는 SSI를 과학 수업의 동기나 흥미 유발을 위한 방법이거나, 토론 수업을 활성화하기 위해 SSI 수업을 생각해보는 등 교육적 효과에 중점을 둔 교수 지향을 보이고, 이러한 교수 목적을 달성하기 위해 논리적인 토론을 거쳐 합의에 이르는 수업 방식 등을 고려하였다. 그러나 점차로 SSI 자체를 수업 목적으로 하여 관련된 SSI 토론에 보다 많은 학생들이 적극적으로 참여하고, 토론 과정을 통해 학생 스스로 SSI 수업의 의미를 찾고 SSI 관련된

정책에 대한 고찰 등을 고려하는 등 시민 역량과 사회적 실천으로의 교수 지향, 즉 SSI 자체를 중요하게 여기는 교수 지향으로 변화하였다. G교사의 이러한 교수 지향의 변화가 토론 방법을 가르치는 것과 논리적인 합의를 이루는 처음의 방법에서, 찬반의 결과 중심에서 떠나 토론을 통해 SSI 쟁점에 대해 의미 있는 합의에 이르는 과정을 경험할 수 있는 교수 방법으로 바뀌었다. 비슷하게 H교사도 이기고 지는 말싸움을 지향하기 위해서 한줄서기, 마이크토론 등의 방법을 시도하면서 학생들이 생각을 표현하고 다양한 의견을 접해 보는 방향으로 교수전략의 변화를 보였다. 이렇게 교수 방법이 전환된 것은 교수 지향의 변화에 따른 학생의 학습 경험에 대한 고찰의 반영이 영향을 준 것으로 보인다. 교수지향의 변화가 크게 보이지 않은 L교사나 E교사 역시 SSI 본성에 대한 중요성을 인식하고 있다. 처음부터 SSI 자체가 교수지향인 J교사도 모임을 통해 더 확장되고 견고한 지향을 보였다. 또한, SSI 수업 자체도 SSI 수업을 통해 교사가 지향하는 윤리, 가치관, 인권 등에 대한 방향성을 제시한다기보다는, ‘학생들 스스로 토론을 통해 열린 마음을 가지고 다양한 의견을 접하는 과정을 경험하는 과정’ 자체로 교수지향점이 변화하는 면을 보였다. 이러한 교수지향은 학생들이 다양한 의견을 좀 더 많이 낼 수 있는 형식의 교수 방법과 방법에 대한 도입으로 이어졌으며 교사 모두 SSI 수업에 있어서 학생들이 서로 존중하고 자유롭게 의견을 얘기할 수 있는 환경 조성을 중요하게 여겼다. 예를 들어 E교사의 경우 월드 카페를 통한 자유로운 토론 후에, 포스트잇을 사용하여 아이디어를 다시 한번 정리하고 분류하는 과정을 거치면서 주제에 대한 재토론 및 다시 한번 생각할 기회를 갖게 하는 방향으로 교수 방법의 변화를 주었다.

학생들의 특성이나 어려움을 파악하는 학생의 SSI 학습에 관한 지식에 있어서도 다양한 의견을 접하고 깊은 생각을 하는 기회를 갖는 것이 중요하다는 교수지향은 영향을 미친 것으로 보인다. H교사의 경우 학생들이 SSI 수업에서 학생들이 말을 잘하는 사람이 토론을 장악하고 이긴다고 생각하는 점을 발견하고, 다양한 많은 의견을 낼 수 있도록 돌아가면서 의견을 말할 수 있도록 한 줄 서기 토론 방식을 도입하여 한두 명이 토론을 장악할 수 없도록 수업을 개선했다. 또한, 과학 기술의 사용이 경제적인 효과와 연결되는 경우 학생들이 뚜렷한 선호를 보여 긴 토론이나 깊은 생각의 기회 없이 빠르게 의사 결정을 한다거나, 남학생들의 경우 난자 채취 등에 대해 가볍게 생각하는 경우 등이 있는 것을 발견하고 학생들과 본 수업 전의 준비 면담을 통해, 경제 논리나 여성 경시 사고 등에 대해 나올 수 있는 질문이나 반박을 생각할 수 있도록 기회를 주어 다른 입장에서도 깊이 생각할 수 있는 기회를 제공하는 식의 수업을 전개했다.

교육과정 연계 및 학습 환경 고려 측면에서 교사들은 SSI 수업에 필요한 비교적 긴 시간을 확보하고 교과 지식의 전달을 중요하게 여기는 학교 환경 안에서 SSI 수업의 활성화를 위해 교육과정 연계성을 중요하게 여겼다. E교사는 GMO 수업의 유전과 진화와의 연계, J교사는 융합 과학에서 SSI 도입, L교사의 기술 가정 교과와의 융합 수업 등에 대한 고민은 이러한 맥락에서 시도한 교육과정 연계를 위한 노력의 결과이다. L교사의 지적처럼 기존 교육과정의 연계나 교과 지식 전달 중심, 과밀 학급, 경쟁 분위기의 학습 환경 등을 고려하기 위해서는 SSI의 중요성과 필요성을 강조하는 것과 더불어, 타 교과와의 융합 요소를 찾거나 이해하기 쉬고 접근성이 높은 SSI 수업에 대한 고민이 필요하다. 또한, 토론 수업이 여의치 않은 과밀 학급 안에서도 토론을

가능하게 할 수 있는 수업 전략에 대한 연구 등이 필요하다고 할 수 있다. 또한 SSI 수업이 과학 수업에서 꼭 할 필요가 없으며, 부가적(extracurricular)으로 하기에 부담스러운 수업이라는 인식을 바꾸는데는 쉬운 수업 방식과 비교적 단시간 내에 할 수 있는 SSI 수업의 개발이 도움을 줄 수 있으리라는 시사점을 준다.

본 연구참여자 모두가 SSI 교육 경험이 풍부하다는 점을 고려할 때, 수행 평가와 지필 평가 모두 SSI를 도입한 교사가 J교사뿐이라고 하는 것은 SSI 수업이 과학 교과에서 차지하는 비중이 크지 않아 진지한 평가의 고려의 대상이 되고 있지 않으며 기존의 연구에서도 평가의 영역이나 정의 등의 연구의 실증적 연구가 거의 이루어지지 않고 있다는 Lee(2016)의 지적과 일치해 보인다. 그러나, 본 연구에서는 참여한 교사들이 평가에 대해 전통적인 견해, 즉 이미 배운 것이나 결과물을 측정하는 도구로서의 평가관에 의해서만 대답을 했을 수 있고, 또한 그러한 견해로 인해 평가를 수업에 도입함에 있어 소극적일 수 있다는 점을 지적하고자 한다. 최근 평가에 관한 개념이나 방식에 큰 변화가 있어 평가를 수업 과정과 별도로 생각하지 않고 수업 중의 평가를 통한 피드백을 통해 수업을 개선하는 응답적 가르침의 도구로서의 평가관이 그 트렌드가 되고 있다(Pellegrino, 2013). 이러한 새로운 평가관을 고려할 때, SSI 수업 과정을 통해 학생들의 학습자 경험이나 경향 등을 유심히 관찰하며, 토론의 질과 방식을 개선하여 이를 수업에 적용하여 수업을 발전시키고 있는 교사들은 이미 어느 정도는 새로운 패러다임 하에서의 평가를 반영하고 있다고 보인다. 또한 SSI 평가의 정의 및 목적과 방법에 대해 새로운 방향과 가능성을 적극적으로 도입, 고려하는 것이 SSI 수업의 질을 높이기 위해 필요하다고 생각된다.

연구에 참여한 교사들의 공통점은 SSI 수업을 위한 다양한 토론 수업 형태를 진행하면서 토론의 결과보다는 그 참여 과정을 통해 얻게 되는 학생들의 경험에 주목하게 되었다는 점이다. 학생들은 토론에 참여함으로써 자신의 생각을 표현하고, 한 번 더 깊게 생각할 뿐 아니라, 다른 사람의 생각도 고려하게 되었다. 이렇게 학생들의 토론을 통한 협의 과정에 주목하게 됨으로써, 시민 역량과 인성(사회 문제에 관심을 갖고 관련된 다양한 담화에 참여하며 스스로 반성)을 기르는 것에 점차 중점을 두게 된 것으로 보인다. 또한, 기본적인 교수 지향점이 SSI 자체가건, SSI를 통한 교육 효과이건간에 크게 상관 없이 모든 교사들이 공통적으로 이러한 변화를 보였다.

교사들의 차이점은 평가의 도입에 대한 적극성에서 드러났다고 할 수 있는데, 이는 교수 지향성과 연관이 있다. SSI 자체가 목적인 J교사인 경우 평가를 지필과 형성에 모두 도입한 반면 다른 교사들은 평가를 도입하는데에 적극적이지 않았다. 이는 다른 교사들의 경우 SSI 자체가 목적이거나 보다, 이를 통한 과학 교과 내용의 이해에 중점을 두기 때문에 평가에 SSI를 반영하는 데는 소극적이었다고 여겨진다.

본 연구는 최근 고안되고 추출된 SSI-PCK 모형을 참고로 SSI 수업 경험이 풍부한 교사들로부터 SSI-PCK 요소들에 대한 경험적 실천을 공유하였다. 기존의 PCK 연구들에서 보인 것처럼 교사의 교수지향과 교육 목적은 다양한 학습자 경험이나 환경상의 어려움 등의 면면 중에서도 무엇을 극복할 것인가를 정하고 극복하기 위한 교수 방법 및 방법 수정에 큰 영향을 주었다. 본 연구에서 교사들은 같은 모임 안에서 오랫동안 경험을 공유하고 SSI 수업에 대한 토론을 해왔기 때문에

수업 지향과 사용된 수업 전략 등에서 비슷한 점이 있을 수 있다. 'K 모임'에 속하지 않은 교사들의 SSI-PCK를 지향점과 요소들에 대한 면면을 비교하는 등의 연구가 필요하다고 보인다.

그러나 이러한 제한점에도 불구하고 본 연구에서 교사들은 오랜 경험 속에서 생각해 온 것들을 면담에서 밝혀 교사들과 연구자들에게 여러 가지 참고할 점을 알려준다. 또한 교사들이 밝힌 시사점들은 앞으로 SSI 관련 수업 과정 및 평가, 연수 등을 계획 수행할 때 도움이 되리라고 본다.

국문요약

본 연구의 목적은 SSI를 실천하고 있는 교사들의 SSI의 본성에 대한 이해, 교수 목적, 다양한 전략에 대한 이해를 바탕으로 SSI-PCK의 요소를 탐색하고, 구성하며, SSI 수업을 오랫동안 진행해온 교사들이 SSI-PCK를 자신의 수업에서 어떻게 구성하고 활용하고 있는가를 알아보는데 있다. 오랜 기간 SSI 과학 교육을 위해 노력해 오고 있는 경험이 많은 5명의 교사를 대상으로 반구조화된 면담을 통하여 그들의 경험을 심층적으로 서술한 사례연구이다. 최근 고안. 추출된 SSI-PCK 모형을 참고로 SSI 수업 경험이 풍부한 교사들로부터 SSI-PCK 요소들에 대한 경험적 실천을 공유하였다. 참여교사들은 다양한 요인을 고려하여 교수 방법을 선택하고 수업을 설계하고 있고, 학생들의 특성이나 어려움을 파악하는 학생의 SSI 학습에 관한 지식과 교육과정 연계 및 학습 환경 고려하고 있으나 평가지식 면에서는 소극적인 모습을 보였다. 또한 기존의 PCK 연구들에서 보여진 것처럼 교사의 교수지향과 교육 목적은 다양한 학습자 경험이나 환경상의 어려움 등의 면면 중에서도 무엇을 극복할 것인가를 정하고 극복하기 위한 교수 방법 및 방법 수정에 큰 영향을 주었다. 현장 과학 교사들이 이러한 다양한 측면을 고려하여 SSI 수업을 설계한다면 SSI 수업에 대한 막연한 두려움과 망설임이 많이 해소될 것으로 보인다.

주제어 : SSI-PCK, 내용교수지식, 과학 교사, SSI 교수, SSI 교육

References

Creswell, J. W. (1998). *Qualitative Inquiry and Research Design: Choosing Among Traditions.* Thousand Oaks, CA: Sage.

Cross, R. T., & Price, R., (1996). Science teachers' social conscience and the role of controversial issues in the teaching of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(3), 319-333.

Fowler, S. R., Zeidler, D. L., & Sadler, T. D. (2009). Moral sensitivity in the context of socioscientific issues in high school science students. *International Journal of Science Education*, 31(2), 279-296.

Gray, S. D., & Bryce, T. (2006). Socio-scientific issues in science education: Implications for the professional development of teachers. *Cambridge Journal of Education*, 36(2), 171-192.

Lee, H., Abd-El-Khalick, F., & Choi, K. (2006). Korean science teachers'

perceptions of the introduction of socio-scientific issues into the science curriculum. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 6(2), 97-117.

Lee, H., & Witz, K. (2009). Science teachers' inspiration for teaching socio-scientific issues: Disconnection with reform efforts. *International Journal of Science Education*, 31(7), 931-960.

Lee, H., & Chang, H. (2010). Exploration of experienced science teachers' personal practical knowledge of teaching socioscientific issues(SSI). *Journal of the Korean Association for Science Education*, 30(3), 353-365.

Lee, H. (2016). Conceptualization of an SSI-PCK framework for teaching Socioscientific issues. *Journal of the Korean Association for Science Education*, 36(4), 539-550.

Levinson, R., & Turner, S. (2001). *Valuable lessons.* London, UK: The Wellcome Trust.

Loughran, J., Mulhall, P., & Berry, A. (2004). In search of pedagogical content knowledge in science: Developing ways of articulating and documenting professional practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(4), 370-391.

Loughran, J., Berry, A., & Mulhall, P. (2006). *Understanding and Developing Science teachers' pedagogical content knowledge.* Clayton: Sense Publishers.

Magnusson, S., Krajcik, J., & Borko, H. (1999). Nature, sources, and development of pedagogical content knowledge for science teaching. In J., Gess-Newsome and N. G. Lederman(Eds.). *Examining pedagogical content knowledge: The Construct and its Implications for Science Education* (pp.95-132). Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

Merriam, S. B. (1998). *Qualitative research and case study applications in education: Revised and expanded from case study research in education.* San Francisco: Jossey-Bass Publishers.

Pellegrino, J.W. (2013). Proficiency in science: Assessment challenges and opportunities. *Science*, 340(6130), 320-323.

Presley, M.L., Sickel, A.J., Muslu, N., Merle-Johnson, D., Witzig, S.B., Izci, K., & Sadler, T.D. (2013). A framework for socio-scientific issues based education. *Science Educator*, 22(1), 26.

Romine, W.L., Sadler, T.D., & Kinslow, A.T. (2017). Assessment of scientific literacy: Development and validation of the quantitative assessment of socio-scientific reasoning (quassr). *Journal of Research in Science Teaching*, 54(2), 274-295.

Sadler, T. D., & Zeidler, D. L. (2005). The significance of content knowledge for informal reasoning regarding socioscientific issues: Applying genetics knowledge to genetic engineering issues. *Science Education*, 89, 71-93.

Sadler, T. D., & Fowler, S. R. (2006). A threshold model of content knowledge transfer for socioscientific argumentation. *Science Education*, 90, 986- 1004.

Sadler, T. D., Klosterman, M.L., & Topcu, M. S. (2011). Learning science content and socio-scientific reasoning through classroom explorations of global climate change In *Socio-scientific issues in the classroom* (pp. 45-77): Springer.

Seidman, I. (1998). *Interviewing as qualitative research.* 2nd. New York: Teachers.

Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15, 4-14.

Windschitl, M. (2002). Framing constructivism in practice as the negotiation of dilemmas: An analysis of the conceptual, pedagogical, cultural, and political challenges facing teachers. *Review of educational research*, 72(2), 131-175.

Windschitl, M. (2004). Folk theories of "inquiry:" how preservice teachers reproduce the discourse and practices of an atheoretical scientific method. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(5), 481-512.

Zeidler, D. L., Sadler, T. D., Simmons, M., & Howes, E. (2005). Beyond STS: A research-based framework for socioscientific issues education. *Science Education*, 89, 357-377.