

Guilford의 지능 이론이 Higgins의 수업 형식에 미치는 영향에 대한 구성주의적 비교 연구¹⁾

서 성 보²⁾ · 박 경 숙³⁾

Higgins의 탐구하기, 모형화하기, 강조하기, 도전하기, 그리고 실행하기 등 다섯 가지 범주의 수업 형식에 Guilford의 지능 구조에 있는 사고의 소재(素材)인 내용(內容)과 조작(操作) 그리고 산출(產出)의 세 요인 중 어떤 것을 결부되는지 알아보았다. 또 구성주의적 수학 교수-학습 원리인 학생 중심적 개별화의 원리, 발문 중심적 상호 작용의 원리, 의미 지향적 활동의 원리, 그리고 반영적 추상화의 원리 중에서 어떤 것들이 관계를 하면 아동 스스로가 주어진 학습을 자기 마음속에 가장 잘 구성할 수 있겠는가 하는 문제를 분석하였다.

1. 서 론

종전에는 수학과 교수-학습의 가장 중요한 과제가 '교사가 수학을 어떻게 지도하면 아동이 가장 쉽게 이해하겠는가'였다고 하면, 지금은 '교사가 주위의 교육 환경을 어떻게 조성하면 학생이 자기 주도적으로 수학을 잘 구성하겠는가'이다. 이와 같이 교육의 주체가 교사에서 학생으로 넘어가고 있는 추세이며, 이러한 흐름에 맞추어 새로운 교수-학습 이론인 구성주의(構成主義)가 폭넓게 거론되고 있으며, 이는 다음과 같이 간결하게 정의할 수 있다: "지식 습득의 주체를 교사에서 오히려 학습자에게 두어서, 지식은 교사로부터 수동적으로 획득되어지는 것이 아니라 학습자 개개인이 스스로 발견하여 자기의 마음속에 능동적으로 구성되어진다." 그러나 이것이 단지 정의로만 끝난다고 하면 한갓 공허한 이론에 불과하며, 이 이론을 근거로 한 구체적인 방법까지 제시한다면, 이것은 최근의 교육 철학적 입장에서 볼 때 매우 훌륭한 주장이라고 하겠다.

그런데 Ohio 주립대학교 교수였던 Jon L. Higgins는 탐구하기, 모형화하기, 강조하기, 도전하기, 그리고 실행하기의 다섯 가지 범주의 수업 형식을 제시하였다(Higgins 1971). 우리는 한 시간의 수업 흐름에서 가장 적절하다고 생각되는 이러한 형식들의 어느 하나를 또는 몇 개를 적용한다고 하면 아동들은 수학 내용을 자기의 마음속에 가장 능동적으로 구성하게 될 것이다. 그러나 아동들이 이러한 형식으로 전개한 수업 내용을 자기의 마음속에 스스로 구성할 수 있느냐 하는 문제는 아동 개개인이 수학에 대한 지능적인 요인을 얼마나 지니고 있으며 또 어떻게 발휘하느냐에 따라 다를 것이다. J. P. Guilford가 구성한 지능의 구조 모형은 요인적 접근 방법을 가장 잘 이용한 이론이라 하겠다. 그는 개인이 무엇에 의하여 생각하고, 어떻게 사고하는지 그리고 사고로 인하여 어떤 결과들이 드러나는지를 연구하였다. 이

1) 이 논문은 1999년도 부산 교육 대학교 교과 교육 연구 지원비에 의하여 연구되었음.

2) 부산 교육 대학교 ([611-736] 부산시 연제구 거제1동 263)

3) 부산 교육 대학교 부속 초등학교 ([611-071] 부산시 연제구 거제1동 281)

러한 사고의 소재(素材)를 내용(內容), 조작(操作), 산출(產出) 등으로 구분하고, 이들을 각각 1, 2, 3 차원의 축으로 하는 직육면체를 산정하고, 각 차원마다 여러 가지 유형으로 세분하여 그 특징을 규정하고 있다.

본 연구에서는 Higgins의 다섯 가지 수업 형식에 대한 특징을 설명하고, 이러한 형식에는 Guilford의 지능 구조에 있는 사고의 어떤 소재를 결부시켜야 하며, 또 구성주의의 어떤 교수-학습 원리를 적용시켜야만 아동 스스로가 자기 마음속에 주어진 학습을 가장 잘 구성할 수 있겠는가 하는 문제에 초점을 맞추어 분석하고자 한다. 그런데 사고의 소재는 외형적으로 가시적인 것도 아니고 또 구체적으로 분명한 설명도 하기 어렵기 때문에, 그 요소 하나하나에 적절한 예제를 결부시켜 사고의 본질을 이해하는 데 많은 지면을 할애하였다.

II. 이론적 배경

1. 구성주의란 무엇인가?

가. 구성주의의 본질

지식 습득의 주체를 교사에서 오히려 학습자에게 두어서, 지식은 교사로부터 수동적으로 획득되어지는 것이 아니라 학습자 개개인이 스스로 발견하여 자기의 마음속에 능동적으로 구성되어진다는 학습 이론을 구성주의(構成主義 constructivism)라고 한다. 구성주의에 관한 연구는 지금까지는 주로 이론적 측면에서 학생들의 학습을 다루어 왔지만 앞으로는 실제적인 면에서 접근하게 될 것으로 보인다. 구성주의는 습득되는 모든 지식이 수동적으로 수용되는 것이 아니라 학습자 스스로 능동적으로 구성해 가는 것이라는 전체에서 출발하고 있다. 이러한 구성주의의 관점에서 보면, 학교는 지식을 가르치는 곳이 아니라 학습자가 지식을 구성할 수 있도록 도와주는 곳이고, 수학 지식은 교사의 도움을 받아 학생 스스로 구성하는 것이다. 교사는 학생이 지식을 구성할 수 있도록 설명, 활동 등 모든 것을 포괄하여 안내하고 조력하여야 하며, 개개의 학생들 수준에서 구체적이고 활동적으로 지식을 구성할 수 있도록 적극적으로 도와주어야 한다.

이렇게 하여 학습의 주체와 객체가 완전히 뒤바뀔 정도로 교육에 일대 변혁을 가져왔으며, 이러한 변화에 이론적인 배경을 마련해 주고 또 그 실천적 방안을 제시해 줄 수 있다는 점에서 구성주의를 하나의 의미 있는 학습 이론으로 볼 수 있겠다. 더욱이, 구성주의에서는 학습자의 외부에 이미 존재하는 절대적인 지식을 부정하며, 오히려 각 개인이 이 세상을 살아가며 이해하려고 할 때 본인에게 적합하고 타당한 진리나 지식을 구성해 나가는 것을 최종 목표로 삼고 있다.

나. 구성주의의 교수-학습 원리

구성주의는 지식의 자주적 구성을 기본 원리로 하고 있다. 이러한 점을 기본으로 한 구성주의적 수학 교수-학습 원리는 다음과 같다(박영배 1996).

(1) 학생 중심적 개별화의 원리

공통 주관적인 의미에서 객관적인 지식은 학생 자신에 의해 자주적으로 구성되어야 한다. 따라서 학생 개개인의 개인차를 고려하여 지식의 능동적 재발명을 통하여 학생이 지식을 자주적으로 구성하게 하는

것을 하나의 학습 원리로 채택할 수 있는 것이다

(2) 발문 중심적 상호 작용의 원리

구성주의에서는 학생과 교사 및 학생간의 상호 작용을 매우 중요하게 생각한다. 여기서 교사는 적절한 발문(發問 questioning)을 통해 학생의 응답을 유도해냄으로써 학생으로 하여금 일련의 추측 및 논박 활동을 통해 수학 지식을 구성할 수 있도록 교수-학습 환경을 설정하여야 한다. 그래서 교사의 발문은 단순한 기억이나 지식의 재생을 위한 발문이 되어서는 안 된다.

(3) 의미 지향적 활동의 원리

‘우리는 왜 그러한 지식을 구성하여야 하는가?’라는 물음에 대해 지금까지의 수학 학습에서는 학생들이 그 답을 가지고 있지 않았다. 그러나 구성주의에서는 학교 수학을 학생들이 배워야 할 수학으로서 필요성을 가지게 하여야 한다. 즉, 수학 학습이 학생에게 의미 있는 활동이 되도록 학생의 교수-학습 활동의 참여 의지를 학습 원리로 채택할 수 있는 것이다.

(4) 반영적 추상화의 원리

학생에 의한 지식의 자주적 구성은 지식 구성을 하는 학생 자신에 의해 내면적으로 이루어지는 자주적 활동 없이는 결코 가능하지 않다. 효율적인 수학 학습을 위해서는 내면화된 자주적 활동이 필요하며, 이 경우에 반영적 추상화가 지식의 구성에 필수적인 역할을 담당하게 된다. 이런 관점에서 하나의 학습 원리로 채택할 수 있다.

단위 수업 시간에 수업의 내용에 따라 4 가지의 원리가 모두 또는 그 일부를 활용할 수 있다. 그러나 위에서 언급한 원리들이 상호 유기적으로 관련될 때 입체적이고 생동적인 수업이 될 수 있을 것이다.

2. Higgins의 다섯 가지 범주의 수학 수업 형식

가. 수업의 형식 찾기

훌륭한 수학 수업으로 이끌 수 있는 이치, 전략, 그리고 수단은 어떤 가능한 영역을 지니고 있는가? 많은 훌륭한 교사들은 수학을 가르치는 방법을 연구하는 데에는 많은 다른 종류가 있고, 수학 수업 행위를 유별하는 데에도 슬한 방식이 있음을 알았다. 그런 의미에서, Ohio 주립 대학교 교수인 Jon L. Higgins는 하나의 수업을 진행하는 과정에서 어떤 목적에 여러 가지로 적합하게 활용할 수 있는 다섯 가지 유형의 범주를 제시하였다.

(1) 탐구(探究)하기(exploring)

우리가 가르치는 행위들 중에서 거의 대부분은 아동으로 하여금 수학을 탐구하도록 도와주는 일이다. 앞서도 언급하였듯이, 구성주의적 수학 교수-학습의 전개에서는 학습자에 의한 발견을 통하여 학습 내용을 탐구하는 것이 중요하다고 하였다. 다시 말하면 탐구할 수 있는 기회가 아동에게 주어진다고 하면 그들은 자연스럽게 그러한 기회들을 잘 이용할 것이다. 구성주의 이론에서는 반영적 추상화의 원리가 바로 여기에 해당된다고 볼 수 있겠다.

(2) 모형화(模型化)하기(modeling)

이 수업은 정례(正例)와 반례(反例) 등 양쪽 모두를 조심스럽게 사용하고 있다는 것을 뜻한다. 모형화

한 수업에서 학생들은 더 넓은 범주와 분류에 대한 특정한 보기를 일반적으로 말할 수 있는 능력을 가졌다고 가정한다. 구성주의 이론에서는 의미 지향적 활동의 원리가 여기에 많은 연관이 있겠다.

(3) 강조(強調)하기(underlining)

이것은 수업을 모형화하는 것과 밀접한 관계가 있다. 수학을 가르치는 근본적인 목표는 수학의 계열에서 논리적인 관계와 비판적인 방법을 강조하는 데 있다. 모형화하기가 학습 내용의 다양성을 강화하는 것이라면, 강조하기는 규칙적이고, 또 이따금 연역적인 방법으로 수학을 발전시키는 데 초점을 맞추고 있다. 구성주의 이론에서는 학생 중심적 개별화의 원리가 바로 여기에 해당이 된다고 볼 수 있겠다.

(4) 도전(挑戰)하기(challenging)

이 수업은 아동들에게 그들 자신의 학습 속도에 대한 처치 방법, 그들 자신의 주장에 대한 정당화, 그리고 그들 자신을 위한 평가가 주어지도록 격려하는 것이다. 모든 학습은 수동적으로 받아들이는 것일 뿐만 아니라 능동적으로 몰입하는 것임을 강조하고 있다. 구성주의 이론에서는 학생 중심적 개별화의 원리와 발문 중심적 상호 작용의 원리가 여기에 많은 관련이 있겠다.

(5) 실행(實行)하기(practicing)

“행하는 학습”의 철학에 근거를 두고 구축한 이 교수 방법은 바람직한 행동과 절차를 한정된 사고 방식으로 굳히도록 노력하는 것이다. 이 학습에서는 단순한 예시보다 더 높은 차원의 지적 사고를 요구하며, 기억력은 경험의 축적에 의해서 발생한다는 사실을 가정한다. 구성주의 이론에서는 학생 중심적 개별화의 원리와 의미 지향적 활동의 원리가 여기에 해당이 될 것이다.

이러한 다섯 가지의 범주, 즉 탐구하기, 모형화하기, 강조하기, 도전하기, 그리고 실행하기 등은 훌륭한 수학 학습에서 필요한 교수 행위의 폭넓은 다양성을 제공해 주고 있다. 이러한 학습 연구를 착수하기 전에, 우리들은 교실 수업을 위한 다섯 개의 범주들의 서로 간의 관계와 타당성을 함께 조사할 것이다.

나. 범주들 속에 있는 다양성의 관찰

이들 각 범주 속에서, 넓은 영역의 수업 행위를 관찰할 수 있다.

(1) 탐구하기

이 기술을 사용하는 교사는 활기 넘치는 학습 환경을 확립하는 데 초점을 맞출 것이다. 교사가 수업하는 교실은 학습 자료와 놀이 도구로 가득한 실험실 같이 보일 것이다. 교사는 발견의 수준들을 유지하기 위하여 필요한 격려를 주면서 교실 여기 저기를 돌아다닐 것이다. 그러나, 교사는 발견과 혼란 또는 자유와 무질서 사이를 섬세하게 나눌 수 있는 능력이 필요하다. 탐구하기 기술을 갖고 시행하는 수업에서 성공을 거두려면 자기가 맡고 있는 학생들과 자기가 가르쳐야 할 수학의 내용 등 양쪽 모두에 대한 상세하고도 충분한 지식이 요구된다.

(2) 모형화하기

이것은 우리의 생활 주변에 유익한 것으로 입증된 여러 가지 수학적 내용을 아동들로 하여금 분류하고 체계화시키도록 유도한다. 이 범주의 수업에서는 교사는 수학의 힘과 아름다움을 모두 반영하는 예제들을 선정하고 소개할 수 있다. 그러나 모든 행동이 교사에 의하여 인도되고 전수되는 곳에서는 모

형화하기 수업은 한자 대장 놀이⁴⁾로 변질될 염려가 있으므로, 그렇게 되지 않으려면 역시 특별한 기술이 요구된다. 진취적인 교사는 시청각 교편물과 영상 매체의 활용, 그리고 소집단 협의 등을 통하여 아동들이 자기 주도적으로 학습 내용을 모형화하도록 적극 도움을 줄 것이다.

(3) 강조하기

이는 흔히 설명적인 수업 형태에서 일어난다. 그렇지만 강조하기는 단순히 교과서 또는 강의 노트에서 요점만을 정리하여 되풀이할 필요는 없다. 또한 어떤 사항에 있어서 서로의 관련성과 비판적인 사고는 토론과 논쟁을 통하여 개발될 수 있다. 가장 효과적인 강조하기는 이때금 “우리가 그것을 다른 방법으로 하였다면 무엇이 일어나겠는가?”라고 간단히 되물음으로써 생기게 되는 것이다.

(4) 도전하기

이것은 단순히 질문하는 것 이상을 의미한다. 대답을 요구하는 질문은 단순한 반복보다 더 높은 등급인 것이다. 도전하기를 시도하는 교사는 시비를 거는 사람이 되는 것도 두려워하지 않고, 또는 쉽게 무력화될 수도 있는 지도력 부재 상황에 이의가 제기된다 해도 겁내지 않는다. 도전하기의 방법으로 한 수업은 교실이 온통 기지와 흥분으로 약간 소란스럽다. 그렇지만, 이러한 상태를 감수하지 않고는 도전하기의 수업에 큰 기대를 걸 수가 없다.

(5) 실행하기

수학을 가르치는 수업은 이 범주를 거치지 않고는 완성되지 않는다. 실행하기의 과정을 통하여 수학의 개념들이 더욱 구체적으로 확실해진다. 그러나 실행하기는 단순히 반복되는 훈련처럼 아동들에게 번쩍이는 영감을 주지 않는다. 그것은 게임이나 시험의 실행 그리고 어떤 사태에 대한 응용이며, 아동들에게는 상황에 대한 지름길과 그것에 대한 정확한 패턴 설정 그리고 기억력의 증진법 등을 제공한다.

3. Guilford 의 지능 구조 이론

가. Guilford의 지능 구조의 3 가지 면

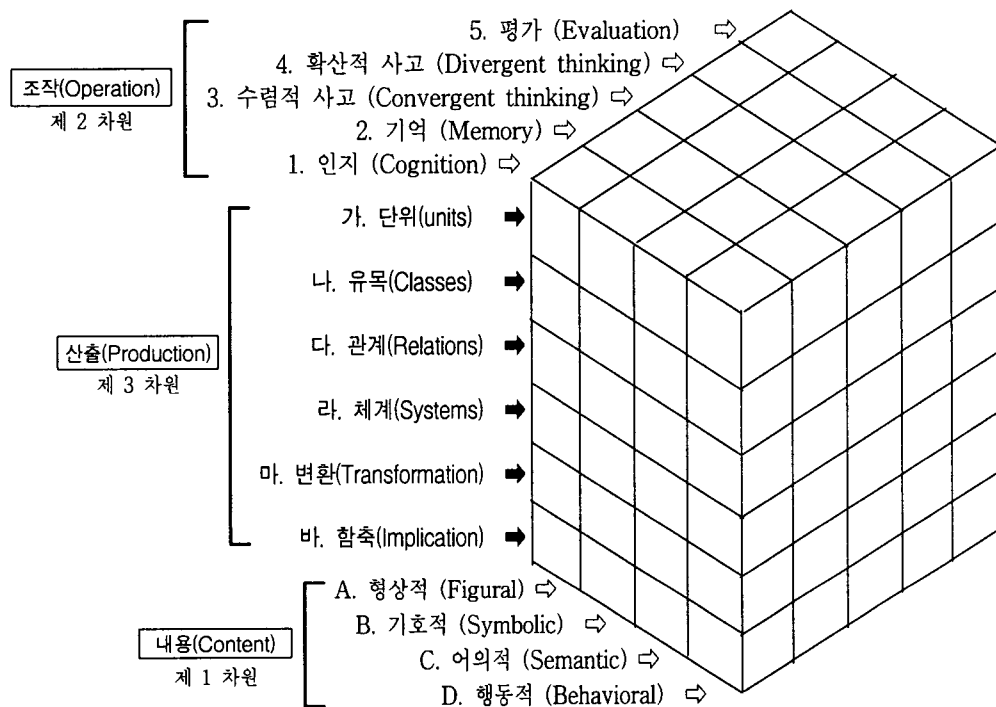
지능의 요인들은 어떤 방향에서는 서로 비슷하기 때문에 분류하는 데 다소간의 어려움이 있다. J. P. Guilford의 지능의 구조 모형은 요인적 접근 방법을 사용한 가장 정교한 지능 요인 이론이라고 말할 수 있다. 그는 개인이 무엇에 의하여 생각하고, 어떻게 사고하는지 그리고 사고의 결과로 어떤 생산들이 드러나는지를 구분하고, 이러한 체계를 지능의 삼차원(三次元)이라고 하였다. 사고의 소재(素材)인 내용(內容)과 조작(操作) 그리고 산출(產出)이 각각 1, 2, 3 차원의 축으로 하는 입방체를 산정하고, 각 차원마다 여러 유형으로 구분하였다. 이렇게 볼 때 지능 요인을 3 차원의 구분에 따른 조합으로 $4 \times 5 \times 6$, 즉 120 개가 된다. 이것은 <그림 1>과 같은 모형으로 나타낼 수 있다. 모형에서 각각의 방(方 cell)은 내용, 조작, 산출로 조합될 수 있는 어떤 종류의 능력을 요구한다. 각 방은 내용, 조작, 산출 등 각 차원의 요인이 하나씩 유일하게 교차하여 조합된 것이기 때문이다.

(1) 내용면에서의 4 가지 요인

내용면의 4 가지 요인 중의 하나인 형상적 내용은 감각을 통하여 지각이 되는 구체적인 재료 내용으

4) 대장 놀이(follow-the-leader): 대장이 된 어린이의 동작을 모두 흉내내는 어린이의 전쟁 놀이.

로서, 자신 이외는 어떠한 것도 나타내지 못한다. 그리고 시각적 형상 재료는 크기, 모양, 색깔, 위치, 또는 짜임새 등과 같은 성질을 갖고 있다. 기호적 내용은 알파벳 체계 또는 수 체계와 같은 보통 일반적인 체계로 구성되어 있는, 문자, 숫자, 그리고 전통적인 부호로 구성되어 있는 내용이다. 어의적 내용은, 예시가 전혀 필요 없는, 말로 된 의미 또는 생각의 형태로 되어있는 내용이다. 행동적 내용은 학습자가 생활공간에서 직면하는 사태에 대처하는 반응 양식을 말한다.



〈그림 1〉 Guilford의 지능의 구조 (학습자가 “내용”을 가지고 “조작”이라는 사고 행위로 학습을 한 결과가 “산출”이다.)

(2) 조작면에서의 5 가지 요인

조작에는 5 가지 요인, 즉 인지, 기억, 수렴적 사고, 확산적 사고, 평가가 있다. 인지는 발견 또는 재 발견 또는 인식을 의미한다. 기억은 인지되어진 사항을 보유하는 것을 의미한다. 두 종류의 생산적인 사고 작용은 이미 알고 있는 정보와 기억된 정보로부터 새로운 정보를 생성한다. 확산적 사고 작용에서는 우리는 다른 방향으로 생각하고, 때로는 다양성을 추구하고, 때로는 탐구하기도 한다. 수렴적인 사고에서는 정보는 하나의 올바른 답 또는 공인된 가장 훌륭한 답 또는 틀에 박힌 답으로 이끌어간다. 마지막으로 평가에서는 생산적인 사고에서 우리가 알고 있는 것, 우리가 기억하고 있는 것, 그리고 우리가 생산하고 있는 것 중에서 양호성, 정확성, 적합성, 또는 충분성에 따라 우리가 결정하게 된다.

(3) 산출면에서의 6 가지 요인

산출에서의 6 가지 요인, 즉 단위, 유목, 관계, 체계, 변환, 함축 등에 관하여 논하여 보자. 단위라는 것은 학습자 자신이 문제를 발견하고 해결할 수 있게 일련의 학습 경험을 유기적으로 조직해 놓은 작업

의 기준이 되는 기초 단위를 말한다. 유목이라는 것은 종류와 유사한 말로서 성질이나 상태 따위가 서로 비슷한 물건이나 물체, 학습의 개체 또는 생명체를 통틀어 일컫는 것을 말한다. 관계라는 것은 어떤 사물이나 생각이 다른 사물에 미치는 영향, 또는 교섭의 양상을 말한다. 그리고 그것 속에는 “A는 B의 형이다”와 같은 연결의 관계만이 아니라, “C는 D보다 크다” 또는 “E는 F와 같다”와 같은 비교의 관계를 포함해서, 연상, 소속, 대조, 인과 등의 양상이 있다. 체계라는 것은 낱말의 것을 그 구성 부분에 따라 계통적인 것으로 통일한 조직을 말한다. 변환은 배열, 조직, 또는 의미에서의 변경을 포함하는, 여러 가지 종류의 변화를 말한다. 함축이라는 것은 어떤 뜻이 집약되어 들어 있다는 말로서, 몇 개의 요소나 성질이 어떤 전체에 포함되어 엄밀한 논리적인 분석을 가할 때에 비로소 나타나는 용어이다.

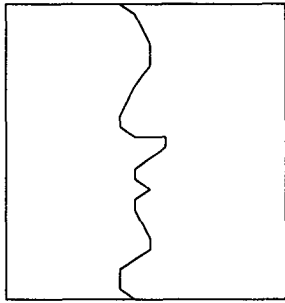
나. 조작(operation)에 있는 사고들의 구체적 연구

(1) 인지 능력

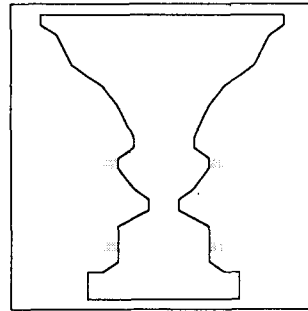
최근에 우리는 논리적인 면에서 인지 능력으로 18 개의 방 중에서 각각의 가로줄은 3 개가 한 조로 구성된 유사한 능력들을 나타내고 있다. 형상적인 단위들을 인식하는 능력을 측정하는 테스트에서는 반면영상(半面映像 silhouette⁵⁾) 모양의 그림이 그려져 있는 어떤 대상을 인지하는 것으로 그러한 대상에서 일부분 윤곽만을 그림자로 비추어서 전체를 파악하는 검사이다. 또 기호적인 단위를 인식하는 능력은 다음과 같은 테스트로 측정할 수 있다.

<1-A-가>⁶⁾ 인지 능력에서 형상적 단위를 측정하는 테스트

[예제] 아래에 있는 두 그림은 각각 무엇을 나타내는가?



☞답: 벽면에 비친 반면영상이 똑같은 윤곽을 가지고 있으나 모양이 다른 두 대상들, 즉 한 윤곽이 서로 다른 두 얼굴을 나타낸다



☞답: 전경(前景) 이 배경(背景)이 되고 배경이 전경이 되기도 한다. 이 그림에서 꽃병 또는 두 사람의 옆모습을 볼 수 있다.

<1-B-가> 인지 능력에서 기호적인 단위를 측정하는 테스트

[예제] 다음 기호(문자)들의 묶음에서 서로의 관계에서 맞지 않는 것은 어느 것인가?

- ① (A H M U) ② (N S Z Q) ③ (O W X Y) ④ (B C D E)

☞ 답: ② (N S Z Q)

5) Silhouette의 유래: 18세기 말 프랑스의 재상 Etienne de Silhouette가 국가 재정 궁핍의 이유로 화가가 그림을 그릴 때 검은 물감 한 가지만으로도 충분하다고 주장한 데서 유래된 말이다.

6) <1-A-가>에서 1은 제 1 차원의 I. 인지, A는 제 2 차원의 A. 형상적, 가는 제 3 차원의 가. 단위를 나타낸다.

어의적 단위를 인지하는 능력은 이미 잘 알려진 말을 이해하는 요인이고, 그것은 다음과 같은 항목을 갖고 하는 어휘 테스트에 의하여 가장 잘 측정되어진다. 산출에 있는 유목을 알 수 있는 테스트를 하기 위해서, 먼저 형상적인 유목을 먼저 점검해 보자. 이 테스트는 완전히 유사한 형태로 구성되어 있고, 각 항목에는 4 개의 형상을 보이고 있다. 그것들 중에 세 개는 공통인 성질을 가지고 네 번째 것은 약간 부족한 성질을 가지고 있다. 산출에 있는 유목을 알 수 있는 테스트를 하기 위해서, 우리는 기호적인 내용과 어의적인 내용 등, 다음과 같은 두 가지 종류의 항목을 소개할 것이다.

기호나 말로 된 형태들에서 서로의 관계들을 인식하는 것으로서, 기호적인 관계는 아무런 의미가 없는 어떤 기호(문자)들의 모임에서 자음과 모음들의 배열 상태를 보고 어떤 관계를 맺는 테스트이고, 어의적인 관계는 몇 개의 낱말들에서 어의가 있는 것끼리 서로 묶는 테스트이다.

<1-C-다> 인지 능력에서 어의적인 관계를 측정하는 테스트

[예제] 다음과 같이 낱말들이 10개 있다. 서로 관계 있는 것끼리 묶으시오.

시(詩), 산문, 춤추기, 휘파람, 소설, 질주, 산책, 노래 부르기, 이야기하기, 뛰기

☞ 답: (산문, 소설, 시), (노래 부르기, 이야기하기, 휘파람), (뛰기, 산책, 질주, 춤추기)

여기에 관계되고 있는 체계는 공간에서 대상들의 순서 또는 배열에 관한 것들이다. 형상적인 요인을 사용하고 있는 체계는 화살표의 방향에 관한 테스트에 의하여, 또 기호적 요소를 사용하고 있는 체계는 문자 삼각형 테스트에 의하여 설명되어진다. 그리고 어의적인 체계에 적합한 요인 하나는 표현적인 유창성(流暢性)으로 알려졌다. 관용구나 문장을 신속하게 형성하는 능력은 이 요인에 대한 어떤 테스트의 본질이라고 볼 수 있다.

<1-C-라> 인지 능력에서 어의적인 체계를 측정하는 테스트

[예제] 폭 48미터이고 길이 100미터인 시(市) 부지는 6,500만 원이다. 1 제곱 미터 당 가격을 산출하자면 어떤 연산들을 해야 하는가?

- ① 더하고 곱한다 ② 곱하고 나눈다 ③ 빼고 나눈다
④ 더하고 뺀다 ⑤ 나누고 더한다.

☞ 답: ② 곱하고 나눈다 (이유: $6,500 \div (48 \times 100) = ?$)

변환은 배열, 조직, 또는 의미에서의 변경을 포함하는, 여러 종류의 변화를 말한다. 함축을 인지할 수 있는 능력들에서, 피실험자 개인은 보외법(補外法 extrapolation)에 의하여 주어진 정보를 갖고 어떤 상황을 추정한다고 말할 것이다.

<1-B-바> 인지 능력에서 기호적인 함축을 측정하는 테스트

[예제] 닭과 송아지를 합해서 가축이 18 마리 있다. 다리의 수가 모두 50일 때, 닭의 수를 구하고자 한다. 이 수를 구하기 위해서, 다음과 같은 표를 작성하였다.

닭 수	1	2	3	...	?
송아지 수	17	16	15	...	?
계 산	$1 \times 2 = 2$ $17 \times 4 = 68$	$2 \times 2 = 4$ $16 \times 4 = 64$	$3 \times 2 = 6$ $15 \times 4 = 60$...	
전체 다리의 수	70	68	66	...	50
규 칙	↙ -2 ↘ ↙ -2 ↘ ↙ -2 ↘ ...				

이 표에서 시각적으로 현존하는 다섯 개의 수 1, 70, -2, 66, 3 사이에 성립하는 관계식들 중에서 어느 것이 답의 수를 구하는 데 가장 합축적이라고 말할 수 있겠는가?

- ① $70-66=(1-3)\times(-2)$ ② $(66-70)\div(+2)=3-1$
 ③ $1+(66-70)\div(-2)=3$ ④ $3-(66-70)\div(-2)=1$

☞ 답: ③ $1+(66-70)\div(-2)=3$

(2) 기억 능력

기억 능력의 영역은 조작의 다른 영역들의 어떤 것보다 적게 조사되어졌으며, 기억 매트릭스에 잠재한 방들 중에서 오직 7 개의 방이 그들 방 속에 있는 요인들로 알고 있다. 이들 방은 세 개의 가로줄, 즉 단위, 관계, 그리고 체계에 제한된다. 기억 매트릭스에 있는 첫 번째 방은, 지금 대응하는 인지 매트릭스에 있는 두 개의 시각적인 기억과 청각적인 기억의 요인에 유사한, 그런 두 개의 요인에 의하여 점유되고 있다. 기억 스펠(span) 테스트⁷⁾에서와 같이, 문자 또는 숫자의 열(列)에 대한 기억은 기호적인 단위에 대한 개념에 종속되며, 문단에서의 아이디어에 대한 기억은 언어적인 단위에 대한 기억의 개념에 따르게 된다.

시각적 형태, 문장의 음절, 그리고 의미 있는 단어와 같은, 단위들 사이에 있는 조합들의 형성은 세 가지 종류의 내용을 포함하고 있는 서로의 관계를 기억하는 세 개의 능력, 즉 형상적인 관계, 기호적인 관계, 어의적인 관계를 나타내는 것 같이 보인다. 우리는 기호적이고 어의적인 세로줄에 관한, 그러한 두 개의 능력에 대하여 알고 있다. 그렇게 알고 있는 체계에 대한 기억은 1950년대 말에 발견이 된 두 개의 능력, 즉 기호적인 체계와 어의적인 체계로 나타내어진다(Christal 1958). 기억 행렬에서 비어있는 가로줄을 고려해 볼 때, 우리는 또한 단위, 관계, 그리고 체계 등은 물론이고, 유목, 변환, 그리고 합축 등을 기억하는 능력을 발견하는 것도 앞으로 기대해 볼만하다.

(3) 확산적인 사고 능력

확산적인 산출의 유일한 특징은 “다양한 대답은 생산적이다”(a variety of responses is produced)는 것이다. 확산적인 사고는 유일한 결론에 도달하기 위하여 지속적으로 활동하게 되는 전체적인 사고 과정을 말한다. 왜냐하면 확산적인 사고는 시행착오적인 사고가 있는 곳이면 어디든지 활동하기 시작하기 때문이다.

우리가 잘 알고 있는 말을 유창하게 잘하는 능력은 피실험자에게, 이를테면, 문자 “가-”로 시작하는 낱말 또는 “-력”으로 끝나는 낱말 등과 같이, 제시된 문자 요구를 만족하는 낱말들의 목록을 작성하게 하는 테스트로 측정할 수 있다. 이러한 능력은 지금 기호적인 단위의 확산적인 산출에서 하나의 기능으로 주목받고 있다. 일반적으로 이에 유사한 언어적인 능력은 “관념 작용적 유창성”(ideational fluency)으로 알려지고 있다. 전형적인 테스트 항목은 사용하기에 알맞은 대상들을 목록으로 작성하기를 요구한다. 유목 아이디어의 확산적 산출은 “자발적 융통성”(spontaneous flexibility)이라고 불리는 요인의 유일한 특성인 것으로 믿어졌다. 전형적인 테스트는 피실험자에게 보통의 벽돌에 대해서 생각하게 하고 8분 이내에 그 벽돌의 용도를 모두 목록표에 적어보도록 지시한다.

만일 피실험자가,

7) 문자와 숫자의 기억 스펠(span): 우리가 외울 수 있는 문자나 숫자의 스펠의 길이는 평균 7개이다. 이것은 우리들은 정보를 즉시 저장하고 또 저장된 정보를 곧 되뇌는 기억 능력이 각각 7개라는 뜻이다. 이를테면, 문자와 숫자가 각각 7개라는 것은 PGTDEOB와 4290318을 말한다.

벽돌은 집을 짓는 데, 헛간을 만드는 데, 차고를 만드는 데, 학교를 짓는 데,
교회 짓는 데, 굴뚝을 만드는 데, 보도를 까는 데, 그리고 고기 굽는 틀을 만드는 데
쓰인다고 대답하면, 그는 아이디어의 유창성에 꽤 높은 점수를 얻을지는 모르나, 자발적 융통성에는 매우
낮은 점수를 얻을 것이다. 왜냐하면, 위와 같은 벽돌의 사용은 모두 같은 유목이 되기 때문이다.

만일 다른 어떤 사람이 벽돌은
문을 받치는 데, 책장을 만드는 데, 못을 박는 데, 종이를 눌러는 데,
개에게 그것을 던지는 데, 고양이에게 그것을 메달아 물에 빠져 죽게 하는 데,
붉은 가루를 만드는 데, 그리고 야구 베이스를 만드는 데
사용한다고 하면, 그는 또한 융통성에 높은 점수를 얻을 것이며, 끊임없이 한 유목에서 다른 유목으로
올라가게 된다.

현재의 실험적인 테스트들의 어떤 것은, 그 자체로서, 관계의 다양성의 산출이라고 부르며, 또한 형상
적이고 기호적인 내용을 포함하고 있다.

<3-B-다> 확산적 사고에서 기호적 관계를 측정하는 테스트

[예제] 네 숫자 1, 3, 4, 6을 가지고 어떤 관계(알고리즘)를 지으면 그 결과가 7이 되겠는가?

(풀이 ①) 짝의 알고리즘을 이루는 경우: 12 가지

$$\begin{array}{cccc} (6 \times 1) + (4 - 3) = 7 & (6 \div 1) + (4 - 3) = 7 & (6 - 3) \times 1 + 4 = 7 & (6 - 3) \div 1 + 4 = 7 \\ (6 + 4) \times 1 - 3 = 7 & (6 + 4) \div 1 - 3 = 7 & (6 + 4) - (3 \times 1) = 7 & (6 + 4) - (3 \div 1) = 7 \\ (4 \times 1) + (6 - 3) = 7 & (4 \div 1) + (6 - 3) = 7 & (4 - 3) \times 1 + 6 = 7 & (4 - 3) \div 1 + 6 = 7 \end{array}$$

(풀이 ②) 짝의 알고리즘을 이루지 않는 경우: 4 가지

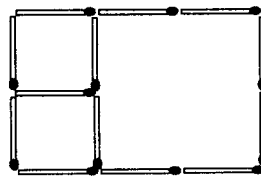
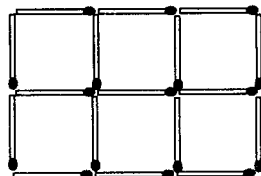
$$6 \div 3 + (4 + 1) = 7 \quad (6 - 4) \times 3 + 1 = 7 \quad (4 \times 3 - 6) + 1 = 7 \quad (3 + 1) \div 4 + 6 = 7$$

체계의 산출에 적합한 요인 하나는 표현적인 유창성으로 알려졌다. 관용구나 문장을 신속하게 형성하
는 것은 이 요인에 의한 어의적인 것이라 한다. 예를 들면, 첫 문자가 다음과 같이 주어졌을 때, 여기에
적합한 문장을 만드는 문제이다.

변환에 몰입된 확산적인 산출 매트릭스(matrix)의 가로줄에서, 우리는 매우 흥미 있는 어떤 요인들을
발견할 수 있다. “적합한 융통성”(adaptive flexibility)이라고 불리는 요인은 지금 형상적 세로줄에 속하
는 것으로 인정되어진다. 그것에 대한 믿을 만한 테스트는 성냥 문제이다.

<3-A-마> 확산적 사고에서 형상적 변환을 측정하는 테스트

[예제] 아래 그림에서 성냥개비 4 개를 치워서 (풀이) 아래와 같이 성냥개비 4 개를 치우면 작은 정
삼각형 3 개의 정사각형만 남게 하시오. 사각형 2 개와 큰 정사각형 1 개가 남는다.



“독창성”(originality)이라고 불리는 요인은 지금 의미의 추이(推移)가 반드시 존재하는 어의적 자료를
지니고 있는 적합한 융통성으로 인정하고 있다. 피실험자는 의미 있는 추이 또는 변화를 산출하여야 하

며, 그래서 진기하고, 비범하며, 슬기롭고, 또는 다소 무리한 아이디어를 안출해야 할 것이다.

짧은 이야기로 되어 있는 '가마솥'이란 제목을 가진 테스트가 하나 있다. 피실험자에게 이야기의 제목을 가급적 많이 달도록 미리 말해 준다. 그 이야기는 아프리카 식인종에게 잡힌 한 선교사에 관한 내용이다. 그는 가마솥 속에 들어가 있고 그 가마솥에 불을 지피려고 할 무렵, 그 종족의 여왕이 나타나서 선교사에게 자기의 배필이 되어주면 풀어주겠다고 한다. 그러나 그는 거절하였고 결국 뜨거운 물 속에서 죽음을 맞이하였다. 이 테스트에 점수를 매길 때, 우리는 그 대답들을 두 개의 범주, 즉 슬기로운 것과 슬기롭지 못한 것으로 분리한다.

슬기롭지 못한 대답들은 다음과 같다;

아프리카의 죽음, 한 여왕의 패배, 야만인에 의해 잡아먹히다, 여왕과 아프리카의 선교사,

검은 대륙 아프리카, 그리고 야만인에 의해 끓은 물에 삶겨 죽다. 선교사의 순교.

이러한 제목들은 주어진 상황을 적절하게 표현하였기 때문에, 관념 작용의 유창성으로 보통의 점수는 받을 수 있겠으나, 흔히 할 수 있는 쉬운 표현들로서 독창력에는 높은 점수를 받을 수 없다.

이에 반하여, 창의력이 뛰어난 "슬기로운 대답"의 보기들은 다음과 같다.

죽음보다 더 잔인한 배우자, 간단하게 차린 소찬, 약한 불로 끓여 죽는 목사님,

조급함 속에서의 순결함, 가마솥의 음모, 평화를 위한 강력한 값어치,

그는 가마솥 대신에 접시를 남겼다.

위와 같이 피실험자에 의하여 주어진 몇 개의 슬기로운 대답들은 독창력, 창의력, 또는 어의적인 변형의 확산적 산출성 때문에 비교적 높은 점수가 주어진다. 기호적인 산출 테스트에서 수험자는 각각의 짧은 문장에 있는 명사 또는 동사를, 상형문자의 기호와 같은 어떤 것으로 나타내는 단순한 작업인 것으로서, 고속도로변에 있는 각종 표시들은 바로 여기에 해당이 된다.

(4) 수렴적 사고 능력

관련된 어떤 사실을 확산적으로 사고하기만 한다고 해서 모든 것이 해결되는 것이 아니다. 이와는 반대로 가능성을 좁히고 가장 적합한 해결책으로 하나의 목표 지점에 도달하기 위해서는 자기가 소유하고 있는 모든 지식과 경험과 논리를 최대한 적용하는 어떤 단계가 있을 것이다. 이것을 수렴적 사고라고 한다. 일반적으로 어려운 문제를 풀 때, 사람들은 확산적 사고와 수렴적 사고를 번갈아 가면서 사용한다. 그러나 대부분의 선다형 학업 테스트나 지능 검사들은 수렴적 사고를 주로 강조하여 출제되고 있다. 다시 말하면 이들 문제에는 제시된 여러 사항들 중에서 분명하게 정의되어 있는 특정한 정답을 가지고 있고, 또 그것을 찾아내는 데는 확산적 사고보다는 수렴적 사고가 더 소용이 되기 때문이다. 그러나 하나의 주제를 주고 거기에 합당한 결과를 얻기 위해 논리적으로 전개하는 논술식 수학 문제는 오히려 확산적 사고가 더 요구가 된다.

[예제 1] 두 수 0과 1은 서로 소(素)인가? 만일 그렇다고 하면 그 이유를 밝혀라.

(설명) 두 개가 모두는 영(零)이 아닌 정수(整數) a 와 b 의 최대공약수가 1이면 그들은 서로 소라고 한다. 그래서 이러한 정의로부터 "2와 3은 최대공약수가 1이므로 서로 소"이고, "2와 4는 최대공약수가 2이므로 서로 소가 아니다"라는 사실을 곧 알 수 있다. 그러나 두 정수 a 와 b 의 어느 한 쪽이 0인 경우, 즉, "0과 1"인 경우에 이들은 서로 소인지 또는 아닌지 현재로서는 알 수 없다. 그런데 이것을 해결하기 위하여, 아동들이 방법 1로 할 것인지 또는 방법 2로 할 것인지, 아니면 제3의 방법으로 시도할 것인지를 구상하고 결정하는 것은 확산적 사고 능력에 의한 것이라면, 어느 한 방법을 택하여 그 하나하나를

논리적이고 계통적으로 전개하여 풀이해 나가는 과정은 인지 능력과 수렴적 사고 능력에 의한 것이라고 하겠다.

(방법 1)

① 0의 약수는 $\pm 1, \pm 2, \pm 3, \dots$ 이다. (수렴적 사고)

$$\rightarrow 1 \overline{\begin{array}{r} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{array}} \Leftrightarrow \begin{array}{l} 0 = 1 \times 0 \\ 0 = -1 \times 0 \end{array} \Leftrightarrow \begin{array}{l} 0 = 2 \times 0 \\ 0 = -2 \times 0 \end{array} \Leftrightarrow 0 \text{의 약수는 } \pm 1, \pm 2, \pm 3, \pm 6, \dots$$

② 1의 약수는 ± 1 이다. (수렴적 사고)

③ $\left[\begin{array}{l} 0 \text{의 약수는 } \pm 1, \pm 2, \pm 3, \pm 6, \dots \text{ 이다.} \\ 1 \text{의 약수는 } \pm 1 \text{이다.} \end{array} \right.$

④ 0과 1의 공약수는 ± 1 이고 최대공약수는 1이다. (수렴적 사고)

⑤ 따라서 0과 1은 서로 소이다. (수렴적 사고)

(방법 2)

① 양쪽이 모두 0이 아닌 두 정수 a 와 b 에 공통인 약수 중에서 가장 큰 양의 정수를 두 수의 최대공약수라고 한다. (인지 능력)

② 두 정수 a 와 b 의 최대공약수를 (a, b) 로 표시한다. (인지 능력)

③ d 가 a 를 나누는 것을 $d \mid a$ 로 표시한다. (인지 능력)

④ 만일 $b \mid a$ 이면 $(a, b) = |b|$ 이다. 특히 $b \neq 0$ 이면 $b \mid 0$ 이므로 $(0, b) = |b|$ 이다. (수렴적 사고)

⑤ 양쪽이 모두 0이 아닌 두 정수 a 와 b 에서 $(a, b) = 1$ 이면 a 와 b 는 서로 소이다. (인지 능력)

⑥ 만일 $a=0$ 이고 $b=1$ 라고 정의하면 ④와 ⑤에 의하여 $(0, 1) = |1| = 1$ 이다. 따라서 0과 1은 서로 소이다. (수렴적 사고)

그러면 여기에서 Guilford의 지능의 구조에 합당한 수렴적 사고 능력에 관한 몇 가지 문제만 다루어 보기로 하자.

<4-A-가> 수렴적 사고에서 형상적 단위를 측정하는 테스트

[예제] 아래 낱말들의 배열에서 밑줄친 곳에는 어떤 낱말이 올 수 있겠는가?

pots stop bard drab rats ?

☞ 답: star

관계에 대한 수렴적인 산출은 주어진 정보에서 충분히 단정된 결론을 이끌어 내는 것을 말한다. 때로는 “연역법”이라고 불리는 요인은 기호적인 또는 어의적인 세로줄에 있는 유사한 능력을 평가하는 데 쓰이고 있다.

<4-C-바> 수렴적 사고에서 어의적 함축을 측정하는 테스트

[예제] 당신은 어느 물건으로 꼭 바늘을 만들 수 있을 것 같은가?

① 양배추 ② 오징어 ③ 쇠고기 ④ 종이 상자 ⑤ 물고기

☞ 답: ⑤ 물고기(뺨)

(5) 평가 능력

평가는 정보의 정확성, 우수성, 적합성, 또는 노동 능력성에 관해서 판단하고 결심을 하는 것도 포함하고 있다. 평가는 그 매트릭스(matrix)의 가로줄 6 개에 있는 특별한 종류의 산출들에 대하여, 어떤 종류의 기준 또는 판단의 규정을 포함하고 있다. 평가 능력의 매트릭스의 첫째 가로줄에 있는 단위들의 평가에 대하여, 실행된 여러 가지 중요한 결정들은 한 단위의 본체(identity)와 밀접한 관계를 가지고 있다. 그 매트릭스에 있는 형상적 내용의 세로줄에서 우리는 이미 “지각 속도”(perceptual speed)라는 요인을 발견하였다. 기호적인 단위의 본체를 판단하는 능력은 기호적인 내용의 세로줄에 있으며, 문자와 숫자, 또는 사람의 이름의 형태에도 있다고 한다.

<5-B-가> 평가 능력에서 기호적 단위를 측정하는 테스트

[예제] 좌우에 있는 요소들은 서로 같은 것인가? 다른 것인가?

- ① 825170493 ←————→ 825176493 (같다, 다르다)
- ② 표뉴각자오태팍차 ←————→ 표뉴각자오태팍차 (같다, 다르다)

☞ 답: ① 다르다 ② 같다

이러한 항목들은 보통 사무 적성 테스트에 있는 것들로서, 두 개의 아이디어가 동일한 것인지 또는 다른 것인지를 결정하는 평가 능력을 다루는 문제이다. 유급에 속하는 평가 능력들은 관계들이 관여하고 있는 평가에 존속되어 있다. 관계가 있는 능력들은 논리적인 일관성이 있는 기준을 충족시켜야 한다. 평가 능력의 매트릭스에 있는 형상적인 내용의 세로줄에서, 기하학적인 추론 또는 증명을 통합하고 있는 테스트들은 형상적 관계를 생각하고 있는 유사한 능력을 가리키고 있고, 체계들의 평가는 그들 체계의 내부적 일관성에 관여하고 있다.

<5-B-마> 평가 능력에서 기호적 변형을 측정하는 테스트

[예제] 다음 수열에서 밑줄 친 부분들에 올 수 있는 수를 오른쪽 보기에서 하나 택하시오.

(가) 7, 4, 1, 10, 7, 4, 13,

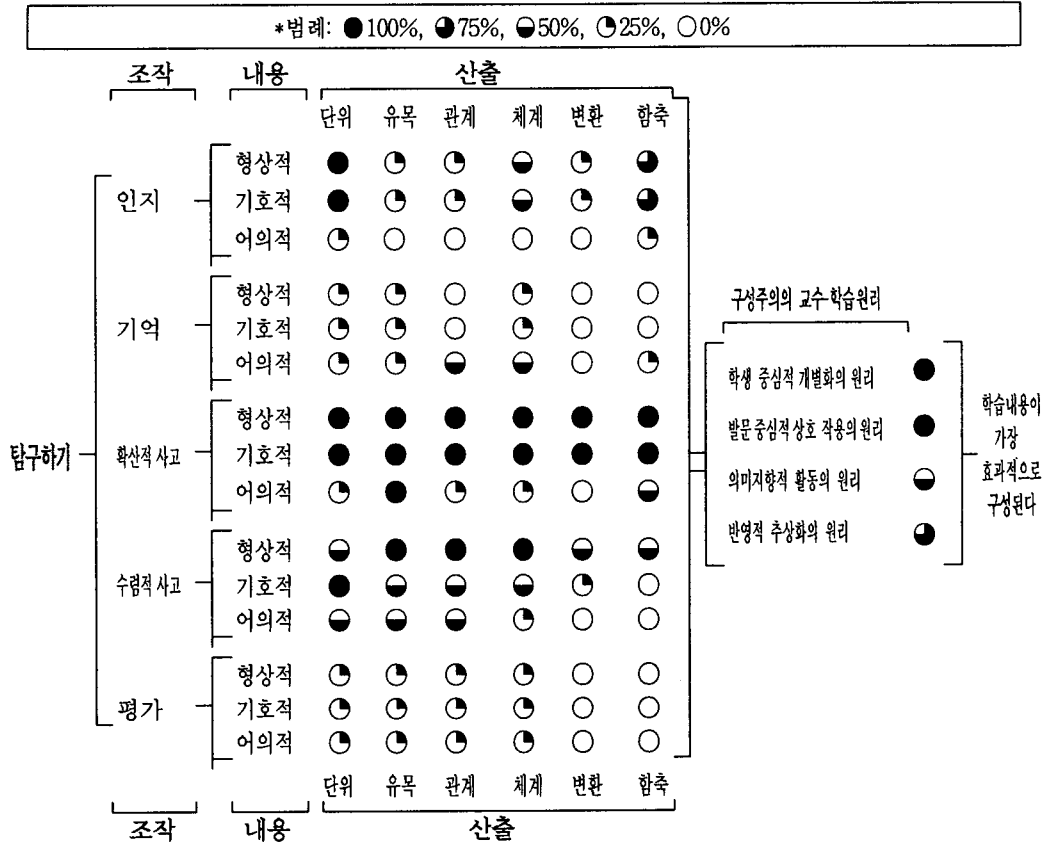
☞ 답: 10,

이상으로 Guilford의 지능의 구조에 있는 조작 부분을 인지 능력, 기억 능력, 확산적 사고 능력, 수렴적 사고 능력, 그리고 평가 능력별로 논의하고, 이들을 내용 부분에 있는 형상적, 기호적, 어의적 입장에서 산출의 6 개 항목인 단위, 유목, 관계, 체계, 변환 및 함축 등을 연계하여 설명을 하였다. 이러한 설명을 명확히 하기 위하여 그것들에 적절한 예제들을 제시하였으며, 이러한 설명과 예제들을 바탕으로 해서, Guilford의 지능 구조의 요인들이 구성주의 입장에서 Higgins의 수업 형식에 미치는 영향을 연구하고자 한다.

4. Guilford의 지능 구조의 요인들이 구성주의 입장에서 Higgins의 수업 형식에 미치는 영향

Guilford의 지능 구조의 요인들이 Higgins의 다섯 가지 수업 형식에 미치는 영향을 조사하고, 이러한 학습 형식들이 구성주의의 네 가지의 교수-학습 원리를 얼마의 양으로 적용하면, 주어진 학습 내용들이 가장 효과적으로 구성되는지를 연구 검토하여 도표로 일목요연하게 나타내었다. 각각의 수업 형식에 지능의 요인들이 미치는 정도와 각 수업 형식이 구성주의의 네 가지 원리를 적용하는 정도를 다섯 가지

단계로, 즉, 100%의 영향을 미치는 것을 ●로, 75%는 ◐로, 50%는 ◑로, 25%는 ◒로, 그리고 전혀 영향을 미치지 않는 것은 ○로 각각 표시하였다.



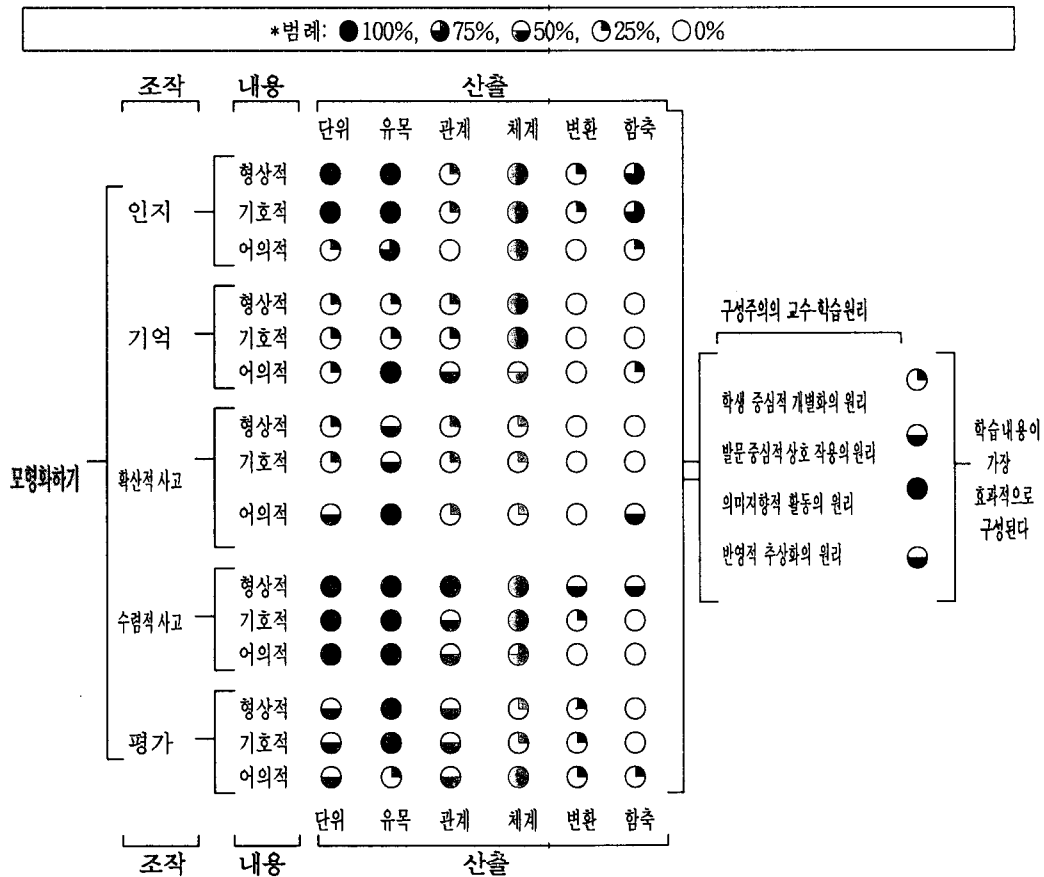
〈그림 2〉 Guilford의 지능 구조 요인이 구성주의적 입장에서 탐구하기 수업 모형에 미치는 영향

가. 탐구하기 수업 형식

이 수업에서는 교사와 학생들이 활기 넘치는 탐구 학습을 하기 위하여 교실에는 학습 자료와 놀이 도구를 충분히 준비해야 할 것이며, 각 학생들이 학습 교재와의 상호작용을 가급적 많이 할 수 있도록, 교사는 교실 수업에서 통제적이고 지배적인 역할을 해서는 안 된다. 그 대신 교사는 학생들이 이행한 발견의 수준들을 유지하기 위하여 필요한 격려를 주면서도, 발견과 혼란 또는 자유와 무질서 사이를 분명하게 구별할 수 있는 통찰력이 필요하다. 탐구하기 기술을 갖고 시행하는 수업에서 성공을 거두려면 교사는 자기가 맡고 있는 학생들과 자기가 가르쳐야 할 수학의 내용 등 양쪽 모두에 대한 상세하고도 충분한 지식이 요구된다. 그래서 이 수업에서는 무엇보다도 학생들의 확산적 사고 능력이 가장 많이 요구되며, 탐구한 결과를 정리하기 위해서 수렴적 사고 능력도 필요하다. 그러나, 기억 능력과 평가 능력은 크게 영향을 주지 않는다. 그리고 이 수업에서는 구성주의의 교수-학습 이론인 “학생 중심적 개별화의 원리”와 “발문 중심적 상호작용의 원리”가 많은 역할을 하고 있다(〈그림 2〉 참조).

나. 모형화하기 수업 형식

이 수업에서 교사는 학생들의 생활 주변에 유익한 것으로 입증된 여러 가지 수학적 내용을 학생들 스스로 분류하고 체계화하도록 유도하여야 한다. 여기에서 교사는 수학의 힘과 아름다움을 모두 반영하는 예제들을 선정하고 소개할 수 있다. 그러나 모든 행동이 교사에 의하여 인도되고 전수되는 곳에서는 이 수업은 한낱 대장놀이의 형태로 변질될 염려가 있으니, 그렇게 되지 않으려면 역시 특별한 기술이 요구된다. 진취적인 교사는 학습 내용의 정독(精讀), 영상 매체의 활용, 그리고 소집단 협의 등을 통하여, 학생들 스스로가 자기 주도적으로 학습 내용을 모형화하도록 적극 도움을 주어야 한다. 이 수업에서는 산재된 학습 내용을 체계적으로 모형화하기 때문에 수렴적 사고 능력과 인지 능력이 더 절실히 요구되며, 이에 비하여 확산적 사고와 기억 능력은 비교적 적은 영향을 준다. 그리고 이 수업에서는 구성주의의 교수-학습 이론인 “의미 지향적 활동의 원리”가 많은 역할을 하고 있다(<그림 3> 참조).

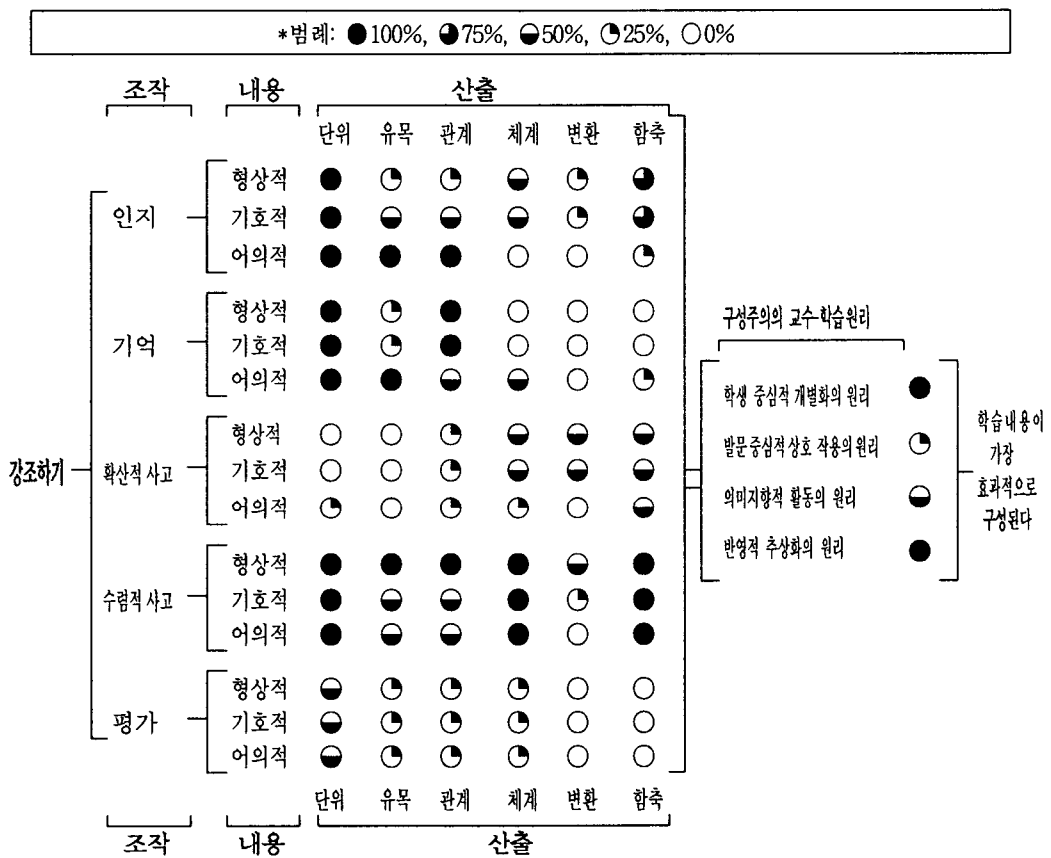


<그림 3> Guilford의 지능 구조 요인이 구성주의적 입장에서 모형화하기 수업 모형에 미치는 영향

다. 강조하기 수업 형식

이 수업은 흔히 설명적인 수업 형태에서 많이 일어난다고 볼 수 있다. 강조하기 수업 형식은 단순히 교과서 또는 강의 노트에서 요점만을 정리하여 강조하는 것도 중요하지만, 반드시 그렇게 되풀이할 필요

는 없다. 또한 어떤 사항에 있어서 서로의 논리적인 관련성과 비판적인 사고는 토론과 논쟁을 통하여 개발될 수 있다. 모호화하기가 가끔 학습 내용의 다양성을 강화하는 것이라면, 강조하기는 규칙적이고 연역적인 방식으로 학습 내용을 강조하는 것이다. 가장 효과적인 강조하기 수업은 이따금 “우리가 그것을 다른 방법으로 시행하였다면 무엇이 일어나겠는가?”라고 간단히 되물음으로써 발생하게 되는 것이다. 이 수업은 수렴적 사고 능력, 인지 능력 그리고 기억 능력 등이 비교적 많이 요구되며 확산적 사고 능력은 크게 영향을 받지 않는다. 그리고 이 수업에서는 구성주의의 교수-학습 이론인 “학생 중심적 개별화의 원리”와 “반영적 추상화의 원리”가 많은 역할을 하고 있다(<그림 4> 참조).

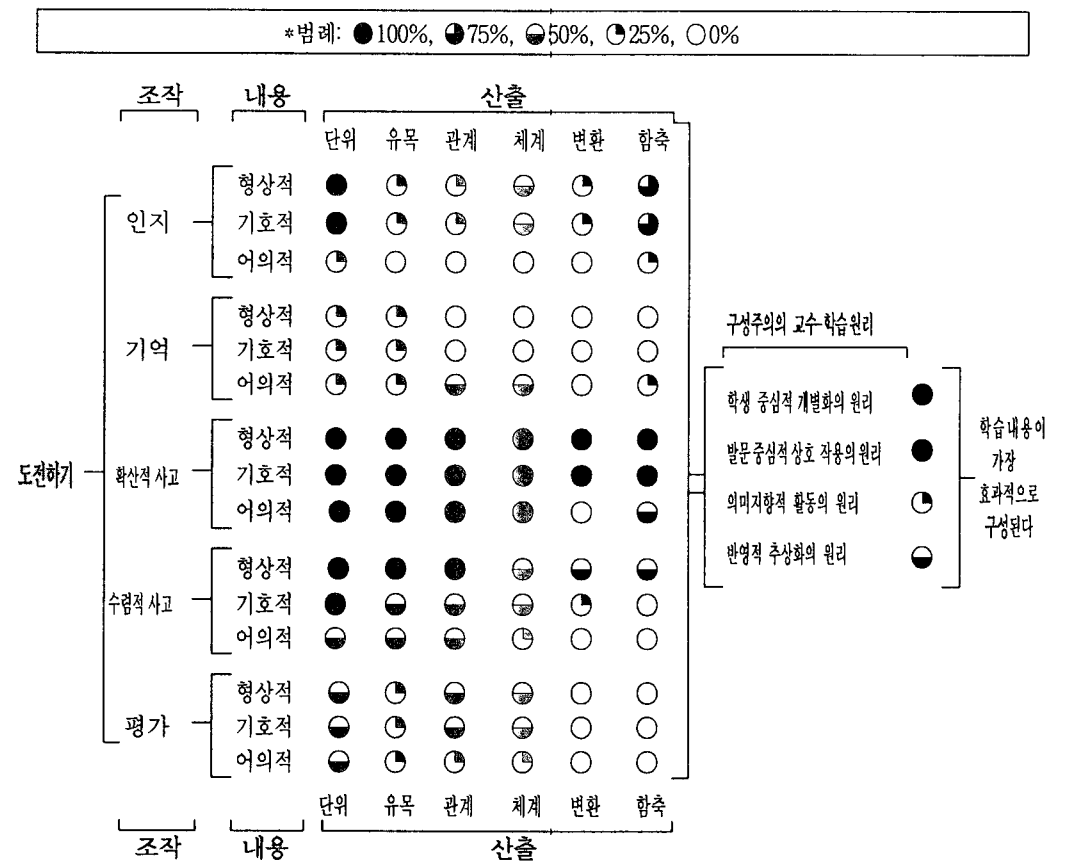


<그림 4> Guilford의 지능 구조 요인이 구성주의적 입장에서 강조하기 수업 모형에 미치는 영향

라. 도전하기 수업 형식

이것은 단순히 질문하는 것 이상을 의미한다. 대답을 요구하는 질문은 단순한 반복보다 더 높은 등급인 것이다. 도전하기를 시도하는 교사는 시비를 거는 사람이 되는 것도 두려워하지 않고, 또는 쉽게 무력화될 수도 있는 지도력 부재 상황에 이의가 제기된다 해도 겁내지 않는다. 도전하기의 방법으로 한 수업은 교실이 온통 기지와 흥분으로 약간 소란스럽다. 그렇지만, 이러한 상태를 감수하지 않고는 도전하기의 수업에 큰 기대를 걸 수가 없다. 이 수업은 학생들에게 그들 자신의 학습 속도에 대한 처치 방

법, 그들 자신의 주장에 대한 정당화, 그리고 그들 자신을 위한 평가가 주어지도록 격려하는 것이다. 모든 학습은 수동적으로 받아들이는 것일 뿐만 아니라 능동적으로 몰입하는 것임을 강조하고 있다. 이 수업은 거의 대부분 확산적 사고 능력을 요구하고 있으며, 수렴적 사고 능력은 뒷수업을 위하여 다소간 필요하다. 그리고 이 수업에서는 구성주의의 교수-학습 이론인 “학생 중심적 개별화의 원리”와 “발문 중심적 상호 작용의 원리”가 많은 역할을 하고 있다(<그림 5> 참조).

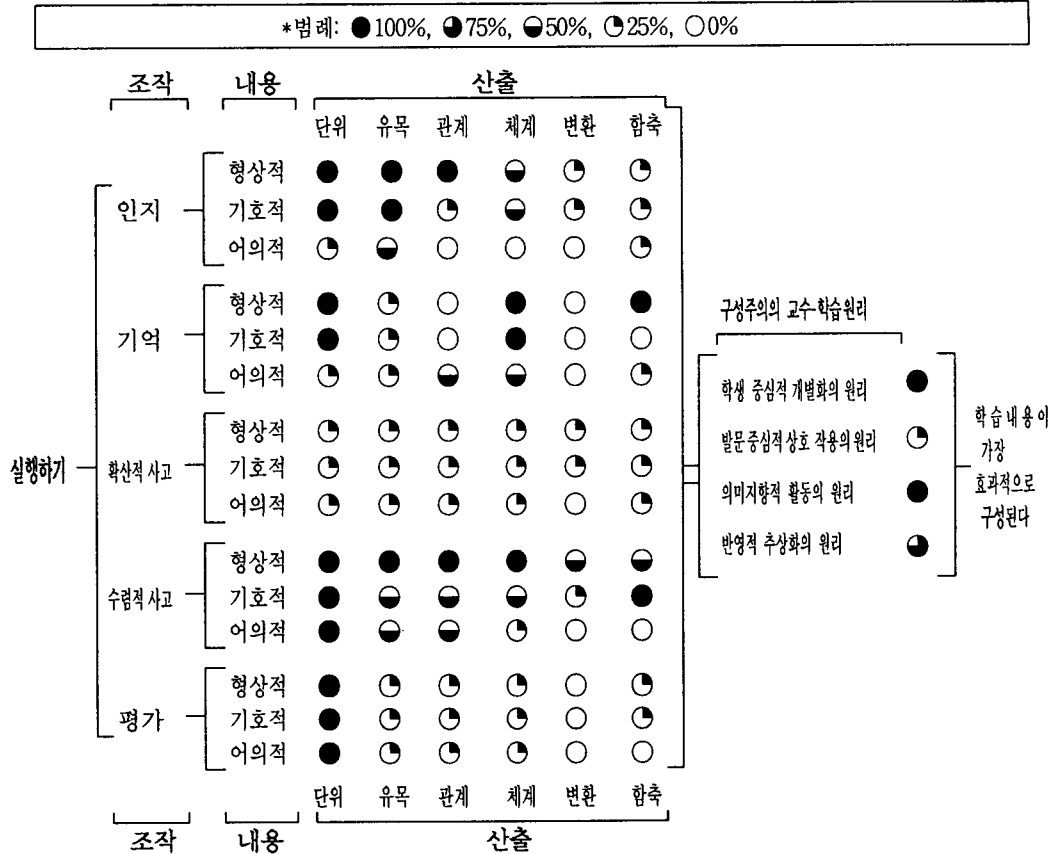


<그림 5> Guilford의 지능 구조 요인이 구성주의적 입장에서 도전하기 수업 모형에 미치는 영향

마. 실행하기 수업 형식

수학을 가르치는 수업은 이 범주를 거치지 않고는 완성되지 않는다. 실행하기의 과정을 통하여 수학의 개념들이 더욱 구체적으로 확실해진다. 그러나 실행하기는 단순히 반복되는 훈련처럼 아동들에게 번쩍이는 영감을 주지 않는다. 그것은 게임이나 시합의 실행 그리고 어떤 사태에 대한 응용이며, 아동들에게는 상황에 대한 지름길과 그것에 대한 정확한 패턴 설정 그리고 기억력의 증진법 등을 제공한다. “행하는 학습”의 철학에 근거를 두고 구축한 이 교수 방법은 바람직한 행동과 절차를 한정된 사고 방식으로 굳히도록 노력하는 것이다. 실행하기 범주의 학습에서는 단순한 예시보다 더 높은 차원의 지각을 요구하며, 기억력은 경험의 축적에 의해서 발생한다는 사실을 가정하고 있다. 이 수업에서는 무엇보다도 수렴적 사고 능력과 평가 능력을 가장 많이 요구하며, 확산적 사고 능력은 그렇게 많이 작용하지 않

는다. 구성주의의 교수-학습에서는 “학생 중심적 개별화의 원리”와 “의미 지향적 활동의 원리”가 많은 역할을 하고 있다(<그림 6> 참조).



<그림 6> Guilford의 지능 구조 요인이 구성주의적 입장에서 **실행하기** 수업 모형에 미치는 영향

III. 결 론

수학과 수업은 학습의 내용에 따라 그 형태가 달라야 한다고 생각한다. 예를 들면, 다면체의 꼭지점, 모서리 그리고 면의 수 사이에는 어떤 관계가 성립하는가를 다루는 수업을 생각해 보자. 이 수업의 전 반부에서는 도전하기 수업 형식이 적절할 것이고, 마무리 단계에서는 모형화하기 수업 형식이 알맞을 것이다. 이러한 생각에 걸맞게 Ohio 주립 대학교 교수인 Jon L. Higgins가 제시한 다섯 가지 수업 양식의 특성을 조사 연구하였다. 또 Guilford가 주장한 지능의 세 가지 차원에 내재되어 있는 요인들을 분석하고 그 예제를 일일이 구체적으로 열거하였다. 그 요인들을 그 정의에 따라 명확히 서로 구분하려고 노력하였으나, 어떤 사항에서는 쉽게 되지 않는 경우도 있었다. 마지막으로 Guilford의 지능 구조에 있는 90 개의 요인들이 Higgins의 다섯 가지 수업 형식에 각각 어떻게 영향을 미치는가를 표를 그려서 시각적으로 일목요연하게 나타내었다. 예를 들면, 탐구하기 수업 양식에서 “인지의 형상적 내용”에 해당되

는 단위는 ●로, 유목은 ○로, 관계는 ◎로, 체계는 ⊙로, 변환은 ⊕로, 합축은 ⊖로 나타내었다. 이것은 탐구하기 수업에서 “인지의 형상적 내용”에 해당되는 단위는 100%, 유목은 25% 등으로 영향을 끼친다는 뜻이다. 그러나 특정한 어떤 교수-학습에 해당되는 지능의 요인들이 영향을 많이 끼친다 해도, 그 학습에 학생들의 자기 주도적인 의지가 결여되어 있다고 하면 의미 있는 결과를 얻지 못할 것이다. 그래서, Guilford의 90 개의 요인들 다음에는 구성주의의 네 가지 교수-학습 원리가 Higgins의 다섯 가지 수업 형식에 각각 미치는 영향도 같은 표에서 나타내었다.

이상의 연구를 통하여 수학과와 구성주의적 교수 방법이 효과를 거두기 위해서는 다음 사항이 선행되어야 한다는 결론을 얻었다.

(1) 우리가 평소에 하고 있는 수업 형태가 Higgins의 다섯 가지 수업 형식 중에서 어느 것이 가장 적절한가를 판단하여야 한다.

(2) 학생들이 학교에서 배우고 있는 학습 내용들을 이해하는 데에는 Guilford의 지능 구조의 어느 요인들이 작용하고 있는지를 변별하여야 한다.

(3) Higgins의 다섯 가지 수업 형식의 각각에 Guilford의 지능 구조의 어느 요인들이 작용을 하는지, 또 자기 주도적인 학습을 하기 위해서는 구성주의의 교수-학습 원리를 어떤 몫으로 활용해야 하는지에 대하여 구체적으로 제시되어야 한다.

참 고 문 헌

- 김판수 외(역) (1999). *급진적 구성주의*. 서울: 원미사.
- 남승인 (1998). 초등학교 수학 영재 지도 방안에 관한 고찰. *한국초등수학교육학회지* 2, 41-59.
- 박성택 (1995). *인지 발달에 근거를 둔 수학 학습 유형 탐색*. 한국수학교육학회.
- 배종수 (1996). *배종수 수학*. 서울: 한성출판사.
- 서봉연 외 (1985). *심리학 개론*. 서울: 박영사.
- 조연주, 조미현, 권형규 (1997). *구성주의와 교육*. 서울: 학지사.
- Chance, P. (1986). "Teaching thinking" in *Curriculum Report*.
- Freudenthal, H. (1973). *Mathematics as an Educational Task*. Dordrecht, Holland: Kluwer.
- Higgins, Jon L. (1973). *Mathematics Teaching and Learning*. Ohio State University.
- Skemp, R. (1989). *Structure Activities for Primary Mathematics*. University of Warwick.
- Seo, Sung Bo (1998). *Teaching and Learning Method of Elementary Mathematics*. Seoul: Gyomoonsa.

<Abstract>

A Comparative Study on the Influences that 3 Faces of Intellect of Guilford Interact to Mathematics Teaching Patterns of 5 Categories of Higgins in a Viewpoint of Constructivism

Seo, Sung Bo⁸⁾, & Park, Gyeong Suk⁹⁾

What do our mathematics teachers now *do* in the classroom? What does it actually mean to teach mathematics? Every preparatory mathematics teacher is confronted with these questions since they have studied to become a teacher. Almost all in-service teachers are faced by of questions, too, as they evaluate their teaching in the light of that of their colleagues. In this sense, Jon L. Higgins has proposed mathematics teaching patterns of five categories, i. e., exploring, modeling, underlining, challenging, and practicing, for the sake of our all teachers.

Next, J. P. Guilford has suggested three faces of intellect presented by a single solid model, which we call the "structure of intellect". Each dimension represents one of the modes of variation of the factors. It is found that the various kinds of operations are in one of the dimensions, the various kinds of products are in another, and the various kinds of contents are in the other one. In order to provide a better basis for understanding this model and regarding it as a picture of human intellect, I've explored it systematically and shown some concrete examples for its tests. Each cell in the model stands for a certain kind of ability that can be described in terms of operation, content, and product, for each cell is at the intersection uniquely combined with kinds of operation, content, and product.

In conclusion, how could we use the teaching patterns of five categories, that is, exploring, modeling, underlining, challenging, and practicing, according to the given mathematics learning substances? And also, how could children constitute the learning substances well in their mind with a viewpoint of constructivism if teachers would connect the mathematics teaching patterns of five categories with any factors among the three faces of intellect? I've made progress this study focusing on such problems.

8) Pusan National University of Education (263 Keojae-1-dong, Yonjae-gu, Pusan, 611-736 Korea. Tel: 051-500-7232; Fax: 051-505-4908; E-mail: kia@ns.pusan-e.ac.kr)

9) Attached Elementary School of Pusan National University of Education (281 Keojae-1-dong, Yonjae-gu, Pusan, 611-736 Korea. Tel: 051-500-7410; E-mail: zpibu18@chollian.net)