

과학영재교육원 사사교육을 위한 모형 개발

윤기상¹ · 김범기^{2*}

¹대전전민고등학교 · ²한국교원대학교

Development of a Mentorship Education Model for the Gifted of the Science Education Institute

Ki-Sang Yoon¹ · Beom-Ki Kim^{2*}

¹Daejeon Jeonmin High School · ²Korea National University of Education

Abstract: This study was performed to develop a model for mentorship education in the science education institute for the gifted. Existing mentorship education models were focused on R&E, which involved science high school students as research participants. For this purpose, a new model was proposed with comparatively definite stages and terms, and based on the theoretical background concerning science inquiry abilities and scientific creativities or the mentorship education in the science education institute for the gifted. Existing mentorship models for science-gifted students were analyzed and compared with the scientific inquiry process and science paper form. A science paper form consisting of four stages was selected. A new model was constructed consisting of six stages, and this model was modified to be made fit for application to students in the physics mentorship course at the science education institute for the gifted in K National University. Good points and improvable points of the model through the application were identified, and the model was modified accordingly. In conclusion, a new model was proposed as a mentorship model for science-gifted students. This model was constructed using the PREPARATION-INTRODUCTION-METHOD-RESULT-CONCLUSION-FINISH format.

Key words: mentorship education model, the gifted of the science education institute, science-gifted

I. 서론

과학영재들의 과학에 대한 태도 수준은 보통을 상회하며, 일반학생들에 비해 과학에 대한 흥미가 매우 높고, 교과외의 흥미는 재능 영역 및 성별에 따라 차이가 있다(소금현 등, 2000; 심규철 등, 2001a, 2001b). 또한 일반학생보다 과학탐구능력이 우수한데, 그중 기초탐구능력보다 통합탐구능력 분야에서 더욱 큰 차이가 있다(양태연 등, 2003). Renzulli (1986)는 영재성을, 학교 성적이 좋고 지식의 습득과 시험 기술이 뛰어난 형태의 학교 친화적 영재성 (schoolhouse giftedness)과 새로운 아이디어나 개념을 만들어 내는데 뛰어난 창의적이고 생산적인 영재성(creative-productive giftedness)으로 구분하였는데, 한기순 등(2003)은 이 구분이 Simonton (1988)의 수용적 전문성(received expertise)과 창의

적 전문성(creative expertise)의 개념 구분과 유사하다고 보았으며 후자가 보다 강조되어야 할 부분이라고 하였다. 조석희(2000)는 교육청과 학교의 영재 교육프로그램은 특성을 제대로 갖추지 못하고 있다고 하였는데, 특성인, 학생중심, 과정중심, 탐구중심, 문제해결 학습, 산출물 생산과 같은 접근을 적용하기 보다는 교사 중심이고 지식중심이며, 개방되기보다는 경직되어 있고, 강의중심이며 문제풀이 중심이라는 것이다. 이러한 프로그램은 창의성 개발보다는 지식 중심의 영재교육이 될 수밖에 없다고 하였다.

학습은 특정 사회 집단에서의 점진적인 참여를 통해 이루어지는데, 초심자가 주변적 참여를 하는 새로운 방문자로부터 그 집단의 핵심적인 참여자로 변화하는 과정으로 볼 수 있다(임희준, 2004; Lave & Wenger, 1991). 사사 프로그램은 학교의 정규 과학 교육과정에서 흔히 이루어지는 소위 요리책식의 과학

*교신저자: 김범기(kimbk@kne.ac.kr)

**2011년 04월 22일 접수, 2011년 06월 08일 수정원고 접수, 2011년 06월 09일 채택.

실험 교육과는 달리, 개방된 탐구 환경에서 이루어지는 실제 연구 프로젝트에서 학생들이 과학자와 함께 활동하게 함으로써 보다 실질적인 과학 탐구의 기회를 제공한다(Driver *et al.*, 1994). 사사교육은 대학교수 및 연구진들의 연구에 참여하여 보조하는 가운데, 교수와 학생간의 밀착형 개인교수 활동(tutorial activity)으로 심화학습을 촉진하여 최종적으로는 과학 영재들의 자발적인 참여와 자기주도적 학습 설계에 의해 저마다의 창의성 및 과학 탐구력을 극대화할 수 있도록 돕고자 하며, 창의적 사고력과 자기 주도적 문제 해결력을 가진 창의적 생산자를 양성하는데 중요한 자료를 제공한다(이상천 등, 2002). 해당 분야의 전문가와 함께 활동할 기회를 제공하는 사사 프로그램은 영재 학생들에게 특히 유익하다(Davis & Rimm, 1994). 허정운 등(2003)은 사사교육을 통해 학생들은 자기주도적 학습능력이 향상되었고, 실험설계를 직접 수행함으로써 과학적 사고능력과 창의적 문제 해결력이 신장되었으며, 논문을 직접 발표함으로써 실제 과학 활동을 통한 과학자의 자긍심을 가지게 된다고 하였다. 사사 프로그램은 영재학생들에게 그들의 잠재력을 계발하고, 독립적인 연구를 수행할 수 있는 능력을 기르는 효과적인 기회를 제공할 뿐만 아니라 학생들은 사사 프로그램을 통하여 그 분야의 연구를 직접 경험함으로써 해당 분야에 대한 자신의 능력 및 흥미를 평가할 수 있고, 이를 통해 보다 실질적인 관점에서 향후 진로 및 직업을 선택할 수 있게 된다(Abraham, 2002; Milam & Schwartz, 1992). 이러한 장점에 사사 프로그램은 영재교육 프로그램에서 필수적인 경험으로 요청된다(Beck, 1989). 사사 프로그램에 참여하는 학생들은 실험실에서 과학자들과 함께 활동하면서 사회적, 문화적으로 그 집단에 적합한 방식으로 일을 수행하고 상호작용하는 방법을 배워 나가게 된다. 처음에는 일종의 방문자로서 실험실 활동을 관찰하는 것에서 시작하여 점진적인 참여를 통하여 실험실의 정식 한 멤버로서 활동하는 것을 배우게 되고, 점차 과학이 무엇이고, 과학자들에 의하여 과학이 어떻게 수행되는지에 대한 이해를 얻게 된다. 즉, 과학자의 문화에 참여함으로써 그들처럼 사고하고, 논쟁하며 상호작용하는 것을 배우게 된다(Lave & Wenger, 1991; Richmond & Kurth, 1999). 김정대 등(2006)은 R&E 프로그램이 과학영재들의 과학 지식 및 탐구 능력의 향상뿐만 아니라 과학의 본성에 대한 인식에 있

어서도 긍정적인 기여를 하는 것으로 보인다고 하였고, 김정대와 심재영(2008)은 R&E 프로그램에 참여한 경험이 있는 KAIST 신입생을 대상으로 조사한 설문문의 응답을 분석한 결과, 응답자들은 동료들과의 협력, 전문 과학지식의 습득, 과학자의 생활과 자세에 대한 이해, 과학에 대한 흥미, 과학적 탐구방법, 창의적 사고력 향상 순으로 긍정적으로 인식하였다고 하였으며, 동료들과의 협력 필요성, 과학자의 생활과 자세에 대한 이해, 과학에 대한 흥미 등이 향상되었다고 인식하고 있음을 보고하였다.

멘토는 학생들의 생산적인 참여와 과학 및 과학탐구에 큰 영향을 미치므로(강성주 등, 2009), 사사 프로그램에서 학생들의 동기를 충족시키고 증진시킬 수 있는 가치있는 프로젝트를 제공하기 위한 멘토 과학자의 지속적인 노력이 요구된다. 아울러 사사 프로그램이 학생들에게 단지 차원이 다른 연구의 경험을 제공하고 수행하도록 하는 것을 넘어서 학생들로 하여금 연구가 수행되는 공동체의 역할과 문화에 대하여 공유하고 이해할 기회를 제공할 필요가 있음을 시사한다(임희준, 2004). 홍숙희와 김성원(2000)은 중학교 수준의 과학영재교육프로그램은 지적욕구에 초점을 둔 심화 프로그램을 다양화하여 학생들의 탐색의 폭과 기회를 넓혀주는 것이 바람직하다고 하였다. 과학영재 학생들은 그들의 지적 수준에 비해 쉬운 과제가 주어지는 경우 자신의 능력을 발휘할 필요성을 느끼지 못해 지적 능력을 발휘하지 못하므로 사사교육 대상자들의 높은 지능수준을 고려한 교육프로그램의 개발이 필요하다(조선희 등, 2007). Maker(1982)는 과학 영재를 위한 교수학습방법이나 계획을 세울 때, 창의적 문제 해결 능력, 자기 주도적 학습 능력, 인지적 자극을 위한 고급 사고 능력, 학습 속도에 따른 개방적인 교수학습 방법, 개인의 관심 등에 집중하여야 한다고 하였다. 황명주(2007)는 과학자들이 연구하는 과정과 같은 방법으로 연구를 수행하는 것이 영재교육의 사사교육으로 바람직하다고 하였다. 우리나라에서는 2003년부터 과학고등학교 지원 사업으로 대학교수 및 연구원 등의 전문가와 지도교사가 R&E 프로그램을 운영하고 있으며, 25개의 대학부설 과학영재교육원에서도 중학교 3학년 학생들을 대상으로 운영하고 있다(황명주, 2007).

사사교육이 영재교육에서 이렇게 중요하게 여겨지는 만큼 사사교육을 위한 모형이 국내외에서 여러 연

구자들에 의해 개발되었다(이선길, 2006). 이런 사사 모형은 교과와 상관없이 제작된 경우도 있지만 대부분은 과학분야에서 활발하게 이루어졌다. 국내에서도 과학분야 연구자들에 의해서 최근 몇 년 동안 몇 개의 사사모형이 발표되었다(Shim & Kim, 2005; 허정운, 2004; 이선길, 2006; 황명주, 2007). 하지만 이 모형들은 과학고나 영재고 학생들을 위한 것으로, 대학부설 과학영재교육원에서 제한된 시간 속에 사사교육을 받는 중학생들에게 적용하기에는 무리가 있다. 또한 본 연구자가 사사교육을 맡게 되어 사사모형들을 조사하고 검토한 결과, 일부 용어가 연구자들에 의해 정의되고 명명되다 보니 다른 뜻을 가진 같은 용어가 사용되거나 같은 용어의 단계에 다른 탐구요소가 포함되어 있어 매우 혼동되었다. 따라서, 멘토가 단계와 세부과정을 쉽게 인지할 수 있는, 대학 부설 과학영재교육원에서 제한된 시간 속에 이루어지는 사사교육만을 위한 모형이 필요하다.

이 연구는 비교적 명확한 단계와 용어로 이루어져 있으면서 과학탐구와 과학창의성에 배경을 둔 사사모형을 제안하는데 그 목적이 있다. 단, 기존의 사사모형들과 마찬가지로 멘티를 담당하여 지도하는 멘토가 행하지 않는 코디네이터 등의 역할에 대한 부분은 본 연구에서 제외되었으며 순수하게 연구의 진행부분을 중심으로 연구되었다. 연구 문제는 다음과 같이 크게 세 가지로 제시하였다. 첫째, 기존에 제안된 사사모형을 분석하여 과학자들이 인지하기 쉽도록 과학 논문 형식에서 사용하는 용어로 된 새로운 형태의 사사모형을 개발한다. 둘째, 과학영재교육원 사사과정 학생들을 대상으로 모형을 적용하여 모형의 적합성을 평가하고 장점과 개선점을 파악한다. 셋째, 적용 결과를 토대로 수정된 모형을 제안하고 단계별 세부 과정과 필요한 과학 탐구 요소와 과학 창의성 요소를 제시한다. 이 세 가지 연구 문제는 시간적으로 연속적이어서 한 가지 결론에 귀결된다.

II. 연구 방법

현재까지 국내에 발표된 4개의 과학영재교육을 위한 사사모형(허정운, 2004; Shim & Kim, 2005; 이선길, 2006; 황명주, 2007)을 분석하여 모형의 단계를 일반적인 과학논문 형식과 과학탐구과정(허명, 1984)에 비교하였다. 발표된 사사모형 4개는 각각 다

른 탐구요소를 담고 있는데, 이런 요소들을 두루 포함하는, 6단계의 과학영재교육원 사사교육을 위한 모형을 개발하였다. 개발한 사사모형이 적절한 것인지를 평가하기 위해 충남에 소재한 국립K대학교 과학영재교육원 물리사사과정 학생 3명을 대상으로 1년간 적용하였으며, 적용 중에 학생들과의 대화는 녹음기를 이용하여 녹음하였고, 학생들끼리 실험하고 토론하는 과정은 약간의 물리적 거리를 두고 면밀히 관찰하였다. 녹음된 내용을 분석하고 관찰 결과와 종합하여 모형의 장점과 개선점을 파악하였다.

교육이 필요한 '가설설정' 과 '측정 및 자료해석' 은 별도의 자료를 준비하여 적용하였다. 본 연구자가 멘티들에게 가설설정을 교육할 때 다음의 그림 1을 제시하고 어떤 촛불이 먼저 꺼질지를 근거를 제시하여 가설을 세우도록 지도하였으며(김익균과 이홍준, 2007), 측정과 자료해석에 관해 교육할 때는 PMQ1(Physics Measurement Questionnaire 1)을 제시하고 문항 순서대로 풀게 한 후, 점추론과 집합추론에 대해 설명해 주며, 멘티들 스스로 자신의 추론방식을 개선하도록 지도하였다(Allie *et al.*,1998; Buffer *et al.*,2001; Lubben *et al.*, 2001; Lubben and Millar, 1996)(그림 2 참조).

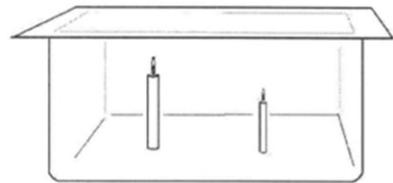


그림 1 김익균과 이홍준(2007)의 논문에서 발췌하여, 가설 설정 교육에 사용한 예제 그림.

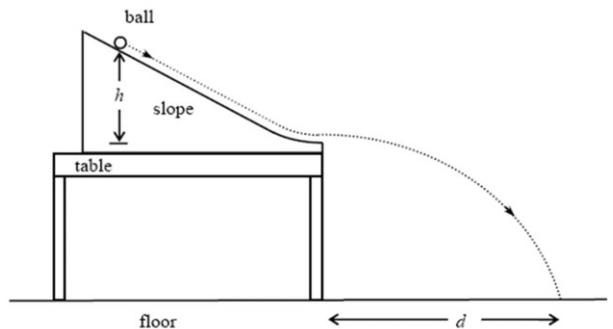


그림 2 PMQ1에서 제시된 상황

적용을 통해서 파악된 부족한 부분, 학생들이 어려워하는 부분, 피드백이 필요한 부분, 과학 탐구 요소, 과학 창의성 요소 등을 참고하여 6단계의 수정된 모형을 제안하였다. 모형의 단계별로 세부 과정을 분류하고 각각의 세부 과정에 필요한 과학 탐구 요소와 과학 창의성 요소를 제시하였다.

III. 연구 결과

1. 과학영재교육원 사사교육을 위한 모형 개발

허정윤(2004), Shim and Kim(2005), 이선길(2006), 황명주(2007)의 모형은 철학적 배경이 조금씩 다르지만 기본적으로 허명(1984)이 제시하는 과학 탐구과정에 크게 벗어나지 않았다. 허명(1984)이 제시한 과학탐구과정이 과학자의 행동을 기반으로 하였기 때문이다. 단지 연구문제에 진입하기 전 과정과 연구를 끝낸 후의 과정이 제시되어 있는 것만이 차이점이다. 연구자별로 사사과정을 자세하게 구분하는 과정에서 용어를 제시하고 그 용어에 대한 조작적 정의를 내렸는데 같은 용어가 다른 의미를 포함하고 있었

다. ‘탐색’의 경우, 허정윤(2004)은 세부 연구 주제를 발견하기 위해 정보를 찾는 과정을 표현하였으며, Shim and Kim(2005)은 문제를 인식하고 가설을 설정하는 단계를 표현하였다. 이선길(2006)은 문제를 선정하기 전 모든 단계를 표현하였으며, 황명주(2007)는 실험을 계획하는 단계를 표현하였다. 또한 ‘수행’의 경우에는 허정윤(2004), Shim and Kim(2005), 황명주(2007)는 자료를 수집하고 정리하는 과정을 표현하였으나, 이선길(2006)은 여기에 자료를 해석하고 분석하는 과정을 더하였다. 이렇듯 같은 용어를 다른 의미로 사용하는 함으로써, 용어에 대한 조작적 정의를, 사사과정을 담당하는 과학자들이 인지하는데 어려움을 줄 여지가 있다. 또한 비슷한 과정을 연구자별로 다른 용어를 사용하기도 하였는데, 허명(1984)의 ‘결과의 종합’에 해당하는 과정을 허정윤(2004)은 ‘분석 및 평가’, Shim and Kim(2005)은 ‘정교화’, 이선길(2006)은 ‘결론도출’, 황명주(2007)는 ‘창의적 산출물 작성 및 공유, 새로운 창의적 RQ 제안’으로 표현하였다(표 1 참조). 이 또한 모형을 고려하려는 멘토가 그 의미를 인지하는데 어려움을 줄 가능성이 있다고 판단된다.

표 1 기존 사사모형의 학습단계 비교

저자 (발표연도)	모형의 학습단계						학술대회 발표		
	2. 이론		1. 서론		3. 방법	4. 결과		5. 결론	
과학논문	2. 이론		1. 서론		3. 방법	4. 결과		5. 결론	
허명 (1984)			문제 발상	가설 설정	실험 설계	자료의 수집과 정리	자료의 해석 및 분석	결과의 종합	
허정윤 (2004)	탐구 주제 정하기	기본 학습 및 정보 탐색	세부 연구주제 정하기 및 연구방법 정하기			탐구 수행	분석 및 평가		창의적 산출물 제시, 발표
Shim and Kim (2005)	유인		탐색	계획	수행	정교화			
이선길 (2006)	탐색		문제선정	계획	수행		결론도출	발표 및 토의	
황명주 (2007)	팀 선발 및 구성	교육 적인 연구 과정	창의적인 연구과정						연구 보고서 작성 및 발표
			RQ 제시	탐색	탐구 수행	창의적 산출물 작성 및 공유, 새로운 창의적 RQ 제안			

연구자는 모든 과학자가 동일한 의미로 사용하는 용어로 되어 있으면서 용어만으로 그 단계를 쉽게 인지할 수 있는 모형을 개발하기 위해 과학 논문에서 사용되는 용어를 빌어 단계를 정하고 단계 안에 세부 과정을 담았다. 인문사회과학분야 논문의 본문은 서론, 본론, 결론으로 나누어 작성하는 경우가 일반적이다(박은자, 유완영, 1988). 하지만 과학과 공학계열은 서론, 이론, (재료 및) 방법, 결과 (및 고찰), 결론 (및 토의, 제언)의 5단계로 작성하는 경우가 일반적이지만 이론을 서론에 포함하여 4단계로 작성하는 경우도 흔하다. 이는 서론에 들어가는 연구의 필요성 및 목적을 기술하는데 있어 논문의 성격에 따라 이론을 먼저 기술하느냐 이론을 따로 기술하느냐에 따라 차이가 있기 때문이다. 허정윤(2004)은 ‘기본 학습 및 정보 탐색’ 단계, Shim and Kim(2005)은 ‘유인’ 단계, 이선길(2006)은 ‘탐색’ 단계, 황명주(2007)는 ‘교육적인 연구과정’ 단계에서 본격적인 연구를 하기 전에 이론과 실험기능을 가르치도록 제안하였다. 시간적으로 이론과 실험기능 교육이 연구 주제를 선정하기 전에 필요하다는 의미이다. 연구자 또한 그 점에 대해 동의하여 앞서 진술한 다섯 단계의 논문 형식이 아닌 이론이 서론에 포함되는 형태인 4단계 형식이 사사 교육과정에 적합하다고 판단하였다. 과학 논문 형식의 사사모형을 본격적으로 시작하기 전 단계를 ‘준비’ 단계라 명명하고 팀 구성, 래포 형성, 일정 안내를 포함하였고, 연구가 끝난 후의 단계를 ‘정리’ 단계라고 명명하고 보고서 작성, 발표, 반성을 포함하였다. 적용을 하기 전 과학 논문 형식(4단계)을 포함한 사사모형을 개발하였다(표 2 참조).

2. 수정된 모형

아래의 대화는 자료해석 과정에서 분석이 잘 되지

않는 것에 대한 토의과정이다. 주파수 분석결과가 이론과 맞지 않은 상황에 대해 멘티들이 해야 할 피드백을 스스로 깨닫게 하였다. 연구자는 이 과정을 통해, 이론과 실험결과가 논리적으로 문제가 없어야 하며, 섬세하고 정확한 분석으로 그래프의 추세선이 높은 결정계수를 갖도록 하여야 한다는 것을 강조하였다. 그래서 이 과정에서는 정합성, 정교성, 단순성을 필요한 과학창의성이라고 보았다.

멘티2: 선생님, 그래프에서요, 이상한 게 있어요. x 축에서 오른쪽으로 갈수록 주파수가 높아져야 되죠? 그런데 중간에 주파수가 낮아지는 곳이 있어요.

멘토 : 그러면 말이 안 되는데. 그 소리를 녹음부터 다시 해봐.

멘티1: (녹음과 FFT를 다시 해본 후) 아까 거랑 좀 달라요. 이 값을 넣으면 그래프가 이상하지 않을 것 같아요.

멘토 : 이제 어떻게 할 거지?

멘티2: 이상한 것들은 녹음부터 다시 할게요.

멘토 : 그래 이상하다고 의심되는 것들은 전부 다시 해봐. 너무 급하게 하지 말고 섬세하게 해.

위와 같은 적용을 통하여 수정된 모형을 완성하였다. 그림 3은 모형을 도식화한 것이다. ‘방법’에서 ‘서론’으로 1회, ‘결과’에서 ‘방법’으로 2회 통틀어 3회의 피드백이 주어졌다. 피드백은 필수 과정이 아닌 선택 과정이어서 점선으로 표현하였다. 실험실계 과정에서 미처 생각지 못했던 연구문제를 새롭게 세우는 경우가 첫 번째 피드백(Feedback 1)에, 실험재료를 준비하여 실험수행을 한 후, 새로운 실험재료를 준비하여 반복실험을 하는 경우가 두 번째 피드백

표 2 과학 논문 형식(4단계)을 포함한 사사모형

단계	세부 과정
준비	팀 구성, 래포 형성, 일정 안내
서론	이론 교육, 실험 기능 교육, 연구의 필요성 및 목적 설명, 연구문제 설정
방법	실험시스템 구성, 실험 설계, 재료 준비
결과	실험 수행, 그래프 작성, 자료 해석
결론	결론 도출, 토의, 새로운 아이디어 제안
정리	보고서 작성, 발표, 반성

(Feedback 2)에, 자료를 해석하는 과정에서 부족한 실험자료 분을 채우거나 잘못 측정된 실험자료 분을 다시 실험하는 경우가 세 번째 피드백(Feedback 3)에 해당한다. '결론' 단계에서 실제로 다음 사사 과정에 이어지지 않는다고 하더라도 연구문제를 인식하고 새로운 아이디어를 냄으로써 하나의 연구과정을 모두 체험하게 된다.

표 3에 단계별 세부 과정을 순서별로 나열하고 과정별로 필요한 과학탐구요소와 과학창의성요소를 표시하였다. 박종원(2004)의 과학창의성요소 중 과학탐구기능은 단계별 세부 과정이나 과학탐구요소와 일부 겹치는 개념이어서 이 표에서는 제외하였다.

진행순서별로 살펴보면, '준비' 단계에는 팀 구성, 래포 형성, 일정 안배가 포함되는데 과학탐구요소와 과학창의성요소가 필요하지 않아 제시하지 않았다. '서론' 단계에 이론 교육, 실험기능교육, 연구의 필요성 및 목적 설명, 연구문제 설정이 포함되었다. 이론 교육에는 과학창의성요소로 과학지식내용을 표시하였다. 연구를 하기 전 알려진 이론을 학습하는 단계이기 때문이다. 실험기능교육에는 과학탐구요소로 관찰, 분류, 측정, 자료수집, 자료해석을 표시하였다. 실험기능교육에서는 실험을 하는 것과 실험을 통해 얻은 결과를 해석하는 능력만을 요구한다. 연구문제 설정에는 과학탐구요소로 예상과 가설설정, 과학창의성요소로 비유, 은유, 귀추를 표시하였다. 예상과 가설설정은 비슷한 개념이며, 비유, 은유, 귀추의 수렴적 사고방법을 추천하였다. '방법' 단계에는 실험시스템 구성, 실험설계, 재료 준비가 포함되었다. 실험시스템 구성에는 과학창의성요소로 유창성, 독창성을 제시하였다. 실험설계에는 과학탐구요소로 변인통제와 과학창의성요소로 유창성, 융통성, 정교성을 제시하였다. 이 과정에서는 변인을 구별하는 것과 기존과

다른 독창적 아이디어 제시가 중요하다. 재료 준비에는 과학창의성요소로 유창성, 독창성을 제시하였다. '결과' 단계에는 실험수행, 그래프 작성, 자료 해석이 포함되었다. 실험수행에는 과학탐구요소로 관찰, 분류, 측정, 자료수집(기록 및 변형)을 표시하고 과학창의성요소로 정교성을 표시하였다. '서론' 단계에서의 실험기능교육보다 높은 수준의 탐구 능력과 정교성을 요구한다. 그래프 작성에는 과학탐구요소로 자료 변형을, 과학창의성요소로 단순성과 정교성을 제시하였다. 자료해석에는 과학탐구요소로 다양한 해석방법을 사용하라는 의미에서 추론, 내삽, 외연, 상관관계, 인과관계를 표시하였다. 과학창의성요소로는 정합성, 단순성, 정교성을 제시하였다. '결론' 단계에는 토의, 결론 도출, 새로운 연구주제 제안이 포함되었다. 토의는 연구로 얻은 결과가 의미하는 바나, 연구로 해결되지 않은 점 등을 다루는 과정이므로 참여한 학생들이 많은 이야기를 나누어야 한다는 점을 감안하여 토의에서는 과학창의성요소로 유창성과 융통성을 표시하였다. 결론 도출은 토의를 통해 얻은 결론을 내리는 과정으로, 과학탐구요소로는 요약, 결론, 일반화를, 과학창의성요소로는 정합성과 단순성을 표시하였다. 결론 도출에서는 지금까지 얻은 결과들을 종합하는 단계로, 결과를 요약하고 그것들을 통해 결론을 얻고 비슷한 현상에 대해 일반화하는 내용을 담고 있다. 이때 내용을 논리적이며 단순화할 필요가 있다. 새로운 연구주제 제안에는 과학탐구요소로 문제발상을, 과학창의성요소로 유창성, 융통성, 독창성을 표시하였다. 사사 과정에서 연구주제는 멘토에 의해 결정되었다. 따라서 학생들은 연구주제를 설정하는 과정을 경험하지 못하게 된다. 새로운 연구주제 제안은 그런 단점을 보완하기 위한 과정으로 많고 다양하면서 독창적인 아이디어를 내는 것이 중요하다. 이 과정을 통해 학생

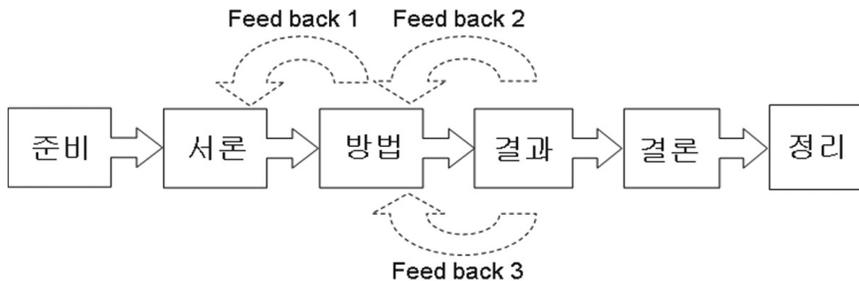


그림 3 과학영재교육원 사사교육을 위한 모형

들은 비로소 연구의 전 과정을 경험하고 학습하게 된다. ‘정리’ 단계에는 보고서 작성, 발표, 반성이 포함되었다. 보고서 작성은 논리적으로 오류가 없어야 한다는 의미로 과학창의성요소로 정합성을 표시하였다. 발표에는 어떠한 요소도 표시하지 않았지만 학생들이 자신감을 갖도록 격려하는 것이 중요하다. 반성에도 요소를 표시하지 않았다. 반성은 사사과정을 경험한 학생들에게 보람과 아쉬운 점, 어려웠던 점 등을 허심탄회하게 대화하는 과정으로 학생들이 많은 이야기를 할 수 있도록 부드러운 분위기를 조성하는 것이 무엇보다도 중요하다.

과학 탐구 요소별로 살펴보면, 연구의 시작단계인 ‘문제발상’은 연구가 끝나면서 느낀 궁금한 점을 멘티들이 연구주제화하라는 의미로, ‘결론’ 단계의 ‘새로운 연구주제 제안’에 배치하였다. ‘예상’과 ‘가설설정’은 실험 전 과정에 해당하므로 ‘서론’ 단계의 ‘연구문제 설정’ 단계에 배치하였다. ‘관찰’, ‘분류’, ‘측정’은 실험하는 과정에 해당하므로, ‘서론’ 단계의 ‘실험기능교육’ 과정과 ‘결과’ 단계의 ‘실험수행’에 배치하였다. ‘변인통제’는 실험을 어떻게 해야 과학적이라고 할 수 있는가와 관련되어서 ‘방법’ 단계의 ‘실험설계’ 과정에 배치하였다. ‘자료 수집 (및 정리)’은 표를 기록하고 변형하는, 실험을 수행하는 중의 활동이어서 ‘서론’의 ‘실험기능교육’과 ‘결과’의 ‘실험수행’ 과정에 배치하였다. 수집한 자료를 변형하여 그래프를 작성하는 ‘자료 변형’은 ‘결과’ 단계의 ‘실험수행’ 다음 과정인 ‘그래프 작성’ 과정에 배치하였다. 완성된 자료를 해석하는 ‘자료해석’은 ‘서론’ 단계의 ‘실험기능교육’ 과정과 ‘결과’ 단계의 ‘자료해석’ 과정에 배치하였다. 실험한 결과를 ‘요약’하고 ‘결론’ 짓고 ‘일반화’하는 일련의 실험을 마무리하는 요소들은 ‘결론’ 단계의 ‘결론 도출’ 과정에 배치하였으며, ‘준비’ 단계, ‘서론’ 단계의 ‘이론교육’ 과정과 ‘연구의 필요성 및 목적 설명’, ‘방법’ 단계의 ‘실험시스템 구성’과 ‘재료 준비’ 과정, ‘결론’ 단계의 ‘토의’ 과정, ‘정리’ 단계는 특별히 과학 탐구 요소가 필요하지 않다고 판단되어 어떠한 요소도 배치하지 않았다.

과학창의성요소별로 살펴보면, ‘과학지식내용’은 실험을 위한 이론을 학습하는 것으로 ‘서론’ 단계의 ‘이론교육’ 과정에만 배치하였다. 연관적 사고에 해당하는 ‘비유’, ‘은유’, ‘귀추’는 기존의 과학지식내용을 연구에 연관지어 생각해서 가설을 설정하는 ‘서

론’ 단계의 ‘연구문제 설정’ 과정에 배치하였다. 확산적 사고 중 ‘유창성’은 유연한 생각으로 다양한 아이디어를 산출해야 하므로 실험을 수행하기 전 ‘방법’ 단계의 모든 과정과 자유로운 분위기 속의 ‘결론’ 단계의 ‘토의’ 과정과 ‘새로운 연구주제 제안’에 배치하였다. ‘융통성’은 비슷한 아이디어들을 묶을 필요가 있는 ‘방법’ 단계의 ‘재료 준비’와 ‘결론’ 단계의 ‘토의’, ‘새로운 연구주제 제안’ 과정에 배치하였다. 남들과의 차별화를 요구하는 ‘독창성’은 독창적 아이디어가 필요한 ‘방법’ 단계의 ‘실험시스템 구성’, ‘실험설계’ 과정과 ‘결론’ 단계의 ‘새로운 연구주제 제안’ 과정에 배치하였다. 수렴적 사고 중 복잡한 데이터를 명료하게 정리하는 것을 요구하는 ‘단순성’은 실험을 끝낸 직후인 ‘결과’ 단계의 ‘그래프 작성’, ‘자료 해석’ 과정과 토의를 통해 명료한 결론을 정리하는 ‘결론’ 단계의 ‘결론 도출’ 과정에 배치하였다. 자료들 사이의 논리 정연함을 요구하는 ‘정합성’은 실험이 끝난 후 연구의 후반에 속하는 ‘결과’ 단계의 ‘자료해석’ 과정, ‘결론’ 단계의 ‘결론 도출’ 과정, ‘정리’ 단계의 ‘보고서 작성’ 과정에 배치하였다. ‘준비’ 단계 전 과정, ‘서론’ 단계의 ‘실험기능교육’ 과정과 ‘연구의 필요성 및 목적 설명’ 과정, ‘정리’ 단계의 ‘발표’ 과정과 ‘반성’ 과정은 특별히 과학 창의성이 필요하다고 생각되지 않아 요소를 배치하지 않았다.

사사과정의 모든 부분을 멘토가 대신해 주거나 멘티가 주도적으로 연구할 수는 없었다. 따라서 멘토와 멘티의 참여율 조정이 필요하였다. ‘준비’ 단계에서는 멘토가 어떤 연구를 하며 실험실에서 어떤 것을 연구할 수 있는지를 멘티가 알 수 없으므로, 실질적인 연구를 시작하기 전인 ‘준비’ 단계는 멘토가 이끌었다. 연구가 시작되는 ‘서론’ 단계에서도 멘토가 주도적으로 행동하였다. 단, 연구문제를 설정할 때 예상을 하고 가설을 문장으로 기술하는 것은 멘티들이 직접 하도록 하여 멘티들이 연구의 주체 의식을 갖도록 유도하였다. ‘방법’ 단계에서는 멘티들의 참여를 더 크게 하여 멘토와 멘티가 1:1의 비율로 연구에 기여하도록 유도하였다. ‘결과’ 단계는 실제 실험을 수행하고 자료를 해석하는 과정으로, 멘토는 멘티들이 하는 행동을 관찰하고 피드백을 주는 역할만 할 뿐 그 외 실질적인 모든 행동은 멘티들이 수행하였다. ‘결과’ 단계부터는 멘토보다 멘티들의 역할이 훨씬 더 비중있게 진행되었다. ‘정리’ 단계에서도 서툴지만 멘티들이

표 3 모형의 단계별 세부과정과 과학 탐구 및 과학 창의성 요소

단계	세부 과정	과학 탐구 요소	과학 창의성 요소
준비	팀 구성		
	래포 형성		
	일정 안내		
서론	이론교육		과학지식내용
	실험기능교육	관찰, 분류, 측정, 자료수집, 자료해석	
	연구의 필요성 및 목적 설명		
	연구문제 설정	예상, 가설설정	비유, 은유, 귀추
방법	실험시스템 구성		유창성, 독창성
	실험설계	변인통제	유창성, 독창성, 정교성
	재료 준비		유창성, 융통성
결과	실험수행	관찰, 분류, 측정, 자료 수집 및 정리 (표 기록과 변형)	정교성
	그래프 작성	자료 변형	단순성, 정교성
	자료 해석	자료 해석(추론, 내삽, 외연, 상관관계, 인과관계)	정합성, 단순성, 정교성
결론	토의		유창성, 융통성
	결론 도출	요약, 결론, 일반화	정합성, 단순성
	새로운 연구주제 제안	문제발상	유창성, 융통성, 독창성
정리	보고서 작성		정합성
	발표 반성		

보고서를 작성하고, 발표자료를 제작하고, 스스로를 반성하도록 하고 멘토는 약간의 보고서 수정과 발표 지도, 반성의 시간을 진행하는 정도의 역할만을 수행하였다. 전반적으로 모형의 전반부에 위치한 '준비'와 '서론' 단계는 멘토의 역할이 멘티보다 더 비중있으며, 중반부에 위치한 '방법' 단계는 멘토와 멘티의 비중이 비슷하며, 후반부인 '결과'와 '결론'과 '정리' 단계는 멘티의 역할이 멘토보다 훨씬 더 비중있게 수행되었다. 후반부에서는 멘토는 조언자의 역할만 하여 멘티가 책임감을 갖고 행동하도록 유도하였다.

IV. 결론

국내 과학교육연구자들에 의해 개발된 사사모형들

을 분석하고 비교한 결과, 제한된 시간에 사사과정을 소화해야 하는 대학부설 과학영재교육원에는 부적절하였다. 또한 연구자의 조작적 정의로 인해 같은 용어가 다른 의미로 사용되거나 같은 이름의 단계에 다른 내용이 포함되어 있음을 알게 되었다. 이는 모형을 참고로 하려는 과학자들에게 혼동을 줄 수 있어 비교적 명확한 의미의 단계와 용어를 사용하여 과학영재교육원 사사교육용 모형을 개발하였다. 개발된 모형을 중학교 3학년으로 구성된 충남에 소재한 국립 K대학교 과학영재교육원 물리사사과정 학생들을 대상으로 적용한 결과, 학생들은 '가설'이란 용어조차도 처음 들을 정도로 탐구 과정을 전혀 모르고 있었으며, 실험을 설계하거나 실험결과를 토대로 결론을 내는 데에도 많은 어려움을 겪는다는 것을 알게 되었다. 따라서 실

제 연구에서 가설을 설정하기 전에 예제를 활용한 가설 설정 훈련과정이 필요하다는 것을 알게 되었다. 실험은 가설을 검증하기 위한 과정이므로 가설, 실험 설계, 실험 결과가 일관성있게 기술되어야 함을 가르칠 필요가 있었다. 충분한 설명 후에 가설을 검증하기 위한 실험 설계를 적합하게 세울 수 있었다. 실험을 하는 태도는 매우 훌륭하나 실험 도구를 사용하는 데에 많은 어려움을 겪었다. 학생들은 책에서는 많이 보았지만 실제로 실험기구를 만져 본 경험이 적었다고 해서 여전히 학교에서 실험교육이 잘 이루어지지 않고 있음을 알게 되었다. 학생들은 엑셀을 배운 경험이 있어서 자료를 정리하도록 하는 것은 어렵지 않았으나, 그래프를 그리고 추세를 해석하는 것은 처음 접하여서 교육이 필요하다는 것을 알게 되었다. 보고서를 작성하는 과정에서 기본적인 글쓰기가 되질 않고, 대중 앞에서 발표하는 것에 대해 큰 부담을 갖고 있음을 알게 되었다. 이 또한 글쓰기 교육과 발표 교육이 잘 이루어지지 않고 있기 때문이었다. 사사과정을 지도하는 과정 중에 '방법' 단계의 실험 설계에서 '서론' 단계의 연구문제로, '결과' 단계의 실험수행에서 '방법' 단계의 재료 준비로, '결과' 단계의 자료해석에서 '방법' 단계의 실험설계로 피드백이 필요함을 알게 되었다. 이 점을 모형에 적용하여 모형을 수정, 완성하였다.

이 모형은 총 6단계로, 1단계 '준비', 2단계 '서론', 3단계 '방법', 4단계 '결과', 5단계 '결론', 6단계 '정리'로 구성되었다. '준비' 단계는 연구를 시작하기 전 단계로 팀 구성, 팀원 간 래포 형성, 사사과정 일정 안내 등으로 이루어져 있다. '서론'은 연구에 필요한 이론과 실험기능을 교육하고 연구의 필요성 및 목적을 설명하고 연구문제를 설정하는 것으로 구성되었다. '방법' 단계에는 실험 시스템을 구성하고 실험을 설계하고 재료를 준비하는 과정이 포함되었다. 연구주제에 따라서 실험 시스템 구성, 실험 설계, 재료 준비의 순서는 바꿀 수 있다. '결과' 단계에는 실험수행, 그래프 작성, 자료 해석이 포함되었으며, '결론' 단계에는 토의, 결론 도출, 새로운 연구주제 제안이 포함되었다. '정리' 단계에는 보고서를 작성하고 대중 앞에서 발표하는 것과 사사과정을 되돌아보는 반성으로 구성되었다. 각 단계의 세부 과정 별로 멘토가 중요하게 여겨야 할 과학탐구요소와 과학창의성요소를 결합, 제시하여 '과학자와 함께하는 경험'보다는

'과학적 연구와 창의적 사고 경험'을 하도록 구성한 것이 이 모형의 특징이다. 연구자가 보는 이 모형의 장점은 기존의 모형들에 비해 사용하는 용어가 과학 논문을 따르고 있기 때문에 과학자인 멘토가 쉽게 인지할 수 있다는 것과 구체적인 과학탐구요소와 과학 창의성요소를 표시함으로써 학생들의 어떤 능력을 배양하도록 해야 할지를 멘토가 알도록 제시하였다는 것이다.

멘토가 연구주제를 선정할 때는 학생들의 성취도와 도전정신을 높이기 위해 학생들이 교육과정에서 배운 내용보다 상위의 개념을 이용하는 주제를 선정하는 것이 바람직하지만, 필요 이상으로 어려운 용어나 수식을 사용해야 하는 주제보다는 멘티들이 과학탐구요소를 다양하게 경험할 수 있는 지와 멘티들에게 창의적인 사고를 요구할 수 있는 주제인가를 고려하는 것이 더 바람직하다.

연구자가 사사한 학생들처럼 기본적인 탐구 이론을 모르는 학생들을 담당할 경우를 대비하여 멘토는 가설 설정, 그래프 해석방법 등의 탐구방법에 대한 적당한 교육자료를 마련할 필요가 있다. 예를 들어 본 연구자가 멘티들에게 가설설정을 교육할 때 사용했던 문제나 측정과 자료해석을 교육할 때 사용했던 PMQ1 등을 활용하면 멘토가 일방적으로 강의하는 것보다 훨씬 더 효과적이다(그림 1, 2 참조). 탐구이론을 교육하는 것은 물리, 화학, 생물, 지구과학 모두 동일하므로 2학년 심화과정이나 3학년 사사과정 1학기에 하나의 강의실에서 잘 준비된 강사에 의해 진행되는 것도 하나의 방법으로 생각해 볼 수 있다.

8월 중의 집중교육기간에 주로 실험이 이루어지므로 과학영재교육원 본부는 사사과정 학생들이 1학기에는 1단계 '준비'와 2단계 '서론' 단계를, 집중교육기간에는 실험과 직접 관련있는 3단계 '방법'과 4단계 '결과' 단계를, 2학기에는 5단계 '결론'과 6단계 '정리' 단계를 경험하도록 행정적 지원을 하는 것이 바람직하다.

참고 문헌

강성주, 김현주, 이길재, 권영식, 김명희, 김연숙, 김윤화, 신호심, 임희영, 하지희(2009). R&E 프로그램에 대한 과학영재고등학생들의 인식 연구. 한국과학교육학회지, 29(6), 626-638.

- 김경대, 강순민, 임재항(2006). 과학영재들의 과학의 본성에 대한 인식. *한국과학교육학회지*, 26(6), 743-752.
- 김경대, 심재영(2008). R&E 프로그램을 체험한 과학 영재들의 사사교육 프로그램 효과에 대한 인식: KAIST 신입생을 중심으로. *한국과학교육학회지*, 28(4), 282-290.
- 김익균, 이흥준(2007). 과학적 가설세우기 과정에서 학생의 과학개념의 역할. *새물리*, 54(2), 65-73.
- 박운자, 유완영(1988). 학술논문 작성양식의 통일화 방안에 관한 연구; 인문·사회과학분야를 중심으로. *국회도서관보*, 196, 17-39.
- 박종원(2004). 과학적 창의성 모델의 제안 -인지적 측면을 중심으로-. *한국과학교육학회지*, 24(2), 375-386.
- 소금현, 심규철, 이현욱, 장남기(2000). 중학교 과학 영재 학생의 과학 관련 태도에 관한 연구. *한국과학교육학회지*, 20(1), 166-173.
- 심규철, 소금현, 김현섭, 장남기(2001a). 중학교 과학 영재의 과학에 대한 흥미 연구 1 -영재와 일반 학생의 비교 연구-. *한국과학교육학회지*, 21(1), 122-134.
- 심규철, 소금현, 김현섭, 장남기(2001b). 중학교 과학 영재의 과학에 대한 흥미 연구 2 -재능 영역에 따른 비교-. *한국과학교육학회지*, 21(1), 135-148.
- 양태연, 배미란, 한기순, 박인호(2003). 과학영재의 과학 관련 태도와 지능 및 과학탐구능력과의 관계. *한국과학교육학회지*, 23(5), 531-543.
- 이상천, 최호성, 안덕순(2002). 창의적 생산자 양성을 위한 사사교육. *한국영재학회, 춘계학술세미나 논문집*, 139-145.
- 이선길(2006). 고등학교 과학영재를 위한 사사 연구 (R&E) 프로젝트 학습 모형의 개발과 적용. *이화여자대학교 대학원 박사 학위 논문*.
- 임희준(2004). 과학 분야 사사 프로그램에 대한 학생 및 교수들의 인식 조사. *영재교육연구*, 14(1), 29-46.
- 조석희(2000). 영재교육 중장기 종합 발전 방안. *교육개발*, 가을호, 138-147.
- 조선희, 이건호, 김희백(2007). 과학영재교육원 사사 교육 대상자들의 지능과 창의력 수준 분석. *영재교육연구*, 17(1), 123-143.
- 한기순, 배미란, 박인호(2003). 과학영재들은 어떻게 사고하는가. *한국과학교육학회지*, 23(1), 21-34.
- 허명(1984). 과학 탐구 평가표의 개발. *한국과학교육학회지*, 4(2), 57-63.
- 허정운, 이상천, 최규성(2003). 영재 학생들의 Mentorship교육에 관한 연구. *영재교육연구*, 13(3), 45-68.
- 허정운(2004). 수질오염 바이오센서 개발을 통한 과학영재 사사교육의 모형과 적용에 관한 연구. *경남대학교 대학원 박사 학위 논문*.
- 홍숙희, 김성원(2000). ERIC 검색을 통한 미국의 과학영재교육 프로그램 분석. *한국과학교육학회지*, 20(1), 112-136.
- 황명주(2007). 과학영재 R&E 지도를 위한 과학공동체 교수-학습 모형의 개발과 자기센터 소자 개발 학습과정의 적용. *공주대학교 대학원 박사 학위 논문*.
- Abraham, L. M.(2002). What do high school science students gain from field-based research apprenticeship program? *The Clearing House*, 75(5), 229-232.
- Allie, S., Buffer, A., Kaunda, L., Campbell, B., & Lubben, F.(1998). First year physics students' perceptions of the quality of experimental measurements. *International Journal of Science Education*, 20(4), 447-459.
- Beck, L.(1989). Mentorships: Benifits and effects on career development. *Gifted Child Quarterly*, 33(1), 22-28.
- Buffler, A., Allie, S., Lubben, F., & Campbell, B.(2001). The development of first year physics students' ideas about measurement in terms of point and set paradigms. *International Journal of Science Education*, 23(11), 1137-1156.
- Davis, G. A., & Rimm, S. B.(1994). *Education of the gifted and talented* (3rd ed). Needham Heights: Allyn & Bacon.
- Driver, R., Asoko, H., Leach, J., Mortimer, E. & Scott, P.(1994). Constructing scientific knowledge in the classroom. *Educational*

- Researcher, 23(7), 5-12.
- Lave, J., & Wenger, E.(1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. Cambridge: University Press.
- Lubben, F., Campbell, B., Buffler, A., & Allie, S.(2001). Point and set reasoning in practical science measurement by entering university freshmen. John Wiley & Sons, Inc. *Sci Ed* 85, 311-327.
- Lubben, F., & Millar, R.(1996). Children's idea about the reliability of experimental data. *International Journal of Science Education*, 18(8), 955-968.
- Maker, C. J.(1982). *The enrichment tried model*. Mansfield, CT: Creative Learning Center.
- Milam, C. P., & Schwartz, B.(1992). The mentorship connection. *Gifted Child Today*, 15(3), 9-13.
- Renzulli, J. S.(1986). The three-ring conception of giftedness: A developmental model for creative productivity. In R. J. Sternberg & J. E. Davison (Eds.), *Conceptions of giftedness*. Cambridge University Press: England, 53-92.
- Richmond, G., & Kurth, L. A.(1999). Moving from outside to inside: High school students' use of apprenticeships as vehicles for entering the culture and practice of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(6), 677-697.
- Shim, K. C., & Kim, Y. S.(2005). Science gifted learning program: Research & education model. *J Korea Assoc Res, Sci, Edu*, 25(6), 635-641.

국문 요약

이 연구는 대학 부설 과학영재교육원에서 실시되는 사사교육을 위한 효과적인 모형을 제안하기 위해 수행되었다. 지금까지 발표된 과학영재를 위한 사사모형은 과학고 학생이 참여하는 R&E에 초점이 맞추어

져 있다. 대학부설 과학영재교육원에서도 중학교 3학년 학생들을 대상으로 사사교육이 이루어지고 있어 이들을 위한 사사모형 개발이 필요하다. 이 연구의 목적은 비교적 명확한 단계와 용어를 사용하면서 과학 탐구 능력과 과학 창의성에 이론적 배경을 둔, 과학영재교육원 사사교육을 위한 모형을 제안하는데 있다. 과학영재를 위한 사사모형들을 분석하였고, 과학 탐구 과정과 과학 논문 형식에 비교하여 서론-방법-결과-결론 4단계로 이루어진 과학 논문 형식을 채택하였다. 본격적인 연구 전에 '준비' 단계를, 연구 후에 '정리' 단계를 두어 총 6단계로 이루어진 모형을 개발하였다. 이 모형을 토대로 국립 K대학교 과학영재교육원 물리 사사과정 학생들을 대상으로 적용하여 모형을 평가하고 수정하였다. 적용 결과, 모형의 장점과 개선점을 파악하였다. 이 모형은 전체적으로 학생들을 지도하는데 효과적이었으며, 피드백이 필요한 부분 등의 개선점은 보완되었다. 결론적으로 준비-서론-방법-결과-결론-정리 6단계로 이루어진 사사 모형을 제안하였다. '준비' 단계에서는 팀 구성, 래포 형성, 일정 안내를, '서론' 단계에서는 이론 교육, 실험 기능 교육, 연구의 필요성과 목적 안내, 연구문제 설정을, '방법' 단계에서는 실험 시스템 구성, 실험 설계, 재료 준비를, '결과' 단계에서는 실험수행, 그래프 작성, 자료 해석을, '결론' 단계에서는 토의, 결론 도출, 새로운 연구주제 제안을, '정리' 단계에서는 보고서 작성, 발표, 반성을 세부 과정으로 제안하였다. '서론' 과 '방법' 사이에, '방법' 과 '결과' 사이에 피드백이 이루어지도록 하였다. 세부 과정별로 필요한 과학탐구요소와 과학창의성요소를 표시하여 멘토가 참고하도록 제시하였다.

주요어: 사사교육 모형, 과학영재교육원, 과학영재