

다중지능 이론에 근거한 과학공학학습을 통한 창의력 신장의 모색

현 동 결*

I. 서 론

공간적으로는 지구촌화, 시간적으로는 정보의 동시화시대, 경제적으로는 무국경상태의 무한경쟁시대로 인류의 문명이 대전환하는 시점에 있다. 부존자원이 국가경쟁력을 가늠하는 시대는 이미 지나갔고 국민의 지적 자산이 한 나라의 발전과 개인의 삶의 질을 결정하는 시대가 되었다. 국민의 지적 자산은 지식, 기술, 그리고 정보의 양과 질로서 나타낼 수 있으며, 그 양과 질은 국민의 창의력과 학습력에 달려 있다. 또한 국민의 창의력과 학습력은 학교교육에 달려있다. 이러한 시대적 요구에 부응하도록 학교교육의 목표도 전환이 요구되고 있어 신교육체제 수립을 위한 교육개혁 방안에서도 초·중등학교의 교육목표를 학습자의 다양한 개성을 존중하고 인성 및 창의성을 최대한 신장시키는 교육체제를 갖추으로써 모든 학습자의 잠재능력이 최대한 계발되도록 하는데 초점을 두고 있다(교육부, 1995). 이러한 목표를 위하여 과학교육의 교수-학습방법도 질적 변화가 요구되고 있다.

창의력 신장을 위한 과학교육의 교수-학습방법의 개선을 위한 노력 중에서 두뇌 연구자들의 성과와 관계된 학습방법로서 두뇌형 학습(강호감 등, 1994)과 다중지능 이론(Gardner, 1983, 1993)을 근거로 한 학습방법들(김명희 등, 1997; 윤기옥, 1997)이 제시되고 있다. 1950년대부터 진행되어 온 두뇌에 대한 연구의 결과에 의하면 대뇌는 구조적으로 좌·우반구로 나누어져 있으며, 좌·우반구가 서로 다른 인지기

* 제주교육대학교 과학교육과 부교수

능을 수행한다. 인간만이 특별하게 발달한 언어중추가 있는 좌반구는 언어적, 계열적, 시간적, 논리적, 분석적, 이성적으로서 디지털적이며, 우반구는 비언어적, 시-공간적, 동시적, 형태적, 종합적, 직관적으로서 아날로그적으로서 창의력은 좌·우반구가 균형 있게 발달하여 이들이 긴밀하게 협동하여야 발휘될 수 있는 것으로 나타났다. 또한 창의력을 기르기 위해서는 좌·우반구를 고르게 발전시키는 새로운 과학교육방법(Bogen, 1975; Wittrock, 1978; Grady 등, 1978; 강호감, 1991; 강호감 등, 1992)를 마련하는 것과 한편으로는 선천적, 유전적으로 좌·우반구가 고르게 발달한 아동을 조기에 발견하여 특별히 지도하는 교육제도가 필요하다고 하였다(강호감 등, 1994; 조석희, 1995).

Gardner의 다중지능 이론(Multiple Intelligences)은 학습자의 사고력과 창의력을 최대한 신장시키면서 각 학습자가 지닌 잠재능력을 발굴하여 계발하는데 시사점을 두고 있다. Gardner는 지능을 사회 속에서 직면해 있는 문제를 해결하는 능력으로 보고, 풍부한 환경과 자연스러운 상황에서 그 문화권이 가치를 두고 있는 산물을 창조하는 지적 능력으로 새롭게 정의하였다. 이러한 지적 능력은 전통적인 지능의 영역인 언어적 영역과 수학-논리적인 영역에 다섯 개의 영역, 즉 음악적 영역, 공간적 영역, 신체-운동적 영역, 대인관계적 영역, 개인이해 영역을 추가하였으며, 최근 자연이해 영역(Armstrong, 1994)을 추가하여 보다 정교하게 인간의 정신영역을 설명하는 다중지능 이론을 수립하였다(김명희 등, 1997; 윤기옥, 1997).

두뇌형 학습과 다중지능 이론은 학교교육의 목적이나 교수-학습과정에서 교육적으로 시사하는 바가 크다. 지금까지의 학교 교육에서 외면되어 왔고 또 소홀히 다루었던 영역에서 괄목할 만한 지적 발달을 가져올 수 있다는 지적 활동의 근거를 보여주고 있다. 또한 인간의 지적 성향을 조기에 알아내어 그 기회와 선택의 폭을 확장시킬 수 있으므로, 교육과정과 교수-학습방법에 관한 연구영역을 확대시켜 많은 연구의 주제를 제공하고 있다.

이 연구에서는 과학교육에 있어서 창의력에 대한 정의와 창의력 신장을 위한 방법들을 다중지능 이론을 중심으로 그 특징을 살펴보고, 전통적으로 과학교육에서 여러 목적으로 활용해오고 있는 과학공작을 통한 학습 즉 과학공작학습을 국내에서 보고된 김명희 등(1997)과 윤기옥(1997)의 다중지능 이론에 대한 연구를 기초하여 창의력 신장을 위한 학습방법으로서의 준거를 찾고자 하며, 이에 대한 평가방법으

로써 포트폴리오 평가와 이 평가에 관련된 자료를 제시하는 한편, 과학공학학습의 교수-학습과정에 있어서의 의의를 검토하고자 한다.

II. 이론적 배경

1. 과학교육과 창의력

현 교육체제는 획일적인 교육과정을 적용함으로 말미암아 개별 학생이 지니는 개성이 무시되어 왔다. 또한 지나치게 인지교과들을 중심으로 교육과정이 구성되어 정의적 영역과 예술적 영역들이 무시되어 왔으며, 대부분의 평가영역이 언어, 논리-수학적 측면에 국한되어 문항이 구성되어 왔기 때문에 두 지능이 우수한 학생은 능력이 있는 학생으로 평가받지만 그렇지 못한 경우에는 소위 능력이 없는 학습부진아로 인식되어 왔다. 학교교육이 학생들의 충분한 잠재된 가능성을 발굴하고 계발하는 것을 무시해왔기 때문에 개별 학생이 갖고 있는 여러 다양한 능력의 관점에서 학생들을 인정하고 평가하지 못했다. 교과성적을 중심으로 학생을 평가하는 학교교육문화는 상호 존중성이나 협동의 가치를 소홀히 취급해 왔으며, 오히려 학교에서 학생들간의 경쟁적 심리를 자극해 왔다.

Brandt(1986)는 창의성을 자신의 능력을 이용하고 조절하는 개인적인 방법이라고 정의하고, 창의적인 사람은 단순히 제시된 문제의 해답을 찾으려 할뿐만 아니라 필요에 따라서 그 문제를 재구성할 수도 있다라고 하였다. Wycoff(1991)은 창의력은 자신만의 독특한 능력과 판단력과 경험을 얼마만큼 표현하고 이용할 수 있는냐에 전적으로 달려있으므로 자신을 계발하는 것이 바로 창의력을 계발하는 것이라고 하였다. 강호감(1997)은 창의력은 지적인 능력을 기초로 하여 주어진 문제에 대해 개인 나름대로 독특한 사고방식을 통하여 최선의 해결안을 도출하는 것이며, 이로써 자아실현의 욕구를 충족시키고 나가서는 그 결과가 기존의 방식을 탈피하는 새로운 것으로 사회적 인정을 받게 된다. 이는 생활 전반에 걸쳐서 발휘되는 과정적인 것으로 인간의 성격발달과 밀접한 관련을 맺으며 주체적, 의욕적, 진보적인 사람에게서 흔히 발휘되는 능력이지만 누구에게나 잠재능력으로 부여된 것으로 교육에 의하

여 계발 및 신장이 가능한 속성이며, 또한 인간은 어느 정도의 차이는 있으나 누구나 창의력을 가지고 있다고 하였다. 또한 강호감(1994)은 뇌의 신경생리학적인 모델을 근거로 창의력은 좌뇌와 우뇌가 균형 있게 발달하여 이들이 긴밀하게 협동하여야 발휘될 수 있으며, 창의력은 직감(우반구)과 논리(좌반구), 구상력(우뇌)과 섬세함(좌반구), 영감(우뇌)과 노력(좌반구) 등 좌·우 양반구에서 비롯되는 사고방법이 필요로 하며, 과학의 새로운 발견에 논리적이고 분석적인 좌반구의 기능보다는 우반구의 직감력, 구상력 등의 우반구의 기능의 중요성을 더 강조하였으며, 선천적·유전적으로 고르게 발달한 좌·우반구의 기능도 환경이나 배경에 따라 쇠퇴되거나 발달될 수 있다고 하였다.

“자연현상에 흥미와 호기심을 가지게 하고, 초보적인 탐구방법과 과학지식을 습득하여 창의적으로 문제를 해결하는 능력을 기르게 한다.” 라고 기술하고 있는 초등학교의 과학교육 교과인 자연과의 총괄목표는 창의적인 문제해결력, 즉 창의력에 그 초점을 두고 있다. 또한 창의력은 새로운 관계의 발견 또는 새로운 아이디어를 창조하는 능력이며, 과학에서의 창의성은 실험이나 관찰을 통하여 얻은 자료 또는 서로 단절된 단편적인 지식들을 결합하여 관련을 맺고 통합하여 의의 있는 새로운 사고유형, 곧 새로운 개념과 이론을 만들어내는 능력 또는 지적 활동적인 생산적 사고의 속성을 지니고 있다라고 정의하고 있다. 그리고 창의력을 기르는 방법으로써 탐구활동을 통한 과학지식과 탐구방법 습득을 강조하고 있다(교육부, 1993).

2. 다중지능 이론

Gardner(1983)는 일차원적 관점에서 인간의 지적 능력을 제대로 설명할 수 없으며 보다 다원적 측면에서 지능을 평가해야 하였다. “인간의 두뇌, 진화, 문화간의 차이에 대하여 우리가 알고 있는 것을 근거로 생각해 볼 때 우리가 모두 공유하고 있는 인간의 능력은 무엇인가?”에 초점을 두어 인간에게는 적어도 언어적 지능, 논리-수학적 지능, 공간적 지능, 신체-운동적 지능, 음악적 지능, 대인관계 지능, 개인이해 지능, 그리고 자연이해 지능의 비교적 자율적인 두뇌체제가 존재한다고 주장한다. 기존의 지능연구가 인간의 언어적 능력과 논리-수학적 능력에 국한되어 지필검사만으로 인간의 능력을 평가해왔기 때문에, 기존의 지능이론은 사회적 생활 맥락, 문화

적 맥락, 교육요인, 인간의 독창성을 무시해 왔으며, 지능을 종합적인 틀에서 해석하지 못하였다고 비판하였다. Gardner는 지능을 문제해결력과 적절한 전후관계와 자연스러운 상황에서 산물을 만들어내는 능력이라고 하였다. 이러한 지능들은 상대적으로 자율적이며, 동등한 것으로서 적절한 격려, 보완, 수업만 주어진다면 모든 사람이 이러한 지능들을 모두 상당히 높은 수준까지 계발할 수 있다고 하였다.

이러한 다중지능 이론은 Dewey의 진보주의의 교육정신에 근거를 둔 교육철학, 학습태도, 교육에 대한 메타모델로서 전통적으로 인간의 지능은 선천적으로 타고난 것이고, 개인의 지능은 크게 변하지 않는 것으로 관념에 대한 반발과 교육의 수업방식의 혁신을 일으키고 있다. Gardner는 지능을 사람들의 생활 속에서 다양한 방식으로 기능을 발휘할 수 있는 기능적인 개념으로 보며, 다음과 같은 8가지로 범주화하였다(김명희, 1997; 윤기욱, 1997).

1) 언어적 지능(linguistic intelligence)

언어적 지능은 말을 할 때 또는 글을 쓸 때, 단어를 효과적으로 사용할 수 있는 능력을 말한다. 이 지능에는 언어의 구조, 언어의 소리, 언어의 의미를 다루는 능력 그리고 언어의 실제적 사용이 포함된다. 언어의 실제적 사용에는 다른 사람을 특정한 방식으로 행동하도록 하기 위하여 언어를 이용하는 수사학, 정보를 기억하기 위하여 언어를 이용하는 기억술, 언어에 대하여 이야기하기 위하여 언어를 이용하는 메타언어가 포함된다. 일반적으로 언어적 지능은 올바른 언어사용을 분석하고 기억하는 능력, 사물을 표현하고 유머감각을 지니는 능력, 사실을 설명하고 가르치고 배우는 능력, 말의 구절과 의미를 이해하고, 다른 사람이 무엇을 하도록 확신시키는 능력을 가리킨다.

2) 논리-수학적 지능(logical-mathematical intelligence)

논리-수학적 지능은 숫자를 효과적으로 이용하는 능력과 추론을 잘하는 능력을 말한다. 이 지능에는 논리적 유형과 관계, 진술과 명제, 기능, 그리고 다른 추상적 사고에 관한 감각을 포함한다. 논리-수학적 지능과 관련된 사고과정에는 범주화, 분류, 추론, 일반화, 계산, 그리고 가설검증이 포함된다. 전통적으로 논리-수학적 지능

은 언어적 지능과 함께 전통적으로 중요시되어 왔던 영역이다. 일반적으로 논리-수학적 지능은 추상적 유형을 확인하고 귀납적으로 추론하고, 연역적으로 추론하고, 관계와 결합을 구별해내고, 복잡한 계산을 해내고, 과학적으로 추론하는 과학적 사고에 대한 능력을 가리킨다.

3) 공간적 지능(spatial intelligence)

시간적·공간적 세계를 정확히 지각하는 능력과 이러한 지각을 근거로 변형하는 능력을 가리킨다. 이 지능에는 색깔, 선, 모양, 형태, 공간, 그리고 이 요소들간의 관계에 대한 민감성을 포함한다. 또한 이 지능에는 시각적이거나 공간적인 아이디어를 시각화하거나 그림으로 나타내는 능력과 공간적 기반에서 적절히 적용해 나가는 능력을 포함한다. 좌뇌의 기능이 언어적 능력에 관계하는데 반하여 우뇌의 기능은 공간처리능력과 관계가 있다. 일반적으로 공간적 지능은 사물을 정확하게 지각하고, 사물 사이의 관계를 확인하고, 사물을 그림으로 나타내고, 이미지를 조작하거나, 공간에서 갈 길을 찾아내고, 마음속에서 그림을 그려보고, 묘사하는 능력을 말한다.

4) 신체-운동적 지능(bodily-kinesthetic intelligence)

신체-운동적 지능은 아이디어나 느낌을 표현하기 위하여 몸 전체를 이용하는 면에서의 전문가적 기술과 사물을 만들고 변형하기 위하여 손을 이용하는 재능에 관계 있다. 이 지능에는 자기감응능력, 촉감에 관련된 능력, 조절, 균형, 기민성, 힘, 유연성, 속도가 포함된다. 신체적 움직임을 통하여 아동은 인지적 발달을 경험하게 되며, 신체-운동적 지식은 지능의 여러 가지 준거를 충족시킨다. 신체의 움직임을 통하여 게임을 하거나, 감정을 표현하거나, 그리고 새로운 것을 만들어 내거나 하는 능력은 신체의 인지적 형태로 문제해결능력으로 간주해야 한다. 일반적으로 신체-운동적 지능은 정신과 신체를 연결하고, 동작을 통제하고, 몸 전체에 대한 의식을 확장하는 능력을 말한다.

5) 음악적 지능(musical intelligence)

음악적 지능은 음악적 형태를 지각하고, 변별하고, 변형하고, 표현할 수 있는 능

력을 말한다. 이 지능에는 악곡의 리듬, 음의 고저, 음색에 대한 민감성 등 음악에 전반적인 직관적 이해와 분석적이고 기능적인 능력 모두를 의미한다. 일반적으로 음악적 지능이란 음질을 지각하고, 멜로디와 리듬을 창작하고, 소리에 대하여 민감하고, 음악의 구조를 이해하는 능력을 말한다.

6) 대인관계 지능(interpersonal intelligence)

대인관계 지능은 다른 사람의 기분, 의도, 동기, 느낌을 지각하고 구분하는 능력을 말한다. 대인관계 지능에는 얼굴의 표정, 음성, 몸짓에 민감성, 다양한 종류의 대인관계에 관한 암시를 구분하는 능력, 그리고 실용적인 면에서 암시를 효과적으로 반응하는 능력을 포함한다. 일반적으로 대인관계 지능은 협동작용을 창출하고 유지하며, 다른 사람의 관점에서 사물을 판단하고, 언어적 및 비언어적으로 의사 소통하는 능력을 의미하며, 개인의 정체감 유지에도 중요하다.

7) 개인이해 능력(intrapersonal intelligence)

개인이해 능력은 자신을 이해하는데 관련된 지식과 이를 근거로 적용하는 행동을 하는 행위능력에 관계된다. 개인이해 지능은 자신을 정확히 아는 것, 즉 장점과 단점, 내적 기분, 의도, 기질, 욕구를 인식하고 자아훈련, 자기이해, 자기존중의 능력을 포함한다. 개인이해 지능은 자신의 삶에 대한 느낌을 파악하는 능력, 감정의 범위와 감정을 구별하는 능력, 자신의 행동을 유도하고 이해하는 수단으로써 감정을 묘사하고 나타내는 능력을 의미한다. 이 지능은 매우 개인적이기 때문에 언어, 음악, 또는 다른 형태의 표현적 지능이 요구된다.

개인적 지능인 개인이해 지능과 대인관계 지능은 둘 다 개인과 인간의 의미에 대한 문제를 해결하기 위한 노력으로 특징 지워진다. 자신에 대한 개인적 감각은 개인에 대한 모든 종류의 정보를 나타내는 상징인 동시에 개인이 자기 자신을 구성해 내는 상징이다. 또한 개인적인 지능에는 문화가 중요한 역할을 한다. 개인적 지능은 문화의 상징적인 체계를 이해하고 학습함으로써 그 특징적인 형태를 갖게된다.

일반적으로 개인이해 지능은 집중하고, 주의를 기울이고, 자기의 사고를 평가하고, 다양한 감정을 이해하고, 표현하며, 다른 사람과의 관계에서 자신을 이해하고,

높은 수준의 사고와 추리를 하는 능력을 말한다.

8) 자연이해 지능(naturalist intelligence)

자연이해 지능은 자연계의 여러 특성에 대한 민감성을 말한다.

Ⅲ. 과학공학활동을 통한 교수-학습

1. 과학공작과 다중지능 이론

다중지능 이론은 교육목표, 교육과정, 수업, 그리고 평가에 많은 것을 시사하고 있다. 인간이 정보와 지식을 처리하고 이해하는데 적어도 8가지의 상이한 방식이 존재하며, 어떤 영역의 문제로도 지적 발달을 촉진시킬 수 있다. 즉, 교사가 어떤 학문의 주제로써도 다양한 지능을 자극하는 다양한 방법으로 가르칠 수 있다는 것이다. 또한 교사가 학생의 여러 가지 지능과 교육과정의 이해를 함께 고려하며 창의적인 수업을 할 때, 학생들에게 학교 밖에서도 적용할 수 있는 진정한 학습이 이루어질 수 있으며, 학생의 지적 성향을 조기에 파악함으로써 학생이 자신을 이해하는 가운데 학습을 보다 용이하게 할 수 있고 다른 분야에서의 성공에도 도움이 될 수 있다는 것들이다.

과학공작은 과학학습을 위하여 학습자 스스로 과학의 원리나 개념을 이용하거나 응용하여 실험장치, 장난감, 모형 등의 학습자료를 만드는 활동으로 과학의 원리나 개념 그리고 탐구과정이나 탐구기능의 획득 등을 동시에 노리는 학습방법이라고 할 수 있다. 그리고 또한 과학공학활동의 결과물을 과학작품이라고 이 연구에서는 연구의 목적상 정의한다. 과학공작은 관찰과 의문 제시, 아이디어 창출, 가설의 시험, 실험이나 공작수행, 결과, 결론 제시, 심층적인 질문과 아이디어 재창출 등의 일련의 과정에서 다양한 사고과정과 모든 신체와 감각기관을 활용하는 문제해결 중심의 개방적이고 자율적이며, 능동적인 활동을 전개시킬 수는 장점을 가지고 있어 과학공학활동을 통한 학습 즉 과학공학학습은 Gardner의 모든 지능들의 발달을 촉진시

킬 수 있는 아주 이상적인 학습방법이라고 고려된다.

과학공학학습에서 Gardner의 모든 지능들의 발달을 촉진시키기 위해 과학공학의 과정상 본질적으로 수반하는 활동과 학생의 지적·신체적 능력을 고려하여 의도적으로 도입시킬 수 있는 활동을 다음과 같이 고려해 볼 수 있다.

1) 언어적 지능의 발달을 촉진시키는 과학공학학습 중의 활동들을 다음과 같이 나열할 수 있다.

과학작품에 대한 아이디어를 글로 써보거나 이야기한다. 과학작품에 관련된 인물이나 사건에 대하여 글을 써보거나 이야기한다. 공작재료를 감각을 통하여 느끼고 그 느낌을 말한다. 과학작품의 공작과정을 글로 써보거나 이야기한다. 다양한 유형의 양에 대하여 기술하고 있는 말의 의미를 깨달을 수 있다. 완성된 과학작품에 적절한 이름을 붙인다. 완성된 과학작품에 대하여 토의하거나 발표한다. 완성된 과학작품의 활용에 관련하여 글로 써보거나 이야기한다.

2) 논리-수학적 지능의 발달을 촉진시키는 과학공학학습 중의 활동들을 다음과 같이 나열할 수 있다.

주제에 관련된 과학작품에 대한 아이디어를 논리적으로 제시한다. 구상된 과학작품의 공작이 가능성을 논리적-계열적으로 추론한다. 과학작품의 원리를 논리적으로 설명한다. 과학작품의 완성을 위해서는 순서와 법칙이 있다는 것을 인식한다. 과학작품의 부품사이의 인과관계를 인식한다. 부품의 특징을 인식한다. 전체와 부분의 비율을 생각한다. 작품 전체와 부품의 기하학적인 구조를 생각한다. 재료의 사용에서 물질의 보존개념을 인식한다. 측정의 의미를 깨닫고 단위를 이용한다. 매개물을 사용해 간접적으로 사물의 크기를 비교한다. 구체적 물리량에서 연역적인 물리량을 계산하고 그 의미를 깨닫는다. 모형으로부터 실물을 유추한다. 실물을 모형화한다. 작품의 유사점과 상이점을 분석한다. 작품을 논리적으로 평가한다. 작품의 사용방법을 설명한다.

3) 공간적 지능의 발달을 촉진시키는 과학공학학습 중의 활동들을 다음과 같이 나열할 수 있다.

흥미 있는 주제나 아이디어를 근거로 과학작품을 구상하고 표현해 본다. 구상하는 과학작품을 그림으로 표현한다. 부분과 전체의 관련성을 깨닫는다. 과학작품의

과학적 원리를 그림으로 표현한다. 과학작품의 재료의 모양, 크기, 용도, 색상 등을 생각하고 정한다. 과학작품을 설계한다. 과학작품에 색칠을 하거나 색종이나 여러 재료를 사용하여 자유롭게 꾸민다. 과학작품의 용도를 생각한다.

4) 신체-운동적 지능의 발달을 촉진시키는 과학공작 학습 중에서 다음과 같은 활동들을 나열할 수 있다.

손과 발 등 신체의 부위를 사용하여 제작한다. 신체·감각적으로 재료를 지각한다. 도구를 활용한다. 계측기기를 조절한다. 신체부위를 사용하여 측정한다. 과학작품의 원리를 신체의 움직임으로 표현한다. 과학작품을 신체부위로 활용한다. 작품의 완성의 기쁨을 신체·감각적으로 표현한다.

5) 음악적 지능의 발달을 촉진시키는 과학공작학습 중의 활동들을 다음과 같이 나열할 수 있다.

다양한 소리의 원을 깨닫는다. 소리나 음에 관련된 과학작품이 제작을 통하여 음의 감각을 익힐 수 있다. 소리나 음에 관련된 과학작품을 가지고 놀이를 하거나 활용하는 과정에서 음의 감각을 익힐 수 있다. 노래를 부르며 활동을 한다. 활동중 신체적·정신적 긴장을 음악으로 해소한다. 완성의 기쁨을 음악으로 표현한다.

6) 대인관계 지능의 발달을 촉진시키는 과학공작 학습 중에서 다음과 같은 활동들을 나열할 수 있다.

공동 공작과정에서 모든 과정을 서로 협동한다. 개별 공작과정에서 다른 학생의 공작과정이나 과학작품을 비교하여 스스로 비판할 수 있다. 다른 학생의 공작과정이나 작품의 관찰을 통하여 새로운 아이디어를 창출한다. 여러 학생의 공작과정이나 작품을 비교하거나 정보를 교환을 한다. 공동 과학공작과정을 통하여 협동의 중요성과 언어적 및 비언어적으로 의사 소통하는 능력을 키울 수 있다. 주위의 교사나 동료의 지원은 학생의 학습 의욕을 지속적으로 갖게 하고 더욱 더 적극적인 활동을 하게 한다. 발견의 기쁨이나 완성의 기쁨을 주위의 사람들과 공유하고 싶어하고, 교사, 부모, 동료들이 감동하고 어린이의 발견이나 활동에 공감하는 것은 어린이의 감동을 점점 키워 나아갈 수 있다.

7) 개인이해 지능의 발달을 촉진시키는 과학공작 학습 중에서 다음과 같은 활동들을 나열할 수 있다.

문제해결을 위한 예상이나 가설의 검증과정에서 불안과 기대가 섞인 흥분을 느낀

다. 가설이 검증에서 긍정적이 되어 새로운 규칙성이나 자연계의 원리를 발견할 때 기쁨을 느끼고 자신감을 갖는다. 탐구과정에서 느끼는 감동들은 학습의 내적인 동기가 활동의 원동력이 되어 스스로 학습을 계속하게 되는 문제해결에 대한 집중력과 집착력을 발달시킨다. 창의적인 사고력과 폭 넓은 과학 체험을 제공할 수 있다. 작업의 즐거움을 알고 작업에 전념하는 습관을 키운다.

8) 자연이해 지능의 발달을 촉진시키는 과학공학 학습 중에서 다음과 같은 활동들을 나열할 수 있다.

· 자연계에서 일어나는 모든 변화를 깨닫는다. 모든 사물의 운동에는 에너지가 필요하다라는 것을 깨닫는다. 각각의 사물은 어떤 종류의 특징을 가지고 있다는 것을 깨닫는다. 같은 사상의 변화의 관찰을 통하여 어떤 종류의 사상 변화에 무엇이 영향을 미치는지 예측할 수 있다. 인간에 의한 환경의 변화를 깨닫는다. 자연현상의 변화를 순서를 세워 생각할 수 있다.

2. 다중지능 이론에 근거한 과학공학학습

다중지능 이론은 인간이 각자 독특한 방식으로 지식을 수용하고 아울러 특정한 방식이 자신에게 적합할 수 있다는 관점에서 교사들이 교실에서 학습전략의 수립과 교수방법으로 지배적으로 이용되고 있는 언어적 및 논리적 전략 이외에 다양한 기술, 도구, 전략을 지니고 있어야 한다는 면과 효과적인 학습전략의 수립과 교수방법의 이론화에 새로운 아이디어를 제공함으로써 교육에 시사하는 바가 크다. 이러한 상황에서 다중지능 이론은 교사의 일방적인 교수행위에 대한 구체적인 치료책일 뿐만 아니라 학습에 대한 제한된 접근법을 벗어나기 위한 모든 교육혁신을 조직하고 종합하는 메타모델의 기능을 발휘할 수 있을 것이다(Armstrong, 1994).

김명희 등(1997)은 다중지능 이론과 관련하여 실제 교실수업에서 고려해야 할 세 가지 사항을 언급하고 있다. 첫째, 교실교사는 자신이 일상적으로 사용하고 있는 수업방법과 학습자료가 각 학생의 지능과 관련하여 어떤 관련성이 있는지, 장점이 무엇인가를 생각해 보아야 한다. 둘째, 특정하게 선택하여 사용한 교수법이나 수업전략이 8가지 지능 중에서 어떤 지능의 연마와 개발에 관련되는지를 자연스럽게 생각

해 보아야 한다. 셋째, 사용되는 교수법이나 학습활동이 어떤 학생에게 유의하고 어떤 학생에게 바람직하지 않는 것인가를 반성하는 것이 필요하다.

다중지능 이론을 근거로 교육과정 단원을 구성하는 한가지의 방법으로써 과학공학 교수-학습에서 고려할 수 있는 과정으로 다음과 같이 고려할 수 있다. 1) 구체적인 목표 또는 주제를 결정한다. 2) 주제에 관련하여 과학공학이 가능한 작품들을 고려한다. 3) 과학공학이 가능한 작품이 공작 중에 8가지 지능 중에서 어떤 지능의 연마와 계발에 관련되는지 고려한다. 4) 공작할 과학작품을 선정한다. 5) 과학공학 중에 부가적으로 그리고 의도적으로 연마할 수 있고 계발할 수 있는 지능들을 고려한다. 6) 완성된 과학작품을 평가하고 활용할 때 연마할 수 있고 계발할 수 있는 지능들을 고려한다. 7) 과학작품을 설계한다. 8) 필요한 도구와 소요되는 재료를 고려하고 준비한다. 9) 과학공학의 기본적인 순서, 과정, 신체 및 도구의 활용, 과학작품의 활용, 지능의 연마와 계발에 관계된 활동, 평가 등을 포함하는 교수-학습안을 작성한다. 10) 과학공학 활동을 통한 교수-학습안을 실천에 옮긴다.

Karplus(1977)에 의하여 도입된 순환학습모형(learning cycle model)은 학생 스스로 구체적인 경험을 통해서 개념을 획득하고, 과학의 과정에 필요한 탐구기능을 습득하고, 사고력의 신장을 돕기 위한 탐구 지향적인 학습모형이다(한안진 등, 1996). 이 순환학습은 Piaget의 인지발달의 이론을 기초하여, 탐구과정에 간단한 실험을 통하여 학생 스스로 새로운 개념을 발견할 수 있도록 유도함으로써 학생들의 탐구능력 신장에 크게 기여하고 있어, 이 모형이 과학공학학습에 적용된다면 창의력 신장에 보다 도움이 되리라 기대된다.

3. 과학공학학습에서의 평가

다중지능 이론은 전통적인 필답고사 형식의 지능검사가 아닌 대안적인 평가를 요구하고 있다. 실제로 학습자로 하여금 구체적 지능영역에 몰두할 수 있는 작업을 하게 하고, 그 과제를 수행하는 과정에서 인지적인 작용을 관찰하고 평가하는 새로운 접근을 시도하고 있다(김명희 등, 1996). 다중지능의 평가는 8가지의 지능영역에서 학생들이 강점 및 약점을 확인하고 이해하기 위하여 고안하고 있다. 이런 평

가는 지능이 고정적이고 정적인 것이 아니라 계속적으로 발달하는 역동적인 과정이라는 연구결과가 말해주듯이 교육적으로 매우 중요하다. 선다형이나 단답형의 필기 고사는 다중지능 영역의 많은 부분을 설명해 줄 수 없기 때문에 학습자의 산품을 볼 수 있는 수행평가(performance assessment)나 상황에 기초한 평가로 바뀌어야 한다는 것이다.

학생들의 수행평가를 위하여 다중지능 이론은 포트폴리오 평가(portfolio assessment)를 제안하고 있다. 포트폴리오란 여러 번에 걸친 학생들의 학습진전상황을 나타내는 과업수행결과의 표본들을 모은 것으로 정의할 수 있으며, 한 영역에서 성장과 자기반성을 보이는 학생의 학습결과를 자기 스스로 평가하는 것이다(김현재, 1997).

다중지능을 적용한 수업은 학생 개개인의 잠재적 능력개발을 주요 목표로 하기 때문에 8가지의 지능적 관점에서의 학생들의 능력을 규명할 수 있어야 한다. 따라서 각 지능영역별 평가가 요구되는데, 과학공학의 수업에서 각 지능영역의 평가자료는 다음과 같이 고려해볼 수 있다.

1) 언어적 지능 영역의 평가자료로서는 주제 자체나 주제에 관련된 인물이나 사건, 제작과정, 완성된 과학작품에 대하여 글을 짓거나 이야기하기, 토의하거나 논쟁하기, 완성된 과학작품에 이름 붙이기 등을 고려할 수 있다.

2) 논리-수학적 지능영역의 평가자료로서는 과학공학 가능성을 논리적-계열적으로 제시하기, 과학작품의 원리를 설명하기, 과학공학 순서를 만들어내기, 인과관계를 알아내기, 작품의 유사점과 차이점을 분석하기, 모형으로부터 실물을 유추하기, 실물을 모형화하기, 측정과 계산하기, 규칙을 만들어내기, 과학적 사고하기, 분류와 범주화하기, 작품을 평가하기 등을 고려할 수 있다.

3) 공간적 지능영역의 평가자료로서는 주제에 대한 상상하는 과학작품을 그리기, 과학작품의 원리를 그리기, 설계하기, 제작하기, 재료 찾기와 선택하기, 색칠을 하거나 색종이를 오려 붙여 과학작품 겉모양 꾸미기, 장식달기 등을 고려할 수 있다.

4) 신체-운동적 지능 영역의 평가자료로서는 과학작품 공작에서의 창의적인 움직임, 도구 활용, 측정기기 제어 능력, 신체-감각적 지각, 자극에 반응하기, 모든 종류의 직접적 체험, 신체로 조작하는 활동, 신체부위를 통한 측정능력, 과학작품의 원리를 신체로 표현하기, 과학작품을 활용하기 등을 고려할 수 있다.

5) 음악적 지능 영역의 평가자료로서는 노래, 콧노래 또는 휘파람 불면서 활동하기, 효과음 만들기, 과학작품의 원리를 음악으로 표현하기, 과학작품을 음악으로 표현하기, 소리나는 과학작품 만들기, 소리구별하기, 완성의 기쁨을 음악으로 표현하기 등을 고려할 수 있다.

6) 대인관계 지능 영역의 평가자료로서는 협력하기, 함께 만들기, 서로 비교하기, 서로 비판하기, 서로 가르치기, 동료 지도하기, 도와주기, 정보교환하기, 언어적 및 비언어적으로 의사소통하기, 도움받기, 감정을 서로 공유하기, 여러 행사에 참여하기 등을 고려할 수 있다.

7) 개인이해 지능 영역의 평가 자료로서 혼자서 제작하기, 혼자서 느끼기, 집중력과 집착력, 사고력, 창의력 등을 고려할 수 있다.

8) 자연이해 지능 영역의 평가자료로서는 자연에 대한 호기심, 감동, 이해, 변화의 예측, 변화의 순서, 인간과 환경의 관계 등을 고려해볼 수 있다.

이러한 다중지능 이론에 근거한 평가는 학생의 성장을 위한 전체적인 발달적 평가를 통해서 학생 개개인이 지니고 있는 우수한 지능이나 장점, 관심영역 등을 규정할 뿐만 아니라 학생들로 하여금 학습에 적극적으로 참여하게 하여 과업수행과 성취수준을 함양하게 할 것이다. 특별히 학생이 자기평가를 통하여 학생들도 학습에 책임감을 갖게 되고 학생 자신이나 동료 친구들을 서로 인정하고 협동하는 교실 문화를 창출할 수 있을 것이다.

4. 과학공작학습의 교수-학습과정에서의 의의

과학공작학습은 개별 학생의 다양성을 인식하여 다양한 주제를 제공하여 학생들의 능동적이고 협동적인 학습을 유도할 수 있으며 학생의 경험적인 맥락에서 학습이 이루어지는 특성을 가진다. 과학공작학습이 교수-학습과정에서의 의의는 다음과 같이 고려할 수 있다.

1) 주제를 중심으로 하는 교수-학습이 이루어 질 수 있다. 주제를 중심으로 교육과정을 구성함으로써 과학적 개념을 직접 적용할 수 있는 기회를 학습자들에게 제공할 수 있으며, 과학적 개념은 학습의 결과물로 인식하기보다는 문제해결의 필

수요건으로써 개인적으로 유용한 것으로 인식시킬 수 있다. 또한 경험에 의하여 습득된 개념은 오랫동안 기억되며, 새로운 상황에 적용시킬 수 있는 능력이 배양된다. 또한 학생들은 현재의 과학기술의 발전에 관심을 갖고 과학개념의 중요성과 관련성을 인식하기 위하여 과학기술을 사용한다.

2) 과정을 중심으로 하는 교수-학습이 이루어질 수 있다. 정보의 습득보다는 사고기술 및 과정의 발달을 강조하는 학습을 전개함으로써 학생들은 탐구과정을 과학자들이 소유하는 기술이 아니라 그들이 사용할 수 있는 기술로 인식한다. 또한 탐구과정이 교과 과정상 실행되고 있는 한 과정으로보다는 그들 자신의 강화시키고 발전시키는데 필요한 기술로 인식할 수 있다.

3) 활동을 중심으로 하는 교수-학습이 이루어 질 수 있다. 학습자들이 적극적으로 참여할 수 있게 하는 과제를 초점으로 활동중심의 교수-학습 활동을 전개하여 학습자들이 흥미와 동기를 유발할 수 있으며, 그들의 활동과 과학수업에 행하는 중요한 부분으로써 그들의 활동과 과학탐구과정과의 관계를 쉽게 인식할 수 있다. 그들의 활동으로 얻어지는 과학내용을 그들의 일상생활의 문제를 다루는 방법으로 인식하며 일상생활과 관련시킬 수 있다.

4) 개방적인 교수-학습이 이루어 질 수 있다. 학습자들이 형식에 얽매이지 않고, 다양하고 개인적인 반응을 할 수 있도록 허용하고 학습내용의 수준이나 소재를 제한시키지 않으므로 학생들이 더 많은 호기심과 질문을 유도할 수 있으며, 학생들 스스로가 문제를 해결하기 위하여 정보를 찾도록 할 수 있다. 또한 학생들에게 충분한 도전감으로 제공하고 창의적으로 문제를 해결하는 경험을 갖게 할 수 있다.

5) 학습자의 자율적인 선택을 중시할 수 있다. 학습자들은 그들의 기호, 욕구, 능력 등의 개인차에 따라서 그들 자신, 다른 학생들, 그리고 교사의 흥미를 돋우는 많은 아이디어를 제안하거나 질문을 자주 하게 되며, 그러한 질문은 활동을 계획하고 자료를 개발하는데 사용되어 다양한 대안을 제공할 수 있다.

6) 과학교과와 타교과의 교과 통합적인 교수-학습이 이루어질 수 있다(김현재, 1988; 김재복, 1997). Gardner의 모든 지능들의 발달을 촉진시키기 위해 과학공학의 과정상 본질적으로 수반하는 활동과 학생의 지적·신체적 능력을 고려하여 의도적으로 도입함에 의하여 과학교과의 내용과 타교과의 내용의 연계된 통합적인 활동을 유도할 수 있으며, 학습자들은 학습활동을 통하여 창의력과 통찰력을 습득하게

되고, 타교과의 정서와 방법을 배우게 된다. 과학교과와 타교과와의 연계를 통하여 자연세계에 대한 이해를 증진하고 삶의 기쁨과 경이로움에 대한 개방적인 마음을 갖게 할 수 있다.

IV. 결 론

이 연구는 다중지능 이론을 근거로 하여 학생들의 창의력 신장을 위한 한 방법으로서 과학공작학습의 그 준거를 찾고 제안하고자 하는데 그 목적이 있었다.

다중지능 이론에서는 지능을 문제해결력과 적절한 전후관계와 자연스러운 상황에서 산물을 만들어내는 능력으로 8가지의 지능들은 상대적으로 자율적이며 동등한 것으로 본다. 지능들간 또는 한 지능 내에서 사람들은 자신의 지능을 다양한 방법으로 보일 수 있다. 또한 사람은 8가지의 지능들을 모두 가지고 있으며 적절한 격려, 보완, 수업만 주어진다면 대부분의 사람은 상당히 높은 수준까지 각 지능을 발달시킬 수 있는 보다 많은 가능성을 지닌 존재라는 것을 강조한다.

전통적으로 과학교육에서 여러 목적으로 활용해오고 있는 과학공작을 통한 학습 활동 즉 과학공작학습의 지적·신체·감각적 모든 활동들은 다중지능 이론의 8가지 지능, 즉 언어적 지능, 논리-수학적 지능, 공간적 지능, 신체-운동적 지능, 음악적 지능, 대인관계 지능, 개인이해 지능, 그리고 자연이해 지능의 각 영역에 포함하고 있다는데서 창의력 신장을 위한 학습자료로서의 준거를 찾을 수 있다.

또한 과학공작학습에 적용될 수 있는 적절한 학습모형으로서는 학생 스스로 구체적인 경험을 통해서 개념을 획득하고, 과학의 과정에 필요한 탐구기능을 습득하고, 사고력의 신장을 돕기 위한 탐구 지향적인 학습모형인 순환학습모형을, 그리고 학생들의 수행평가를 위하여 과학공작학습의 평가는 포트폴리오 평가를 제안한다.

과학공작학습이 교수-학습 과정에서의 의의는 다음과 같이 고려할 수 있다. 1) 주제를 중심으로 하는 교수-학습이 이루어 질 수 있다. 2) 과정중심의 교수-학습이 이루어질 수 있다. 3) 활동중심의 교수-학습이 이루어 질 수 있다. 4) 개방적인 교수-학습이 이루어 질 수 있다. 5) 학습자의 자율적인 선택을 중시할 수 있다. 6) 과학교과와 타교과를 연계한 교과 통합적인 교수-학습이 이루어질 수 있다.

◆ 참고 문헌 ◆

1. 강호감(1991), 두뇌의 기능분화에 따른 교수 전략이 창의성 및 자연과 학업성취도에 미치는 영향, 서울대학교 대학원 박사학위논문.
2. 강호감, 조병희(1992), 국민학교 아동의 인지양식 분석과 창의력 계발을 위한 효율적인 교수전략에 관한 연구, 초등과학교육, 한국초등과학교육학회지, 11(2), pp.111-121.
3. 강호감, 원용준(1994), 대뇌의 인지기능에 기초한 자연과 교육방향 모색, 초등과학교육, 한국초등과학교육학회지, 13(1), pp.171-189.
4. 교육부(1995), 교육개혁 추진 홍보 자료집(I), 교육부.
5. 김명희, 정태희(1997), 미국의 다중지능 교육, 열린교육연구, 열린교육학회지, 5(2), pp.3-25.
6. 김명희, 김양분(1996), 중학생의 다중지능 분석, 교육논총, 12, 한양대학교 한국교육문제연구소.
7. 김재복(1997), 통합교육과정의 연구대상과 접근방법, 전국교육대학교 교수 세미나 및 워크숍 연구자료집, 인천교육대학교, 열린교과교육연구소, pp.196-211.
8. 김현재, 송미영(1997), 과학교육에서의 수행 평가: 포트폴리오 평가를 중심으로, 열린 교육연구, 열린교육학회지, 5(2), pp.61-77.
9. 윤기옥(1997), 다중지능 이론과 수업, 전국교육대학교 교수 세미나 및 워크숍 연구자료집, 인천교육대학교 열린교과교육연구소, pp219-239.
10. 조석희(1995), 영재성과 영재교육의 개념: 피라미드 모델, 영재교육연구, 한국영재교육학회지, 5(1), pp. 1-32.
11. 한안진, 강호감, 권치순, 김효남, 우종욱(1996), 새초등과학교수법, 서울: 교육과학사, pp.173-272.
12. Armstrong, T.(1994). Multiple Intelligences in the classroom, Association for Supervision and Curriculum Development; 윤기옥(1997) 재인용.
13. Bogen, J. E.(1975). Some educational aspects of hemispheric specialization, U. C. L. A. Educator. 17, pp.24-32.
14. Brandt, R. S.(1986). On creativity and thinking skills: A conversation with David Perkins. Educational leadership, 43, pp.12-18.

15. Gardner, H.(1983). *Frames of Mind: The Theory of Multiple Intelligences*. New York: Basic Books.
16. Gardner, H.(1993). *Multiple Intelligence: The Theory of Multiple Intelligences in Practice*. New York: Basic Books.
17. Grady, M. P. and Luecke, E. A.(1978). *Education and Brain*, Bloomington PhiDelta Educational Foundation (Eric Document No. ED-153-258).
18. Karplus, R.(1977). Science teaching and the development of reasoning, *Journal of Research in Science Teaching*, 14(2), pp.169-175.
19. Wittrock, M. C.(1978). The education and the cognition processes of the brain, In J. Chall and A. Mirsky(Eds.),*Education and Brain*, The 77 year book of the study of education, Part 2, Univ. of Chicago Press, pp.61-102.
20. Wycoff, J.(1991). *Mindmapping*, The Berkley Publishing Group, New York, pp.177-178.

Development of creativity through science craft learning based on multiple intelligences

Hyun, Dong Geul

Department of Science Education, Cheju National University of Education

ABSTRACT

All physical-sensory or intelligent activities in science craft learning which has been traditionally used for some purposes in science education include certain intelligence regions of multiple intelligences. This indicates that science craft learning is to be used for development of creativity in science class. This research suggests Karplus's learning cycle model for the craft learning and presents the assessment materials for portfolio assessment in the craft learning.