

## 열린 수학교육 교수 학습 모형 연구

최택영 (안동대학교)  
이교희 (경안고등학교)

### I. 서론

#### 가. 연구의 목적 및 필요성

교육은 미래 사회가 요구하는 창의적이고 능동적인 인간을 육성하는 일이다. 교육의 대상인 학생들은 각각 타고난 능력과 적성이 다를 뿐 아니라 성장하는 조건과 환경도 같지 않다. 그러므로 학습자의 개성, 욕구, 능력에 맞는 다양한 학습의 장을 제공하고 개별화 교육을 실시하여 자율성과 창의성을 지닌 인간으로 육성해야 한다. 그러기 위해서는 교사와 학습자간의 대화 통로가 단혀 있는 교사중심의 획일적인 교육에서 벗어나 개별화된 학생 중심의 교육으로 열어가야 할 것이다. 이러한 교사 중심의 교육에 대한 자성론과 교육 방식의 한계성에서 새로운 교육 체제로의 개혁을 시도해 보려는 노력의 일환으로 열린교육이 출발되었다.

열린교육은 영국의 비형식 교육으로 시작되어 1960년대에 미국에 소개되었고, 우리 나라에서는 1980년대 중반부터 초등학교를 중심으로 시작되었다. 이러한 열린교육이 1980년대에 등장하게 된 배경에는 1970년대의 교육적 변화와 요구가 중요한 역할을 했다. 즉, 기존의 획일적인 교육체제, 내용, 방법으로는 창의적이고 자율적인 인간교육을 제대로 실시할 수 없다는 인식과 변화하는 시대적 요구에 능동적으로 대처하고, 개인의 특성을 존중하고, 개인의 무한한 잠재력을 개발하기 위해서는 능동적이고 자율적인 학습체계가 필요하다는 움직임이 대두되게 되었고, 이러한 시대적 요구에 따라 열린교육이 시작된 것이다. 열린교육은 지식이나 기능을 주입시키던 기존의 교육을 '학습하는 방법을 학습시킨다'는 교육으로 가치의 전환을 가져왔고, 주체성과 창조성을 중시하는 교육으로 변화하게 하였다.

그러나 우리 나라 교육현장에 뿌리를 내리고 있는 열린교육은 서구의 열린교육과 일본의 개별화·개성화 교육

을 가감 없이 받아들여 그대로 적용함으로써 우리의 교육 현실과 맞지 않아 여러 가지 문제를 낳고 있다. 특히 열린교육이 중등학교 수학과 수업에서 열린 수학교육으로 정착되지 못하고 있는 것은 수학 교과와 특성을 고려치 않은 상태에서 일반적으로 시도되고 있는 열린교육 방법의 외형만 가져와 적용하고 있기 때문이다. 이러한 열린교육이 중등학교의 수학과 수업에서 열린 수학교육으로 정착되기 위해서는 수학 교과와 특성을 고려한 다양한 열린 교수 학습 방법이 연구되어야 할 것이다.

따라서, 본 연구는 열린교육의 의미와 열린교육의 방법을 문헌연구를 통하여 살펴보고, 그것을 바탕으로 중등학교 수학 수업을 기존의 교사 중심의 수업에서 능동적인 학생 중심의 수업으로 열어가기 위하여 열린 수학교육을 위한 수업 모형을 개발하고 이를 통하여 열린 수학교육의 효과적인 방안을 모색하는 데 그 목적이 있다.

#### 나. 연구 방법

제7차 교육과정의 시행을 앞두고 학생 중심의 열린교육이 교육현장에서 확산되고 있다. 열린교육을 우리 나라의 교육 현실을 고려한 한국형 열린교육으로 정착시키기 위한 노력이 필요한 시점이다.

본 연구는 중등학교 수학 수업에서 기존의 교사 중심의 일제식 수업을 학생 중심의 열린 수업으로 열어가기 위한 방안을 수업 방법의 관점에서 접근하여 연구를 시도하였다. 그러기 위하여 먼저 열린교육의 의미와 열린교육의 방법을 문헌연구를 통하여 조사하고, 그것을 바탕으로 열린 수학 수업을 위한 효과적인 수업 방법을 교수 학습 모형의 개발을 통하여 모색하였다. 따라서 수학과 열린 수업을 위한 수업 유형을 설정하고, 그것의 특징을 토대로 설정된 각 수업 유형별 교수 학습 모형을 구성하였다. 그리고 중등학교 수학 수업을 효과적으로 열기 위한 열린 수학교육 단원 학습 모형을 제시하였다.

## II. 이론적 배경

### 가. 열린교육

#### 1. 열린교육의 정의

열린교육은 어떤 한 사람에 의하여 창안된 것이 아니고, 교육현장의 필요에 의하여 제 나름대로 구성하여 실천한 것이다. 따라서 그 기원이 다양하며 다양한 주제와 다양한 접근방법으로 수행되었기 때문에 열린교육에 대한 명확한 정의를 내리는 것은 쉽지 않다. 김은산(1991)은 열린교육의 특성으로 열린 공간(Open Space), 융통성 있는 교육과정(Open Curriculum), 탄력적인 학습집단(Open Organization), 트여진 인간 관계(Open Human Relationship), 열린 마음(Open Mind)을 들고 있다. 열린교육에 대한 정의는 '열린교육'이라는 말 그대로 정해진 한계 없이 열려져 있는 것이기에 이를 구체화하여 정의하는 일이 쉽지가 않으나 학자들은 나름대로의 정의를 하고 있다. 열린교육에 대한 다양한 정의에 따른 개념의 정립은 교육 현장의 여러 가지 측면을 어떻게 열어야 할 것인가의 방향을 제시해 준다.

첫째 열린교육은 개별화된 학습자 중심의 교육이다. 열린교육은 하나의 교수 접근 방법으로서 흔히 볼 수 있는 초등학교 교실의 배치와 교사·학생의 역할에서 전통적인 면을 벗어나 보다 자유롭고 비형식적이고 고도로 개별화된 아동 중심의 학습 경험을 하기 위한 방법이다(Nyquist, 1972). 열린교육은 교사 중심의 교육에서 학생 중심의 교육으로 전환을 의미하며 열린 교실에서 학생들은 학습과정에서 학습의 주체가 되어 능동적이고 자발적이며 창의적인 학습을 하게 되는 것이다.

둘째 열린교육은 학습 활동의 다양성을 추구한다. 열린교육은 흔히 벽이 없는 트여진 공간에 여러 가지 자료를 갖춰 놓은 교실로 오해하고 있다. 많은 사람들이 열린 교실을 비구조화된 환경으로 생각하고 있으나 오히려 열린 교실은 교사에 의해 적절히 준비되고 계획된 자료와 환경에 의해서 주의 깊게 조직되어야 한다. 즉, 열린교육은 물리적 환경의 비구조화보다는 학습 활동을 다양하게 하는 데 더 의미가 있다(Rothenberg, 1989). 전통적인 교사 중심의 일제 학습에서는 교육의 내용과 방법을 모두 교사가 결정하였으나 열린교육에서는 교사와 학생

이 함께 결정함으로써 지도의 개별화와 학습의 개성화를 통한 학습활동의 다양화를 추구한다.

셋째 열린교육은 교육과정과 학습환경을 융통성 있게 구성한다. 열린교육은 학습공간의 활용 면에서 융통성 있는 운영을 하고, 학습 활동의 선택에 있어서 학생들이 스스로 선택하도록 하며, 학습 자료를 풍부하게 하고, 교육과정을 통합적으로 운영하고, 대집단보다는 개별 또는 소집단 수업으로 운영하는 등의 제반활동을 포함하는 교수 양식이다(Horwitz, 1979). 따라서 학습자 중심의 개방적인 열린교육을 위해 교육의 제 여건 즉 시설, 조직, 학습자료와 학습활동이 융통성 있게 개방돼야 한다.

열린교육에 대한 여러 가지 정의를 종합하여 보면 열린교육은 '아동 존중의 환경 구성', '개별화된 학생 중심의 학습', '학습 활동의 다양성', '융통성', '개방성' 등으로 요약할 수 있다. 따라서 열린교육이란 활동의 장이 개방된 교육 환경을 조성하여 학생 중심의 유연한 교육 과정의 운영을 통해 지도의 개별화와 자유로운 상호작용을 도모하는 인간 존중의 개방된 교육 형태라고 할 수 있다.

#### 2. 열린교육의 원리

열린교육은 다양한 교육조건을 가진 교육 현장에서 필요에 의하여 개척해 나온, 교수방법이 개방되어 있는 실천적인 교수체제이기 때문에 열린교육의 특성이나 원리를 한마디로 규정짓기는 어렵다.

Tunnell(1975)은 열린교육에 대한 원리로 자유의 원리, 환경의 원리, 개별화의 원리, 존중의 원리를 들고 있다.

자유 원리는 학습자의 개별적인 관심과 선택에 따라 교육적 활동을 자유롭게 추구함으로써 교육적 가치를 배운다는 것이다. 이러한 자유 원리에는 교육적 활동이라는 책임성이 있다. 환경의 원리는 교사는 다양한 학습자료를 마련해서 학생으로 하여금 자기 주도적인 학습 활동이 일어나도록 해야 하며, 학생들의 왕성한 교육활동이 가능하도록 환경을 조성해 주어야 한다는 것이다. 개별화의 원리는 학습자의 개성 또는 개인차를 고려하여 학습방법이나 학습내용을 구성함으로써 지도를 개별화하고 학습자가 지니고 있는 각자의 요구와 능력에 맞는 활동의 기회를 마련해 주어야 한다는 것이다. 존중의 원리는 학습자의 관심과 아이디어는 존중되어야 하고 학습자의 정서는 중요하게 다루어져야 한다는 것이다.

열린교육은 열린 교육자들이 주창하는 학습관을 그 바탕으로 하고 있는데, Stephens(1974)는 열린 교육자들이 주창하는 학습관을 다음과 같이 제시하고있다.

첫째, 학습은 태어나면서부터 시작된다. 둘째, 학습은 계속적이다. 셋째, 학습은 개인적이다. 넷째, 학습은 유목적적이다. 다섯째, 학습은 자기 동기화에 의해 이루어진다. 여섯째, 학습자료는 아동의 발달수준에 적합해야 한다. 일곱째, 아동은 학습의 수혜자가 아니라 주도자가 되어야 한다. 여덟째, 학습은 아동의 적극적인 참여를 요구한다.

교육개발원(1996)에 따르면 열린교육은 기본적으로 교과를 중시하면서 방법 면에서 아동 개인의 능력과 관심을 존중하고, 학습에 대한 내재적 흥미를 북돋기 위한 문제의식에서 출발한 교육이다. 현재까지 우리 나라의 교육 환경이 지식 전수 위주의 교사 중심의 교육 환경이었기 때문에 학습자 중심의 열린교육 환경으로의 전환은 그리 간단한 문제가 아니다. 열린교육의 원리와 학습관을 바탕으로 교육 환경은 학습자가 학습과정의 주체가 되는 환경으로 전환되어야 하며, 교사는 학생 개인의 특성과 요구를 바탕으로 한 지도의 개별화와 다양한 학습 방법을 통하여 학생 활동 중심의 능동적인 학습으로 열어가야 한다. 따라서 시간, 공간, 활동, 교육방법, 그리고 교육과정의 구성에 있어서 미리 규정된 정형화된 틀을 지양하고 상황과 조건에 따라 탄력적으로 운용되어야 한다.

### 3. 열린교육의 방법

우리 나라에서 열린교육은 지금까지 열려있지 않음으로 인해 여러 가지 문제를 야기한 학교 교육의 규정된 양식을 깨트림으로써 새로운 교육 성과를 기대하는 교육 개혁 운동으로 그 모습을 드러내고 있다. 열린교육은 교수 학습 면에서 협력 학습, 개별화 학습, 주제(Topic) 학습 등과 같은 학생 중심 교육으로의 방법적 전환과 더불어 학교 교육에 대한 기존의 인식과 시각을 바꾸어 보자는 개혁의 의지를 담고 있다. 열린교육에서는 학생이 학습 활동의 객체에서 주체로, 교사는 가르치는 사람에서 학습 준비자와 학습 활동의 조력자, 사고촉진자로 전환된다. 이러한 열린교육에서의 교수 학습의 특징은 학생 개인의 학습 능력과 필요를 고려한 지도의 개별화와 다

양한 학생 중심의 교수 학습 방법의 실시를 들 수 있다.

학교 교육을 개별화시킨다는 것은 학생 개개인에게 적합한 교육 프로그램을 제공하려는 것을 목적으로 하는 일련의 과정으로 학생들간에 존재하고 있는 여러 가지 개인차를 학습과정에 고려하는 것이다. 교사는 확인된 여러 가지 개인차에 따라 다양한 학습 경험을 학생에게 제공하기 위하여 부단히 노력해야 한다. 현실적으로 한 교사가 개인별 지도를 한다는 것은 불가능하고 개개 학생에게 적합한 학습 여건을 조성하여 주려고 노력하는 것이다. 이를 위하여 교사는 필요한 지원과 소집단 지도 및 개별 지도를 적시에 해 주어야 한다.

열린교육에서의 수업은 학습자의 적성, 흥미, 그리고 수준에 따라 학습내용, 방법, 그리고 속도가 각각 다르게 규정되므로, 학생들로 하여금 자기 주도적이고, 창의적이며, 비판적 사고를 할 수 있도록 하는 다양한 수업방법이 가능하다. 이러한 개별성과 융통성을 특징으로 하는 열린교육의 이념을 실천하기 위하여 고안된 열린교육 교수 학습 방법으로는 교과별로 개별 학습, 토픽 학습, 프로젝트 학습, 협력 학습, 창의성 학습, 역할놀이 학습, 밑다짐 학습, 통합 학습, 신문지활용 학습(NIE), 팀티칭(Team teaching) 등 학습내용과 교육환경에 따라 다양한 시도가 이루어지고 있다. 이러한 다양한 열린교육의 방법은 교과특성을 고려하여 수업의 목표와 내용에 적합한 교수 학습 모형의 개발을 통하여 적용하여야 할 것이다.

### 나. 열린 수학교육

#### 1. 열린 수학교육의 필요성

21세기의 세계화·정보화 시대를 주도할 자율적이고 창의적인 한국인을 육성하기 위하여 제7차 교육과정 개정의 기본 방향으로 건전한 인성과 창의성을 함양하는 기초·기본 교육의 충실, 세계화·정보화에 적용할 수 있는 자기 주도적 능력의 신장, 학생의 능력, 적성, 진로에 적합한 학습자 중심 교육의 실천, 지역 및 학교 교육과정 편성·운영의 자율성 확대를 제시하고 있다. 이러한 개정의 방향은 '개별화된 학생 중심 교육'을 지향하는 열린교육의 방향과 그 맥을 같이 한다고 할 수 있다. 열린교육은 단순한 개념이나 지식의 습득만이 목적이 아니며

주체적인 '자기 주도적 학습 능력'을 기르는데 주안점이 있다. 특히 수학교육에서 열린교육은 능동적인 학생 중심의 열린 수학교육을 통하여 수학적 사고 교육이라는 수학교육의 근본 목적에 접근하고자 하는 것이다.

전통적인 수학 교육에서 수학 지식은 주로 교사로부터 학생에게 전달되는 것으로 간주했다. 이에 비해, 구성주의에서는 학습은 교사로부터 일방적인 지식의 전수를 통하여 이루어질 수 없으며 인식의 주체인 학생 자신의 내면 세계에서 자주적인 구성을 통해 이루어진다고 보고 있다. 여기서 구성이란 교사나 상황이 제공하는 여러 가지 학습 정보를 상호작용을 통하여 자신의 입장에서 재 해석하는 과정으로, 학습은 선행지식을 사용하여 새로운 과제에 접근하여 새로운 정보를 동화하고 자신의 의미를 구성할 때 이루어진다는 것이다. 이러한 구성주의를 바탕으로 열린 수학교육에서는 학습자 활동을 강조하고 있는데, 그 이유는 장차 학생 스스로 실제 생활 상황을 수학적 모델로 바꾸고 수학적 원리나 법칙을 탐구, 발견, 창안하며, 수학을 실생활 문제해결에 활용할 수 있게 하는 수학적 사고를 기를 수 있게 하기 위함이다. 이러한 학습자 활동 중심의 열린 수학교육을 통하여 학생들은 여러 가지 현상을 수학적으로 표현하고 논리적으로 사고하여 처리할 수 있는 능력과 합리적으로 문제를 해결하는 태도를 기를 수 있게 될 것이다.

## 2. 수학과 열린 수업 유형

열린 수학 수업을 위하여 우선적으로 생각되어야 할 것은 학습 내용이다. 학습 내용에 따라 학습자 변인과 교사의 변인을 고려하고 그에 적합한 수업 환경을 구성해야 한다. 학습 내용의 계통성이 뚜렷한 수학과목에서의 열린교육을 위한 수업 유형의 결정은 단원의 학습 내용을 분석하여 내용에 따른 단계별 수업 유형을 설정하여야 할 것이다. 열린 수학 수업 유형으로는 개별 학습자의 능력에 따라 지도가 개별화되는 개별화 수업, 협력을 통한 상호작용으로 학습의 효율성을 높일 수 있는 보상 중심의 STAD 수업과 가르치고 배우는 능동적인 과제 중심의 Gigsaw 수업, 발견술을 통한 전략적 문제해결 활동으로 합리적으로 문제를 해결하는 능력을 신장시킬 수 있는 문제해결 수업 그리고 여러 가지 현상을 수학적으로 표현하고 논리적으로 사고하여 처리하는 태도

를 갖게 하는 주제(Topic) 학습이 적합하다. 그러나 경제하여야 할 것은 학생의 흥미나 다양성이라는 수업 방법의 외적인 면의 변화를 추구하다가 본질적인 수학과 과 내용이 경시되는 위험성이 있다는 것이다.

본 장에서는 수학 수업을 학생 활동 중심의 수업으로 열어 학습의 효율성을 높이기 위한 열린 수학 수업 유형 즉, 개별화 수업, 소집단 협력 수업, 문제해결 수업, 주제(Topic) 학습의 특징을 문헌 연구를 통하여 살펴보기로 한다.

### 가) 개별화 수업

개별화 수업은 수업의 초점을 학급 성원인 각 개별 학생에게 두고 모든 개별 학습자로 하여금 학습목표에 도달하도록 하기 위해 각 학습자의 필요, 흥미, 능력, 진도 등을 고려해서 적절하고 타당한 교수방법 및 절차, 자료의 선택 그리고 평가 등을 변별적으로 실천하는 수업이라고 할 수 있다(김신자, 1996). 개별화 수업은 학습자 개개인을 각기 독립된 학습활동의 주체로 보는 학습자 중심의 교수 학습 활동으로 이루어진다.

수학교육에서 학생들의 개인차를 고려한 학습 프로그램을 어떻게 제공할 것인가는 깊이 생각해야 할 현실적인 문제이다. 개별화 수업에서는 수학을 학습하는 과정에서 발생하는 개인차를 인정하고 개별 학생의 학습 능력과 속도에 따라 거기에 맞는 학습 환경을 제공한다. 따라서 같은 교실, 같은 시간에 다양한 학습 유형이 마련되며 학생은 각자의 선택에 의한 순서와 자신의 능력에 따라 학습 과제를 성취해 나간다. 개별화 수업에서 학생들은 개개인의 학습수준에 따라 학습하되 자기 주도적 학습 능력의 신장이 중요한 요소로서, 교사의 도움을 최소로 하고 개개인의 학습활동을 최대로 하게 된다. 학생들은 자유진도 학습과정에서 스스로 사고하는 능력에 의하여 수학적 개념을 파악하고 학습한 개념을 적용하여 문제를 해결함으로써 수업과정에서 개개인의 다양하고 창조적인 생각을 유발시킬 수 있게 될 것이다.

### 나) 소집단 협력 수업

구성주의에 입각한 열린교육의 수학 수업으로 주목을 받고 있는 것 중 하나가 소집단 협력 학습이다(류희찬, 1996). 우리 나라 중등학교의 교실 환경은 다인수 과밀

학습으로 학습의 개별화에 대한 교사의 지도 능력에는 한계가 있다. 학습 위계가 뚜렷하고 개인차가 심한 수학 학습을 소집단을 형성하여 학습자들이 서로 협력하면서 가르치고 배우도록 함으로써 학습 과정에서 발생하는 장애를 상호작용을 통하여 극복하도록 하여 수학 학습의 효과를 극대화할 수 있다. 협력 학습은 집단의 구성원들이 공동의 목표를 향해서 함께 학습하며, 구성원 모두가 다른 구성원의 학습에 책임을 진다는 것을 기본 아이디어로 하고 있다. 수학 수업에서 협력 학습은 단순히 함께 학습하도록 하는 것이 아니라, 각 구성원들이 서로 다른 구성원의 성취를 배려함으로써 학습의 효율성을 높이고 문제해결 능력을 신장시키기 위한 것이다. 소집단 협력 수업은 적극적이고 생산적인 소집단 학습 활동으로 자주적인 학습 태도를 형성시키고 협력을 통한 수학적 문제해결 능력을 신장시키기 위한 학습 형태이므로 수학에서 강조하고 있는 수학적 힘을 기를 수 있는 수업형태이다. 이러한 협력 수업은 보상 중심의 협력 수업(STL)과 과제 중심의 협력 수업(Gigsaw)으로 구분할 수 있다.

#### (1) 보상 중심 협력 수업(STAD)

STL(Student Team Learning)은 미국의 존스 홉킨스 대학에서 연구 개발한 것으로, 그 중 대표적인 것은 팀의 보상을 통하여 학습동기를 유발시켜 학습 효과를 높이는 보상 중심의 협력 수업인 STAD(Student Teams-Achievement Division)이다. STAD는 퀴즈를 통한 집단의 보상을 전제로 학습 동기를 유발시키고 소집단 구성원간의 긍정적 상호작용으로 학습의 효율성을 최대화하는 수업 형태로서, 집단보상의 실시, 개인적 책무성, 동등한 성공의 기회를 그 특징으로 들 수 있다. 집단의 보상은 각 팀으로 하여금 협력 학습의 동기를 유발케 하여 구성원들이 서로 질문을 하고 도움을 주는 등 서로간의 협력을 통한 긍정적인 의존성을 높일 수 있고 학업성취도를 높일 수 있다. 팀의 구성원은 누구나 팀의 성취에 대한 책임을 지게 되며 모든 구성원이 팀에 기여한 바를 똑같이 인정받기 때문에 모두 최선을 다해야 한다. STAD는 구성원 각 개인뿐만 아니라 팀 전체가 함께 발전하여야 한다는 생각을 심어줌으로써 보다 많은 학생들에게 수학 학습에서의 성공의 기회를 제공할 수 있다.

#### (2) 과제 중심 협력 수업(Gigsaw)

열린교육은 학생의 활동을 강조하는 학습자 중심의

교육이다. 기존의 수학 수업에서 학생이 학습을 수동적으로 받는 객체라면 열린 수학 수업에서는 주체로 전환되어야 한다. 학습의 효과를 극대화시키기 위해서는 과거 수동적이고 수용적인 학습 자세에서 벗어나 학습자가 능동적이며 적극적으로 학습활동에 참여해야 한다. 학습의 주체로서 학생들이 상호 가르치고 배우면서 능동적으로 학습해 나가는 협력 학습이 지그소우 학습이다. 지그소우 학습이란 경쟁이 없는 상태에서 개개인이 정보원, 학습주체가 되어, 서로 협력하는 상호 의존적인 학습 형태이다. 지그소우 학습의 특징은 다음과 같다.

첫째, 구성원은 공동의 이익을 위하여 함께 배운다고 하는 협동적 소집단 상태에 놓이게 된다.

둘째, 구성원은 소집단의 다른 구성원과 서로 중복되지 않도록 분할된 교재로 학습하고, 그것을 가지고 모여서 하나의 통합된 교재로 배우게 된다.

셋째, 학습의 성과는 각 학생에게 환원된다. 소집단으로서의 성과는 개인의 성과와 마찬가지로 중요시된다.

넷째, 학업성적의 향상과 자신감을 가지게 되고 긍정적인 대인관계가 유지되며 효과가 기대된다.

이러한 지그소우 학습을 통하여 각자 자신에게 맡겨진 학습 과제에 대해서 보다 책임감 있게 조사하고 해결하게 되며, 누구나 가르치는 입장에 서게 됨에 따라 발표에 자신이 없는 학생들도 차츰 발표의 기회를 가짐과 동시에 자신감을 얻게 될 수 있다. 지그소우 학습을 통한 수학 수업은 학습자의 능동적인 활동을 자극하고, 학습에 대한 관심이나 흥미를 활성화시킴으로써 수학에 대한 자신감을 갖게 할 뿐 아니라 학습의 효과를 극대화시켜 학습자 중심의 효율적인 수업을 가능케 한다.

#### 다) 문제해결 수업

수학교육의 일반목표는 수학적인 지식이나 기능의 이해와 정착, 그리고 수학적으로 생각하고 처리하는 태도의 육성으로 요약될 수 있다. 수학적으로 생각하는 태도의 지도는 수학적 지식의 전달을 의미하는 것이 아니며, 주어진 목적에 따라 수학적 지식을 사용할 수 있게 하고, 독자적이고 창의적으로 문제를 해결할 수 있게 하며, 논증을 가지고 비판적으로 생각하려는 태도를 형성하려는 것이다. 이런 수학적인 사고방법과 태도는 문제의 해결과정에서 싹트고 길러지는 것이다.

우리 나라의 문제해결 수업에서의 문제점은 문제해결 과정에서 발견술을 통한 지도가 이루어지지 못하고 있다는 점이다(류희찬, 1996). 발견술이란 문제해결과정에서 장애가 발생한 경우, 학생 스스로 이 장애를 해결할 수 있도록 해 주는 장치 즉, 문제해결 과정에서 어려움을 해결하기 위한 효과적인 발문이나 권고를 말한다. 교사는 학생이 필요로 하는 경우 적절한 발문을 통하여 학생들이 스스로 어려움을 해결할 수 있도록 도와주어야 한다. Polya는 그의 저서 'How to Solve It?'에서 문제해결 과정을 4단계 즉, 문제 이해, 계획작성, 계획의 실행, 반성으로 나누고 각 단계에서 필요로 하는, 문제해결에 전형적으로 유용한 정신적 조작을 '발문과 권고'의 형태로 제시하고 있다(우정호 역, 1997).

수학적으로 사고하는 것을 가르치는 것은 수학교육의 목표로서 이러한 수학적 사고는 문제해결 과정에서 길러진다. 효율적인 문제해결을 위해서는 학습자는 주어진 환경 하에서 가능한 학습해야 할 많은 부분을 스스로 발견해야 하며, 교사는 효율적인 발문과 권고를 통하여 학생으로 하여금 스스로 발견하도록 신중하게 그리고 조심스럽게 도와주는 산파역을 하여야 한다. 학생들의 문제해결 능력을 신장시키기 위해서는 교사는 문제와 학생 모두를 잘 알아야 하며, 문제해결 단계를 경험하고 또 발견술을 통한 문제해결 과정에 익숙해 있어야 한다. 또한 제시한 문제의 해결 활동이 끝난 후에는 학생들 스스로 이 문제와 유사한 문제를 만들고, 그 문제를 해결하는 활동을 하게 함으로써 수학을 창조하고 해결하는 능력과 습관을 기를 수 있도록 해야 할 것이다.

#### 라) 주제(Topic) 학습

제7차 수학과 교육과정 개정의 기본 방향을 수학적 힘의 신장으로 설정하고 있다. 수학적 힘이란 탐구하고 예측하며 논리적으로 추론하는 능력, 비정형 문제를 해결하는 능력, 수학에 관한 또는 수학을 통한 정보교환 능력, 수학 내에서 또는 수학과 다른 학문적 영역 사이의 아이디어를 연결하는 능력, 문제해결이나 어떤 결정을 내려야 할 때 수량과 공간에 관한 정보를 찾고 평가하고 사용하려는 성향과 자신감을 포함한다. 사고의 유연함, 인내, 흥미, 지적 호기심, 창의성 등은 수학적 힘을 기르는 데 중요한 영향을 준다(강욱기, 1998). 이러한 수

학적 힘을 기르기 위한 학습 활동의 하나로 주제(Topic) 학습을 들 수 있다. 주제(Topic) 학습은 학생 개인인 또는 소집단 학생들이 설정된 주제에 따라 스스로 탐구해 나가는 주제 탐구 학습을 지칭하는 것이다. 주제 학습은 단원의 내용과 관련된 주제가 제시되면 학생 개인인 또는 소집단 별로 흥미나 관심이 있는 분야의 소주제를 선택하여 일정한 기간 동안 탐구해 나가는 것으로 발견 학습 활동 또는 응용 전이 학습 활동의 형태로 실시할 수 있다. 이러한 주제 학습은 수학교육에서 단원의 내용과 관련된 생활 속의 여러 가지 현상들을 조사 탐구하여 수학적 기호와 용어를 사용하여 문제를 만들거나 주제와 연관된 문제를 참고서를 통하여 조사하고 여러 가지 변형된 새로운 응용 문제 만들기의 형태로 실시할 수 있다. 수학교육에서 조사 탐구 활동을 통한 주제 학습은 자연 환경이나 여러 분야로부터 수학을 발견하고 수학화하는 고차적이고 총체적인 수학적 능력 및 창의력을 기를 수 있는 수학과 교수 학습의 형태라고 생각된다.

### III. 열린 수학교육 교수 학습 모형

수업이란 바람직한 학습결과를 성취하도록 의도된 학습상황을 조성하고 그 가운데 교사가 행동으로 나타내는 일련의 과정이다. 교사는 학생중심의 문제해결 활동과 개인차를 중시하는 열린 수업으로 전환하여 학생 자신의 자주적이고 창의적인 활동으로 여러 가지 현상을 논리적으로 사고하고 합리적으로 해결하는 능력과 문제해결 능력을 기를 수 있도록 해야 한다. 수학 수업에서 학생들의 적극적 사고와 학생 주체의 학습 활동을 존중하는 열린 수업을 전개하기 위해서는 다양한 수업 형태에 따른 교육과정의 재구성파 함께 교사와 학생의 열린 마음, 열린 공간, 열린 시간의 조건이 서로 어루러져 진행될 때 최적의 효과를 거둘 수 있을 것이다.

추상적이고 형식적인 수학 내용을 학습자의 관점이 아닌 교사의 관점에 의해 일방적으로 지도될 때 학습자는 여러 가지 학습정보를 자신의 입장에서 재해석하지 못하고 의미를 구성하지 못함으로써 학습이 제대로 이루어지지 못한다. 의미 있는 학습이 이루어지기 위해서 학생들은 자신의 입장에서 대상을 해석하려는 노력이 필요하며, 그 과정에서 실수도 하며, 서로간에 질문을 하고,

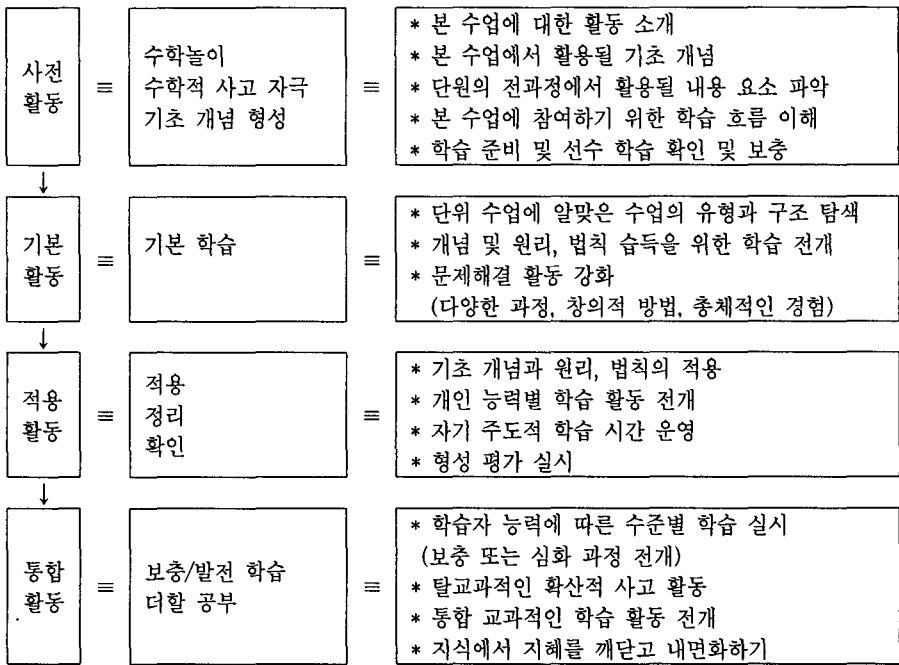
다른 사람의 생각을 듣고, 건설적인 비평이나 대안을 제시할 수 있어야 한다. 열린 수학수업을 통하여 학습의 효율성을 극대화하기 위하여 각 단위 수업은 수학적 사고력과 문제해결 능력의 신장에 초점을 두어 한 단위 전체에 걸쳐 서로 연결되어 구성되어야 하며, 관련 학습 내용을 융통성 있게 다룸으로써 시간을 효율적으로 운영하여야 한다. 한국교육개발원(1997)에서는 연구보고를 통하여 수학과 열린 수업은 사전 활동, 기본 활동, 적용 활동, 통합 활동의 단계에 따라 이루어져야 한다고 전제하고, 아래의 <그림 1>과 같은 수학과 열린 수업을 위한 수업 활동의 일반 모형을 제시하고 있다.

본 장에서는 한국교육개발원(KEDI)의 수학과 열린 수업을 위한 수업 활동의 일반 모형의 단계를 토대로 수학적 사고력과 문제 해결력 신장에 초점을 두고 각 수업 유형의 일반적인 특징에 기초한 수업 유형별 수학과 교수 학습 모형의 구안을 모색하였다.

1. 개별화수업 교수 학습 모형

개별화 수업은 수업과정에서 학생들의 학습 능력에

따라 자유진도 학습과 개별 또는 소집단 보충학습을 조화롭게 실시함으로써 학생들의 자기 주도적 학습 능력을 기르고 모든 학생들이 최소한의 학습 목표에 도달 할 수 있도록 개개인에게 적합한 교육 프로그램을 제공하는 수업 형태이다. 수업과정에서 지도가 개별화되지 못할 때 학생들이 기본 학습 과정에서 수학적 개념이나 법칙, 원리를 이해하지 못하여도 적절한 진단이나 처방이 이루어지지 못하고 다음 단계로 넘어 가게 되며, 이러한 과정이 반복되면 학생들은 학습에 대한 의욕을 상실하게 되어 결국 수학에 대한 흥미를 잃게 될 것이다. 따라서 수학적 사고 교육이라는 수학 교육의 목표를 이루기 위하여 교사는 학습 과정에서의 개인차를 고려하여 지도를 개별화하고 학생들의 자주적 학습 활동을 강화시켜 학생 스스로 개인의 능력과 자율성에 의하여 학습해 갈 수 있도록 학습의 장을 열어 가야 할 것이다. 이러한 생각에 기초하여 수학의 기본적인 개념이나 원리, 법칙을 익히고 적용하는 기본 학습을 위한 열린 수학 수업 모형으로 개별화 수업의 특징을 바탕으로 한 수학과 개별화 수업 교수 학습 모형을 다음의 <그림 2>와 같이 구성하였다.



<그림 1> 수학과 열린 수업을 위한 수업 활동의 일반 모형

개별화 수학 수업은 마음 열기, 수학적 개념 열기, 수학적 사고 열기, 수학적 태도 열기의 단계로 이루어지며, 학습의 진행 과정에서 학습자의 요구와 필요에 따라 지도가 개별화된다.

첫째 사전 활동으로 마음을 여는 단계이다. 이 단계는 역사적 배경이나 실생활의 본시 학습 관련 이야기를 통하여 학습동기를 유발하고, 본시 수업과정에 대한 안내를 하여 마음을 여는 단계이다. 또한 본시 학습을 해 나가는데 필수적인 기초 개념을 학습하고 자기 평가를 통하여 수업 유형에 따른 학습의 방향을 설정하고, 학습 과제에 직면케 하는 단계이다.

둘째 기본 학습 활동으로 수학적 개념을 여는 단계이다. 수학의 기본적인 개념, 원리, 법칙을 이해하고, 기본적인 적용을 통하여 이들 사이의 관계를 파악함으로써 수학적 개념을 자신의 것으로 재구성하는 단계이다.

셋째 적용 학습 활동으로 수학적 사고를 여는 단계이다. 이 단계는 개념, 원리, 법칙의 적용을 통한 문제해결 활동으로 문제해결 능력을 강화시키는 단계이다. 문제해결 과정에서 추상화와 일반화 그리고 직관적 사고로 문제를 해결하고, 논리적 사고와 비판적 사고를 할 수 있도록 하여 학생들의 수학적 사고를 열어가야 할 것이다.

넷째 응용학습 활동으로 수학적 태도를 여는 단계이

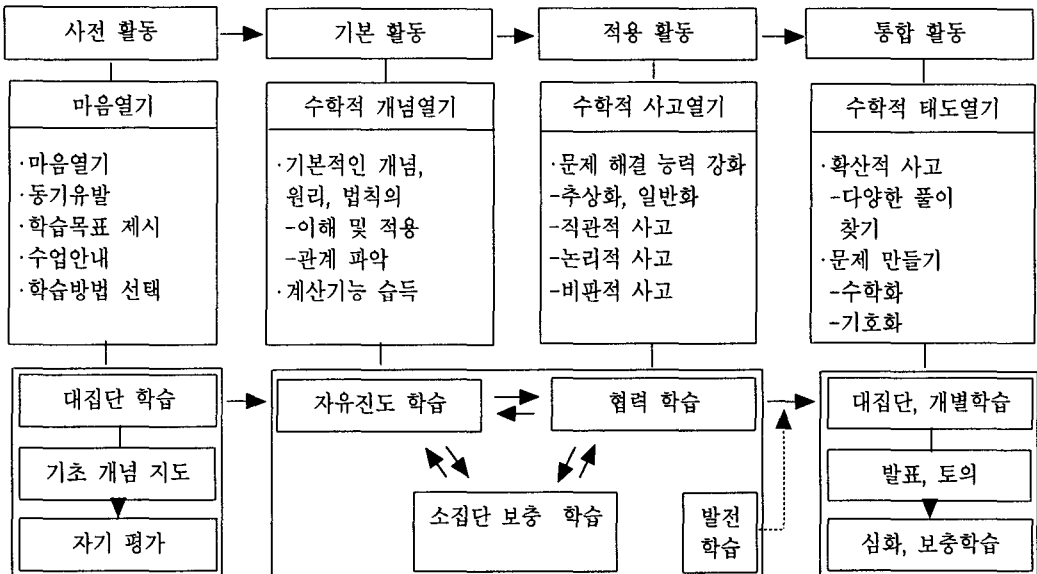
다. 확산적 사고와 창의적인 방법으로 다양한 풀이 방법을 찾고 변형된 문제를 만들어 보게 하여 학생들로 하여금 여러 가지 현상을 수학적으로 표현하고 합리적으로 해결하는 수학적 태도를 가지게 하여야 할 것이다.

효율적인 개별화 수업을 위해서는 개별학습 도구인 학습지가 준비되어야 하는데 학습지는 학습 과정의 안내와 더불어 수학적 개념을 파악하고 적용할 수 있도록 단계별로 구성되어야 한다. 학습지에는 학생들이 도달해야 할 성취 목표를 제시하여 모든 학생들이 학습 목표에 도달할 수 있도록 하고, 나아가 학습 속도가 빠른 학생들을 위하여 발전 및 심화 학습을 할 수 있도록 배려가 되어야 한다. 이러한 개별화 수업에서 교사는 학생들이 스스로 공부하도록 방치하는 것이 아니라 지도의 개별화를 통한 보충학습과 학습과정의 점검 그리고 적절한 발문을 통하여 모든 학생이 학습 목표에 도달할 수 있도록 학생들의 사고를 자극하는 능동적인 역할을 해야 한다.

2. 소집단 협력 수업 교수 학습 모형

가) STAD 수업 교수 학습 모형

STAD 수업은 보상체제가 동료간의 상호작용과 학습동기를 촉진시켜 주기 때문에 학습과정에서 개인차가 심



<그림 2> 수학과 개별화 수업 교수 학습 모형



한 수학 수업에 효과적으로 적용하여 학습의 효율성을 높일 수 있는 수업 형태이다. 팀의 보상을 전제로 하는 소집단 협력을 통한 수학 수업은 학습자 개인이 팀의 다른 학생들로부터 새로운 정보를 획득하게 되고, 의사교환을 통하여 논리적, 합리적인 절차에 따라 문제를 해결하게 되어, 결과 보다 과정을 중시하는 학습 태도를 지니게 된다. 또한 학습자들은 자기가 갖고 있던 생각에 대한 부당성, 합리성을 검증하는 기회를 갖게 되고 토론 과정 속에서 면밀한 관찰력이나 분석력을 신장시킬 수 있을 것이다. 이러한 생각에 기초하여 수학적 개념, 원리, 법칙을 문제 해결에 단계적으로 적용하여 수학적 사고를 넓혀 가는 기본 학습 단계의 열린 수학 수업 모형으로 STAD 수업의 특징을 바탕으로 한 수학과 STAD 수업 교수 학습 모형을 <그림 3>과 같이 구성하였다.

동기 유발의 단계에서는 사전 활동으로 본시 학습 과정의 안내와 개인별 평가를 통한 팀의 성적으로 보상을 하게 된다는 평가와 보상에 대한 상세한 설명으로 소집단별 학습 동기를 유발시킨다.

상호 협력의 단계에서는 서로 짝을 지어 팀 동료간의 긍정적 상호작용을 활발히 하면서 제시된 과제를 해결해 가는 기본 활동 단계이다. 이 단계에서 직관적 사고를 통하여 해답을 예측해 보고, 분석, 추론, 해석의 논리적 사고를 함으로써 제시된 과제를 해결해 간다.

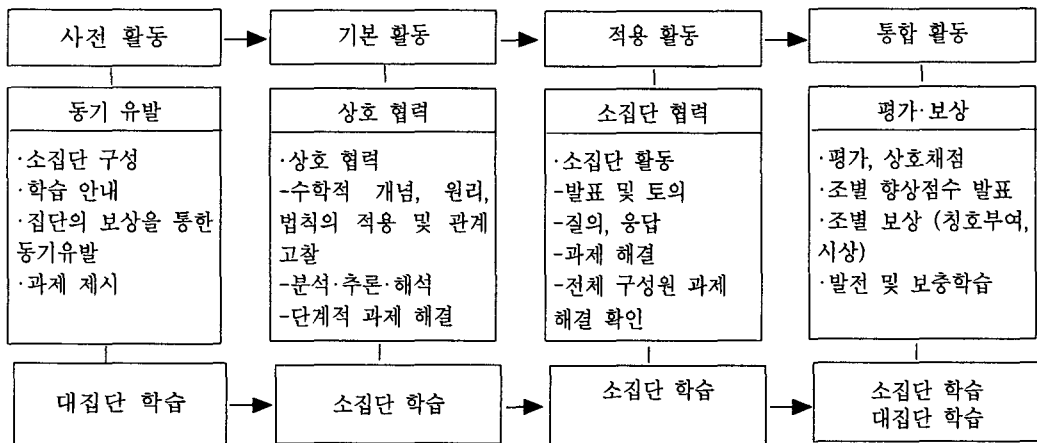
소집단 협력의 단계는 앞에서 해결한 과제에 대하여 총체적인 경험과 창의적인 방법으로 다양한 해결 방안을

모색해 보고 비교와 토의를 통하여 과제를 검증하고, 평가를 대비하여 소집단 전체 구성원이 모든 과제를 해결했는지 확인하는 적용 활동의 단계이다. 이 단계에서는 소집단 속에서 구성원 모두가 협력을 통하여 제시된 과제를 공부하여 해결하는 책임을 지게되며 후에 있을 개인별 평가에서 목표에 도달할 수 있도록 구성원끼리 서로 가르치고 배우는 협력을 통한 상호작용으로 학습 효과가 극대화된다.

평가·보상의 단계는 제시된 학습과제와 관련된 기본적인 개념이나 문제로 구성된 퀴즈를 통하여 각 개인별 평가를 실시하고, 보충 및 발전 학습을 실시하는 통합 활동의 단계이다. 이때에는 개별적으로 평가를 받게 되고 팀 구성원간에 서로 돕지 못하므로 소집단 속에서의 학습의 책임성을 강화하게 된다. 퀴즈 결과를 상호 채점하여 기준에 따라 향상 점수를 부여하고 지금까지의 기본 점수를 바탕으로 각 구성원 향상 점수의 평균으로 소집단별 향상 점수를 계산한다. 각 소집단별 향상 점수를 발표하고 우수한 조에 대한 칭호의 부여와 시상을 통한 보상을 실시하고 칭찬과 격려를 한다. 소집단별 점수를 발표할 때 각 개인별 향상점수도 발표하여 개인의 팀에 대한 기여한 정도를 알게 한다.

나) Gigsaw 수업 교수 학습 모형

학습 과제의 분담 구조를 통해서 집단 구성원간의 상호 의존과 협력을 통하여 학습하는 수업 형태가 Gigsaw



<그림 3> 수학과 STAD 수업 교수 학습 모형

수업이다. Gigsaw 수업은 학생들이 분담한 학습 과제에 대하여 전문가가 되어 소집단 구성원 각자가 자신이 맡은 부분을 가르치고 또한 다른 구성원들에게서 배움으로서 정의적 측면의 증진과 더불어 적극적으로 능동적인 학습을 가능하게 한다. 따라서 기본적인 수학적 개념을 관련된 다른 단원의 내용에 다양하게 적용하거나 파생된 여러 가지 문제에 응용하는 기본 학습 단계의 열린 수학 수업 모형으로 Gigsaw 수업의 특징을 바탕으로 한 수학과 Gigsaw 수업 교수 학습 모형을 <그림 4>와 같이 구성하였다.

마음 열기의 단계는 Gigsaw 수업에 대한 안내와 사전 활동으로 학습동기를 유발시키고 과제를 제시하는 단계이다. 학습지는 단원의 내용을 학생들의 역할 분담을 통한 능동적인 학습 활동으로 열여 갈 수 있도록 과제에 따른 소집단 구성원 수만큼의 하위 과제로 구성하여 준비되어야 한다.

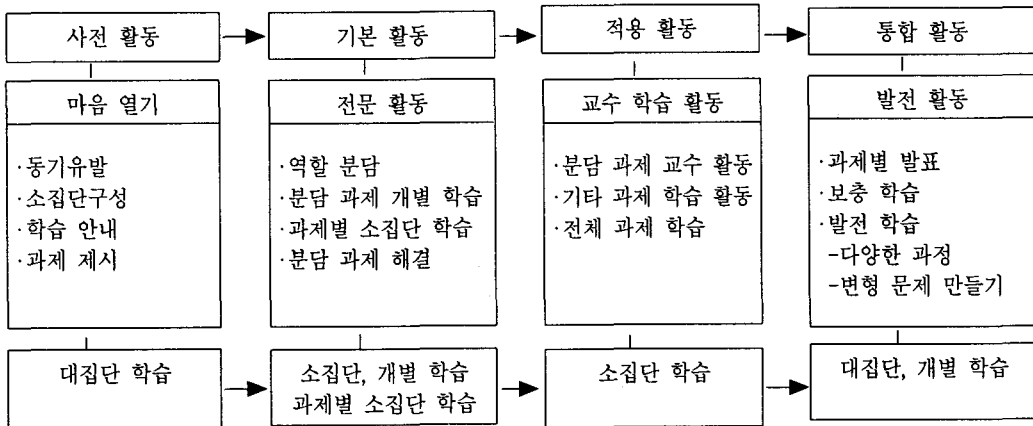
전문 활동 단계는 전체 학습 과제를 확인하고 소과제별로 역할을 분담하여 해결하는 기본 활동의 단계이다. 이때 분담 과제는 개별 학습할 시간이 주어져야 하며 필요 시 사전에 준비해 오게 할 수도 있다. 학습 과제가 분담되면 각 소집단에서 같은 과제를 분담한 구성원들이 모인 과제별 학습 집단으로 이동하여 서로 정보를 교환하고 제시된 과제를 해결하는 단계이다. 각 구성원들은 전체 학습과제를 각각의 역할 분담을 통하여 학습하게 됨으로 분담한 과제에 대한 책임성을 갖게 되어 과제 해결에 적극적인 협력과 참여를 하게 된다.

교수 학습 활동에서는 과제 해결 활동의 결과를 각각 과제별로 발표하여 나머지 구성원들에게 가르치고, 나머지 학습 과제를 배우게 됨으로써 전체 과제를 학습하는 적용 활동의 단계이다. 이 과정에서 학생들은 서로 가르치고 배우는 능동적인 학습 활동을 통하여 수학에 대한 자신감을 갖게 된다.

발전 활동의 단계는 과제별로 발표하고, 보충 학습과 발전 학습을 하는 통합 활동의 단계이다. 이때 교사는 학습 활동에 대한 칭찬과 격려를 하고, 다양한 풀이 방법과 변형된 문제 만들기로 확산적 사고를 갖게 한다.

3. 문제해결 수업 교수 학습 모형

수학의 학습내용은 문제해결의 연속이며, 수학의 학습목표는 문제해결 능력의 신장이라고 할 수 있다. 이러한 문제해결 능력은 다양한 문제해결의 체험을 통해서 습득된다. Polya는 수학에서 문제를 해결하는 능력은 '모방과 연습'에 의해서 길러진다고 말한다. 여기서 모방은 다른 사람이 문제를 해결하는 것을 기계적이고 맹목적으로 모방하는 것이 아니라 독창적이고 창조성을 요하는 자유로운 의미의 모방으로, 거기에는 면밀한 관찰이 필요하며 현재 하려고 하는 일을 더 잘 할 수 있는 방안을 선택하는 능력이 필요한 것이다. 학생들의 문제해결 능력을 신장시키고자 하는 교사는 문제에 대한 흥미를 학생들의 마음속에 스며들게 하고, 그들에게 모방과 연습의 기회를 풍부하게 제공해 주어야 할 것이다. 또한 문제해결 과정에서 장애가 발생했을 때 스스로 발문을 통



<그림 4> 수학과 Gigsaw 수업 교수 학습 모형

한 다양한 시도로 장애를 극복해 나갈 수 있도록 전략적 문제해결 방법을 습득해야 할 것이다. 따라서, 단원 또는 소단원의 끝 부분에서 단원의 내용을 종합하는 여러 가지 문제나 다른 분야와의 통합된 다양한 응용 문제를 통하여 학생들의 창의력과 문제해결 능력을 기르기 위한 열린 수학 수업 모형으로 Polya의 문제해결 과정 즉, 문제이해, 계획수립, 계획실행, 반성의 4단계를 바탕으로 한 수학과 문제해결 수업 교수 학습 모형을 <그림 5>와 같이 구성하였다.

마음 열기 단계는 학습 안내를 통한 동기 유발과 문제 해결 활동을 하기 전에 대집단 학습을 통하여 핵심 개념을 정리하는 준비 활동의 단계이다.

문제해결 지도 단계는 먼저 교사가 전략적 문제해결 과정에 따라 제시된 문제를 풀어 문제해결 과정을 지도하는 기본 활동의 단계이다. 교사는 Polya의 문제해결 4 단계 즉 문제이해, 계획수립, 문제해결, 반성에 따라 대화식으로 문제를 해결하고 해결과정에서 이용된 발견적 방법을 구체적으로 설명한다.

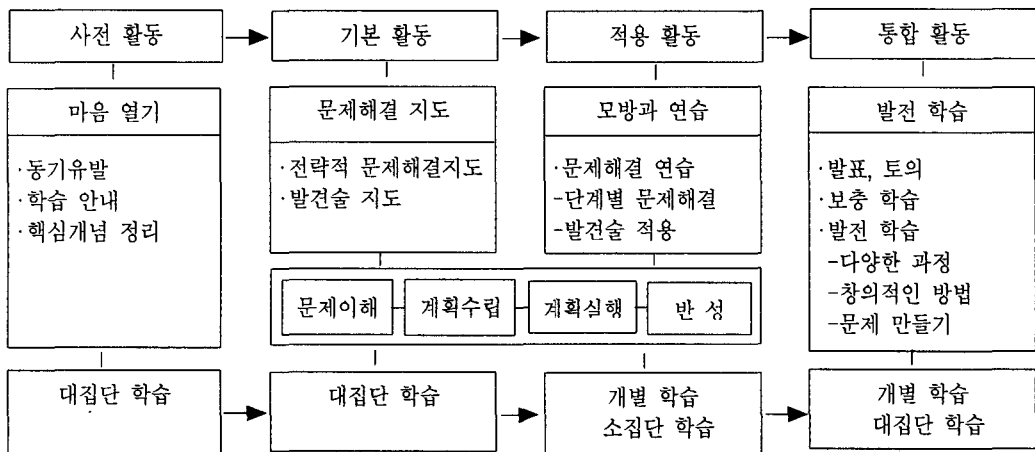
모방과 연습의 단계는 제시된 문제를 문제해결 과정에 따라 스스로 해결해 봄으로써 모방과 연습을 통하여 문제해결 능력을 신장시키는 적용 활동의 단계이다. 문제해결 과정에서는 문제의 구조를 파악하면서 이미 배운 개념과 원리를 적절하게 활용하여 발견적 사고방법을 진작시키는 종합적인 사고 과정이 강조되어야 한다. 교사는 문제해결 과정에서 장애가 발생했을 때 일반적인 발

문을 통하여 학생 스스로 문제를 해결해 갈 수 있도록 유도하여 학생스스로 정답을 발견할 수 있도록 지도하는 것이 중요하다.

발전 학습 단계는 스스로 해결한 문제를 발표하여 풀이 과정을 상호 비교하고, 보충학습 및 발전 학습을 하는 통합 활동의 단계이다. 문제를 해결한 후에는 더 좋은 해결 방안을 찾을 수 있게 하고 또한 관련 문제 만들기를 통하여 창의력을 기를 수 있도록 해야 할 것이다.

4. 주제(Topic)학습 교수 학습 모형

수학교육의 일반 목표 가운데 중요한 하나는 수학적으로 생각하고 처리하는 태도의 육성으로 요약될 수 있다. 수학적으로 생각하는 태도의 지도는 주어진 목적에 따라 수학적 지식을 사용할 수 있게 하고, 독자적이고 창의적으로 문제를 해결할 수 있게 하며, 논증을 가지고 비판적으로 생각하려는 태도를 형성하는 것이다. 이러한 수학적인 사고방법과 태도는 수학적 소재를 일상 생활 속에서 찾아 관련된 수학 문제로 만들어 해결해 보고, 반대로 수학기간에 배운 원리와 결과를 생활 속의 언어로 표현해 봄으로써 길러진다. 주제에 따른 조사·탐구 활동은 수학을 창조하고 해결하는 수학적 사고 능력과 습관을 기르기 위한 중요한 학습 활동이다. 따라서 개개인 또는 소집단에서 설정한 주제에 따라 스스로 탐구해 나가는 주제 탐구 학습을 통하여 수학적 사고 방법과 태도를 기르기 위한 통합 활동 단계의 열린 수학 수업 모



<그림 5> 수학과 문제해결 수업 교수 학습 모형

형으로 주제(Topic) 학습의 특징을 바탕으로 한 수학과 주제 학습 교수 학습 모형을 <그림 6>과 같이 구성하였다.

탐구 계획 수립의 단계는 단원의 내용을 분석하여 주제(Topic) 학습의 계획을 수립하고 학습 안내를 통하여 주제 학습의 방향을 제시하고 주제를 제시하는 사전 활동의 단계이다. 주제는 교사가 사전에 단원의 내용을 검토하여 제시하거나 토의를 통하여 선정할 수 있다.

탐구 방향 설정의 단계는 주제에 따른 소집단 또는 개별 주제를 선정하고, 탐구 방향을 설정하는 기본 활동의 단계이다. 먼저 설정된 주제와 관련된 내용을 참고 도서를 통하여 점검하고, 탐구 실행을 위한 각자의 역할을 분담하여 탐구에 필요한 도구를 준비하게 된다. 이 단계에서는 탐구 결과를 예측해 보고 탐구실행 과정에서 획득되어야 할 것이 무엇인가를 구체적으로 검토하여야 한다.

탐구실행의 단계는 탐구 현장을 직접 방문하여 조사 및 측정을 하고, 수집한 자료를 정리, 분석하여 도식화하고 수학적 용어로 표현하여 문제를 만들고 검토한 후 연구보고서를 작성하는 적용 활동의 단계이다. 연구보고서는 탐구 주제와 탐구 방법 그리고 만들어진 문제를 기록하고 풀이 과정과 해답을 구체적으로 제시하고, 탐구 과정에서 촬영한 사진을 부착한다. 이러한 문제 구성 활동을 통하여 학생들은 사물의 현상을 관찰하고 해석하는 능력과 수학적으로 고찰하고 처리할 수 있는 능력을 기르게 되며, 실생활의 여러 가지 문제를 논리적으로 사고하고 합리적으로 해결하는 태도를 기를 수 있게 된다.

통합 학습의 단계는 단원의 마지막 시간을 통하여 연구보고서를 서로 교환하여 탐구 결과를 비교 검토하고,

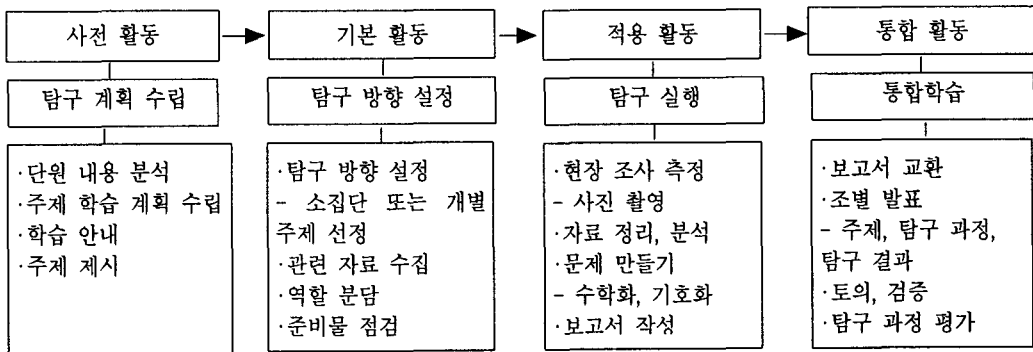
개별 또는 소집단 별로 탐구 주제 및 탐구방법 그리고 탐구 결과를 발표하여 검증하는 통합 활동의 단계이다. 이때 탐구 과정에서 힘들었던 점이나 느낀 점 등을 동시에 발표케 하여 탐구 활동에 대한 긍지와 자부심을 갖게 하고, 마지막으로 교사는 탐구과정 및 결과에 대하여 종합 평가를 하고 칭찬과 격려를 한다.

이러한 주제탐구 학습은 교사의 설명 위주의 수업에서 피동적으로 하던 수학 학습을 능동적이고 적극적인 활동 중심의 학습으로 열여감으로써 학생들로 하여금 수학의 힘을 기를 수 있게 할 뿐 아니라 수학 공부에 대한 관심과 흥미를 유발케 할 수 있을 것이다.

#### IV. 열린 수학교육 단원 학습 모형

학습 과정에서 학생들의 개인차가 뚜렷이 나타나는 수학 과목의 특성상 단원의 학습은 학습 내용과 단계에 따라 개별 학생들의 학습 효과를 극대화할 수 있도록 하는 적합한 학습 방법을 선택하여 실시하여야 할 것이다. 단원 전체의 학습을 한 가지 수업 형태로 모든 단위 수업에 적용하는 것은 학습 효과의 극대화에는 다소 미흡하리라 생각된다. 따라서 앞에서 제시된 수업 유형별 교수 학습 모형을 내용과 단계에 따라 조화시킨 열린 수학교육 단원 학습 모형을 구성하여 학습의 효율성을 높일 수 있도록 하여야 할 것이다.

교사는 단원의 학습에 들어가기 전 준비 단계로 단원의 학습 내용을 분석하고 관련 내용을 재구성하여 학습 내용과 사고의 단계에 따라 각 단위 수업의 유형을 결정하는 사전 활동, 수학적 개념, 원리, 법칙을 습득하고 적



<그림 6> 수학과 주제(Topic) 학습 교수 학습 모형

용함으로써 수학의 기본적인 지식과 기능을 익히는 기본 활동, 수학적 지식과 기능을 활용하여 논리적으로 사고하고 합리적으로 문제를 해결하는 능력을 기르기 위한 적용 활동, 그리고 여러 가지 현상을 수학적으로 표현하고 처리할 수 있는 태도를 기르기 위한 통합 활동의 단계로 단원의 학습을 진행하여야 할 것이다.

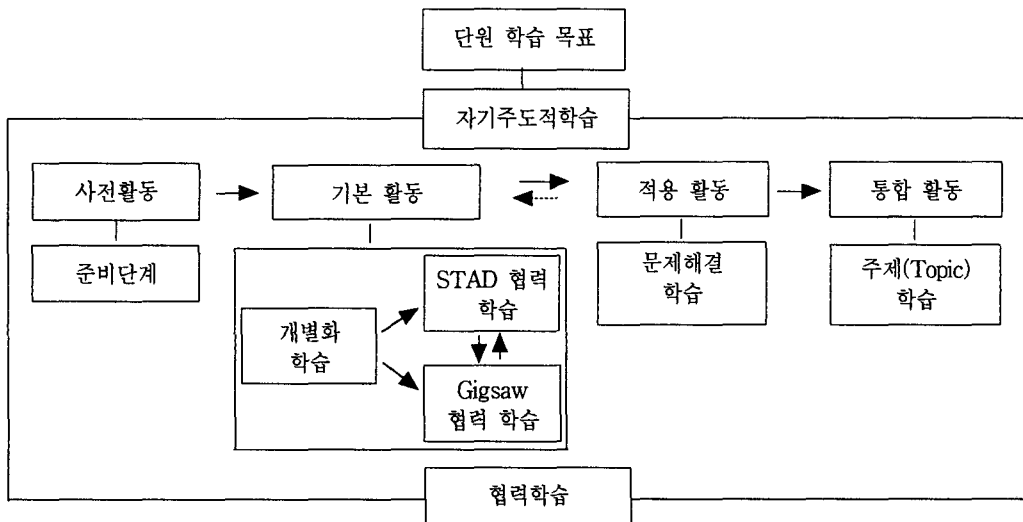
본 장에서는 자주적인 학습 활동으로 자기 주도적 학습 능력을 기르고 협력 학습을 통하여 학습의 효율성을 높일 수 있도록 하기 위하여 학습의 내용과 단계에 따라 개별화 수업, 소집단 STAD와 Gigsaw 수업, 문제해결 수업, 주제(Topic) 학습을 선택적으로 적용하는 열린 수학교육 단원 학습 모형을 <그림 7>과 같이 구성하였다.

기본 활동의 단계는 단원 전체의 학습 중 기본적인 수학적 개념을 파악하고 원리와 법칙을 관련 문제에서의 적용을 통하여 익히는 밑바탕 학습의 단계이다. 이 단계에서는 개인의 학습 능력에 따라 지도가 개별화되는 개별화 수업과 서로간의 협력을 통한 상호 작용으로 기본 학습 과정에서의 장애를 극복하게 하여 학습의 효율성을 높이는 소집단 협력 수업을 학습 내용과 사고의 단계에 따라 조화롭게 실시하는 것이 바람직 할 것이다. 먼저 학습 과정에서 자신의 학습 능력에 따라 자유진도 학습과 보충 학습을 스스로 선택하여 학습하는 개별화 수업으로 기본적인 수학적 개념과 원리, 법칙을 습득하게 한

후, 보상 중심의 STAD 협력 수업과 과제 중심의 Gigsaw 협력 수업을 선택적으로 실시하여 상호 협력과 가르치고 배우는 적극적인 학습 활동으로 수학적 지식과 기능을 적용하고 응용할 수 있도록 단계적인 학습의 장을 제공하여 수학적 사고를 넓혀가야 할 것이다.

적용 활동의 단계는 단원의 기본 학습을 마친 후 문제해결 수업을 실시하여 수학적 지식과 기능을 활용하여 제시된 문제를 논리적이고 합리적으로 해결할 수 있게 하여 문제해결 능력을 기를 수 있도록 하는 단계이다. 이 단계에서는 발견술을 통한 전략적인 문제해결로 문제해결 과정에서 다양한 사고를 해 갈 수 있도록 하고, 또한 학습한 수학적 개념, 원리, 법칙들을 여러 가지 문제를 해결해 가는 과정에서 종합적으로 적용하여 여러 가지 풀이 과정과 창의적인 방법을 모색하게 함으로써 수학적 사고력과 문제해결 능력을 신장시킬 수 있도록 해야 할 것이다.

통합 활동의 단계는 단원의 내용을 통합적으로 적용하여 실생활의 여러 가지 현상들을 조사 탐구하고 그것을 수학적 용어와 기호로 표현하여 문제를 만들어 보게 함으로써 수학적 사고 방법과 태도를 기르는 단계이다. 이 단계에서는 주제(Topic) 학습을 실시하여 주제 탐구 활동을 통하여 학생들로 하여금 수학에 대한 새로운 시각을 갖게 하고 실생활의 다양한 현상들을 수학적으로



<그림 7> 열린 수학교육 단원 학습 모형

처리하는 태도를 갖도록 해야 할 것이다.

단원 전체를 학습 내용과 사고의 단계에 따라 학생들의 능동적인 학습 활동의 다양한 수업 형태를 통하여 열린 수학교육을 효과적으로 실시하기 위하여 교사는 사전 활동의 단계에서 학습 내용, 학습자의 실태, 수업 방법 등을 세밀하게 검토하고 분석하여 준비하여야 할 것이다.

## V. 결론 및 제언

고도로 발달한 현대 사회에서 교육인구의 양적 증가에 따른 교육의 질적 향상문제는 시급히 해결되어야 할 당면 문제로 대두되고 있다. 1980년대 중반부터 확산되고 있는 열린교육은 기존의 교육 문제에 대한 대안으로 시도되고 있다. 열린 공간, 열린 인간관계, 탄력적인 교육과정의 운영, 학생들의 특성과 개인차를 고려한 지도의 개별화, 다양한 교수 학습 방법의 적용 등을 통한 개별화된 학생중심 교육을 지향하는 열린교육은 미래사회를 살아가기 자주성과 창의성 있는 인간의 육성을 추구한다. 그러나 열린교육은 시행 과정에서 우리 나라의 교육 여건을 고려하지 못하고 열린교육의 외형만을 가져와 적용함으로써 여러 가지 문제점들이 나타나고 있는 것이 사실이다. 이제 교육 현장에 뿌리를 내리고 있는 열린교육은 그 개념을 명확히 정립하고 적용과정에서 나타난 여러 가지 문제점들을 분석하고 개선하여 나감으로써 우리 나라의 교육 현실에 맞는 한국형 열린교육으로 정착시켜 나가야 할 것이다. 따라서 우리 나라의 교육 여건에 맞는 열린교육에 대한 효과적인 적용 방안과 각 교과별 다양한 교수 학습 모형의 개발을 통하여 기존의 교사 중심의 수업을 학생중심으로 열어 가는 교수 학습 방법이 강구되어야 한다. 이러한 생각에 기초하여, 본 연구에서는 열린교육의 의미와 열린교육 방법을 문헌연구를 통하여 살펴보고 중등학교 수학과 수업을 개별화된 학생 중심의 열린 수학 수업으로 열기 위한 방안을 교수 학습 모형의 개발을 통하여 모색하였다. 먼저 추상적이고 형식적인 수학교과목의 내용을 학생 중심의 다양한 열린 수업을 통하여 효과적으로 열기 위하여 열린 수학수업을 위한 수업 유형을 설정하였다. 그리고 각 수업 유형의 특징을 바탕으로 수업 유형별 수학과 열린 수업 교수 학습 모형을 구성하고, 그것을 토대로 수학과 열린 수업을

위한 단원 학습 모형을 제시하였다. 연구 제시된 열린 수학교육 교수 학습 모형은 실제 수학과 수업에 적용을 할 경우 기존의 교사 중심의 강의식 수업을 능동적인 학생 활동 중심의 수업으로 열어 학생들의 자기 주도적 학습 능력과 수학적 사고 능력을 신장시켜 학습의 효율성을 높여줄 것으로 기대된다.

본 연구의 결과를 바탕으로 성공적인 열린교육의 실현을 위한 제언은 다음과 같다.

첫째, 열린교육에 대한 정의를 재정립하고, 열린교육의 효과와 교육적 가치를 제대로 인식해야 한다. 진학을 위주로 한 학력중심의 우리 나라 중등학교 교육현실에서 열린교육에 대한 부정적인 인식을 가질 수 있기 때문에 열린교육의 목적 및 효과와 가치에 대한 구체적인 연구와 자료가 제시되어야 한다.

둘째, 협소한 교실문제에 대한 해결방안이 모색되어야 한다. 학급당 학생수가 40명이 넘는 기존의 학급에서 학생 중심의 효율적인 개별화 수업을 실시하는 데에는 한계가 있다. 각 학생들의 특성과 개인차를 고려하여 지도의 개별화를 통한 열린교육을 실시하기 위해서는 학급당 학생 수를 최소한 30명 이하로 줄여야 한다.

셋째, 수업시간의 탄력적인 활용방안의 모색이다. 기존의 50분으로 제한된 수업시간 속에서 여러 가지 교수 학습 방법을 통한 학생 중심의 열린교육의 실시는 그 효과 면에서 많은 제한점을 가지고 있다. 특히 수학수업에서 개별화 수업, 소집단 협력 학습, 주제학습, 문제해결 학습 등을 통한 학생 중심의 열린교육을 실시하기 위해서는 학교단위의 유연성 있는 교육과정의 운영을 통한 탄력적인 시간의 활용이 필요하다.

넷째, 열린교육을 위한 열린 수학 교실의 구성이다. 교실 구조는 수업상황에 따라 재배치되거나 융통성 있게 활용될 수 있어야 한다. 기존의 각 개인을 중심으로 한 고정된 좌석의 배치는 학습과정에서 학생들을 수동적으로 만들어 학생들의 사고를 제한한다. 학생들은 다양한 학습 상황에서 구성된 학습 환경과의 상호작용을 통하여 흥미롭고 능동적인 학습을 할 수 있어야 한다. 따라서, 효과적인 열린 수학수업을 위해서는 수학교과목의 특성을 고려한 수학교실을 구성하여 운영하는 것이 바람직하다.

다섯째, 성공적인 열린교육의 실현을 위해서 열린교육에 대한 교사들의 교육이 체계적으로 이루어져야 한

다. 교사들이 전문인으로서 자신감을 가지고 열린교육을 수행해 나갈 수 있도록 필요한 전문 지식과 기술 체계에 대한 교육과 지원이 실시되어야 할 것이다.

### 참 고 문 헌

- 강욱기 (1998). 제7차 수학과 교육과정과 교과용 도서체 제 모형, 수학교육논업 16, 서울: 대한수학회.
- 김은산 (1991). 21세기를 대비하는 열린교육(Open Education)의 이론과 실제, 교육철학 9, 한국교육학회, 한국교육철학연구회.
- 김신자 (1996). 개별수업, 서울: 이화여자대학교 출판부.
- 대한수학교육학회 (1998). 열린 수학교육의 이론과 실제, 대한수학교육학회 수학교육 연구발표회 자료집.
- 류희찬 (1996). 열린교육과 초등학교 수학과 교육: 소집 단 협력학습을 중심으로, 1996년도 대한수학교육학회 추계 수학교육학 연구발표대회 논문집.
- 우정호 역, G.폴리아 (1997). 어떻게 문제를 풀 것인가?, 서울: 천재교육.
- 이인효 외 5명 (1996). 열린교육 현장연구, 연구보고 RR 96-10, 한국교육개발원.
- 이인효 외 5명 (1997). 열린교육을 위한 교육과정 재구성 및 수업 방법 실행 연구, 연구보고 RR97-4, 한국교육 개발원.
- 정문성 외 1명 (1998). 열린교육을 위한 협동학습의 이론 과 실제, 형설출판사.
- Horwitz, R.A. (1979). Psychological Effects of the Open Classroom, *Review of Educational Research* 49(1), pp.71-86.
- Nyquist, E.B. & Hawes, G.R. (Eds.) (1972). *Open Education*, New York: Bantam Books.
- Rothenberg, James (1989). The Open Classroom Reconsidered, *The Elementary Journal* 90(1), pp.69-86.
- Stephens, L.S. (1974). *The Teacher's Guide to Open Education*, New York: Holt, Rinehart and Winston, Inc.
- Tunnell, D. (1975). *Open Education: An Expression in Search of a Definition*, In Nyberg, D.(Ed.), *The Philosophy of Open Education*.

## A Study on Teaching-Learning Model for Open Education in Mathematics

**Choi, Taeg Young**

Department of Mathematics Education, Andong National University, Andong,  
Kyongbuk 760-749, Korea; e-mail: tychoy@andong.ac.kr

**Lee, Kyo Hi**

Kyongan High School, 124, Kungok-Dong, Andong, Kyongbuk 760-250, Korea; e-mail: geng54@chollian.net

This study has its purpose to develop an optimal teaching model in math class leading to an effective device of open education in mathematics being transformed from the current teacher-centered teaching to the individually specified student-centered one on the basis of the definitions and methods of open education learned from sundry literature references. Accordingly, this paper established several patterns of effective open math class for teaching specific math's contents, followed by developing applicable teaching-learning models for class situation rested on each math lesson's features. Unit learning models for open education in mathematics, which were made step by step according to each unit's contents were also presented to be applied to real class situations.