

소외된 과학영재들의 사고력 향상을 위한 수업모형 설계

박기용* · 박은영 · 정은식

경북대학교

Design of Instructional Models for Underserved Science Gifted Students

Ki-yong Park* · Eun-young Park · Eun-shik Jung

Kyungpook National University

Abstract: The purpose of this study was to design of instructional models for underserved science gifted students, especially developing the thinking skills. We made orientation and methodology to design of instructional models. According to these orientation and methodology, we designed instructional models that improving cognitive thinking and affective attitude of underserved science gifted students. Particularly, we designed instructional models that is composed of objective, activity, evaluation. According to the Bloom's cognitive educational objective taxonomy(cognitive thinking process) and Krathwohl's affective educational objective taxonomy(affective attitude), we designed integrated(cognitive and affective) and progressive 4 stages or steps instructional models.

Key words: thinking skill, instructional models, underserved gifted students

I. 서 론

교육적 평등이란 각 학습자의 능력과 요구에 적합한 교육을 제공하는 것이며, 부모의 경제적 능력과 상관없이 영재성이 있다고 판단되면 누구나 영재교육을 받을 수 있어야 한다. 그러나 우리나라 영재교육 현황 보고서들에 따르면, 영재교육 프로그램에 참여하는 학생들 중 대다수가 사회경제적 수준이 높은 가정의 학생이며, 반면 사회경제적 지위가 낮은 가정의 학생은 상대적으로 소수인 것으로 나타나고 있다(김미숙 외, 2004; 조석희 외, 2006). 영재교육 실시에 따른 이러한 결과는 사회경제적 조건이 풍부한 계층들만 영재교육의 혜택을 받게 되어 학력세습과 소외계층에게는 가난의 대물림이라는 교육적 불평등의 재생산이라는 사회적 문제로 대두되고 있다.

정부는 소외된 계층의 교육 여건 불평등을 해소하고 교육 기회 균등을 실현하기 위한 정책의 하나로 교육복지종합계획을 수립하여 추진해 오고 있다(한국교육개발원, 2008). 이의 일환으로 소외계층 영재들에 대한 교육에도 적극적으로 관심을 가지기 시작하여, 2005년 영재교육진흥법에 소외계층을 위한 영재교육 의무 규정을 신설하였으며, 영재교육 발전기로 규정된 제2차 영재교육진흥종합계획에서는 소외계층을

위한 영재교육 수혜자를 2007년 2,615명(15개 교육청 103개 기관)에서 2012년 5,000명으로 확대하고자 노력하고 있다(김미숙, 2008).

그러나 현재 운영되고 있는 소외영재교육은 소외영재의 학습수준과 인지적·정의적 특성을 제대로 반영하지 못하고 있다. 소외영재는 성장 과정에서 적절한 교육 기회와 풍부한 환경적 자극을 받지 못했기 때문에 일반영재에 비해 기초 지식 습득 능력이 낮고 선행 학습이 부족한 경우가 많으며, 정의적 측면에서도 자신감·발표력·자기통제력·학습동기·목표의식·사회관계 능력 등이 부족하여 자신의 잠재성을 소장시킬 가능성이 상대적으로 높다(VanTassel-Baska, Olszewski-Kubilius, & Kulieke, 1994; Tileston, 2004; VanTassel-Baska, 2003). 따라서 자신감을 회복하고 학습동기를 높여주며, 바람직한 학습 습관을 심어주기 위해서는 단순 지식 제공 차원에서의 교육이 아니라 인지적 측면과 정의적 측면의 균형적 발달을 이끌어 낼 수 있는 교육 내용과 방법을 구상해야 한다. 소외영재는 일반영재와 인지적·정의적 측면에서 다른 특성과 요구를 가지고 있으며 학력 격차도 커서 기존의 영재 교육 방식으로는 교육적 효과를 기대하기 어렵다.

과학영재 학생들에게 과학적으로 사고하는 힘을 길

*교신저자: 박기용(kypark7@yahoo.co.kr)

**2009년 09월 30일 접수, 2009년 12월 15일 수정원고 접수, 2009년 12월 16일 채택

***이 논문은 KAIST과학영재교육연구원 '소외된 과학영재를 위한 사이버 교육 운영 방안 연구' 보고서(2009)의 일부 내용을 수정 보완한 것임.

러주는 것은 과학영재교육의 중요한 한 영역일 것이다. 그러나 과학교육 내용을 중심으로 운영되는 기존의 영재교육은 일반 과학교육과 차별화되지 않을 뿐 아니라, 더욱이 소외된 과학영재들의 특성에 부합되는 것 같지는 않다. 소외된 과학영재들의 경우 상대적으로 일반 과학영재들에 비해 학업능력 등이 뒤처지므로, 기초부터 점진적으로 심화되는 사고력 개발에 중점을 두고 가르칠 필요가 있다. 내용은 사고의 대상이며 사고를 통하여 살아 있게 해야 하며, 또한 더욱 살아 가게(깊게, 의미가 통하게, 유의미한 것으로) 재구성해야 한다. 다시 말하면, 어떤 교과목의 어떤 내용도 사고를 통하여, 사고하는 행위를 함으로써 학습해야 한다. 이때 비로소 유의미하고 사려 깊은 지식의 습득이 가능해 진다(김영재, 1999).

본 연구는 소외된 과학영재들의 창의적 사고는 단계적이고 점진적으로 개발되어야 하며, 사고력과 정의적 태도는 통합되어야 한다는 논지를 토대로 구체적인 수업모형을 설계하는 것이 최종 목적이다. 우선 소외영재의 정의와 특성을 리뷰하고, 교육목표분류학과 인지과학분야의 관련 이론 및 연구들을 토대로 소외된 과학영재 사고력 개발 수업모형 설계를 위한 기본 방향과 구체적인 방법론을 설정하며, 이 방법론에 근거하여 단계별 수업모형을 설계하고자 한다.

II. 소외영재의 정의와 특성

소외란 특정 집단이 전체 인구에서 차지하는 비율보다 적은 비율로 선발되는 현상을 의미한다(Kitano & DiJiosia, 2000). 사회경제적 수준, 성별, 인종이나 민족 등 모든 사회 집단별로 영재가 출현할 확률은 동일하다고 전제한다면(Baldwin, 1991; Davis & Rimm, 2004; VanTassel-Baska 2003), 영재교육 프로그램에 참가하는 학생들의 사회경제적 수준, 성별, 인종의 비율도 모두 비슷해야 할 것이다. 그러나 일반적으로 사회경제적 수준이 낮은 가정의 학생이나, 여학생 등이 영재교육을 받는 비율이 상대적으로 낮은 것으로 보고된다(김미숙 외, 2004; 조석희 외, 2006).

보통 소외된(underserved)이란 의미는 어떤 이유로 인해 받아야 할 교육 서비스를 충분히 받지 못하는 것을 의미한다. 이 의미에 따르면 소외된 영재는 동등한 또는 유사한 영재성을 가지고 있음에도 불구하고 누군가는 받고 있는 교육 서비스를 받지 못하고 있는

영재라고 할 수 있다. 영재성을 타고 태어나는 것은 사회경제적 계층과 무관하나 영재성 발현 여부는 사회경제적 여건에 따라 매우 강한 영향을 받는다(Tannenbaum, 1983). 사회경제적 지위가 낮은 가정은 교육에 낮은 가치를 두는 경향이 있고 미래의 계획보다는 생계유지와 같은 현실적 문제를 고민하기 때문에 자녀의 교육적 요구 및 필요에 민감하게 대응해 주지 못한다.

소외영재의 특성은 크게 인지적 측면, 비인지적 측면, 학습선호 방식으로 나눌 수 있다. 인지적 측면에서, 이들은 일반영재들보다 유동성 지능이 뛰어났으며, 실제 문제해결 상황에서 현실적인 사고력을 요하는 과제, 개방적 과제, 유창성과 융통성을 요하는 과제에 많은 능력과 관심을 나타냈다(Tileston, 2004; VanTassel-Baska, 2003). 그러나 제한적 어휘력과 비표준 문법의 사용, 인과관계 파악 능력, 범주화 능력, 추상적인 문제해결 능력이 부족한 것으로 나타났다(Banks, 1993). 비인지적 측면에서, 소외영재는 일반영재에 비해 자기존중감은 높으나, 사회관계적 능력에 대한 지각력과 사회생활에 필요한 인간관계 능력이 낮으며(VanTassel-Baska, Olszewski-Kubilius & Kulieke, 1994; Castello *et al.*, 2003에서 재인용), 자신의 삶에 대한 통제력도 낮은 것으로 나타났다(VanTassel-Baska, 2003). 학습 선호 방식에서, 소외영재는 경험에 대해 개방적, 독립적, 비순응적, 창의적이며, 손으로 직접 조작할 수 있는 다양한 학습방법을 선호하고, 경쟁적인 과제보다 협동적인 과제를 선호하는 것으로 나타났다. 또한 단체에 대한 소속감과 연대감이 강하고, 자신의 환경을 다루는데 뛰어나며 모호함을 잘 견디고 혁신적이고 창의적으로 생각하는 경향이 있다. (Fraiser *et al.*, 1995).

III. 소외된 과학영재의 사고력 향상을 위한 수업모형 설계방법

1. 기초에서 고차원적인 사고로의 점진적·단계적인 사고능력 개발

소외된 과학영재를 위한 수업모형은 고차원적인 사고능력 개발에 중점을 두되, 기초 수준의 지식이나 사고 기능에서 출발하여 점진적으로 고차원적인 사고 기능 즉, 문제해결, 탐구, 창의적 사고의 개발로 진보

표 1 소외영재의 특성

	장점	단점
인지적 측면	· 일반영재들보다 유동성 지능이(fluid intelligence) 뛰어남	· 제한된 어휘력 · 비표준 문법 사용 · 인간관계 파악 능력, 범주화 능력, 추상적인 문제해결 능력 부족
비인지적 측면	· 일반 학생보다 높은 자기 존중감	· 일반영재에 비해 지식 습득 능력 낮음 · 인간관계 능력 낮음 · 자기효능감 낮음 · 삶에 대한 낮은 통제력 · 목표지향적 행동 결여 · 학습 동기 부족 · 학습 전략 문제
학습선호방식	· 손으로 직접 조작 가능한 학습 선호 · 소속감과 연대감이 강함 · 모호함을 잘 견디며 혁신적이고 창의적으로 생각하는 경향 · 독서보다 게임이나 스포츠를 선호하는 경향	· 협동적 과제 수행 선호

<출처: 김미숙, 2008, p. 127>

하도록 단계화한다. 학습의 궁극적인 방향성은 학생들의 인지과정을 촉진시키는 것이다. 지식이 학생들에게 나름의 의미 있는 학습이 되기 위해서는, 지식내용을 단순히 기억하는 것(파지능력)을 넘어서 배운 지식내용을 이해하고 활용하는(전이능력: 이해-적용-분석-종합-평가) 활동이 있어야 한다. 따라서 의미 있는 학습은 지식을 기억-이해-적용-분석-종합-평가하는 과정 또는 활동을 통해 달성된다. 우리가 각 교과목에서 학생들을 수업할 때, 그러한 교과목 내용을 이루고 있는 지식 속으로 학생들 스스로가 사고해 가계 하지 못한다면, 학생은 아무런 지식도 얻지 못하고 수업을 마치는 셈이 된다(김영채, 1999).

과학영재교육에서 소외되었던 영재학생들은 그간 잠재성이 있었음에도 불구하고 사회경제적, 문화적, 지역적, 교육적 지원 부족으로 인해 일반영재들보다 선행학습 능력 또는 기초지식이 부족하다는 것이 보편적이다. 따라서 소외된 과학영재들의 사고력을 기초에서 고차원적인 측면까지 단계적이고 위계적으로 개발시켜주기 위해서는, 우선 사고의 과정 또는 위계를 체계화시킨 분류체계가 필요하다. 교육자들이 사고능력을 논의할 때, 가장 중요하게 언급하는 것은 바로 Bloom의 교육목표 분류체계(Taxonomy of Educational Objectives)이다(Davis & Rimm, 2004). 특히 영재교육 전문가 Maker와 Nielson은 고차수준의 사고기능 개발에 자주 활용되는 모형이 바로 교육목표 분류체계임을 강조하였다. 이들은 교육목표 분류체계가 영재교육 프로그램 또는 여러 사고 기능 개발 프로그램의 핵심적인 일부분이며 또한 그렇게 되어야 한다는 점을 강조하였다(Maker &

Nielson, 1995).

Bloom(1956)의 인지적 교육목표 분류체계는 영재 교육자들이 고차원적인 사고 기능 또는 매우 복잡한 지적 활동에 필요한 학습활동을 개발할 수 있도록 유용한 방법들을 제공한다(Maker & Nielson, 1995). 즉 인지적 교육목표 분류체계에서 설정해놓은 지식-이해-적용-분석-종합-종합-평가는 인지과정 또는 사고의 수준이자 단계이며, 지식에서 종합으로 갈수록 그 사고 수준이 높아진다. Bloom의 교육목표 분류체계의 2001년 개정판에는 교육목표가 지식과 인지과정의 이차원적 분류체계로 수정되었다. 인지과정 차원(기억-이해-적용-분석-평가-창안)의 근본이 되는 연속성은 인지적 복잡성으로 추정된다. 즉 이해는 기억보다 더욱 인지적으로 복잡한 것으로 여겨지고 적용은 이해 등보다 인지적으로 복잡한 것으로 여겨진다(강현석 외 역, 2005).

본 연구에서 설계하고자 하는 소외된 과학영재의 사고력 향상을 위한 수업모형은 인지적 교육목표분류체계의 6가지 인지과정 분류항목을 4가지로 축소하여 설계한다. 즉, 지식, 이해, 적용, 분석·종합·평가의 4가지 사고수준과 연관된 정의적 영역을 연결한 다음, 각 인지 및 정의 통합 영역에 최적화된 학습활동을 개념화하고 이 학습활동을 촉진할 수 있는 수업활동을 토대로 구체적인 수업모형을 설계한다.

2. 인지적 사고와 정의적 태도의 통합적 개발

소외된 과학영재의 인지적 사고력을 개발하는 과정에서 정의적인 자세와 태도도 함께 개발될 수 있도록

수업모형을 설계하고자 한다. 인지적 사고 개발에 정의적 자세, 태도는 필수적이다. 사고(thought)와 감정(feeling) 간의 상호관련성에 관하여 현대 심리학과 철학 이론들이 그 이전 보다 훨씬 더 많은 인식을 하기 시작하였다. 의도적 행위는 인지(cognition)와 정서(affect) 모두에 초점을 두고 이루어진다. 최근 여러 인지심리학자들이 발견한 것은 정의적 영역이 사실상 인지적인 부분을 지배할 것이라는 점이다(Martin & Reigeluth, 1999).

뇌의 구조와 작용에 관한 최근 연구에서 드러나는 것은, 두뇌는 두 개의 마음 즉 감성과 이성을 가지고 있다. 두뇌의 감성 영역이 먼저 개발되어야 하며, 인간이 어떤 의사결정이나 딜레마에 직면했을 때 감성이 먼저 관여한다. 따라서 학생들은 자신의 감정을 조절하는 것을 배워야 한다. 이는 느낌과 행위간의 차이 그리고 이 차이가 행동에 미치는 효과를 포함한다. Goleman(1995)은 이를 감성지능으로 불렀다. 이 감성지능 개발 교육을 통해 사람은 자신의 느낌을 조절하고, 자기인식이 높아지며, 사회적 인지적 능력이 향상되며, 공감능력이 나아진다. 그로인해 직면한 여러 문제들을 잘 다룰 수 있게 할 수 있다(Martin & Reigeluth, 1999, 재인용). 또한 새로운 감성 대 인지 구조를 제안한 Gray와 La Violette는 정서상의 미묘한 뉘앙스가 사고와 지식을 조직하는 구조임을 밝혔다. 느낌을 무시하는 것은 사실상 학습 효율성을 지체시키며, 감정을 이해하는 것이 더욱 발전된 인지적 조직을 촉진시키는 핵심이다. 따라서 감성발달을 인지 발달과 분리시키기 보다는 그 중요성을 동등하게 인정해야 하며, 인지발달을 위한 필수적인 기초이자 요소라는 점을 이해해야 한다(Martin & Reigeluth, 1999에서 재인용).

소외된 과학영재들의 인지적 사고능력을 기초부터 고차적인 능력으로 개발시키는 과정에서 정의적인 능력과 통합하여 개발하기 위해서는, 우선 앞서 인지적 사고 분류체계와 같이 정의적 능력 분류체계도 필요하고, 이어서 이 둘을 논리적 근거에 따라 통합해야 한다. 가장 널리 알려진 정의적 영역의 분류체계는 Krathwohl, Bloom, and Masia(1964)가 개발한 것이다. 이 분류체계는 내면화(internalization)의 원리를 근거로 개발되었는데, 한 개인의 태도와 가치가 자신의 한 부분이 되어가는 과정이다. 내면화는 정의적 분류체계를 이해하는 근본적 개념인데, 가치와 태도

가 내면화될수록 행동에 영향을 미칠 가능성이 높아진다. 정의적 분류체계에서, 내면화의 범주(단계/과정)는 수용-반응-가치화-조직화-인격화의 5가지로 위계적으로 분류되었다(Martin & Reigeluth, 1999).

인지적 사고와 정의적 태도 또는 가치는 서로 연관되고 통합된다. 기억과 수용, 분석 및 창안과 조직화, 평가와 조직화 및 인격화 간에는 밀접한 연관성이 있다. 가장 낮은 인지적 사고 수준에서, 인지와 정의의 관계는 명확하다: 학습자는 학습하기 전에 주의를 기울여야 하며, 주의를 기울여야만 지식을 개발할 수 있다. 더 고차적인 인지적 사고 수준인 분석/창안과 정의적 영역의 조직화에서, 분석할 수 있는 지적능력 은 학생들이 관여하고 있는 가치 또는 상황의 일반적 요소들로 나누는 것이 필요하며, 반대로 학생들에게 중요한 가치로 요소들을 합치는 것 역시 필요하다(Maker & Nielson, 1995).

인지적 기능인 평가는 조직화 및 인격화와 연관된다. 삶의 철학과 자신만의 가치체계나 행위 방식을 개발하기 위해서 학생들은 방어할 수 있는 판단을 할 수 있어야 한다. 이러한 판단의 근거는 개인의 행동이 어떤 상황에서 거의 자연스럽게 일어날 정도로 내면화된다. 예를 들어, 학생들에게 자신이 생각하는 이상적 사회에 대한 아이디어를 만들어 보게 한다면, 이것은 어떤 근거에 기초하여 다른 사회를 평가하게 하는 것이며, 자신만의 철학에 일치되는 이상적 측면을 표현하게 하는 것이다(Maker & Nielson, 1995). 인지적 사고의 점진적 개발과 더불어 정의적 태도와와의 통합적 개발을 위한 수업모형 설계의 방법론을 정리하면 <표 2>와 같다. 각 인지적 정의적 목표별로 소외된 과학영재를 위한 사고력 향상을 위한 수업모형은 총 4 단계로 설계한다.

IV. 소외된 과학영재의 사고력 향상을 위한 수업모형

1. 수업모형 1: 지식과 수용

1) 구조

수업모형 1은 지식과 수용의 목표수준에 초점을 맞추며, 이 목표수준에서 추출되는 학생들의 핵심적 학습활동은 사실적 지식을 주의를 기울여 기억하는 것

표 2 교육목표 분류체계를 적용한 소외된 과학영재의 사고력 향상 수업모형 체계

		정의적 목표			
		수용	반응	가치화	조직화
인지적 목표	지식	수업모형1			
	이해	수업모형2			
	적용	수업모형3			
	분석	수업모형4			
	종합				
	평가				

표 3 수업모형 1의 구조

목표		핵심 학습활동	수업활동 설계 방향
인지적 영역	정의적 영역		
기억(지식) : 읽고 듣고 관찰한 것(주로 사실적 지식)을 기억하는 것. 수용한 정보의 변형이 요구되지 않음	수용 : 어떤 자극이나 현상을 기꺼이 수용하고 주의를 기울이는 것(민감성)	학생들은 제시되는 수업내용(지식)을 주의를 기울여 받아들이고 기억한다.	- 주의집중 전략 : 수업내용에 주의를 집중하고 수용할 수 있는 전략(감각기억으로 수용되고 단기기억에서 지적작용이 일어나도록 유도) - 지식을 잘 기억하도록 효과적으로 설명하는 전략 : 교사가 학생들이 기억을 잘 할 수 있도록 지식을 가공해서 전달 설명하는 방식 * 주의를 기울여서 선생님의 수업내용을 수용하는 것(작동기억) 만으로는 수업내용이 잘 기억되지 않으므로 학생 자신의 기억전략이 요구됨
지식과 수용의 연관성: 학생들은 학습하기 전에 주의를 기울여야 하며, 배워야 할 내용(지식)에 기꺼이 주의를 기울여야만 자신의 지식이 될 수 있다. (Maker & Nielson, 1995)			

이다. 이 학습활동을 촉진하는 수업활동은 주의집중 전략, 학생이 지식을 용이하게 기억할 수 있도록 설명하는 전략에 초점을 두고 설계 및 실행해야 한다.

2) 목표

수업모형 1은 그간 과학적 잠재성이 뛰어난에도 불구하고 여러 환경적 여건으로 인해 소외받았던 학생들의 기초적인 과학적 지식을 기억하는 능력을 향상시키는 것에 중점을 둔다. 과학적 지식을 효과적으로 기억하기 위해서는 우선 이 지식을 과학영재들이 주의를 기울여 관심 있게 받아들이고자 하는 태도와 자세가 준비되어 있지 않으면 안 된다. 따라서 수업모형 1에서 과학영재들은 과학적 지식을 기억하고 이해하는 인지적 사고능력과 더불어 과학적 지식에 관한 관심, 태도, 흥미, 적극적 자세 등과 같은 정의적인 영역도 함께 개발한다.

3) 활동

수업모형 1에서는 사실적 과학지식을 학생들이 기꺼이 수용할 수 있는 수업전략과 기억전략을 개발하는 것이 중요하다. 학생들의 주의를 집중할 수 있는 최선의 전략은 배울 내용 그 자체가 학생들에게 주의를 끌 수 있을 정도로 일상생활의 과학적 현상과 관련 지을 수 있거나 최선의 과학적 지식을 제공하는 것이다. 또한 학생들이 지식을 효과적으로 기억하도록 핵심적 내용으로 유목화하여 설명하는 전략이 중요하다. Gagne(1985)의 9가지 수업사태는 인지심리학적 토대위에서 개발된 것으로서, 인간학습자의 인지과정(기억과정: 주의-기대-작동기억-선택적 지각-의미의 약호화-반응-강화-재생단서-일반화)을 활성화시켜 주고 지원해 줄 수 있는 최적한 외적조건(교사의 수업행위)으로 처방된 매우 강력한 수업모형이므로, 수업모형 1의 활동을 설계할 때 응용할 수 있다.

표 4 수업모형 1의 핵심적 수업활동 및 설계 방법

1. 주의집중(동기유발): 배울 내용과 관련된 과학 분야의 핫 이슈나 화젯거리가 되는 내용으로 주의집중
2. 목표제시: 무슨 수업내용을 어떻게 학습하는지를 분명하게 제시함. 학생이 학습하고 싶은 기대감을 가질 수 있는 전략을 활용함
3. 선수학습 확인 및 활성화: 이전에 배웠던 내용을 상기시킴으로서 이번에 배울 내용과 연관시키고 활성화시킴
4. 수업내용 제시 및 설명: 인간학습자의 단기 기억의 한계를 고려하여 제시하는 수업내용의 양을 최소화시킴. 학생들이 선택적 지각을 할 기회를 최소화시켜줌으로써 핵심 내용만을 정확하게 기억하도록 정보의 양을 줄이고 유목화시킴. 수업내용을 기억하는 전략을 함께 제시하는 것이 효과성을 보장하는 관건임
5. 연습 및 피드백 제공: 자신만의 기억전략으로 수업내용을 기억하도록 연습기회 제공. 그 결과에 대한 피드백 제공. 좋은 기억전략은 여러 학생들과 공유하게 함
6. 수업 요약 및 정리: 학습 파지를 위한 수업내용 정리 요약 제공.

표 5 수업모형 1의 설계 예

학습 주제: 산과 염기	
목표	▶화산활동으로 발생한 기체(황을 연소시켜 발생하는 기체)가 물에 녹아 생기는 물질과 여러 가지 산과 염기의 성질을 실험을 통해 확인한다.
주의집중 (동기유발)	『영화 <단테스 피크>에서 화산폭발로 용암이 흘러내리자 사람들이 보트를 타고 탈출하려하나 호수의 보트 바닥이 삭아 있는 장면 제시』 『호수에 떠 있던 보트의 바닥이 삭은 이유는 무엇일까?』
학습목표 제시	▶산과 염기의 성질을 실험으로 확인할 수 있다. ▶산과 염기의 정의를 말할 수 있다.
선행학습 진단 및 활성화	▶초등학교 산과 염기 단원에서 학습한 내용을 학습지로 제시하여 선행학습 정도를 진단 ▶진단 결과를 바탕으로 부족한 부분을 언급하고 수업과 연결시킴
활동 수업내용 제시 및 설명	▶황을 연소시켜 발생하는 기체를 물에 녹인 물질과 준비된 여러 가지 산과 염기의 성질을 확인하는 실험을 하고 표로 정리하게 함 ▶실험에서 사용한 물질을 산성 물질과 염기성 물질로 구별하게 함 ▶산과 염기의 정의 제시 ▶생활 속의 여러 가지 산과 염기의 종류 제시
연습 기회 제공 피드백 제공	▶분단별로 배운 내용을 기억하는 방법을 생각하게 하고 학습한 내용을 서로 묻고 답하게 함 ▶산과 염기 암기송(http://www.lg-sl.net) 같이 부르기 ▶학생들의 학습과정 및 성취결과를 평가하고, 평가 결과를 토대로 보충 학습 지도 등의 추가 지원을 진행
수업 요약 및 정리	▶배운 내용들을 완벽하게 이해하고 다양한 장면이나 상황에 적용할 수 있도록 산과 염기에 관련된 게임을 통해 내용을 요약 정리함
평가	▶산과 염기의 성질 및 정의를 말할 수 있는가? ▶내용을 기억하는 전략이 있는가?
강조점	▶쉽고 흥미로운 주제를 이용하여 학생들의 동기를 유발하게 한다.

4) 평가

학생들이 제공된 과학적 내용 지식을 얼마나 기억하고 있는가를 평가하는 것뿐만 아니라 학생 개인마다 지식을 기억하는 전략에 관한 평가도 필요하다. 또한 학습과정을 통해 과학적 지식에 관한 관심과 학습 동기 진작의 정도도 확인해야한다.

2. 수업모형 2: 이해와 반응

1) 구조

수업모형 2는 이해와 반응의 목표수준에 초점을 맞추며, 이 목표수준에서 추출되는 학생들의 핵심적 학습활동은 수업내용을 자발적인 활동을 통하여 자신만

의 언어로 구성하는 것이다. 이 학습활동을 촉진하는 수업활동은 연습기회의 제공과 더불어 기존지식과 새로운 내용을 관련시키는 전략에 초점을 두고 설계 및 실행해야한다.

2) 목표

수업모형 2는 주로 과학적 개념을 학생들이 이해하는 능력 개발에 중점을 둔다. 과학적 사실의 기억을 넘어서서 배운 과학적 개념을 명확하게 이해하기 위해서는 학생들의 적극적이고 주도적인 학습자세 또는 구체적인 학습활동이 요구된다.

3) 활동

수업모형 2에서 학생들은 교사가 제시하는 내용을

수동적으로 수용하고 기억하는 역할이 아니라 스스로 적극적이고 능동적으로 참여하는 활동을 해야 한다. 학생들이 이해해야 하는 대상은 단편적이고 사실적인 지식보다는 깊이 있게 생각하거나 해석, 예증, 분류, 요약, 추론 행위를 할 수 있는 상위수준의 과학적 개념이 바람직하다. 제시된 과학적 개념의 학습에 필요한 선지식을 학생들이 가지고 있는지 교사가 확인하는 것이 필요하며, 과학적 개념에 대한 다양한 추론 행위를 촉진시킬 수 있는 다양한 질문전략을 설계하는 것도 필요하다. 무엇보다 실질적인 다양한 학습활동을 할 수 있는 시간을 허용하고 오류나 실패에 대한 두려움을 가지지 않게 허용적인 분위기 조성이 요구된다.

표 6 수업모형 2의 구조

목표		핵심 학습활동	수업활동 설계 방향
인지적 영역	정의적 영역		
<p>이해 : 습득한 수업내용 정보를 자신만의 언어로 생각을 재진술하거나, 나름의 의미를 구성하는 것. 학생들은 습득한 새로운 지식과 이전 지식간의 관련을 맺을 수 있을 때 이해하게 된다.</p>	<p>수용 + 반응 반응: 학생들은 수업내용이나 활동에 적극적이고 자발적으로 참여하며 이러한 활동으로 인해 만족감을 얻는다. 대부분의 흥미 목표를 포함함.</p>	<p>학생들은 제시되는 수업내용을 적극적이고 자발적인 활동을 통하여 자신만의 언어로 재진술(의미 구성)한다. 그 결과 만족감을 얻는다.</p>	<p>-연습기회(참여와 활동)의 제공 전략 : 학생들이 자신만의 언어로 생각을 적극적이고 자발적으로 정리, 재진술, 의미 구성할 수 있는 학습활동의 기회를 제공하는 것이 관건임. 기존 지식과 새로운 지식을 관련지어 보게 함.</p> <p>-기존지식과 새로 배운 내용을 관련시키는 전략</p>
<p>이해와 반응의 연관성: 제공된 정보를 재진술하거나 의미를 구성하기 위해서는(해석, 예증, 분류, 요약, 추론), 적극적인 학습활동(반응행동)과 참여가 요구된다.</p>			

표 7 수업모형 2의 핵심적 수업활동 및 설계 방법

<p>1. 주의집중(동기유발) 배울 내용과 관련된 과학 분야의 핫 이슈나 화젯거리가 되는 내용으로 주의집중</p>
<p>2. 목표제시 무슨 수업내용을 어떻게 학습하는지를 분명하게 제시함. 학생이 학습하고 싶은 기대감을 가질 수 있는 전략을 활용함</p>
<p>3. 선수학습 확인 및 활성화 이전에 배웠던 내용을 상기시킴으로서 이번 배울 내용과 연관시키고 활성화시킴</p>
<p>4. 수업내용 제시 및 설명 -새로 배울 내용이 기존 인지구조 속에 포섭(통합, 동화)이 잘 되도록 선행조직자나 다양한 예를 활용하여 수업내용을 설명하는 것이 관건</p>
<p>5. 연습 및 피드백 제공 -제시된 수업내용을 학생 스스로 해석, 예증, 분류, 요약, 추론할 수 있는 학습기회 제공 -학생들 스스로 의미를 구성하고 해석하고 있는지를 확인하는 질문과 피드백을 제공함</p>
<p>6. 수업 요약 및 정리</p>

4) 평가

제시된 과학적 사실이나 개념 등을 무의미하게 또는 변형 없이 그대로 암기하는 것이 아닌, 학생 자신 나름대로 내용을 해석, 예증, 분류, 요약, 추론한 정도를 확인해야한다. 스스로의 언어로 재구성해낸 결과 뿐만 아니라 적극적인 학습참여 및 과정에 대한 평가도 요구된다.

3. 수업모형 3: 적용과 가치화

1) 구조

수업모형 3은 적용과 가치화의 목표수준에 초점을 맞추며, 이 목표수준에서 추출되는 핵심적 학습활동은 추상적이고 일반적인 과학적 원리를 구체적인 상황이나 문제에 적용하는 것이다. 학생들은 구체적인 문제해결을 위해 어떤 과학적 원리, 절차 등이 필요한지 판단함과 동시에 이 과정을 통해 과학적 원리의 중요성과 가치를 깨닫는다. 이 학습활동을 촉진하는 수업활동은 교사의 직접적인 수업이나 설명보다는 과학적 원리로 해결할 수 있는 구체적인 문제 상황을 학생

들에게 제시하고 학생들은 주도적으로 이 문제를 해결하는 과정에 초점을 두고 설계 및 실행해야 한다.

2) 목표

수업모형 3에서 과학영재들은 수업모형 1, 2에서 습득한 다양한 과학적 지식과 개념 등을 토대로 새로운 상황이나 문제에 적용하는 능력을 기른다. 교사가 전달하는 과학적 지식을 단순히 수용하고 반응하는 행위만으로는 그 지식이 온전한 자신의 것이 될 수 없다. Gardner(1999)와 Perkins와 Unger(1999)는 학습수행을 위한 여러 기회의 필요성을 강조하였다. 문제-기반모형들 모두는 학생들의 실생활 과제나 문제 활동 참여의 중요성을 강조하였다(Merrill, 2007). 현실 상황이나 특정 문제 해결을 위해 배운 지식을 적용하는 것은 배운 지식이 학생들의 실제 맥락 또는 삶에서 온전히 살아 움직이기 위해 맥락 속에서 지식을 활용하는 연습과 실천이 필요하다. 학습자가 새롭게 획득한 지식 또는 기능을 실제 적용할 때 학습은 향상된다. 적용은 학습자가 내재적 또는 교정적 피드백을 받았을 때 효과적이며, 학습자에게 도움을 주고 이 도움

표 8 수업모형 2의 설계 예

학습 주제: 중화 반응	
목표	▶중화열 측정 실험을 통하여 중화 반응의 양적 관계를 일반화한다.
주의집중 (동기유발)	『4개의 메스실린더에 수산화나트륨 수용액과 각각 페놀프탈레인, BTB, 메틸오렌지, 만능지시약을 넣은 후, 드라이아이스를 넣어 색깔 변화 관찰』 『염기성 용액에 드라이아이스를 넣었을 때 용액의 색깔이 변하는 이유는 무엇일까?』
학습목표 제시	▶중화반응의 양적 관계를 일반화할 수 있다. ▶중화반응의 양적 관계를 화학반응식을 이용하여 설명할 수 있다.
선행학습 진단 및 활성화	▶중화반응에 대한 기본 개념을 확인하는 학습지를 제시하여 선행학습 정도를 진단 ▶진단 결과를 바탕으로 부족한 부분을 언급하고 수업과 연결시킴
활동	▶① 같은 농도의 염산과 수산화나트륨, ② 다른 농도의 염산과 수산화나트륨, ③ 같은 농도의 황산과 수산화나트륨을 부피비를 다르게 하여 섞은 용액의 온도와 액성을 측정하여 중화반응의 양적 관계를 추론하게 함 ▶중화반응의 양적 관계를 일반화하게 함 ($nMV = n'M'V'$) ▶화학반응식의 계수비와 농도비, 부피비의 관계에서 중화반응의 양적 관계를 관련짓게 함
연습 기회 제공 피드백 제공	▶산(염기)을 중화시키는데 필요한 염기(산)의 양을 계산하는 연습 문제를 제시 ▶학생들의 학습과정 및 성취결과를 평가하고, 평가 결과를 토대로 보충 학습 지도 등의 추가 지원을 진행
수업 요약 및 정리	▶여러 가지 산과 염기에 적용되는 양적 관계를 일반화함
평가	▶중화반응의 양적 관계를 공식으로 설명할 수 있는가 ▶중화반응의 양적 관계를 화학반응식으로 설명할 수 있는가
강조점	▶중화반응의 양적 관계가 독립적인 지식이 되지 않도록 화학반응식의 계수비와 관련짓게 함

표 9 수업모형 3의 구조

목표		핵심 학습활동	수업활동 설계 방향
인지적 영역	정의적 영역		
<p>적용 : 추상적이고 일반적 원리 (일반적 아이디어, 절차 규칙, 기술적 절차, 이론 등)를 새롭게 구체적인 상황에 활용하는 것. : 학생은 새로운 정보나 문제를 잘 대처하도록 자신의 개념 구조를 조절 또는 수정할 필요가 있다.</p>	<p>수용 + 반응 + 가치화 가치화: 가치화란 사람, 사물, 현상 또는 아이디어가 가치가 있고 중요하다고 판단하는 것을 의미함. 가치화 수준에서의 행동은 일관성 있고 안정적이며, 신념 또는 태도의 특성을 가진다 (Maker & Nielson, 1995).</p>	<p>학생들은 기존지식을 활용하여 새로운 문제나 상황을 해결한다.</p> <p>문제해결을 위해 어떤 원리, 절차, 정보가 필요한지 판단하고, 때에 따라 자신의 개념을 수정하기도 한다.</p>	<p>-기존에 학습한 과학적 사실, 개념, 원리, 법칙을 응용할 수 있는 문제 흥미 있고 가치 있는 문제</p> <p>-“구체적” 문제해결 과정을 통하여 “추상적” 원리를 적용하는 학습활동을 진행함. 이 적용 과정을 통해 학생들은 습득한 추상적 원리의 가치와 중요성을 습득해야함.</p> <p>-단순히 과학적 원리를 적용하는 기계적인 적용과정이 아니라 이 과정에서 과학적 원리의 가치와 중요성을 학생들이 인식할 수 있는 방향으로 수업을 설계해야함.</p>
<p>적용과 가치화의 연관성: 적용 과정에서 활용하는 정보(원리, 규칙, 절차, 이론)의 적절성과 유용성을 판단하므로, 가치화와 연관된다.(Williams, 1971). 문제나 상황 해결에 어떤 원리/절차를 적용하는 것이 적절한지(유용한지)를 판단해야하므로, 이는 가치화의 문제다.</p>		<p>실제 문제 해결 과정을 통해 과학적 원리의 중요성과 가치를 깨닫는다.</p>	

표 10 수업모형 3의 핵심적 수업활동 및 설계 방법

<p>1. 문제 제시 및 확인 : 도전할만한 가치가 있고, 실생활과 연관 있는 구체적인 문제를 선정하고 제시함 : 학생들에게 제시되는 문제가 배울만한 가치가 있다고 판단하게 하는 것이 중요한 관건임</p>
<p>2. 문제 표상 및 정의 : 학생들은 문제의 의미를 명확하게 확인 정의함</p>
<p>3. 문제해결에 필요한 정보 확인 및 부가정보 수집 : 제시된 문제해결에 어떤 정보(이전에 배운 과학적 개념, 원리, 규칙, 절차, 이론 등)가 필요한지 판단하고, 자신이 어느 정도 알고 있는지 판단함 : 필요할 경우 부가적인 정보 수집</p>
<p>4. 정보를 활용한 문제해결 : 기존 지식 또는 부가 지식을 적용한 문제해결</p>
<p>5. 문제해결과정 평가 : 문제해결 과정에서 어떤 지식이 필요했고, 자신이 가지고 있었던 지식은 무엇이었고, 부족한 지식을 얻기 위해서 어디서 무엇을 찾고 학습하였으며, 그 결과가 문제해결에 어떻게 활용되었는지 전체를 정리함</p>

이 각 후속 과제가 진행됨에 따라 점진적으로 철회될 때 적용은 향상된다.

3) 활동

수업모형 3에서는 과학영재 학생들이 이미 알고 있는 여러 가지 과학적 개념, 원리, 절차들을 활용하여 새로운 상황이나 문제에 적용하는 활동을 할 수 있도록 설계한다. 수업모형 3은 Hmelo와 Lin(1998)의 문제기반학습에 대한 자기주도적 학습모형을 응용하여 활동을 설계할 수 있다. Hmelo와 Lin(1998)의 모형

에서 학생들은 자신이 직면하고 있는 문제에 대하여 자신이 알고 있는 것을 먼저 사정한다. 이러한 사정에 기초하여, 학생들은 어떤 부가적인 정보가 필요한지 결정하고, 이러한 부족한 부분에 주의를 기울여 찾아내기 위한 계획을 만든다. 새로운 정보를 수집하면, 직면하고 있는 문제를 해결하기 위해 이 정보를 활용한다. 만약 수집된 정보가 충분하면 목적은 달성되고, 문제는 해결된다. 그렇지 않다면, 학생의 필요에 의해 새로운 학습방략을 다시 고안해낸다.

4) 평가

수업모형 3에서 학생들의 학습활동에 관한 평가는 문제를 이해하고 해결하는 과정 및 방법에 관한 평가에 중점을 둔다. 즉, 기존 지식의 변형, 조절 능력이 중요하다. 더불어 자기 주도적 학습 능력 평가 및 지식의 가치에 관한 평가도 관건이다.

4. 수업모형 4: 분석·종합·평가와 조직화·내면화

1) 구조

수업모형 4는 인지적 사고 측면에서 문제를 분석하고 해결안(가설)을 설정하며 그 해결안 및 문제해결과정을 평가하는 목표 수준과 더불어 정의적 측면에서의 조직화 및 내면화에 초점을 맞춘다. 이 목표수준에서 추출되는 핵심적인 학습활동은 학생들은 과학적 탐구문제의 해결과정을 통해 탐구해야할 문제를 규명 및 분석하고 이 문제해결에 필요한 여러 다양한 해결안을 창조(종합)하며, 해결안을 실제 실험, 검증, 평가한다. 이 학습활동을 촉진하는 수업활동은 과학자들

의 탐구활동과 유사한 활동에 초점을 두고 설계 및 실행해야한다.

2) 목표

과학영재들이 여러 가지 과학적 지식체계에 내포된 과학적 사고와 논리를 온전히 자신의 것으로 내면화하기 위해서는, 우선 과학적 지식에 내포된 과학적 논리체계를 분석하고 그 가치를 다양한 과학적 지식들과 연관시켜 평가할 수 있어야 한다. 이러한 능력은 과학자들의 실제 과학하는 방식과 유사한 과학적 탐구과정을 통해 달성될 수 있을 것이다. 비록 많은 사람들이 과학으로부터 나온 결과물을 이해할 수 있을지는 모르나 과학의 본질과 그 탐구방법에 대하여 무지하다. 과학의 산물(개념, 원리, 법칙, 지식 등)에 대한 이해란 과학의 탐구과정을 이해하지 못한다면 올바르게 얻어질 수 없다. 우리가 사는 사회와 같은 자유사회가 유지될 수 있는 것은 평범한 시민들이 가지고 있는 과학에 대한 음미에 달려있는 것이다 (Schwab, 1965; 박인우 외 역, 2005).

표 11 수업모형 3의 설계 예

학습 주제: 중화 적정	
목표	▶중화점을 찾는 여러 방법 중 적절한 방법을 선택하여 염기를 중화시키는데 필요한 산의 종류, 농도, 부피를 결정한다.
문제 제시 및 확인	『00년 0월 00시 종합운동장 철거 공사현장에서 토양오염 가능성이 높은 강한 알칼리성 침출수 1톤을 임의로 배출했다. 중화적정을 이용하여 침출수를 중화시키기』 『강한 알칼리성 침출수는 환경에 어떤 영향을 미칠까?』 ▶관련 사진 또는 동영상상을 함께 제시하여 동기를 유발함
문제 표상 및 정의	▶문제를 해결하기 위한 탐구 문제를 정의하게 함 『알칼리성 침출수를 중화시키기 위해 필요한 산의 종류, 농도, 부피 결정하기』
활동	▶중화점을 찾기 위한 방법(전류의 세기, 지시약 색깔 변화, 온도 측정, pH변화 등)을 확인하게 함 ▶사용할 수 있는 산의 종류를 확인하게 함 ▶문제해결을 위해 자신이 알고 있는 지식 이외에 부가적인 정보를 수집, 정리, 분석, 적용하게 함 ▶산, 염기의 종류에 따른 중화적정법들의 특징을 분석하여 해결방법을 판단하게 함
정보를 활용한 문제해결	▶중화적정을 이용하여 필요한 산의 종류, 농도, 부피를 결정하게 함 ▶문제해결에 실패할 경우, 다시 3단계(정보, 지식 확인 단계)로 돌아가서 진행하게 함
문제해결 과정 평가	▶분단별로 전반적인 문제해결 과정 및 결과를 정리하여 전체 학생들에게 발표하고 평가하게 함
평가	▶다양한 문제 해결 방법을 제안하였는가? ▶적절한 문제 해결 방법을 선택하였는가? ▶문제 해결 과정이 논리적이고 타당한가?
강조점	▶중화점을 찾는 여러 가지 방법을 사전에 지도하거나 조사하여 발표하게 한 후, 지식을 활용하게 한다.

표 12 수업모형 4의 구조

목표		핵심 학습활동	수업활동 설계 방향
인지적 영역	정의적 영역		
<p>분석: 복잡한 전체를 부분이나 요소로 나눔으로써 요소의 본질을 명료하게 하며, 부분들 간의 상호관계성을 분명하게 한다.</p> <p>종합: 부분들을 합쳐서 전체로 만든다. 부분들을 재배열하거나 합침으로써 이전에 존재하지 않았던 새로운 패턴이나 구조를 만든다. 종합의 결과물은 새롭고 독특한 것이다.</p> <p>평가: 특정 목적을 위해 무엇(방법, 아이디어, 이론 등)의 가치를 판단하는 것이다.</p>	<p>조직화+내면화 : 조직화= 하나 이상의 가치가 존재하는 상황에서 서로 다른 가치를 조직하고, 상호관계를 파악하며 우선순위를 부여하는 것. 문제를 분석하고 해결안을 만들어내는 과정은 조직화의 과정과 유사함.</p> <p>:내면화= 가치관이 인격의 일부로 확고하게 내면화되어 행동 및 생활의 기준이 되고, 지속적이고 일관성이 있으며, 행동을 예측할 수 있는 정도</p>	<p>-해결해야할 문제의 본질 분석</p> <p>-문제해결에 필요한 자료 수집 및 분석</p> <p>-문제의 해결안(가설) 제안 및 설정</p> <p>-해결안의 평가 및 검증</p>	<p>-과학자들의 탐구활동과 유사한 실제 과학적 탐구활동을 통해 문제를 분석하고 해결안을 생성하며 그 결과를 평가하는 활동을 지원한다.</p> <p>-문제 분석, 해결안 종합, 해결안 및 탐구과정 평가의 수업활동 과정으로 설계</p>
<p>분석 및 종합과 조직화와의 관련성: 학생들이 관여하고 있는 가치나 상황의 일반적 요소들을 분석할 때 인지적 능력이 필요하며, 또한 요소들은 학생들에게 중요한 가치로 다시 통합한다.(Maker & Nielson, 1995). 개별 가치는 정보를 새롭고 독특한 조합물로 통합함으로써 가치체계를 형성한다는 점에서 조직화와 종합 및 분석은 관련된다(Williams, 1971)</p> <p>평가와 내면화와의 관련성: 삶의 철학과 특정 상황에서의 행동 가치나 방식을 결정하기 위해서 사람들은 방어할 수 있는 판단이 필요하다. 이러한 판단을 위한 증거들은 개인의 행동에 자연스럽게 내면화되어 있다(Maker & Nielson, 1995).</p>			

3) 활동

소외된 과학영재의 사고력 향상을 위한 최종 단계이자 가장 고차원적인 수업모형 4는 실제 과학자들의 탐구활동과 유사한 활동을 학생들이 직접 경험함으로써 문제의 분석능력과 해결안의 생성능력 그리고 해결안 및 해결과정의 평가능력을 통합적으로 개발할 수 있다. 수업모형 4는 다양한 과학적 탐구모형을 응용하여 설계할 수 있는데, 그중 대표적인 것이 Suchman (1962)의 탐구모형이다. Suchman(1962)에 의해 개발된 탐구 모형은 문제를 해결하고 알려지지 않은 것을 조사하기 위해 과학자가 사용하는 지적 전략을 학생에게 가르칠 수 있다는 전제에 기반을 두고 있다. 젊음의 자연스러운 호기심은 탐구의 절차들 속에서 훈련, 훈육될 수 있다. 이러한 탐구 모형은 우리에게 흥미를 유발하게 하거나 어려운 문제에 봉착하게 하면 가장 잘 학습할 수 있다는 신념에 기초하고 있다. 학생들이 진짜 흥미를 가져서 질문을 할 때, 그들은

정보를 파악하고 자신의 이해로서 그 정보를 유지할 것이다. 학생들은 또한 모든 학문의 일부분인 앎과 사고의 방식에 참여하고, 학문 안에서 연구 활동을 하는 가치를 이해할 것이다(Gunter, Eates, & Schwab, 1999).

과학적 탐구 모형은 어떤 문제해결 과정이든지 우선 문제가 존재한다는 것을 인식하고, 만족할만한 해결책을 발견하고자 하는 도전을 받아들임으로서 시작된다. 그 다음 정보는 질문을 통해 수집되어야 하고, 가설을 형성하고 가능한 해결책을 검증하기 위해 연구를 수행한다. 마지막 단계는 다양한 맥락에서 적용 가능성이 검증될 수 있는 임시적인 해결책을 가정한 다. 이러한 과정을 통하여 개별적, 협동적 양자 노력의 조화는 가장 만족할만한 해결책으로 이끌 것이다 (Gunter, Eates, & Schwab, 1999).

4) 평가

문제의 분석, 해결안의 종합, 해결안 및 해결과정 전반에 관한 평가 능력을 총괄적으로 평가한다.

V. 결론 및 제언

본 연구에서 제안하는 소외된 과학영재를 위한 수업모형은 소외된 과학영재들이 “기초적 사고에 토대하여 점진적으로 고차원적인 사고능력으로 개발해 나갈 때 동시에 정의적인 학습 자세와 태도 등도 함께 향상시키는 것”으로서 목표를 정립하였다. 과학 지식 내용 수준을 숙진하거나 심화하는 것이 아니라, 과학 지식 내용을 교사가 일방적으로 전달하는 것이 아니라, 본 연구에서 제안하는 과학영재 교육의 궁극적인 방향성은 과학영재 학생들 스스로 “과학으로 사고하는 힘과 자세 및 태도를 기를 수 있도록” 도와주는 데에

있다. 따라서 과학적 개념, 원리, 법칙, 이론 등을 학습(사고)하는 수준(단기 기억하는 수준에서 이해하고 적용하고 분석하고 평가하고 종국적으로 새로운 무엇인가를 창조하는 사고 수준으로의 발달)과 과학적 개념, 원리, 법칙, 이론 등을 자신의 것으로 만들어 나가는 태도의 과정(과학 지식을 그저 수동적으로 수용하고 반응하는 것에서 더 나아가 과학 지식의 가치를 이해하고, 이 가치 있는 과학지식을 어떤 현실 문제를 해결하기 위해 좀 더 조직화시키는 과정을 통해 결국 자신의 지식으로 내면화되어가는 과정)을 통합하여 크게 4단계의 수업모형으로 설계하였다.

본 연구는 교육목표 분류체계, 학습연구, 수업전략 및 모형 등을 참고하여 소외된 과학영재 학생들의 사고력 개발에 도움이 되는 수업모형을 인지적, 정의적 단계에 따라 “설계”하는 데 중점을 두었다. 물론 수업 모형별로 세부적인 목표, 활동, 평가를 구체적으로 설

표 13 수업모형 4의 핵심적 수업활동 및 설계방법

교수학습 활동 단계	세부 교수학습 활동
1. 탐구해야할 문제 선정	<ul style="list-style-type: none"> ▶교사는 우선, 학생들에게 흥미를 유발시키고 자극을 줄 수 있는 또한 도전할만한 가치가 있는 당혹스러운 상황이나 문제를 선정한다. ▶현실에서 자주 겪을 수 있는 과학적 현상을 예를 들거나, 보편적으로 사람들이 알고 있는 것과 상반 또는 모순되는 어떤 과학적 현상이나 문제를 선정하는 것이 중요하다. ▶예를 들어, “왜 유리잔에 습기가 끼게 되는지, 왜 설탕이 물에 녹는지”와 같은 당연한 문제일 수도 있고, “버뮤다 삼각지대나 블랙홀”같은 신비한 문제일 수도 있다.
2. 문제 제시 및 분석	<ul style="list-style-type: none"> ▶교사가 선정한 탐구 문제는 학생들에게 제시하고, 이 문제를 탐구해나가는 절차를 간략하게 설명한다. ▶학생들은 제시된 탐구문제의 속성과 본질을 확인하기 위한 분석한다.
3. 문제해결을 위한 자료 수집 및 분석	<ul style="list-style-type: none"> ▶학생들은 제시된 문제를 해결할 수 있는 여러 가지 과학적 원리, 법칙, 이론 등을 찾아, 그 속성이나 본질을 분석한다. : 문제해결에 도움이 될 것으로 예상한 과학적 원리나 법칙의 속성을 분석한다. : 제시된 문제해결에 그 과학적 원리나 법칙이 적용될 수 있는지를 판단한다.
4. 문제해결을 위한 가설 설정 및 증명	<ul style="list-style-type: none"> ▶학생들은 수집, 정리, 분석, 판단한 관련 과학적 원리나 법칙을 토대로 문제해결을 위한 가설을 설정한다.
5. 가설 증명을 위한 실험 설계 및 실행	<ul style="list-style-type: none"> ▶학생들은 설정한 가설을 증명하기 위한 실험을 설계하고 직접 실행한다.
6. 가설 증명 및 설명	<ul style="list-style-type: none"> ▶학생들은 실험 결과를 토대로 가설을 증명(수용 또는 기각)한다. ▶학생들은 잠정적인 해결로 받아들인 이론을 설명하고 이 이론과 관련된 규칙을 진술한다. 규칙들이 다른 상황에서도 일반화될 수 있는지를 살펴봄으로써 어떻게 이론이 증명될 수 있는가를 결정해야한다. 학생들은 이 단계에서 가끔 자신들의 이론에 대한 본질적인 단점을 분석, 발견할 것이며, 이 때 새로운 자료수집이나 실험 단계로 돌아간다.
7. 탐구과정 리뷰, 성찰, 평가	<ul style="list-style-type: none"> ▶학생들은 제시된 문제를 해결해나가는 동안 자신이 진행했던 모든 탐구과정을 리뷰하여 정리 기록한다. ▶자신의 탐구과정에서 잘못된 점을 스스로 성찰하고 평가한다.

표 14 수업모형 4의 설계 예

학습 주제: 완충 용액	
목표	▶ 완충용액의 pH변화를 증명하기 위한 가설을 세우고 실험을 설계하며, 가설을 증명한다.
탐구해야할 문제 선정	『순수한 물 1L의 pH를 7에서 2로 변화시킬 수 있는 양의 염산을 혈액 1L에 넣어주면 pH는 7.4에서 7.2로 겨우 0.2가 바뀌게 될 뿐이다. 그러나 산소를 공급받지 않고 에베레스트 산을 올라가면 산소를 공급하기 위해 호흡을 빨리하게 되고, 혈액의 이산화탄소를 많이 잃게 된다. 이산화탄소가 너무 많이 빠져나가면 혈액의 pH는 7.7까지 변해서 몸속의 모든 화학 반응에 문제가 생겨 ‘고산병’ 증세가 나타나게 된다.』
문제 제시 및 탐구과정 소개	▶ 탐구 과정 소개 ① 연구 문제를 확인하여 진술 『이산화탄소는 혈액의 pH를 일정하게 유지하는데 어떤 역할을 할까?』 ② 연구 문제의 변인들 사이의 관계를 검증 가능한 형태로 가설 진술 ③ 변인 확인, 변인 통제 및 조절, 실험 절차를 계획 ④ 실험 결과를 해석하고 자신의 말로 나타냄 ⑤ 가설의 진위를 판단하고 결론으로 진술
활동	문제해결을 위한 자료수집 및 분석 ▶ 문제를 해결에 필요한 여러 가지 과학적 원리, 법칙, 이론 등(완충용액의 성질)을 찾아, 그 속성이나 본질을 분석하게 하기
	문제해결을 위한 가설 설정 및 증명 ▶ 이산화탄소가 혈액의 pH를 일정하게 유지하는데 어떤 역할을 하는지를 설명하는 가설을 세우게 함 『혈액은 이산화탄소가 녹아서 생성된 탄산수소이온과 탄산이 pH 변화를 감소시킬 것이다.』
	가설 증명을 위한 실험 설계 및 실행 ▶ 설명할 수 있는 실험을 설계하고 증명하게 한다. ▶ 가설을 증명하기 위하여 실험군과 대조군을 포함하는 실험을 설계, 실행하게 하기 ▶ 결과에 영향을 줄 수 있는 여러 변인을 분석하여 통제하기 하기
	가설 증명 및 설명 ▶ 표·그래프 등으로 나타난 결과를 해석하여 자신의 말로 표현하게 하기 ▶ 실험 결과를 토대로 논리적으로 추론하여 결론을 진술하여 가설을 증명(수용 또는 기각)하게 하기 ▶ 규칙들이 다른 상황에서 일반화될 수 있는지를 살펴보고 이론이 증명될 수 있는가를 결정하게 하기 ▶ 자신들의 이론에 대한 문제점을 발견하면, 새로운 자료수집이나 실험 단계로 돌아가게 하기
	탐구과정 리뷰, 성찰, 평가 ▶ 학생들은 제시된 문제를 해결해나가는 동안 진행했던 모든 탐구과정을 정리 기록한다. ▶ 분단별로 탐구 과정 및 결과를 정리하여 전체 학생들에게 발표하고 평가하게 함
평가	▶ 포괄적이고 구체적인 가설을 설정하였는가? ▶ 가설을 증명하기 위한 실험 설계가 적절한가? ▶ 결과를 논리적으로 해석하고 추론하였는가?
강조점	▶ 조작변인과 종속변인이 나타나도록 가설을 진술하게 하기 ▶ 결과에 영향을 줄 수 있는 변인을 통제하게 하기

계 방안도 설명하면서 실제 설계 예시도 제안하였다. 그러나 각급 영재교육 현장에서 교육 운영을 통해 설계된 수업모형을 개발하고 수정하는 과정이 필수적이다. 향후 개발연구 방법이나 설계기반연구를 통해 본 연구에서 설계한 아이디어들을 적용해나가면서 더 구체화되고 세련된 그리고 그야말로 소외된 과학영재들에게 효과가 있는 수업모형을 개발할 필요가 있다.

참고 문헌

강현석, 강이철, 권대훈, 박영무, 이원희, 조영남, 주동범, 최호성 공역(2005). 교육과정 수업평가를 위한 새로운 분류학. 서울: 아카데미프레스.
 김미숙(2008). 한국의 영재교육정책과 새 방향: ‘프로젝트 S&S(Stand & Shine)’. 소외계층 영재교육 활성화를 위한 공공정책 국제 심포지엄. 서울.

- 김미숙, 조석희, 윤초희, 진석연(2004). 중학생 영재의 지적·정의적 특성에 따른 효과적인 교수학습 전략 탐색. 서울: 한국교육개발원.
- 김영채(1999). 사고력: 이론, 개발과 수업. 서울: 교육과학사.
- 박인우, 강영하, 임병노, 최명숙, 이상수, 최정임, 조규락 역(2005). 교수모형. 서울: 아카데미프레스.
- 신미영, 전미란, 최승연(2005). 서울대학교 과학 영재 프로그램의 학습목표, 과학적 모형, 과학탐구의 인지 과정 분석. 한국지구과학회, 26(5), 387-394.
- 조석희, 이미순, 정현철, 황동주, 이현주(2006). 소외된 과학 영재의 발굴 및 교육방안 : 교육프로그램 효과 검증을 중심으로. 서울: 한국교육개발원.
- 한국교육개발원(2008). 교육복지투자우선지역 지원 사업 백서(2003-2007). 서울: 한국교육개발원.
- Baldwin, A. Y.(1991). Ethnic and cultural issues. In N. Colangelo & G. A. Davis(Eds.), Handbook of Gifted education (pp. 416-427). Boston: Allyn Bacon.
- Banks, J. A.(1993). Multicultural education: Historical development, dimensions, and practice. In L. Daring-Hammond(Ed.), Review of research in education (pp. 3-49). Washington, DC: American Educational Research Association.
- Bloom, B. S.(1956). Taxonomy of educational objectives. Book 1: cognitive domain. NY: Longman.
- Castellano, J. A., Faivus, A., & White, W.(2003). Serving the economically disadvantaged in gifted education. In J. A. Castellano (Ed.), Special population in gifted education: Working with diverse gifted learners (pp. 135-149). Boston: Allyn and Bacon.
- Davis, G. A., & Rimm, S. B.(2004). Education of the gifted and talented(5th ed.). Boston: Allyn and Bacon.
- Fraiser, M. M., Garcia, J. H., & Passow, A. H.(1995). A review of assessment issues in gifted education and their implications for identifying gifted minority students. Storrs, CT: National Reserch Center on the Gifted and Talented.
- Gagne, R. M.(1985). The conditions of learning(4th ed.). NY: Holt, Rinehart & Winston.
- Gunter, M. A., Estes, T. H., & Schwab, J.(1999). Instruction: A models approach. Boston: Allyn & Bacon.
- Hmelo, C., & Lin, X.(1998). Becoming self-directed learners: Strategy development in problem-based learning. In D. Evensen, & C., Hmelo(Eds.), Problem-based learning. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Kitano, M. K., & DiJiosia, M.(2000). Are Asian and Pacific Americans overrepresented in programs for the gifted? Roeper Review, 24, 76-80.
- Maker, C. J., & Nielson, A. B.(1995). Teaching models on education of the gifted. Texas: PRO-ED, Inc.
- Martin, B. L., & Reigeluth, C. M.(1999). Affective education and the affective domain: Implications for instructional design theories and models. In Reigeluth, C. M.(1999). Instructional design theories and models, Volume II: A new paradigm of instructional theory. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Merrill, M. D.(2007). First principles of instruction: A synthesis. In Reiser, A. R. & Dempsey, J. V. (2nd ed.)(2007). Trends and issues in instructional design and technology. NJ: Pearson Prentice Hall.
- Suchman, J. R.(1962). The elementary school training program in scientific inquiry, Report to the U. S. Office of Education, Project Title VII. Urbana: University of Illinois Press.
- Tannenbaum, A. J.(1983). Gifted children: Psychological and educational perspective. New York: Macmillan.

- Tileston, D. W.(2004). What every teacher should know about: Diverse learners. Thousand Oaks, CA: Corwin Press.
- VanTassel-Baska, J.(2003). Content-based curriculum for low income and minority gifted learners. (Research Monograph No. RM 03180). Storrs, CT: The National Research Center on the Gifted and Talented.
- VanTassel-Baska, J., Olszewski-Kubilius, P., & Kulieke, M. J.(1994). A Study of self-concept and social support in advantaged and disadvantaged seventh and eighth grade gifted students. Ropper Review, 16, 186-191.
- Williams, F. E.(1971). Models for encouraging creativity in the classroom. In J. C. Gowan & E. P. Torrance (Eds.), Education the ablest: A book of readings on the education of gifted children. Itasca, IL: F. E. Peacock Publications.

국문 요약

본 연구는 소외된 과학영재들의 창의적 사고는 단계적이고 점진적으로 개발되어야하며, 사고력과 정의적 태도는 통합되어야한다는 논지를 토대로 구체적인 수업모형을 설계하는 것이 최종 목적이다. 이를 위해 소외영재의 정의와 특성을 리뷰하고, 교육목표분류학과 인지과학분야의 관련 이론 및 연구들을 토대로 소외된 과학영재 사고력 개발 수업모형 설계를 위한 기본방향과 구체적인 방법론을 설정하며, 이 방법론에 근거하여 4단계 사고력 향상 수업모형을 설계하였다. 구체적으로, 소외된 과학영재들의 인지적 사고의 점진적 발달과 정의적 태도와의 통합적 개발을 위해 인지적 및 정의적 교육목표 분류체계를 토대로 목표, 활동, 평가의 구조를 지닌 체계적 수업모형을 설계하였다. 특히 수업모형의 핵심인 수업활동은 단계별 인지적 및 정의 교육목표 체계에 해당되는 핵심적 학습활동을 규명한 다음, 이 학습활동을 촉진하는 중점 전략을 규명하고 “다양한 이론적 수업전략이나 수업모형”을 참조 변형하여 설계하였다.

주요어: 사고력, 수업모형, 소외된 과학영재