

# 초등과학영재교육의 교수·학습의 실제

현 동 걸

## 〈 목 차 〉

- I. 서 론
- II. 영재교육의 교수·학습 모형
  - 1. 3부심화학습 모형
  - 2. 영재교육과 과정 기능
  - 3. 영재교육과 산출물
- III. 초등과학영재교육의 교수·학습의 실제
- IV. 결 론

## I. 서 론

우리나라와 같은 부존 자원이 부족하여 과학 기술 분야의 인재발굴과 양성이 시급한 상황을 고려할 때, 과학영재 학생들로 하여금 스스로의 자신의 과학적 흥미와 능력에 따라 자신의 무한한 가능성을 계발할 수 있는 교육의 기회를 부여한다는 것은 매우 중요한 일이다. 영재교육의 핵심적 목표는 창의적인 산출물을 만들어 내는 능력, 즉 실질적인 창의성을 키우는 것이다. 스텐버그와 루바트(Stenberg & Lubart, 1993)는 창의성을 지능의 한 영역이라기 보다는 본질적으로 영재성의 한 유형이라고 생각하였으며, 한 개인이 얼마만큼 창의적인 산출물을 내느냐 하는 것은 그 개인이 창의력에 관한 자원을 어느 정도 활용하느냐에 의하여 좌우된다고 하였다.

영재학생을 위한 교육과정 개발에서 가장 중요한 것은 영재학생의 교육적 요구에 적절한 교육 프로그램으로 차별화하기 위한 교육 내용, 과정, 결과 및 환경을 조성해야 한다는 것이다. 영재 학생을 위한 교수·학습 모형으로는 렌즐리의 3부심화학습모

형(Enrichment Triad Model, Renzulli(2001)), 창의적 문제해결학습모형(Creative Problem Solving, Treffinger & Isaaksen(1985)), 문제중심학습(Problem-Based Learning, Gallagher(2001)) 등이 있다(탐라교육원, 2003).

렌즐리의 삼부심화학습모형은 영재교육에서 가장 널리 활용되고 있는 영재 교수·학습모형중의 하나로서 과정과 산출물의 생성을 강조하고 있으며, 영재교육에서뿐만 아니라 일반학생의 교육에서도 학습의 선택의 자유와 개별화교수의 학습 환경을 제공해주는 것을 기본 원리를 삼고 있다.

## II. 3부심화학습모형

3부심화학습모형은 창의성 개발을 근간으로 하며 제1부, 제2부, 제3부 심화학습 등의 3단계의 학습활동으로 구성되어 있다. 3부심화학습모형에서 제1부심화는 일반적인 탐색활동이며, 제2부심화는 집단훈련활동으로 연구를 위한 지식과 기술, 창의적인 사고, 비판적 논리적 사고, 문제해결력 등과 같은 인지적, 정의적인 과정, 즉 과정 기능을 습득하게 하는 활동으로 모든 학생들에게 제공될 수 있으며, 제3부심화활동은 실제적인 문제를 중심으로 연구를 수행하는 것으로 창의적이고 생산적인 활동으로 도전적인 활동이다.

### 1. 제1부심화

제1부 심화는 학생들로 하여금 3단계 심화에서 다루게 될 독자적인 프로젝트를 찾게 하고, 이에 대한 동기를 부여하는 등의 탐색활동 단계로서,

- 1) 주제와 관련하여 광범위하고 다양한 내용, 경험을 접하게 하고, 주제에 대한 흥미와 관심, 탐구의욕을 높인다.
- 2) 프로젝트를 수행하는 기본 계획을 수립한다.
- 3) 아이디어를 내면화시켜주는 활동을 한다.
- 4) 교사 주도적인 활동을 주로 포함시킨다.
- 5) 주요 활동으로서는 정규교육과정에서 경험하기 어려운 이슈, 주제 또는 역사 속의 일회적인 사건을 다루거나, 전문가 초청 및 강연, 전문가 면담, 견학, 비디오

상영, 조사, 토론, 현장 방문, 여러 가지 자료 수집 관찰 및 토의 등을 할 수 있다. 제1부 심화학습활동은 학생들이 현행 쟁점이나 문제에 대한 브레인 스토밍한 바를 들어보는 것으로 끝을 맺는다.

## 2. 제2부심화

이 단계는 학생들이 전문가 역할을 수행할 수 있도록 준비시키는 활동으로 구성된다. 이를 위해 학생들에게 집단 연구나 개인 연구를 수행하는 데 필요한 과정 기능을 가르치는 단계로서, 다양한 의사소통 능력, 비판적 사고와 추론 능력, 창의적 사고 능력, 과학적 연구 능력, 문헌 연구능력 등을 포함하는 다양한 종류의 과정 기능을 습득하는 활동으로 구성된다.

영재 학생을 차별화할 수 있는 과정 기능의 사용은 영재교육에서 지속적인 중심 역할을 해야만 한다. 과정 기능이 영재 학생을 위한 교육과정의 중심이 되어야 하지만, 이 기능 자체를 영재교육자체로 못박아버리면 실제로 영재성을 가진 학생을 제대로 교육하지 못하게 될 수도 있다. 따라서 목표가 되는 중요한 과정 기능들이 그 자체로서 목적이 되어서는 인된다. 과정 기능의 습득은 영재 학생들이 상급 수준의 내용을 학습하는 과정에서 이러한 과정 기능을 보조 도구로 사용함으로써 이루어져야 할 것이다. 따라서 과정 기능을 독립적으로 가르쳐야 할 필요도 있지만 될 수 있는 한 빨리 교과 내용에 접목해서 적용되도록 해야 한다. 영재성을 가진 학생들은 지식의 소비자가 아니라 지식의 생산자가 되게 하려면 상급 수준의 내용을 다룰 수 있는 능력 계발을 위해 과정 기능의 교육이 반드시 함께 이루어져야 한다.

## 3. 제3부심화

이 단계에서는 학생들이 실제로 연구를 수행하고 자신들의 연구에 관심 있는 대상에게 자신들의 연구결과를 발표한다. 제3부 심화활동의 주요 목적은 학생 스스로 실제적인 문제를 수행하면서 새롭고 독창적인 산출물을 제작하는 것이다. 즉 자신이 스스로 선택한 실제적인 문제를 중심으로 전문가가 문제를 해결해 나가는 과정을 그대로 경험해 보는 방식으로 계획단계에서부터 산출물을 제작하고 발표하는 단계까지 수행하는 단계이다. 이 단계에서 학생들은 단순한 정보의 소비자가 아니라 지식의 생산자

로서 활동을 해야 한다. 학생들은 백과사전이나 교과서, 혹은 이미 있는 자료에 의거하여 보고서를 작성하거나, 의미 제작된 작품을 모방하여 작품을 만드는 것이 아니라 자신들의 창의적인 활동에 의한 결과로부터 도출된 결론을 작성하거나 독창적인 작품이어야 한다. 또한 산출물에 대해서는 발표를 통해서 평가받은 과정을 가짐으로써 성취감을 느낄 수 있도록 해야 한다.

#### 4. 영재교육과 과정 기능

영재학생들을 위한 대부분의 교육모형들은 영재학생들에게 '연구가가 되는 방법'을 가르쳐야 하는 필요성을 인정한다. 영재학생을 위한 학습 프로그램은 지식의 획득보다는 지식을 이용하고 조작하는 훈련에 중점을 두어야 하며, 이에 따라 영재 학생을 '단순한 지식의 소비자가 아니라 지식 창출자'라고 표현할 수 있다.

많은 교육자들은 지식창출자로 만들기 위하여 과정적인 방법을 가르칠 필요가 있다고 믿어 왔다. 따라서 지식을 적용하여 문제를 해결하고, 비판적이고 창의적으로 사고하기 위한 과정 전략에 교육의 초점을 두게 되었으며, 결과적으로 많은 영재 교육 프로그램과 교육과정에서 과정 기능의 핵심적 요소가 되었다. 과정 기능은 영재학생들에게 연구하고자 하는 분야에서 상급 수준의 학습 내용을 더욱 적절하게 이해하고 응용하기 위해서 필요한 것이며, 상급 수준의 내용을 학습하는 과정에서 과정 기능을 보조 도구로 사용한다는 것을 강조한다. 과정 기능을 독립적으로 가르쳐야 할 필요도 있지만 될 수 있는 한 교과내용에 접목해서 적용되도록 해야 한다. 렌즐리의 3부심화학습모형에서 제2부심화학습활동이 과정 기능에 해당된다.

영재학생을 위한 적절한 교육과정을 개발 할 때는 오래 전부터 고차원적 사고 기능이 중요성이 강조되어 왔다. 따라서 영재 교육 현장에서는 블룸(Bloom, 1956)의 교육 목표 분류학이 폭넓게 이용되어 왔으며 지금은 일반 교실에서도 이에 따른 학습 목표와 학습활동을 이용하고 있다. 블룸의 목표 분류학에 따르면 사고 과정을 지식, 이해, 적용, 분석, 종합, 평가와 같은 6개의 위계화된 단계로 나누어져 있다. 이 중에서 영재 학생의 교육과정이나 학습 목표로는 고차원적 사고 기능에 해당하는 분석, 종합, 평가 등이 중점적으로 사용되어 왔다. 고차원적 사고 기능을 위한 학습 활동은 영재학생들 뿐만 아니라 일반 학생들에게도 필요하지만 특히 영재 학생은 이러한 고차원적 사고 능력에서 좋은 학습 성과를 보이며 학습활동이 지식이나 이해와 같은 낮은 수준의 사

고 기능 중심으로 진행되면 주로 실망하게 된다.

영재교육에서 고차원적 사고 기능에 초점을 두는 목적은 이 사고 기능이 학생들에게 스스로 생각할 수 있도록 하고 '하나의 교육과정에서 다른 교육과정으로 또는 학업 차원에서 일상 생활과 같은 또 다른 차원에서의 전이'가 일어나도록 돕기 때문이다(Van Tassel-Baska, 1994).

과정 기능은 학생들의 사고 및 추론 능력과 더불어 지식습득, 의사소통 및 상대방과의 효율적인 상호작용 능력을 계발하는 방법적인 기능에 초점을 두며 특히 언어적 의사소통 능력을 중심으로 다음과 같이 설명한다(Karnes & Bean, 1990).

- 1) 의사소통 능력 : 언어적 의사소통능력(연설, 토의, 면담, 논쟁), 지필적 의사소통 능력(문장력, 작문의 평가, 편집 및 교정 능력), 수용적·비언어적 의사소통능력(경청, 비언어적 기술의 인지, 언어형태 변환 능력)
- 2) 비판적 사고와 추론 능력 : 문제의 독자적인 해결, 원인과 결과의 관계규명, 연역적 추리를 통한 가설의 검증 능력
- 3) 창의적 사고 능력 : 아이디어의 산출, 서로 다른 아이디어를 비범한 방법으로 통합, 대안적인 해결책의 실행을 위한 계획 수립 능력
- 4) 개인의 성장과 인간 관계 능력: 다른 관점의 인식, 실수나 실패의 인정, 타인에 대한 주관적 판단의 영향을 평가하는 능력
- 5) 문헌연구능력 : 주제에 관련된 참고문헌 수집, 정기간행물의 이용, 저작권을 인정하는 능력
- 6) 과학적 연구 능력 : 관찰로부터 추론을 전개하고, 수집된 자료를 조합하는 능력
- 7) 독립적 연구 능력: 주제의 규명, 일련의 연구일정 설계, 독립적인 연구 수행 능력, 독립적 연구의 발표에 적절한 형식 결정 능력

## 5. 영재교육과 산출물

창의적인 산출물은 영재학생을 위한 교육과정에 꼭 필요한 것이다. 메이커와 닐슨(Maker & Nieson, 1996)은 '학생들의 학습과정의 유형 증거물'이라고 정의했다. 지식을 창의적인 산출물로 변화시키는 것은 영재에게 중요한 목표이다(Renzulli, 1977; Feldhusen & Kolloff, 1978). 영재 학생의 산출물은 연구를 통해 얻어진 지식의 응용, 분석, 결과 및 종합에 의한 것이어야 한다.

산출물의 개발은 범주와 계열에서 다양한 면을 가지고 있다. 영재아들은 개발 단계를 통해서 내용과 과정 기술의 넓은 스펙트럼을 개발하고, 강화하고, 평가하여 자부심이나 자기 분석 및 자기 실현의 향상을 도모할 수 있다. 더욱이 창의적 과정 능력 및 창의적인 문제해결, 고등 및 비평적인 사고, 구두와 서술의 의사소통, 과학적 문헌 연구, 사회적·개인적 개발 등이 각각 새로 창조된 산출물에 의해 다듬어진다. 게다가 의도한 목표를 달성하는 데 중요한 기획의 조직 능력, 시간 관리, 기록 저장 및 위임 등의 능력이 향상 될 것이다.

창작물의 설계를 통하여 영재들은 그들의 배움에 책임감을 가지게 되고 독립심과 책임감이 더욱 커지게 된다. 또한 창작물 개발은 학습자에게 그들만의 아이디어·감정·생각 등을 직접 탐구하고, 조사하고, 디자인하고, 조직화하여 모험심을 장려하고, 창의성을 촉진하게 된다. 학생들은 개별적으로 다양한 학습 유형을 수용하는 선별된 활동을 통하여 자신들이 설정한 속도로 학습을 진행할 수 있게 된다. 최종적으로 선택된 문제에 대한 연구, 해결에 대한 발표, 논증된 결과를 평가하기 위한 자율적인 평가를 통해서 진정한 배움의 경험을 얻을 수 있다.

고차원적 사고에 도달하는 것은 영재교육 프로그램에서 중요한 초점이기 때문에 학생들에게서 기대되는 산출물들의 종류는 상당히 창조적이고 추상적일 수도 있다. 산출물은 그저 얻어진 지식 이상의 것이어야 하며 종합적이고 분석적인 원래의 용도를 전달되어야 한다. 변형과정은 학생들에게 새로운 지식을 좀더 의미 있는 것으로 만들게 한다. 메이커와 닐슨(Maker & Nieson, 1996)은 변형의 구성요소를 다른 관점에서 보기, 재해석, 고심해서 만듦, 확장 및 동시 결합 등으로 요약하였다. 산출물은 평가할 때 이러한 요소들을 학생들의 산출물 안에서 찾아보는 것이 필요하다. 학생들은 일반적인 정보를 반복하거나 요약하는 대신 배운 내용을 그들의 산출물 속에 다시 표현 할 수 있어야 한다.

### Ⅲ. 초등과학영재교육의 교수·학습의 실제

#### 1. 프로그램 설계

‘물체의 안정성’이란 주제의 본 프로그램은 초등과학영재의 교수·학습을 위한 것

으로, '물체의 안정성'이라는 주제에 대하여 '무너지는 피사탑'라는 과정 개시를 위한 화제(topic)을 제시하고 있다. 주제와 화제는 교수·학습 프로그램의 학습 경험을 선정하고 학습활동자료를 개발하는 기준을 제공한다. 주제는 보편적이고 화제보다 더 광범위해야 하며, 시·공간의 제약을 받지 않고, 일반화될 수 있어야 한다.

화제는 더욱 구체적인 용어로 그 내용을 기술하며, 주제의 내용 영역에 적합해야 한다. 화제는 학생의 주제에 대한 현재의 과정 기능 수준에 대한 숙련을 전제로 상급수준으로의 전개의 시발점이다. 이 단계는 렌즐리의 제1부심화단계로써, 화제에 대한 다양한 관점에서 문제들을 발견하고, 문제의 원인이나 가능한 해결책을 제시하기 위한 정보와 자료를 수집, 수집된 자료의 심의, 분석, 종합 등을 사고과정을 통하여 생성된 생각이나 아이디어를 제시하게 한다. 제시된 생각이나 아이디어들은 제3부심화의 연구과제로 활용되며, 제3부심화에서 학생들 스스로 연구활동을 효율적으로 추진할 수 있는 과정 기능을 제2부심화에서 습득되도록 제2부심화를 계획·조직·운영되어야 한다.

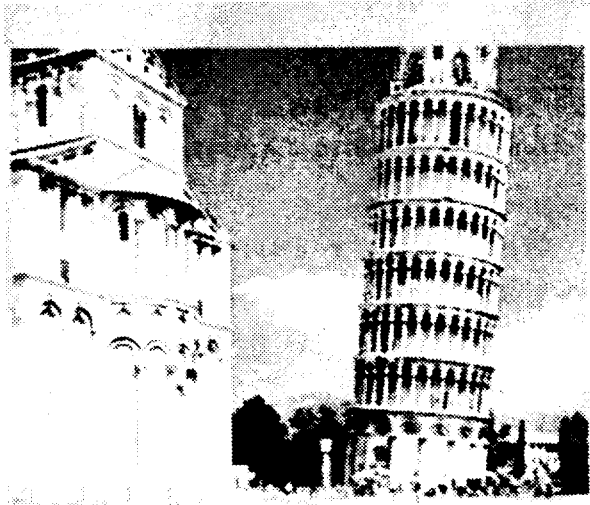
## 2. 프로그램 개요

### 1) 제1부심화

'물체의 안정성'이라는 주제의 본 프로그램에서는 제1부심화단계에서 다음과 같은 화제를 제시하고, 학생 스스로 주제에 대한 탐색하고 선택하게 한다.

오른쪽 그림의 피사탑은 이탈리아 중서부에 위치한 피사대성당에 있다. 이것은 중세시대 도시국가인 피사가 팔레르모 해전에서 사라센 함대에 대승한 것을 기념하기 위해 세워진 종탑이다. 이 피사탑은 흰 대리석으로 지어졌으며, 꼭대기 종루를 포함해 8층으로 이루어져 있고 높이는 55.8m, 무게는 14,500t 이나 된다.

갈릴레이가 낙하실험을 했다고 하는 이 피사탑은 건축 당시부터 의도



적으로 기울어진 탑을 세운 것은 아니지만, 1년에 1mm정도 기울어지는 미세한 자연 현상이 누적되어 오늘날과 같이 탑의 꼭대기가 수직선에서 무려 5m나 기울어져 수직선과 탑의 중심축의 각도는  $5^{\circ} 30'$ 가 된다.

사탑이 이처럼 위태로운 상태에서도 수천년 동안 용케도 무너지지 않는 이유를 과학적으로 설명하기는 힘들다. 1989년 3월 파비오에 있는 8백년된 탑이 하루아침에 갑자기 무너지는 사고까지 난 터라 더 이상 가만히 앉아있을 수 없게 된 것이다.

제시된 화제에 대하여 브레인 스토밍 단계에서 다음과 같은 다각적인 관점의 내용에 대하여 질문을 할 수 있다. 제1부심화학습의 소요시간은 6시간이다.

### 1) 피사탑의 기울어지는 원인

- (1) 피사탑이 기울어지는 원인은 무엇이라고 생각하는가?
- (2) 제시한 피사탑이 기울어지는 원인을 어떤 방법들로 검증할 수 있는가?

### 2) 피사탑의 붕괴

- (1) 피사탑의 완전히 옆으로 무너지는 각도를 알기 위해서 어떤 가설을 세워야 하는가?
- (2) 위의 가설을 검증하기 위하여 어떤 실험을 설계해야 하는가?
- (3) 위의 실험을 하기 위한 필요한 전제조건들은 어떤 것들인가?

### 3) 피사탑의 현상태로 계속 유지

- (1) 피사탑의 현 상태로 계속 유지시키려면 어떤 조치가 필요한가?
- (2) 위의 조치에 근거하는 원리는 무엇인가?

위의 과정에서는 3~4명의 소그룹의 브레인 스토밍을 수행하게 하고, 그 결과를 전체 앞에서 발표하게 하는 과정으로 이루어진다. 그리고 여기에서 나온 자료들을 바탕으로 제2부심화에 필요한 활동자료를 개발하고 준비한다.

## 2) 제2부심화

주제에 관련된 사고 기능과 연구 기능의 과정 기능을 습득하게 하기 위한 단계로서



다음과 같은 주제에 관련된 다양한 실험 중심의 학습활동이 이루어진다.

- (1) 물체의 안정감 느끼기(실험, 1시간)
- (2) 움직이는 물체 관찰하기(실험, 2시간)
- (3) 물체의 무게중심 정의하기(토론, 1시간)
- (4) 여러 가지 물체의 무게중심 찾기(실험, 2시간)
- (5) 여러 가지 물체의 무게중심 계산식 찾기(실험, 3시간)
- (6) 물체의 무게중심과 안전성(실험, 3시간)
- (7) 배의 무게중심과 안정성(실험, 3시간)
- (8) 무게중심과 안정성을 응용한 과학공작(실험, 3시간)

### 3) 제3부심화

제1부심화에서 논의된 과제 중에 관심있는 한 과제를 선택하여 제2부심화에서 습득한 과정 기능을 활용하여 학생 스스로 도전하는 단계로서, 활동 소요시간은 9시간이다.

## IV. 결 론

실제 초등과학영재교육에 투입되고 있는 교수·학습 프로그램을 렌즐리의 3부심화 학습의 틀에 적용시켜 보았다. 과학영재교육의 교수·학습 방법에 전형적인 모형이 있는 것은 아니다. 이러한 이유로 그 방법에서 많은 융통성을 강조하는 것도 영재교육의 한 특징이다. 그러나 소수가 아닌 다수의 학습자들의 대상으로 하여 교육의 효과를 극대화하기 위해서는 내용을 전달하는 틀의 중요성이 간과해서도 안될 것이지만, 과학영재들을 창의적인 과학자로 키우기 위해서는 프로그램 자체가 창의적이어야 하고, 영재 교사 역시 창의적이어야 한다.

과학영재들에게 가장 필요한 것은 '창의력'과 '문제해결력' 등의 고등사고력이겠지만, 창의력이나 문제해결력은 관심의 과학 영역의 지식과 기능을 기반으로 발휘되는 것이다. 따라서 관심 영역에 지식과 기능에 대한 충분한 기반이 갖추어지도록 하는 것이 또한 중요하다. 이러한 기반에서 창의력과 문제해결력이 어우러져 현실의 문제를 해결하는 종합적인 연구능력으로 발전될 수 있어야 한다.

## 〈참 고 문 헌〉

- 탐라교육원(2003). 초·중등교원 영재교육 직무연수 자료집(2003-1).
- Feldfusen, J. & Kolloff, M. (1978). A three stage model for gifted education. *Gifted Child Today, 1*.
- Karnes, F.A., & Bean, S. M.,(1990). *Process Skills Rating Scales*. Buffalo, NY: United Educational Services.
- Maker, J. C. & Nieson, A. B. (1996). *Curriculum development and teaching strategies for gifted learners*(2nd ed.). Austin, Tx: PRO-ED.
- Renzulli, J. S. (1977). *The enrichment triad model*. Mansfield Center, CT: Creative Learning Press.
- Renzulli, J. S. & Reis, S.M.,(1985). *The schoolwide enrichment model*, Mansfield Center, CT: Creative Learning Press.
- Van Tassel-Baska, J. (1994). *Comprehensive curriculum for gifted learners*. Boston, MA: Allyn & Bacon.