중등 과학영재 지도교사의 수업 전문성에 관한 사례연구

배미정 · 김희백*
서울대학교

A Case Study on Teachers' Teaching Professionalism for Secondary Science-Gifted Students

Pae, Mi Jung · Kim, Heui-Baik*
Seoul National University

Abstract: The purpose of this study is to identify the teaching professionalism of the two teachers for secondary science-gifted students in perspective of teaching orientations. Both teachers have been taught biology to secondary science-gifted students for more than six years and they have received in-service training in gifted education. Teachers' orientations were investigated through in-depth interviews and observing lessons. For the data collection, videotapes were recorded during two lessons and two in-depth interviews for each participant were conducted. All recorded data were carefully transcribed and analyzed. Some unique characteristics of teaching were identified from the class instruction of each participant. Both teachers revealed 'Open Inquiry' orientation. This was reflected by their educational goals and beliefs that they should help science-gifted students to grow themselves as scientists by enhancing their inquisitiveness and creative problem solving ability. However, each teacher had shown different teaching orientations such as 'Academic Rigor' and 'Discovery' that seemed to have influence on the level or the range of subject matter covered in the classes. Teachers' science teaching orientations have been changed by their subject of teaching and their experiences in teaching the gifted. In the process, teachers' educational philosophy about gifted education plays an important role in teaching orientation. Based on the ongoing teachers' efforts for enhancing his/her professionalism, the teachers seemed to critically review theoretical knowledge of the science teachers in gifted education through self-reflection on their own teaching methods. When teacher's educational philosophy about gifted education was established and internalized, science teaching orientations in teaching practice seemed to be consistent with his/her goal of teaching.

Key words: science-gifted student, gifted education, teacher professionalism, science teaching orientation

Ⅰ. 서 론

21세기 지식정보화 사회를 맞아 2002년부터 본격적인 영재교육을 시작한 이래 영재교육기관과 영재교육 수혜자의 수는 급속히 증가해왔다. 초 · 중등학생을 대상으로 하는 영재교육기관의 수는 2003년 400개에서 2007년 663개로 증가하였고, 영재교육 수혜자는 2003년 19,974명이던 것이 2007년에는 전국의 초 · 중등학생의 약 0.8%에 해당하는 46,006명으로 증가하였다(교육인적자원부, 2007).

영재교육에 관한 연구는 영재의 정의와 판별에 특별한 관심을 계속 기울여왔으며(Gardner, 1983; Guilford, 1967; Renzulli, 1986; Tannenbaum, 1983; Terman, 1954), 최근에는 영재학생들의 특성에 적합한 차별화된 교수-학습 방법에 대한 연구도 활발하게 이루어지고 있다(Marker & Nielson, 1995; Tomlinson, 1999; VanTassel-Baska & Stambaugh, 2006). 우리나라에서도 교육대상자인 영재 학생의 선발과 지원에 많은 관심을 기울이고 있지만, 양적 팽창에도 불구하고 영재교육은 아직까지 질적으로 만족할만한 단계에 이르지 못하고 있다. 그 이유 중 하나는 교육을 담당할 교사 양성에 대한 노력이 부족한 것에서 찾을 수 있다. 특정 분야에 재능을 가진 영재의 잠재력은 영재의 특성에 적합한 과제와

*교신저자: 김희백(hbkim56@snu.ac.kr)
**2010.01.16(접수) 2010.03.18(1심통과) 2010.05.10(2심통과) 2010.05.12(최종통과)

학습 환경을 제공함으로써 계발될 수 있다는 점을 고려할 때 학생들의 성취 결과에 가장 큰 영향을 미치는 변인은 교사 변인이며(Hansen & Feldhusen, 1994), 일반교육에서와 마찬가지로 영재교육의 질을 결정하는 가장 중요한 요인은 수업을 담당하는 교사이다(김경진 등, 2005). 그러나 영재교육을 담당하는 교사에 대한 국내 연구는 제한적이어서 교사의 신념(김경진 등, 2005)과 인식(김득호 등, 2009; 박경희, 서혜애, 2005; 심규철, 김현섭, 2006; 최선영, 2007) 등에 대한 연구가 일부 진행되어 있을 뿐이다. 이것은 1999년부터 2009년 7월까지 국내 8개 학술지에 발표된 영재교육 관련 논문 191편 중 13편만이 영재교육을 담당하는 교사에 관련된 것이라는 강경희(2010)의 연구 결과로도 알 수 있다. 이봉우 등(2008)의 연구에서 과학영재교육을 담당하는 교사들은 전문성과 관련지어 '영재교육 방법 부족'에 가장 큰 어려움을 겪는다고 호소하였으나, 교사의 수업 실행과 교수방법 전문지식에 관련된 연구는 거의 찾아보기 어렵다.

이에 따라 본 연구에서는 중등 과학영재교육을 담당해 온 경력 교사들의 영재수업을 관찰하여 수업 전문성을 밝히고, 이를 교수지향(teaching orientation)의 관점에서 분석하고자 하였다. 교사들의 과학영재 수업에서 나타나는 수업 전문성과 교수지향을 일반학생 대상의 수업 경험과 비교하여 다루기는 하지만 종단적인 추적 연구의 어려움으로 교사들의 회상기억에 의지하였으며, 2명의 생물교사만을 대상으로 하였으므로 연구 결과를 일반화하여 확대 해석하는데 제한점을 가진다.

본 연구에서 알아보고자하는 구체적인 연구 문제는 다음과 같다.

첫째, 중등 과학영재 수업에서 나타나는 교사의 수업 전문성은 무엇인가?

둘째, 중등 과학영재 수업에서 드러나는 교사의 교수지향은 무엇인가?

셋째, 중등 과학영재 지도교사의 과학교수지향은 어떤 요인에 의해 변화해 왔는가?

Ⅱ. 이론적 배경

교사의 전문적 자질은 수업 전문가, 생활 및 특별활동 지도자, 학급 경영자 등에서 찾아볼 수 있지만, 그 중에서도 교사로서 가장 중요시되는 것은 수업의 전문성이라 할 수 있다(조호제, 윤근영, 2009). 최근 들어 과학교사를 비롯하여 교사의 중요한 소양으로서 PCK가 통용되고 있으며, 교사의 전문성을 나타내는 지표로 대두되고 있다(Segall, 2004).

Shulman(1986)이 내용과 교육학의 특별한 화합물로서 PCK(Pedagogical Content Knowledge) 개념을 제안한 이후, 교사의 전문지식으로서 PCK에 대한 연구가 활발하게 이루어져 왔다. Grossman(1990)은 교사의 지식 기반을 교과 지식, 일반 교육학 지식, 맥락 지식, PCK의 4가지로 통합하였고, Cochran 등(1993)은 실제 교수 상황에서 역동적으로 변화하는 PCK의 속성을 받아들여 PCKg(Pedagogical Content Knowing)로 수정하여 제시하였다.

Magnusson *et al.*(1999)은 PCK를 다양한 수준의 학생들에게 이해가능하고 유의미한 것으로 통합하는 것과 관련된 지식으로서, 교사의 전문성을 보여주는 핵심적인 부분이라고 하였다. 이들은 PCK가 과학교수지향, 과학 교육과정 지식, 학생의 과학 이해에 대한 지식, 교수전략 지식, 과학적 소양에 대한 평가 지식 5가지로 구성되어 있다고 하면서, 과학교수지향을 중추적인 요소로 하는 과학 교사의 PCK 모델을 그림 1과 같이 제안하였다.

교수지향은 연구자들에 의해서 교사의 수업 실행에 밀접하게 관련있는 교사의 신념으로서 제안되어 왔

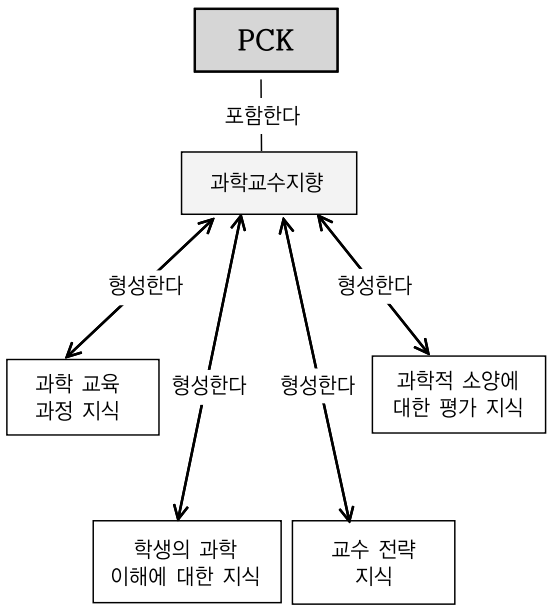

그림 1 *PCK 모델 (Magnusson et al., 1999)*

다. 과학교수에서 교수지향은 Anderson & Smith(1987)가 처음으로 '과학 교수 및 학습에 관련된 교사의 사고와 행동의 일반적인 패턴'으로 개념화하였다. 그 후 Grossman(1990)이 '특정 학년에서 과학을 가르치는 목표와 목적에 관한 지식과 신념'으로 정의하였으며, Broko & Putnam(1996)은 교수지향을 '학생들의 학습 평가, 교과서나 교수 자료 사용, 숙제의 내용과 같은 일상적인 교수 활동 전반을 안내하는 개념적 지도(conceptual map) 역할을 하는 핵심 요소'라고 하였다. 그러므로 과학교수지향은 '과학을 가르치는 목적과 목표에 대한 교사의 지식과 신념'으로 정의할 수 있다(Friedrichsen & Dana, 2005). 따라서 수업 실행에서 교사의 과학교수지향을 살펴보는 것은 교사가 우선적으로 중요하게 고려하는 교수 목적을 파악하고 그에 따른 수업의 모습을 이해하는데 도움이 될 수 있을 것이다.

Magnusson *et al.*(1999)은 이전의 연구를 종합하여 과학교수지향을 사고과정(Process), 학문적 엄격성(Academic Rigor), 설명중심(Didactic), 개념변화(Conceptual Change), 활동주도(Activity-driven), 발견(Discovery), 프로젝트 기반 과학(Project-based Science), 개방된 탐구(Inquiry), 안내된 탐구(Guided Inquiry)의 총 9개의 지향으로 구분하고, 그에 따른 교수 목표와 교수의 특징을 구별하였다. 또, 교수지향은 수업에서 사용되는 교수전략 자체보다는 그러한 전략이 사용된 목적으로 살펴보아야 한다는 것을 제안하였다.

Friedrichsen & Dana(2005)는 네 명의 중학교 생물 교사를 대상으로 한 연구에서, 실제 수업에서는 중심 교수지향과 부수적인 교수지향이 상호작용을 하며 각 교사의 교수지향을 구성한다고 설명하였다.

그 밖에 교수지향 개념을 배경으로 한 연구에는 동일한 수업 경험에 대해 교수, 조교, 학생의 서로 다른 입장에 따라 다른 해석이 가능하다는 것을 드러낸 것(Volkmann *et al.*, 2005)과, 구성주의적 수업을 위한 워크숍에 참여한 중등 과학 교사들의 교수지향과 실제 수업 실행에 대한 사례연구(정득실 등, 2007) 등이 있다.

이상의 논의를 바탕으로 본 연구에서는 과학영재 지도교사의 PCK 구성요소를 교과 내용 지식, 학생 지식, 교수전략 지식, 교육과정 지식, 과학교수지향의 5가지로 구분하고, Magnusson *et al.*(1999)이 제안한 것처럼 과학교수지향을 중추적인 요소로 보았다. 또, 각 요소의 전문지식이 통합되어 수업실행을 통해 구현되는 것을 교사의 수업 전문성으로 규정하였다.

Ⅲ. 연구 방법

1. 연구 참여자

영재교육 석사학위가 있거나 영재교육 경험이 있는 교사가 그렇지 않은 교사에 비해 고차원적 사고력을 유도하고 잘 가르치며(Silverman, 1982), 훈련받은 교사의 영재 수업의 질이 우수하다(Hansen & Feldhusen, 1994)는 선행연구를 참고하여, 3년 이상 과학영재교육을 담당한 경험이 있으며 영재교사 연수를 이수한 경력교사를 연구 참여자로 표집하였다. 연구 참여 교사들의 배경은 표 1과 같다.

2. 자료 수집 및 분석

교사의 수업 전문성과 실제 수업에서 구현되는 과학교수지향을 알아보기 위해 2009년 4월부터 5월까지 교사당 2차시의 수업을 관찰하였다. 참여 교사들이 근무하는 과학고등학교 부설 중학생 대상의 영재교육원에서 진행된 과학영재대상의 실험수업을 관찰하였으며, 수업과정은 모두 비디오로 녹화하였다. A 교사는 중학교 3학년을 대상으로 1차시 90분의 수업을 하였고, B 교사는 중학교 2학년을 대상으로 1차시 200분의 수업을 하였다. 교사의 수업에 대한 학생들의 반응을 알아보기 위해 학생 소집단별 녹음을 함께

표 1
연구 참여 교사들의 배경

교사	과목	성별	영재교육경력 (총교직경력)	학위	영재연수 (시간)	기타사항
A	생물	남	7년 (23년)	박사	기초(60)	서울 소재 과학고등학교 근무 중
B	생물	여	6년 (14년)	박사수료	기초(60) 심화(120)	경기도 소재 과학고등학교 근무 중

진행하였으며, 수업이 끝난 직후 일부 학생을 대상으로 면담을 실시하였다.

교사가 수업에서 의도한 과학교수지향을 알아보기 위해 수업 관찰 전에 1차 면담을 실시하였다. 이 때 서혜애와 박경희(2005)에 의해 개발된 '과학영재 교육교사 교수방법 전문지식 측정지'를 이용한 자기평가를 실시하였다. 관찰한 수업에 대한 1차 분석이 끝난 후 교사의 과학교수지향의 변화를 알아보기 위해 2차 면담을 실시하였다. 1차 면담 프로토콜은 김경진(2005)에 의해 개발된 질문지를 참고하여 개발하였고, 2차 면담 프로토콜은 연구 목적에 맞게 개발하였다. 면담은 60~90분에 걸쳐 반구조화 형태로 실시하였으며, 모든 면담내용은 녹음되었다.

수업관찰과 심층면담에서 얻어진 녹화 및 녹음 자료는 전사한 후, 근거이론(Grounded theory)에 기반하여 귀납적으로 분석하였다. 교사의 PCK 구성요소들을 추출한 후 교과 내용 지식, 학생 지식, 교수전략 지식, 교육과정 지식으로 범주화하고, 수업에서 나타난 특성들을 이에 근거하여 분석하였다. 참여교사들의 과학교수지향은 Magnusson *et al.*(1999)이 제안한 과학 교수의 특징에 근거하여 구별하였다.

연구결과에 대한 신뢰성과 타당성을 높이기 위해 수업 녹화 자료, 교사면담 자료, 학생면담 자료, 교사가 사용한 수업 자료, 과학영재교육 교사 교수방법 전문지식 측정지(서혜애, 박경희, 2005), 현장일지 등 다양한 자원의 자료를 수집하여 분석에 참고하였다. 교사 면담을 위한 프로토콜을 개발하는 과정에서 과학교육 전문가 1인, 과학교육 연구자 1인, 과학영재교육 경력교사 2인의 검토를 거쳐 타당성을 높였다. 연구자가 분석한 내용에 대해서는 과학교육 연구자 1인과 협의하고 참여교사의 확인을 통해 연구자의 이해에 대한 정확성을 점검하였으며, 과학교육 전문가의 검토를 받았다.

Ⅳ. 연구 결과 및 논의

1. 과학영재 수업에서 나타난 수업 전문성

1) 신념에 따른 교육과정 조직

A 교사가 수업하는 영재교육원은 중학교 2학년 학생을 선발하여 2년 동안 교육을 진행하며, 기본적인 수업 프로그램이 교사에게 제공된다. A 교사는 영재학생들에게는 학생들의 아이디어가 많이 반영될 수 있는 개방적인 구조의 프로그램을 제공해야 한다는 자신의 신념에 부합하는 프로그램은 그대로 진행하는 한편 돼지내장기관 해부실험 프로그램을 개발하여 수업에 사용하였다. 이것은 과학영재학생들에게는 모형학습보다는 생물을 직접 다루는 경험이 필요하다는 신념에 기반한 것이다.

> 요즘에는 모의실험이 많잖아요. 가위로 오리고 붙이고..... 그런 것은 생물의 특성이 잘 활용이 안 되는 것 같아, 드러나지 않는다고..... (영재학생들은) 이제 생물을 직접 해부해보기도 하고 분석해보기도 하고, 그런 생물의 특성이 많이 반영된 것. 그래야지 나중에 (영재학생들 중) 생물 쪽으로 진로를 잡는 아이들도 그 경험을 가지고 다른 연구할 때도 응용할 수도 있지 않을까.....
>
> (2009. 4. 4. A 교사 1차 면담)

교사는 과학영재 대상의 수업이라는 것을 고려하여 90분의 수업시간동안 식도, 기관, 폐, 심장, 간을 모두 관찰하도록 설계함으로써, 과제를 복잡하게 만들고 속진학습이 이루어지도록 하였다. Marker & Nielson(1995)은 영재들에게는 복잡한 인지적 과제, 고차원의 사고가 요구되는 학습 활동을 수행하도록 기대되어야 한다고 제안한 바 있다.

B 교사가 수업하는 영재교육원은 중학교 1학년 학생을 선발하여 2년 동안 교육을 진행하며, 체계적인 영재교육의 역사가 짧아서 기본 프로그램이 개발되어 있지 않다. 따라서 주제선정과 자료개발은 전적으로 수업을 담당하는 교사 개인의 몫이며, 시간 운영도 어느 정도 교사의 재량에 맡겨져 있다. B 교사는 영재학생들에게 도전적인 주제라고 생각하여 학생들이 아직 학교 정규 교육과정에서 배우지 않은 '유전'을 수업 주제로 선택하였다. 교사는 학생들에게 지식이 형성되는 과정을 경험시키는 것이 필요하다는 신념을 가지고 있다.

> 과학의 내용지식을 아는 것도 중요합니다만, 지식이 생성되는 과정을 체험해본다는 것은 향후 자신이 하고 싶은 일을 시도할 때 도움이 될 것 같아서요. 문제를 발견한다는 경험이 앞으로 문제 해결을 위한 어떤 시도를 유발하지 않을까요?
>
> (2009. 9. 21. B 교사 2차 면담)

그에 따라 유전에 대한 교과서적 접근과는 달리 감수분열, 염색체, DNA 등 유전 현상이 나타나게 되는 원리를 생각할 수 있도록 수업을 설계하였다. 그리고 충분한 시간동안 관찰하고 탐색할 수 있는 시간을 주기위해 교사에게 배정된 수업을 한차시를 200분으로 하여 2차시로 구성하였다. 수업을 진행하는 중에도 학생들의 지식과 실험기술 수준에 따라 학생들에게 더 많은 탐색 시간을 주고 처음 설계했던 수업 구성을 바꾸는 등 탄력적인 시간운영을 하였다. 학생들의 흥미와 수준에 맞게 보다 빠른 속도로, 복잡한 내용을 조직하고 관련지어서 학습하도록 교육과정을 구성하는 것은 전문가들이 제안하는 영재를 위한 차별화 교육과정의 중요한 요소이다(Marker & Nielson, 1995; VanTassel-Baska & Stambaugh, 2006).

2) 자유로운 수업 환경 조성

교사들은 학생들이 자유롭게 모둠을 구성하거나 개별적으로 실험하도록 하였다. 학생들은 공동테이블에 놓여 있는 재료를 필요에 따라 선택하여 실험하였으며, 해부현미경이나 광학현미경 등의 기기를 기구장에서 직접 꺼내서 사용하였다. 교사는 학생들의 요구에 따라 재료를 제공하였고, 분광광도계와 같은 고가의 기기도 자유롭게 사용하도록 안내하였다. 실험하는 동안 학생들은 자유롭게 이동하였으며, B 교사는 200분의 긴 시간임을 고려하여 학생들의 자유로운 화장실 출입을 안내하기도 하였다.

> 이런 부분에 있어서 우수한 아이들, 관심있는 아이들의 집단일수록 전체 실험의 목표 정도만 제시해주고 그 목표에 합당한 것을, 무엇을 써야 할 것인가, 어떻게 할 것인가에 대한 시행착오적인 시간을 줘요. 그래서 뭐 준비물 가져가는 것부터, 가능하다면 준비물 가져가는 것부터, 뭐가 필요한지. 본인들이 하는 것을 가져가서 쓰다 아닌 것 같다 하면 새로운 것을 하게하고 그런 식으로 하죠.
>
> (2009. 4. 6. B 교사 1차 면담)

선행연구에서 과학영재들은 입법적인 사고와 자유주의적인 사고를 선호하며(한기순 등, 2003; Sternberg & Lubert, 1995), 물리적 학습 환경이 자유로울 때 새로운 아이디어, 새로운 사람, 새로운 자료, 새로운 것이 개입될 수 있다(Marker & Nielson, 1995)고 하였다. 따라서 자유로운 수업 환경 조성은 과학영재의 자유로운 탐색과 창의적인 문제 해결력을 신장시키는데 중요한 배경이 될 수 있을 것이다.

3) 교사의 권한을 학생에게 위임

수업 프로그램은 학생들이 자신의 아이디어대로 실험을 설계하여 수행하거나 다양한 시도가 가능한 개방적인 구조였다. 교사들은 수업의 도입단계에서 실험과정에 대한 자세한 설명을 하지 않았으며, 학생들에게 제공된 수업 자료는 참고자료로 활용되었다. 과학영재의 경우 자기 주도적 학습 능력이 있어서 자세한 설명은 오히려 학생들의 자유로운 탐색을 제약할 수 있다는 점을 고려한 것이다. 교사들은 순회하면서 학생들의 시도를 격려하고 질문을 던지기는 했지만, 구체적인 실험과정을 알려주거나 잘못된 실험과정이 있더라도 그에 대해 평가적인 언급을 하지 않았다. 학생들의 확인질문에 대해서는 학생들의 실험이라는 것을 확인시키고, 독립적인 연구자로서 실험의 전 과정을 결정하도록 함으로써 학습의 책임감을 부여하였다.

> 너희는 어떻게 가루를 넣었어? 됐어. 너희들 실험이니까. 너희들 실험을 분석해야지. 뭐가 문제인지. 왜 그런지 분석하면 되니까.....
> 어? 니네들 수조에 빠뜨렸어? 어떻게 했길래? 안 빠진 것 중에서도 의미있는게 있는지 확인해봐..... 이게 뭐야? 소화제보다 이게 빠르네? 그래도 너희 오늘 한 가지는 건졌구나.
>
> (2009. 4. 11. A 교사 2차시)

> 그건 본인이 확인하세요. 아까 봤던 거에서 수술이 길쭉길쭉한. 우리가 보는 대부분의 바깥쪽 껍데기를 빼고 나머질 하시면 돼요..... 자 여러분 나한테 너무 보증을 받으려고 하지 마. 저기 선생님은 아무것도 모른다 생각을 하시고 본인들이 직접 확인을 해야해. 확인을 할 때에는 그런 도구를 쓰면 돼요. 광학현미경이라든가, 실체현미경이라든가.
>
> (2009. 4. 11. B 교사 1차시)

학생들은 자신들을 어린 과학자로 존중하는 수업 분위기에 익숙해지면서 의견을 활발하게 표현하고, 자신의 방식대로 실험을 진행하였으며, 교사를 상대로 자신의 의견의 정당성을 주장하기도 하였다. 교사

는 기꺼이 논쟁 상대가 되어주었으며, 확장된 질문으로 학생이 스스로 자신의 생각을 검토해볼 수 있는 기회를 제공하였다. 학생들은 교사로부터 수업에 대한 권한을 위임받아 자신의 시도를 직접 구현하는 것을 즐겁게 받아들였고, 결과는 다소 미흡하더라도 수업에 대해 커다란 만족감을 표현하였다.

> 우리끼리 하는 게 훨씬 재미있어요. 그냥 처음부터 설계하는 게 더 좋아요. 실패도 하나의 과정이니까. 직접 해 보니까요. 저희가 결과가 어떻게 나올지 모르니까 더 재미있고.....
>
> (2009. 4. 11. A교사 2차시 후 학생 면담)

> 그냥 저희끼리 탐구하고, 알아내고..... 한계가 없으니까 좀 재미있어요..... 학교에서 하는건 정해진 것만 보게 되잖아요. 그런데 저희끼리 하면 다른 것도 볼 수 있고. 결국 결과가 나오기도 하고 안 나오기도 하지만 다른 걸 볼 수 있으니까.
>
> (2009. 4. 11. B교사 1차시 후 학생 면담)

영재학생들의 자유로운 탐색이 가능하려면 무엇보다도 교사의 권한을 학생에게 위임할 수 있어야 하며(Marker & Nielson, 1995), 과제의 완수나 잠재적 보상 대신에 과제의 과정에 초점을 두며 어떤 작업을 진행 중인 상태로 잠시 놓아두어야 한다(Robinson et al., 2007). 교사들은 학생들이 지적인 모호함을 견디고, 거듭되는 실패에도 좌절하지 않고 계속 시도하는 끈기와 인내를 발휘하는 경험을 제공할 필요가 있다고 생각하였다. 이것은 문제를 발견하고 아이디어에 따라 탐구하여 창의적으로 문제를 해결할 수 있는 과학자로 성장하는데 도움이 된다는 판단에 따른 것이다. 수업이 진행되는 동안 교사들은 학생들의 학습을 안내하고 학생들을 돕는 조력자의 위치에 있었다. 여러 연구자들(Davis & Rimm, 1998; Feldhusen, 1997; Renzulli, 2004; Sellin & Birch, 1980 ; Whitmore, 1986)은 영재 지도 교사는 학생의 흥미 촉진자이며 학습 안내자 역할을 해야 한다고 제안하였다.

4) 학생의 다양한 시도 격려

교사들은 학생들이 자신들에게 주어진 권한을 최대한 활용하여 다양한 시도를 하도록 적극 권장하였다. 실험의 조작 과정에서 제대로 된 결과가 나오지 않을 것이 예상되는 상황이라 하더라도 학생들의 생각대로 직접 실행해 보도록 격려하였다.

> A 교사 어떻게 하기로 했는데?
> 학생 즙내서. 일단 즙을 내서요, 여기 다 넣은 다음에요, 뷰렛용액을 넣고요. (항온수조) 안에 넣어서요, 색깔변화를 한 10초에서 20초 확인해보기로 했어요.
> A 교사 응~, 해 봐.
>
> (2009. 4. 11. A 교사 2차시)

> 학생 프레파라트 만들 때... 뭉개면 안 되나요? 선생님, 그냥 엄지로 누르면.
> B 교사 네, 엄지로 누르세요.
> 학생 칼로 떼어내면 안 돼요?
> B 교사 ..... 상관없어요. 여러분들이 나랑 같이 하는 건 뭔가 답을 얻는 것도 중요하지만 그 과정도 중요한 거거든요..... 먼저 눌러~ 난 힘이 더 세니까, 한번 해 보세요.
>
> (2009. 4. 11. B 교사 1차시)

교사들은 과학영재라 하더라도 학생들은 실험과정에서 실수를 저지르며, 결과보다는 과정에서 더 많은 것을 학습한다고 설명하였다. 때때로 기대되지 않은 결과가 나왔을 때 학생들은 더 큰 흥미를 느끼며 문제를 해결하기 위해 집중한다는 것이다. 교사들은 항상 성공적인 결과를 얻기보다는 실수나 실패를 극복하기 위해 수많은 시도를 하고 새로운 발견을 하는 것이 과학자적 연구 경험과 유사하다고 생각하였다. 선행연구자들은 과학영재에게는 과학자처럼 탐색하고 사고할 수 있는 경험(Taber, 2007; VanTassel -Baska *et al.*, 1998), 과학적 탐구를 포함한 실험교육(Cooper *et al.*, 2004; Neu *et al.*, 2004), 학습자 개인의 차이를 고려한 교육과정의 차별성에 기초한 탐구-기반 교수 학습(Tomlinson, 1999)을 제공해야 한다고 제안하였다.

B 교사는 학생이 먼저 탐색하여 왜 그런지 문제를 인식한 후, 관련내용과 연관지어 이해하는 체계화된 수업 패턴을 나타냈다. 학생 활동 전에 아이디어를 명료화하고, 시행착오를 통해 특정 단계의 중요성을 인식하고, 제한되지 않은 탐색을 통해 문제를 발견하도록 충분한 시간을 제공하였다. 학생 활동 후에는 학생이 이전에

가졌던 아이디어와 실행 결과에 대해 교사가 함께 논의하였다. 학생들이 지적 갈증을 느끼는 가장 적절한 시점에 교사가 개입함으로써 과학 지식은 유의미한 맥락에서 과학적 실행 및 방법과 접목될 수 있었다.

B 교사 아까 누가 압사한다고 그랬어?
학생 저요..... 눌렀는데요. 여기 다 붙어요.
B 교사 붙어서 문제가 될까? 아까 말했지만 세포는 굉장히 작고 많아요. 굉장히 많은 걸 누른다고 될까? 예를 들어서 수백 층 되는 돌을 쌓고 누른다고 생각해봐요. 그럼 돌이 한 층 한 층으로 쫙 펴질까?
학생 그렇다면 엄청난 압력으로 누르면.
B 교사 엄청난 압력으로 누르면 어떻게 될까? 돌이 이렇게 쫙 펴질까?
학생 더 단단해질 거 같은데요.
B 교사 차라리 그걸 잘 풀려면 어떻게 하는 게 좋아?
학생 하나하나씩...
B 교사 그렇지. 그냥 찢어 내는 게 낫지.
(2009. 4. 11. B 교사 1차시)

교사가 학생들의 다양한 시도를 격려하기 위해서는 학생들이 자신들의 결과를 얻고 결론을 내릴 때까지 기다리는 것이 전제되어야 한다. 교사들은 실험과정에서 생길 수 있는 실수를 수용하고, 학생의 성취와 관련된 구체적인 상황에서 지지적인 피드백을 제공하였다. 교사가 개입해야 할 적절한 시점을 찾기까지 수업 경험이 필요하다.

제가 초임 때는 좌충우돌 그래서 많이 했죠. 실수를 많이 했으니깐. 그게 좀 쌓인 노하우라고 할까요. 아 이들이 대략 예상이 되고, 어디서 힘들 것이다 라고 예상이 되고.
(2009. 4. 6. B 교사 1차 면담)

5) 학생의 사고를 촉진하는 질문

교사들은 적절한 질문을 함으로써 학생들의 학습을 도왔다. 두 교사 모두 질문하기를 과학영재에게 효과적인 교수법이라고 답하였다. 교사들은 학생의 아이디어를 이끌어내고, 관찰사실과 선행지식을 연결시키고, 학생들의 메타인지 사용을 촉진하기 위해 질문을 하였다.

A 교사의 질문은 때때로 학생들의 사고와 학생-학생 상호작용을 촉진하여 해결책을 찾도록 만들었다. 학생들은 실험 설계에서 고려해야 할 중요한 변인을 깨닫고, 자신들의 실험 설계를 구체화하거나 변경하기도 하였다.

A 교사 소화제 3가지, 과일 3가지, 그거를 넣은 다음에 너희가 어떤 방법으로 어떻게 할지 생각해 봐. 이걸 보면 뷰렛반응인데 색깔이 어때? 실험설계를 하려면 용액의 양은 어떻게 되겠어? 처음에 시험관의 색깔은?.....
학생 1 몇 분 정도 해서 딱 담가놓고 시간변화를 체크 하는 게 어때?
학생 2 초시계 있어?
학생 3 핸드폰 시계. 미리 떨어뜨려 놓고선.
학생 1 미리 해 놓자고?
학생 3 이걸로 가열해서 쉽게 말해서, 처음엔 적정온도로 가열해 놓고선, 떨어뜨리고.
(2009. 4. 11. A 교사 2차시)

B 교사는 질문에 배경지식을 언급함으로써 학생들의 체계적 이해를 도왔다. 때때로 현재 하고 있는 활동의 의의와 목표를 재확인시키고, 학생들의 메타인지를 사용하도록 질문함으로써 자신의 활동에 대해 되돌아보게 하였다.

왜 1번은 꼭 두 개여야만 하나요? 1번 염색체가 1개면 안되고, 3개면 안되나요? ..... (상동염색체 중 한 개를 가리키며) 이쪽이 B면 (같은 번호의 상동염색체의 나머지 한 개를 가리키며) 이쪽이 꼭 소문자 b여야 해요? ..... 여기에 꼭 B, b만 써야 할까요? 요런 종류만 있을 수 있을까요? 그냥 B, B 이런 건 있을 수 없을까? b, b 이런 것은 있을 수 없을까?
(2009. 5. 9. B 교사 2차시)

교사는 영재학습자들이 그들의 메타인지 능력을 사용하고 개발하도록 장려해야 하며(Coleman & Cross, 2005; Taber, 2007), 고차원적인 사고를 유발할 수 있는 질문 능력이 있어야 한다(Feldhusen, 1997; Taber, 2007). 메타인지가 영역 안에서 더 많은 지식을 향상시키기 때문이다(Sternberg, 2001).

교사의 질문 수준이 낮으면 답변의 수준도 낮다(Marker & Nielson, 1995)는 점을 고려할 때, 사고를 촉진하는 질문을 하는 것은 교사의 수업 전문성의 한 영역이라 할 수 있을 것이다.

6) 교과에 대한 심화 지식 제공

교사들은 어려운 과학용어를 나열하듯이 설명하지는 않았지만, 학생들의 이해가 뒷받침될 수 있는 상황에서는 다소 어려운 개념을 도입하였다. 또, 비유적인 표현을 사용하기보다는 정확한 과학용어를 사용하였다. A 교사는 돼지의 내장기관 해부 실험에서 심이, 건삭, 민무늬근, 동방결절, 간동맥 등과 같은 용어를 도입하였다. B 교사는 학교 정규교육과정에서 아직 배우지 않은 염색체, 상동염색체, 침샘염색체, 유전자 등의 개념을 다루었다.

수업 중 등장하는 새로운 용어와 심화 지식은 과학영재에게 지적 흥미를 불러일으키고 수업에 집중하도록 만들었다. 교사들은 인지적 능력이 뛰어난 영재는 손쉽게 성취하는 것에는 큰 흥미를 느끼지 않으며, 새로운 지식이 지적 욕구를 불러일으키고 도전할만한 가치가 있다고 느낄 때 기꺼이 시간과 노력을 투자한다는 것을 고려하였다. 수업이 진행되면서 새로운 용어와 개념은 학생들의 담화 속에 점차 자연스럽게 등장하였다.

그러나 교사들이 심화된 과학지식을 다루는 것은 과학영재의 뛰어난 인지적 능력만을 고려한 것은 아니다. 교사들은 수업을 통한 지적 성취감 뿐 아니라 학생들이 이후 다른 분야의 연구를 하더라도 생물학 소재를 응용할 수 있는 경험을 제공해야 한다는 신념을 가지고 있다. 새로운 과학개념을 소개하는 것은 학생들이 장차 자신의 연구 범위를 넓히는 계기가 될 수도 있다는 것을 고려한 것이다.

> 수학을 하는 애든, 물리를 하는 아이든, 나중에 혹시 그 생물학 소재를 가지고 자기가 어떤 이론 연구를 할 때 좀 도움이 됐으면 좋겠다, 지금 수업이. 그담에 또는 생물학에서 탐구하는 과학적 방법론들 있죠. 수학이나 물리와는 다른. 그런 것들을 좀 경험해 보면 본인들의 연구하는 스펙트럼이 좀 넓어졌으면 좋겠다는.....
>
> (2009. 4. 6. B 교사 1차 면담)

교사들은 관심분야가 다양한 과학영재들에게 실험의 로데이타(raw data)를 제공함으로써 실험에 대한 아이디어와 해석능력을 높이고, 과학사적인 접근을 통해 과학적인 아이디어를 생각해 볼 수 있는 기회를 제공하려 노력해 왔음을 설명하였다. 두 교사 모두 과학영재를 지도하는 교사의 기본적인 요건으로서 교과 전문성을 언급한 것에서 전문 교과 지식에 대한 부담감을 알 수 있었다. 이러한 부담은 교사들이 전문서적, 연수, 학회지, 전문가 등을 통해 최근의 과학 동향을 파악하고 배경지식을 이해하기 위해 꾸준히 노력하도록 만드는 원동력으로 작용하는 것으로 보인다.

7) 과학 연구의 본성에 대한 명시적 언급

교사들은 수업 동안 과학영재학생들을 어린 과학자로 대하는 태도를 통해 과학자 양성이라는 교육목표를 암묵적으로 표현하였다. B 교사는 더 나아가 과학자의 일과 과학 연구의 성격을 명시적으로 언급함으로써 학생에 대한 기대를 표현하였다.

> 멘델의 유전법칙이 뭔가라는 것을 꽉 꿰고 있는 것보다 그 멘델이, 그 시기에, 그 식물을 키워서, 그 법칙을 이끌어낸 그 아이디어가 더 중요한 것이거든요. 그래야 여러분들도 그걸 배워서 나중에 그런 이론을 만드는 과학자가 되는 거지..... 나랑 여러분하고 같이하는 시간 동안에는 그런 것을 생각해봤으면 좋겠어요, 같이. (2009. 5. 9. B 교사 2차시)

학생에 대한 교사의 기대를 언급하는 것은 과학영재로 하여금 학습에 대한 강한 책임감을 가지도록 하며 정서적으로 긍정적인 영향을 미치는 것으로 보인다. 학생들은 교사의 기대에 부응하고자 노력하였으며, 자신이 얼마나 많은 프레파라트를 만들었는지, 얼마나 다양한 세포를 관찰했는지에 대해 자랑스럽게 말하기도 하였다.

재능있는 학생은 자신의 능력을 인식하고 목표를 세우는 것이 필요하며(Feldhusen, 2003), 영재가 성공적인 성취를 이루려면 자신의 재능을 잘 이해하고 발달단계마다 훌륭한 교사를 만나는 것이 중요하다(Bloom, 1985). 교사가 과학 연구의 본성을 언급함으로써 직업적 목표를 다루는 것은, 과학영재의 능력을 일깨우고 장차 성공적인 과학자로 성장하는데 중요한 요인이 될 수 있을 것이다.

2. 교사의 과학교수지향

1) 수업에서 나타난 과학교수지향

교사들은 과학영재의 특성을 고려하여 개방적인 과제를 제시하고, 학생 스스로 문제를 발견하여 정의하고, 다양한 방식으로 조사하고, 결과로부터 자신의 결론을 도출하고, 얻어진 결론을 스스로 검토하여 평가할 수 있도록 도왔다. 앞에서 설명한 것과 같은 수업의 특징은 교사들의 '개방적 탐구' 지향을 설명한다. '개방적 탐구' 지향은 교사들의 교육목표와 수업의 전체적인 특징으로부터 도출된다는 점에서 핵심적인 과학교수지향이라 할 수 있다. 두 교사의 수업의 전체적인 모습이 상당히 유사하고 핵심적인 과학교수지향이 일치하는 것은, 수 년 동안 과학영재 교육을 담당하면서 이론적 · 경험적으로 형성되어 있는 PCK 구성요소에서 일치되는 부분이 많기 때문일 것이다.

그러나 교사들의 수업 모습이 전적으로 동일한 것은 아니다. 두 교사 모두 질문의 중요성을 강조하지만 질문의 내용, 질문과 응답이 이어지는 과정, 질문의 생성 자원 등에서 미묘한 차이가 나타났다. 이것은 교사들의 PCK를 구성하는 교과 내용 지식, 학생 지식의 구체적 내용에서 강조하는 부분이 다르기 때문일 것이다. 그에 따라 교사들은 핵심적인 과학교수지향 외에 또 다른 과학교수지향을 나타낸다.

A 교사는 심장을 해부하면서 각 부분의 명칭과 기능과 같이 어려운 내용을 다루고 실험을 통해 개념적 이해를 높이고자 한다는 점에서 '학문적 엄격성' 지향을 나타낸다. 과학영재는 생물을 직접 다루는 경험을 통해 정확한 지식을 알고, 이론과 법칙의 구별과 같은 과학의 본성을 알아야 한다는 교사의 신념을 반영하는 것이기도 하다. 이러한 A 교사의 신념은 학생들의 발산적 아이디어가 과학적으로 유의미한 결과로 수렴되기를 기대하면서 과학지식 획득을 위한 간단한 질의 · 응답의 모습으로 나타나기도 하였다.

B 교사는 과학 지식 생성 과정에 대한 현재의 수업 경험을 바탕으로, 학생이 새로운 문제를 발견하여 자신들의 흥미에 따라 자연세계를 탐구하는 독립적인 과학자로 성장하기를 명시적으로 드러낸다는 점에서 '발견' 지향을 나타낸다.

> 머리를 쓰셔야 해요. 머리를 쓰고 생각을 하고 문제를 자꾸 제기 할 수 있어야 해요. 여러분이 앞으로 다른 생물 시간 외에... 다른 실험시간에서도 반드시 그것을 키우셔야 해요. 그 나머지 내용적인 문제에 대해서는 얼마든지 앞으로 배울 수가 있어요.
>
> (2009. 4. 11. B 교사 1차시)

B 교사는 '유전'을 다루면서도 멘델의 유전 법칙과 같은 교과서적 지식은 다루지 않고, 실험 과정에서 새로운 문제를 제기하고, 실험 방법을 익히면서 스스로 문제를 해결할 수 있는 방법을 깨닫는데 훨씬 큰 비중을 두었다. 이러한 B 교사의 신념은 학생들의 다양한 시도를 위해 계획한 수업 범위의 축소와 충분한 시행착오적인 시간을 제공하고, 학생의 질문을 중요하게 다루며, 학생들의 발산적인 생각과 시도를 적극 권장하는 모습으로 나타났다.

교사들의 서로 다른 교수지향은 수업에서 다루어지는 내용 수준, 설명에 도입되는 과학 개념의 범위, 교수에서의 강조점, 수업 시간 운용 등에 영향을 주는 것으로 파악된다.

2) PCK 구성요소와 과학교수지향

교사들의 과학교수지향은 PCK의 나머지 구성요소에 영향을 주고 받는다. 따라서 수업과 면담에서 드러난 PCK 구성요소의 구체적인 내용과 강조점의 차이를 살펴볼 필요가 있다.

먼저, 교과 내용 지식으로서 과학 개념과 이론, 과학적 방법, 과학적 실행, 과학의 본성에 관한 이해에서 교사들의 강조점은 다소 달랐다. 특히 과학의 본성의 이해에 대해 A 교사는 법칙과 이론의 구별이 필요하다고 생각하였다. 이것은 올바른 생물학 지식의 이해를 위해서 중요하기 때문이다.

> 예를 들어 유전같은 것을 할 때 유전이 뭔지 물어보는 것으로 해요. 유전법칙이 뭐냐? 그러면 아이들은 보통 멘델의 법칙, 우열의 법칙, 분리의 법칙, 독립의 법칙..... 그것은 기본원리가 어떤 전제도 없고 그냥 유전의 결과에 대한 해석이지. 이게 유전현상을 설명할 수 있어? 그건 아니지. 그것까지 알면서 유전법칙을 알아야 하는데.....
>
> (2009. 4. 4. A 교사 1차 면담)

한편, B 교사는 과학의 잠정성에 대한 명시적 교수가 중요하다고 생각하였다. 학생들이 기존의 과학지

식을 절대 진리로 받아들이는 것이 아니라 의문의 대상으로 삼고, 스스로 재정의하고, 새로운 지식을 창출하는 과학자로 성장하기를 바라기 때문이다.

> 유전자에 대한 정의도 얼마나 학자들마다 다른가, 왜 다를 수 밖에 없는가에 대한 이야기를 하죠..... 이것은 분명히 논쟁이 있는 부분이다, 과학이 잠정적인 것이다 라는 것을 매번 이야기를 해 주죠..... 아이들한테 사고를 하라는 것이죠. 왜 이 사람은 이런 결론을 얻을 수 밖에 없었는가에 대한 사고를 한다면 너희들이 나가서 실질적으로 과학이라고 하는 일을 할 때 도움이 될 것이다,
>
> (2009. 4. 6. B 교사 1차 면담)

교사들의 이러한 차이는 A 교사는 학습동기를 유발하고 과학적 방법을 통해 과학 개념과 원리를 이해시키려는 모습을 보이고, B 교사는 과학적 실행, 과학적 방법을 통한 과학 지식 형성 경험에 주안점을 두는 것으로도 나타난다.

학생 지식 측면에서 교사들은 과학영재는 학습동기 형성이 잘 되고, 뛰어난 지적 능력과 과학적 문제 발견력이 있으며, 과제 집착력이 강하다고 생각하였다. 교사들은 과학영재 유형을 설명하는 과정에서 교사 자신의 과학영재에 대한 이미지를 표현하였다. 교사들은 공통적으로 다방면에 뛰어난 능력을 발휘하는 영재 유형을 언급함으로써 타고난 지적 능력과 고도의 전문적 지식을 가진 성공적인 과학자 이미지를 묘사하였다. 여기에 덧붙여 B 교사는 덜 사회적이고 자아가 강하며 뛰어난 과제집착력을 가진 영재 유형을 언급함으로써 괴짜 과학자 이미지를 묘사하였다. 새로운 과학 지식을 창조하는 과학자를 양성하기 위해서는 학생 개인이 가진 영재성을 널리 포용하고 발달시킬 수 있어야 한다는 관점을 드러낸 것이다.

교수전략 측면에서 A 교사는 과학 지식을 활용하도록 학생의 사고를 유도하는 질문을 중요하게 여기며, 이를 통해 학생이 스스로 문제를 해결하도록 돕는다. 이것은 학생-학생 상호작용을 촉진함으로써 학생들의 탐구력을 신장시키는 효과를 가진다. 그러나 A 교사는 시간적 제약 때문에 학생 응답을 기다리는 시간이 상대적으로 짧은 편이었다. B 교사는 먼저 학생이 탐색하여 문제를 발견하고, 다양한 시도를 통해 과학 지식이 생성되는 경험을 제공하였다. 교사는 학생의 아이디어에 대해 묻고, 확장 질문을 하고, 메타인지 사용을 촉진함으로써 스스로 문제를 해결할 수 있는 방안을 찾도록 도왔다. 교사는 학생에게 개별적인 관심을 기울이고 의견을 교환하였으며 교사-학생 상호작용이 활발하게 이루어졌다.

교육과정 지식 측면에서 교사들은 신념에 기반하여 교육과정을 구성하고, 학생들의 아이디어가 반영될 수 있는 개방적 탐구가 이루어지도록 조직하였다. 수업 주제 선택과 수업 시간 조절에서 교사 재량권이 컸던 B 교사는 교육과정을 유연하게 설계하고 시간 운영을 탄력적으로 하는 것이 관찰되었다.

두 교사의 PCK 구성요소와 과학교수지향은 그림 2와 그림 3으로 요약될 수 있다.

3. 과학교수지향의 변화

1) 교사들의 과학교수지향의 변화

교사들의 과학교수지향은 수업 대상학생이 과학영재로 바뀌고, 과학영재 수업경험이 축적됨에 따라 변화해왔다. 이것은 학생에 대한 교육목표가 달라지고, 수업경험을 통해 학생의 특성에 대한 이해가 깊어지고 수업실행 기술이 축적되었기 때문인 것으로 보인다.

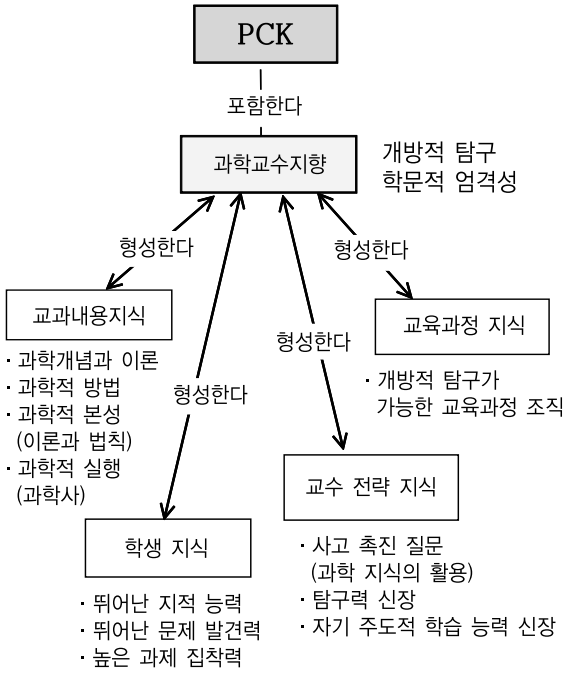

그림 2 *A 교사의 PCK 구성요소와 과학교수지향*

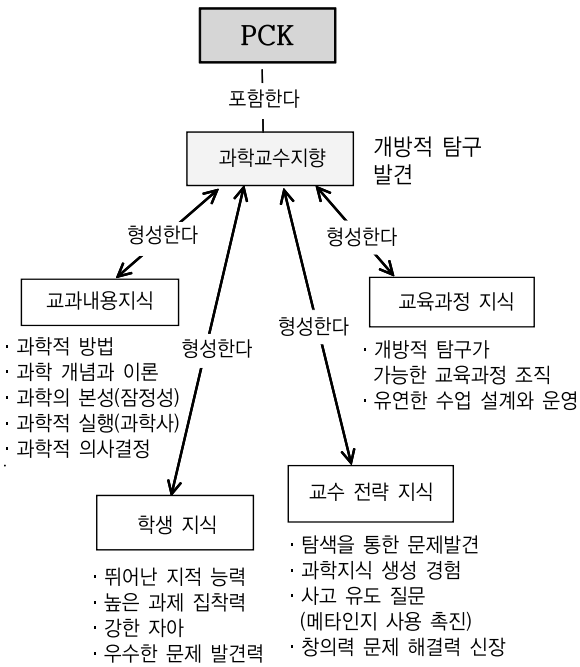

그림 3 *B 교사의 PCK 구성요소와 과학교수지향*

■ A 교사의 사례

A 교사는 일반학생에게는 실생활에서 흥미를 느낄만한 소재를 찾고 관심을 가지도록 함으로써 학습 동기를 유발하는데 많은 비중을 두었다. 그러나 쉽게 동기유발이 되는 과학영재 학생들은 과학자 양성이라는 목표를 달성하기 위해 과학 지식을 적용하여 문제 발견력이나 탐구력을 기르는 것에 강조점을 두게 되었다.

그에 따라 교사의 질문도 달라졌다. 일반학생에게는 흥미 유발과 선행지식 확인을 위한 질문을 하는 경우가 많았지만, 과학영재에게는 과학 지식을 적용하여 판단하고 스스로 사고하도록 유도하는 질문이 많아졌다.

> 아이들한테 이제 그 관련된 지식을 활용하는 쪽으로. 그러니까 지식 기반의 어떤 판단을 하는 쪽으로..... (일반학생은) 고 상황을 이해하는 수준이라면 여기는 애들이 공부를 했던 고 내용을 토대로 해서 더 좀 뭐랄까, 이제 뭐랄까, 답을 이야기를 할 수 있는 수준이 좀 깊어져야 한다는 그런 생각을 갖고 있죠.
>
> (2009. 9. 9. A 교사 2차 면담)

과학영재대상의 실험수업에서는 과학 원리를 중심으로 심화된 과학 지식을 다루며, 흥미위주의 확인실험보다는 학생들의 아이디어가 발휘되고 그에 따라 결과가 달라질 수 있는 개방적인 구조로 바뀌었다. 즉 A 교사는 수업 대상 학생이 과학영재로 바뀜에 따라 교수지향이 'hands-on' 활동 위주의 '활동주도' 지향에서 '개방적 탐구'와 '학문적 엄격성' 지향으로 바뀌었다는 것을 알 수 있다.

그러나 A 교사는 과학영재 수업의 초기에는 '개방적 탐구'를 지향하지만 여전히 흥미위주의 활동 요소를 가지고 있었으며, 교사는 조력자이면서 통제자의 위치에 있었음을 암시하였다. 특기할 점은 과학영재 수업 경험을 통해 학생들의 사고가 더 많이 개입되는 형태의 실험을 더 많이 개발하고 일반학생에게도 적용하려는 생각을 가지게 되었다는 것이다. 과학영재 수업 경험을 통해 형성된 교사의 과학교육에 대한 신념은 많은 학생 수, 빈약한 실험실 여건과 실험장비 등과 같은 현실적 어려움을 극복하려는 의지로 나타난 것으로 보인다.

■ B 교사의 사례

B 교사는 과학적 소양 함양을 위해 과학 지식이 생성되는 경험을 제공하는 것이 중요하다는 신념을 가지고 있다. 이 때문에 실험 수업의 경우 일반학생에게도 개방적인 탐구가 이루어지도록 수업하였다고 회상하였다. 즉 실험수업에서 나타나는 '개방적 탐구' 지향은 대상학생에 따라 특이적인 것이 아니라 과학교육의 범주에서 신념화되어 있음을 알 수 있다. 그러나 학생 개인의 수행 능력의 차이 때문에 교사의 개입 범위와 설명이 더 많고, 다루는 주제와 소재도 교과서 범위를 크게 벗어나지는 않았다. 교사는 '개방적 탐구' 지향을 가졌지만, 학생 수준과 물리적 환경의 제약 때문에 학습 공동체 중심의 '안내된 탐구' 지향으로 드러나는 측면도 있었던 것으로 보인다.

B 교사는 과학영재 수업에서는 과학자의 태도, 과학 연구의 특성을 명시적으로 언급하고 윤리적 책임감을 강조하였다. 또, 학생 개인의 능력에 기반한 독립적 연구로 이어질 수 있도록 '발견' 지향을 가진다. 이것은 과학영재의 수업에서는 과학자 양성이라는 목표가 두드러지게 강조되는 것으로 해석할 수 있다.

그러나 B 교사 역시 과학영재 수업 초기에는 현재와는 다른 모습이었음을 회상하였다. 이론적 접근에 따라 어렵고 복잡한 것을 다루었으며, 교사는 설명자의 역할을 하기도 하였다.

초기는 어려운 것, 신기한 것, 복잡한 것을 보여주기가 중요했어요. 지금은 쉬운 것, 일상적인 것, 간단한 것, 그런 것에서 우리가 모르고 지나치는 것을 찾기, 재발견하기, 재정의하기, 문제점 찾기 이런 것에 신경 씁니다..... 혼자 떠드는 수업에서 지켜보는 수업으로 바뀌었어요.

(2009. 9. 21. B 교사 2차 면담)

이것을 통해 교사가 탐구에 대한 강한 신념을 가지고 있다 할지라도 그에 적합한 방법을 찾고 수업으로 실현하기까지는 성숙기간이 필요하며, 이 때 여러 가지 요인의 영향을 받는다고 추론할 수 있다.

2) 과학교수지향의 변화에 영향을 끼친 요인

■ 과학영재교육의 이론적 지식

교사들은 대학원에서 과학영재교육 이론을 접하였지만, 실제로 영재수업을 담당하기 전까지는 단순히 흥미로운 내용이라고만 생각하였다. 학생 수준과 교실 여건이 다른 일반과학수업에 적용할 수 있는 방법이 아니라고 인식한 것이다.

교사들이 과학영재 수업을 담당하게 되면서 즉각적인 필요성 때문에 영재교육 이론에 대한 관심이 증가하고, 이론에 따라 수업을 하였다. 두 교사 모두 과학영재에게는 개방적 탐구가 필요하다고 생각하였으나 의도와는 달리 교사 중심의 수업 모습을 나타낸 것으로 여겨진다. 즉 과학영재교육의 초기에는 교사가 영재교육에 대한 이론적 지식을 수용함으로써 교사가 의도하는 교수지향이 변화하기도 하지만, 수업 실행을 통해 드러나는 모습은 교사의 의도와 반드시 일치하지는 않는다.

초기에는 뭐 그냥 뭐... 탐구력, 탐구과정 그래서 이 막연했던 거를 이론적으로 뒷받침해줄 수 있는 그런 이론적 토대를 자꾸 만들어가는 거 같애요. 왜 내가 이거를 해야 되는지 고거는 이제 아이들의 창의적 아이디어가 더 들어가면 좋겠다, 그런 거는 내 생각이고. 그런 거의 배경이 되는 과학교육학에서 얘기하는 그런 근거나 사례를 더 많이 찾게 돼서 고런 부분이 좀 보강이 되지 않았나 생각해요.

(2009. 9. 9. A 교사 2차 면담)

과학영재 수업 경험이 축적되면서 교사의 이론적 지식은 수업 실행의 토대가 되는 것으로 보인다. 경험에 기초하여 이론에 대한 비판적 선택이 이루어지고, 과학영재의 특성에 적합한 교수전략과 기술이 발달하면서 이론을 실행으로 구현할 수 있게 된 것이다.

■ 과학영재 수업경험을 통한 자기반성

과학영재교육에 대한 이론적 지식이 교수 실행에서 의미있는 변화를 일으키는 것은 교사들의 과학영재수업 경험과 밀접한 관련이 있는 것으로 보인다. 이론에 기반하여 만든 프로그램을 수업에 적용한 후, 학생들의 반응이나 실질적 교육 효과에 대해 모니터링하고 자기반성을 통해 개선시키게 된다. 이 과정에서 어떤 프로그램은 폐기되거나 수정된다.

근데 이게(프로그램) 처음 적용했을 때는 그 결과가 어떨지 잘 몰라서 학생들의 반응이 요걸 일단은 관심 있어 할까, 요 실험을 한다고 했을 때 관심이 있었던 거는 지금까지 내가 써 먹는 프로그램으로 활용하고, 살아 있는 거고. 그렇지 않은 거는 중간에 한 번 하다가 요거는 안 되겠구나 하는 거는 다시는 안 쓰는 거지요..... 학생들 반응도 봐야 되고, 그리고 내가 개발한 아이템을 위한 노력도 있어야 되고, 그런거 같애요.

(2009. 9. 9. A 교사 2차 면담)

수업 경험이 축적되면서 경험을 통해 얻게 된 지식과 이해에 바탕하여 영재교육에 대한 이론이 비판적으로 검토되고 재정의된다.

두 교사 모두 자신들의 과학영재수업에 큰 영향을 끼친 계기를 과학고등학교에 근무하게 된 것이라고 하였다. 과학적 재능이 뛰어난 학생들을 일상적으로 가르치게 됨으로써 수업 준비에 더 많은 시간을 들이고, 학생에 대한 이해는 깊어졌으며, 수업을 통한 즉각적인 피드백이 이루어지게 된 것이다. 탐구력 신장을 위해 막연하고 어려운 과학지식을 다루기보다 이론적인 배경을 가지고 학생들의 창의적 아이디어가 들어갈 수 있는 개방적인 탐구를 구성하게 된 것이다. 이것은 과학영재 담당 교사의 수업 전문성도 일반 과학수업에서와 마찬가지로 실제 수업 맥락에서 발달하는 측면이 강하다는 것을 보여준다.

■ 전문성 계발을 위한 교사의 지속적인 노력

교사들의 자기반성은 전문성 계발을 위한 교사의 지속적인 노력을 수반한다. 교사들은 교사 모임, 연수, 학회참석, 논문 리뷰, 전문가 문의 등의 노력을 기울여 왔다. 일례로 B 교사는 방학기간에 개인적으로 대학의 연구실에 들어가 2주 동안 분자유전학 관련 실험기술을 익혔다. 학생들의 영재성을 해치지 않아야 한다는 자기경계와 교육을 통해 영재성을 계발해야 한다는 책임감은 교사들의 노력을 채찍질하는 자극이 된다. 두 교사가 과학영재수업을 시작하는 초임 교사에게 주는 제언에는 이러한 노력에 대한 촉구가 담겨있다.

> 수업을 할 때는 그거(영재성)를 좀 키워줄 수 있는 활동을 많이 개발해서 적용해야 되고 그러한 질문이나 자극을 줄 수 있는 그런 형태가..... 그거에 대한 고민이 좀 있어야.....
>
> (2009. 9. 9. A교사 2차 면담)

> 남의 수업을 많이 보고, 가능하다면. 과학교육과 관련된 책이나 논문들 많이 보고, 자신의 수업을 반성해보고 뭐 그런 통상적인 거죠. 무엇보다 귀찮아하지 않기가 중요하고, 남의 것 그대로 베끼려고 하지 말고 학생들에게 요구하는 것처럼 스스로 생각해서 문제를 찾고 해결방안을 창의적으로 고안해보기.
>
> (2009. 9. 21. B교사 2차 면담)

교사들의 자기계발 노력은 과학영재 수업을 하기 이전부터 계속되어 온 것이다. A 교사는 일반학교에 근무할 때도 교사 모임에서 활발하게 활동하고 과학의 대중화를 위한 노력을 해 왔다. B 교사는 전공서적을 공부하고 전문가에게 도움을 요청했다. 그러나 교사들의 이런 노력은 직업적 책무성에만 기댄 것은 아니다. 교사 자신이 빠르게 발달하는 과학에 대한 지적 갈증을 느끼고 학습자적인 자세로 갈증을 해소하고자 하는 욕구가 있다. 이것은 학생들에게 '나도 같이 연구하고 같이 공부하는 선생님' 으로 보이고 싶다는 A 교사의 바램에서도 확인할 수 있다. 교사들의 모습은 Robinson *et al.*(2007)이 영재교사로서 전문성을 가진 교사가 갖추어야 할 특성에 대한 다음 진술 속에 고스란히 담겨 있다.

> 학생들이 평생 학습자가 되고자 하는 바람을 갖도록 도와야 한다는 목적을 지니고 있는 교사들은 그들 자신도 같은 목적을 지니고 있다. 그들은 자신의 기술을 끊임없이 계발하고 조율하며 반성적 교사와 독자가 되며, 학생들과 교사 자신을 위해 할 수 있는 선택들에 관해 연구하고, 그들의 이해를 더 성숙하게 만드는 사람을 찾고, 그들로부터 배우며, 전문가로부터 도움을 구하며, 학습에 열정적이다.

■ 교사의 과학영재 교육철학

교사는 자신의 경험에 기반하여 영재성을 정의하고 교육적 접근에 대한 신념을 형성한다. 이것이 교육철학으로 정립되고 내면화하기까지는 탐색과 실행의 시간이 필요하다. 교사의 과학영재 교육철학은 영재성을 정의하고 교수의 지표를 제시한다는 점에서 과학교수지향에 결정적인 역할을 한다.

> 그러니까 이제 영재성이 뭔지. 거기에 대해서 영재교육을 하는 사람들이 합의를 해 줄 필요가 있는데, 그거는 이제 영재를 선발할 때나 수업을 할 때나, 실험탐구활동을 시킬 애들을 지도할 때나 조금 이제 관점에 따라서 좀 달라지는 거 같애요.
>
> (2009. 9. 9. A 교사 2차 면담)

> 영재교육에 있어서 철학이 없이 아이들을 볼 수는 없을 것 같고. 우리가 흔히 이야기 하는 영재는 이런 아이다라고 기준으로 내놓은 것들은 어쨌든 우리가 한번 고려해야 할 기준인 것인지..... 그래서 그것(영재성)을 바라볼 수 있는, 그래서 그것을 적재적소에서 격려해주고 호응해 줄 수 있으려면 단순히 심정적으로 아이들을 좋아하고 뭐 이런 것을 떠나서 교육 철학적 백그라운드가 있어야 할 것이라는 생각이 들어요.
>
> (2009. 4. 6. A 교사 1차 면담)

교사의 지속적인 노력을 바탕으로 과학영재교육의 이론적 지식과 수업 경험에 의한 자기반성의 상호작용으로 교사의 과학영재 교육철학이 정립되고 내면화됨으로써, 교수지향과 교실의 모습이 달라진다. 이 단계에 이르러 수업 실행에서 과학교수지향의 변화가 일어나고, 교사의 의도와 교수실행을 통해 나타나는 과학교수지향이 일치되는 것으로 보인다.

Ⅴ. 결론 및 제언

본 연구 결과 경력교사들의 과학영재 수업에서는 교사의 신념에 따른 교육과정 조직, 개방적인 수업 환경 조성, 수업의 책임과 교사의 권한을 학생에게 위임하고 다양한 시도에 대한 격려, 학생의 사고를 촉진하는 질문, 교과에 대한 심화 지식 제공, 과학 연구의 성격에 대한 명시적 언급을 하는 등 몇 가지 특징이 드러났다.

이러한 교수 특징은 교사들이 '개방적 탐구' 지향을 가지고 있음을 보여주며, 이것은 과학영재학생들을 미래 과학자로 양성한다는 교육목표와 밀접한 관련이 있다. 그러나 교사에 따라 '학문적 엄격성' 지향과 '발견' 지향과 같이 다소 다른 지향을 나타내기도 한다. 이것은 교사들의 PCK 구성요소에서의 구체적 내용과 강조점의 차이에 따른 것으로, 수업에서 다루는 내용 수준이나 도입되는 과학 개념의 범위 등에 차이를 가져온다.

교사들의 수업에서 드러난 과학교수지향은 수업 대상학생과 영재수업 경험의 축적에 따라 변화해왔다. 과학영재학생을 가르치게 됨에 따라 A 교사는 '활동주도'에서 '개방적 탐구'와 '학문적 엄격성' 지향으로 변화하였으며, B 교사는 '개방적 탐구'와 '안내된 탐구'에서 '개방적 탐구'와 '발견' 지향으로 변화해왔다. 그러나 두 교사의 과학영재 초기 수업에서는 이전의 교수지향이 나타나기도 하는 등 교사의 의도와 수업을 통해 나타나는 과학교수지향이 일치되지 않는 모습도 있었던 것으로 보인다.

교사들이 의도한 교수지향과 과학영재 수업에서 도출되는 교수지향이 일치되어 나타나는 것은 교사의 과학영재 교육철학이 정립되어 내면화됨으로써 가능해진다. 연구에 참여한 교사들은 오래 전부터 좋은 수업을 구현하기 위해 노력하는 평생학습자로서의 자세를 유지해왔으며, 과학영재를 지도하게 되면서부터는 학생들의 영재성을 해치지 않고 계발시켜야 한다는 자기경계를 잊지 않고 있었다. 교사의 지속적인 전문성 계발 노력을 바탕으로 교사들의 이론적 지식은 실제 수업 경험을 통해 점검되고 비판적으로 선택됨으로써 과학영재 교육철학으로 정립되어 간다. 일련의 과정을 통해 교사들의 PCK 구성요소인 교과내용지식, 학생 지식, 교수전략 지식, 교육과정 지식이 변화하고, 각 구성요소와 상호작용하는 과학교수지향에도 변화가 일어난다.

본 연구를 바탕으로 보다 효과적인 과학영재수업을 위해서 몇 가지 제안하면 다음과 같다.

첫째, 과학영재 교육을 담당하는 초임교사와 경력교사에게 다른 수준의 수업 경험을 제공하는 연수 프로그램이 실시되어야 한다. 연구 결과에서 교사의 과학영재 교육철학은 교실 수업을 통해 정립되어 가는 측면이 있으므로, 교사들의 전문성 신장을 위해서는 직·간접적인 수업 경험이 필수적이다. 과학영재를 가르치는 초임교사는 영재교육에 대한 이론과 함께 경력교사의 수업 참관, 수업 프로그램 구성과 적용, 자기반성을 통한 프로그램 수정과 같은 경험을 제공할 필요가 있다. 그러나 경력 교사의 경우에는 과학교과에 기반한 연구 경험을 제공하고 이를 과학영재 수업으로 구현하는 연수 프로그램이 더 적합할 것이다. 이를 통해 교사에게 가장 큰 부담으로 작용하는 교과 전문성을 신장시키고, 학생들의 연구를 지원할 수 있을 것으로 기대된다.

둘째, 교사가 과학영재교육에 대한 신념을 수업으로 구현할 수 있도록 재량권을 주어야 한다. B 교사의 경우 유연한 시간 운영으로 과학지식 생성 경험을 제공하려는 교사의 교육 목표를 달성할 수 있었던 점을 고려할 때, 교사 재량권을 확대하는 것은 주제의 선택 폭을 넓히고 학생활동의 내용과 질을 달리할 수 있는 방법이 될 수 있다. 중등 영재교육원에 선발된 학생들의 상당수가 초등 영재교육원 경험이 있어서 90분의 제한된 시간에 할 수 있는 실험수업의 한계를 더 많이 인식하고 있다는 점도 고려되어야 할 것이다.

국문 요약

이 연구는 2명의 중등 과학영재 지도 교사의 수업 전문성을 교수지향의 관점에서 알아보고자 한 것이다. 두 교사 모두 6년 이상 중등 과학영재의 생물 수업을 담당하였으며, 영재교육 교사연수를 이수하였다. 참여교사 당 2차시의 수업관찰과 녹화, 2차례의 심층면담을 통해 자료를 수집하였다. 모든 수업자료와 면담자료는 전사된 후 분석되었다.

연구결과 교사들의 수업에서 몇 가지 특징이 나타났다. 두 교사 모두 '개방적 탐구' 지향을 나타냈다. 이것은 탐구력과 창의적 문제 해결력을 신장시켜 과학영재가 과학자로 성장할 수 있도록 도와야 한다는

교사의 교육목표와 신념을 반영한 것이다. 그러나 교사의 전문적 지식의 구체적 내용과 강조점의 차이에 따른 신념은 '학문적 엄격성'과 '발견'의 서로 다른 지향으로 나타나기도 하는데, 이것은 수업에서 다루는 교과 내용 수준이나 범위 등에 영향을 주는 것으로 보인다. 교사들의 과학교수지향은 수업 대상 학생과 과학영재 수업 경험의 증가에 따라 변화한 것으로 나타났다. 이 과정에서 교사의 과학영재 교육철학이 교수지향에 중요한 영향을 끼치는 것으로 나타났다. 교사의 전문성 신장을 위한 지속적인 노력을 바탕으로, 교사는 수업에 대한 자기반성을 통해 과학영재교육의 이론적 지식을 비판적으로 검토한다. 이를 통해 교사의 과학영재 교육철학이 정립되고 내면화될 때, 교사가 의도한 과학교수지향이 수업 실행에서도 일치되게 나타나는 것으로 보인다.

참고 문헌

교육인적자원부 (2007). 제2차 영재교육진흥종합계획('08-'12).

강경희 (2010). 과학영재교육 관련 국내 연구 동향. 한국과학교육학회지, 30(1), 54-67.

김경진 (2005). 과학영재학교 과학교사들의 영재교육에 대한 신념과 교수활동 유형. 서울대학교 박사학위논문.

김경진, 권병두, 김찬종, 최승언 (2005). 과학영재학교 과학교사들의 영재교육에 대한 신념과 교수활동 유형. 한국과학교육학회지, 25(4), 514-525.

김득호, 강경희, 박현주 (2009). 과학영재교육원 운영에 대한 서울시과학영재교육원 교사들의 고려사항. 한국과학교육학회지, 29(1), 90-105.

박경희, 서혜애 (2005). 과학영재학교 교육프로그램에 대한 학생 및 교사의 인식 분석. 교육과정연구, 23(3), 159-185.

서혜애, 박경희 (2005). 과학영재교육 교사 교수방법 전문지식 측정도구개발. 한국교원교육연구, 22(2), 159-180.

심규철, 김현섭 (2006). 지역 영재교육원 과학영재교육 담당 교사의 영재교육에 대한 인식 조사. 한국생물교육학회지, 34(4), 479-484.

이봉우, 손정우, 최원호, 이인호, 전영석, 최정훈 (2008). 과학영재교육에서 교사들이 겪는 어려움. 초등과학교육, 27(3), 252-260.

정득실, 김찬종, 이선경, 오필석, 맹승호, 정애란 (2007). 구성주의적 수업을 위한 워크숍에 참여한 중등 과학 교사의 교수 지향과 수업 실행. 한국과학교육학회지, 27(5), 432-446.

조호제, 윤근영 (2009). 교사의 발달단계에 따른 수업전문성의 차이 분석. 열린교육연구, 17(2), 183-207.

최선영 (2007). 초등과학 영재학급 담당 교사의 영재 교육에 대한 인식 조사. 초등과학교육, 26(3), 252-259.

한기순, 배미란, 박인호 (2003). 과학영재들은 어떻게 사고하는가. 한국과학교육학회지, 23(1), 21-34.

Anderson, R. D., & Smith, E. L. (1987). Teaching Science. In V. Richardson-Koehler (Ed.), Educators' handbook: a research perspective. New York: Longman

Bloom, B. S. (1985). Developing Talent in Young People. New York: Ballantine Books.

Borko, H., & Putnam, R. T. (1996). Learning to Teach. Handbook of educational psychology, 2, 673-708.

Cochran, K. F., DeRuiter, J. A., & King, R. A. (1993). Pedagogical Content Knowing: An Integrative Model for Teacher Preparation. Journal of Teacher Education, 44, 263-263.

Coleman, L. J., & Cross, T. L. (2005). Being gifted in school: An introduction to development, guidance, and teaching. Waco, TX: Prufrock Press.

Cooper, C. R., Baum, S. M., & Neu, T. W. (2004). Developing Scientific Talent in Students With Special Needs: An Alternative Model for Identification, Curriculum, and Assessment. Journal of Secondary Gifted Education, 15(4), 162-169.

Davis, A., & Rimm, B. (1998). Education of the gifted and talented. Boston: Allyn & Bacon.

Feldhusen, J. F. (1997). Secondary services, opportunities, and activities for talented youth. In N. Colangelo & G. A. Davis (Eds.), Handbook of Gifted education (2nd ed.). Boston: Allyn & Bacon.

Feldhusen, J. F. (2003). Beyond General Giftedness. New Ways to Identify and Educate Gifted, Talented and Precocious Youth. In J. H. Borland (Ed.), Rethinking Gifted Education. New York: Teachers College Press.

Friedrichsen, P. M., & Dana, T. M. (2005). Substantive-Level Theory of Highly Regarded Secondary Biology Teachers' Science Teaching Orientations. Journal of research in science teaching, 42(2), 218-244.

Gardner, H. (1983). Frames of mind: The theory of multiple intelligences. New York: Basic books.

Grossman, P. L. (1990). The making of a teacher: Teacher knowledge and teacher education. New York: Teachers College Press.

Guilford, J. P. (1967). The Nature of human intelligence. New York: McGraw-Hill Book Company.

Hansen, J. B., & Feldhusen, J. F. (1994). Comparison of Trained and Untrained Teachers of Gifted Students. Gifted Child Quarterly, 38(3), 115-123.

Magnusson, S., Krajcik, J., & Borko, H. (1999). Nature, Sources, and Development of Pedagogical Content Knowledge for Science Teaching. In J. Gess-Newsome, & N. G. Lederman (Eds.), Examining Pedagogical Content Knowledge: The Construct and its Implications for Science Education. Dordrecht: Kiuwer.

Maker, C. J., & Nielson, A. B. (1995). Curriculum Development and Teaching Strategies for Gifted Learners (2nd ed.). Austin, TA: Pro-Ed.

Neu, T. W., Baum, S. M., & Cooper, C. R. (2004). Talent Development in Science: A Unique Tale of One Student's Journey. Journal of Secondary Gifted Education, 16(1), 30-36.

Renzulli, J. S. (1986). The Three Ring Conception of Giftedness: A Developmental Model for Creative Productivity. In J. E. D. Robert, & J. Sternberg (Eds), Conception of giftedness. Cambridge University Press.

Renzulli, J. S. (2004). Systems and Models for Developing Programs for the Gifted and Talented. Mansfield Center, CT: Creative Learning Press.

Robinson, A., Shore, B. M., & Enersen, D. L. (2007). Best Practices in Gifted Education: An Evidence-Based Guide. Waco, TX: Prufrock Press.

Schulman, L. S. (1986). Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. Educational researcher, 15(2), 4-14.

Segall, A. (2004). Revisiting pedagogical content knowledge: The pedagogy of content/the content of pedagogy. Teaching and Teacher Education, 20(5), 489-504.

Sellin, D., & Birch, J. (1980). Educating gifted and talented learners. Rochelle, MD: Aspen Publications.

Silverman, L. K. (1982). The Gifted and Talented. In E. L. Meyen (Ed.), Exceptional Children and Youth. Denver, CO: Love.

Sternberg, R. J. (2001). Complex cognition: The psychology of human thought. Oxford [England]: Oxford University Press.

Sternberg, R. J., & Lubart, T. I. (1995). Defying the crowd: Cultivating creativity in a culture of conformity. New York: Free Press.

Taber, K. S. (2007). Science Education for Gifted Learners? In K. S. Taber (Ed.), Science Education for Gifted Learners. Routledge.

Tannenbaum, A. J. (1983). Gifted Children: Psychological and Educational Perspectives. New York: MacMillan

Terman, L. M. (1954). Scientists and non-scientist in a group of 800 gifted men. Psychological Monographs, 68(7), 1-44.

Tomlinson, C. A. (1999). The differentiated classroom: Responding to the needs of all learners. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.

VanTassel-Baska, J., Bass, G., Ries, R., Ploland, D., & Avery, L. (1998). A National Study of Science Curriculum Effectiveness With High Ability Students. Gifted Child Quarterly, 42(2), 200-211.

VanTassel-Baska, J., & Stambaugh, T. (2006). Comprehensive Curriculum for Gifted Learners (3rd ed.). Boston: Pearson/A and B.

Volkmann, M. J., Abell, S. K., & Zgagacz. M. (2005). The Challenges of Teaching Physics to Preservice Elementary Teachers: Orientations of the Professor, Teaching Assistant, and Students. Science Education, 89(5), 847-869.

Whitemore, J. R. (1986). Understanding a Lack of Motivation to Excel. Gifted Child Quarterly, 30(2), 66-69.