

창의성 신장을 위한 빛의 직진과 굴절 개념에 대한 교수-학습활동자료 개발

현 동 결*

〈 목 차 〉

- I. 서 론
- II. 이론적 배경
 - 1. 과학교육과 창의성 교육
 - 2. 과학공작과 실험교육을 통한 창의성의 신장
 - 3. 빛에 대한 학생들의 개념과 교수-학습
- III. 교수-학습활동자료의 개발
 - 1. 교수-학습활동자료의 대상 및 개발방향
 - 2. 교수-학습활동자료의 개발
- IV. 결 론
 - * 참고문헌

I. 서 론

고도의 지식과 정보화 사회인 21세기는 단순한 지식의 활용보다 전문적인 지식에 기초한 독창적인 아이디어를 창출할 수 있는 창의적인 인간을 요구하고 있다. 이러한 시대적 요청에 부응하는 끊임없는 노력이 학교교육에서도 경주되어 왔다. '사회의 변화에 대응할 수 있는 창의적인 능력의 개발하는 것'을 우리나라 제6차 교육과정 구성

* 제주교육대학교 과학교육과 부교수

방침의 하나로 강조하고 했었으며(교육부, 1992), '폭 넓은 교양을 바탕으로 창의적인 능력을 발휘하는 사람'이 제7차 교육과정의 추구하는 인간상 중의 하나로 명시하고 있다(교육부, 1997). 또한 이러한 교육과정 상에 나타난 과학교과의 주목적과 기능은 '창의적인 사고력과 합리적인 판단력을 함양시켜주는 교과', '창의성을 기르는 교과', '문제해결력을 기르는 교과' 등으로, 창의적인 문제해결력의 신장은 과학교육의 기본 목표로 강조되고 있다(한국교육개발원, 1997).

그러나 과학교육의 주목적으로 창의성의 신장을 강조하는 것과는 달리 창의력 신장을 목적으로 과학과 교육과정에 반영할 수 있는 교수-학습활동 자료의 부족으로 실질적인 창의성 교육의 수행이 어려운 실정으로 조사되고 있으며(강호감 등, 1999), 국내에서 과학과 교과를 중심으로 한 창의성에 관한 연구로는 비교적 적은 편이다. 강호감 등(1991, 1992)은 좌측과 우측 뇌의 인지기능 분화를 기초로 좌측과 우측 뇌 및 전뇌 학습 프로그램을 개발하여 교육현장에 적용한 결과 학생들의 창의성 증진에 효과적이라는 경험적 연구 결과를 보고한 바가 있으며, 장경혜(1994)는 탐구학습 중심의 과학교육이 유아의 창의성과 문제해결력 향상에 효과가 있었다고 보고하였다. 또한 강호감 등(1996)은 마인드 맵을 자연과 교육과정에서의 적용하여 창의력과 학업 성취도가 향상에 효과가 있음을 보고한 바가 있다. 현동걸(1998, 1999)은 과학공작을 통한 학습 즉 과학공작학습을 다중지능 이론에 기초하여 창의력 신장을 위한 학습방법과 구체적인 교수-학습활동 프로그램의 개발방법 등을 제안하였다. 조연숙(2000a, 2000b) 등은 과학 영역의 지식과 기능기반과 인지적 능력 요인인 확산적 사고와 비판적 사고를 구성요소로 하여 창의적 문제해결력을 신장시키기 위한 초등학교와 중학교 과학교육과정을 개발하고, 초등학교 과학교육과정인 경우 현장에 적용하여 창의적 문제해결력 신장에 효과적이었음을 보고하였다. 강호감 등(2001)은 초등과학과 교육과정의 내용을 중심으로 마인드 맵, 공통점과 차이점 찾기, 브레인 스토밍, 유도된 공상, 확산적 발문, 시각적 표현 등 다양한 창의성의 기법들을 통하여 창의성의 구성 요소들을 기를 수 있는 초등과학과 교수-학습활동 자료들을 개발하고 현장적용을 통하여 창의성 신장에 효과가 있었음을 보고하였다.

본 연구는 국내에서 개발된 창의성 교육에 대한 이론적인 면을 검토하는 한편, 과학교과의 교육과정의 특정한 학습 주제에 대한 기초 기술의 습득과 개념의 이해를 극대화시키는 과정에서 과학공작과 실험활동 등의 일련의 창의활동을 거치며 창의성을 신장시키려는 동시 여러 목적을 지닌 교육방법의 한 시도으로써, 빛의 개념 학습을 중심으

로 과학공작 및 실험활동을 통한 창의성 신장을 위한 교수-학습활동 자료를 개발하는 것이다. 과학과 교육과정상에 포함된 빛의 대한 개념의 학문적인 위계와 학습자의 지적 능력을 고려하여, 학년급이나 학교급 등의 편제에 무관하게, 주제 중심의 교수-학습활동을 위한 자료를 개발하는 것이며, 또한 관련 주제의 개념에 대한 오개념 교정을 위한 교수- 학습활동 자료로써 활용할 있을 것이다. 여기에서는 빛의 직진과 굴절에 관한 것으로 제한했다.

II. 이론적 배경

1. 과학교육과 창의성 교육

창의성에 대한 일반적인 정의는 '새로운 것을 생각해내고 만들어 내는 힘' 또는 '새로움에 이르게 하는 개인의 사고 관련 특성'이라고 한다. 곧 개인이 지니고 있는 지식이나 정보, 경험들을 결합하고 재구성하고 새롭고 유용한 아이디어를 산출하는 능력을 말한다. 창의성은 그 수준의 차이가 있으나 정상적인 사람이면 어느 누구나 가지고 있는 것이며 연령이나 성별에 따라서 현격한 차이가 있는 것도 아닌 거의 모든 사람들이 선천적으로 타고 난 것으로 훈련을 통하여 충분히 신장시킬 수 있음을 입증하였다(Guilford, 1950; Torrance, 1962; Gallagher, 1985; Mayer, 1983). 창의성은 문제해결 과정에서 창의적인 요소가 포함되며 창의적 사고과정에서 문제해결단계 포함되는 이유 때문에 문제해결, 창의적인 문제해결 등과 명확한 구분이 없이 사용되고 있다(조연순, 2000a).

창의성란 오직 창의성을 위한 교육과정보다는 어떤 특정한 과목이나 주제를 다루는 과정에서 가장 효과적으로 교수할 수 있는 것으로 보고 있으며(Feldhusen 등, 1994). Torrance(1962)은 창의성 신장을 위한 교육방안으로써 크게 9가지로 구별하고 있다. 이 중 학생들이 프로그램의 실체를 접할 수 있는 직접적인 방안 중의 하나는 교과화된 절차를 중시하는 방안이다. 이는 창의성을 중심으로 해서 개발된 완결된 단원이나 자료 대신에 여타의 수업을 하는 과정에서 학생들에게 요구되는 창의적 측면을 지도하기 위해 각종 기능이나 절차들을 강조한다. 또한 정규 교과 과정내의 주제가 학생들에게 아이디어와 개념 및 새롭게 흥미를 유발시키는 경험을 제공해 주는 계기가 되며, 과목영역에서의 훌륭한 교수-학습은 새로운 문제를 만들어 내고 새로운 영역을 심도

있게 연구하도록 도전하게 한다. 이러한 도전들은 창의적인 학습을 위한 효과적인 출발점을 의미한다(Feldhusen 등, 1994).

창의력이나 문제해결력의 신장은 학생들이 흥미와 관심이 있는 주제에 몰입했을 때 가능한 것이며, 축적된 많은 정보의 양을 기초 위에 이루어지는 것으로, 창의적으로 많은 가능성을 발달시키고, 새로운 관계를 형성하고 독특한 사고로 문제 해결을 하기 위해서는 다양한 정보의 축적이 필요로 한다(Feldhusen 등, 1994). 또한 창의성이나 문제 해결력의 신장을 위한 교육은 인간의 호기심을 추구하고 탐색해 나가는 것부터 시작해야 하며, 확산적·수렴적 사고의 기초적인 기술을 배우는 것부터 시작해야 한다는 것을 강조하고 있다.

과학과 교육에서 '창의적인 문제해결'이란 '과학의 기본 지식과 탐구과정기술을 기반으로 하여 문제에 대한 적절하고 새로운 해결방법을 발견하는 것'으로(조영순 등, 2000a), 과학 및 과학교육에서 창의성이 중요성이 인식됨에 따라 '과학적 창의성'과 '과학에서의 창의성 교육'에 대한 연구가 활발하게 이루어져 왔다. 과학적 창의성에 대한 연구는 중요한 과학사적 인물에 대한 연구, 과학자들의 사고 과정에 대한 연구, 창의성에 대한 정신과정의 규명에 대한 연구 등으로 그 방법에 따라 분류 할 수 있는데, 이러한 연구들에 의하면 과학적 발견에 있어서 특정 형태의 문제해결 전략 및 휴리스틱스의 이용, 유추와 심상의 이용, 분담된 추론, 그리고 예기치 않았던 발견을 다루는 방법 등이 중요한 요소로 작용한 것으로 나타났다(Dunbar, 1999).

과학에서의 창의성의 신장에 대한 연구들로서, Adolf(1982)는 가정설정, 실험설계, 관찰 및 자료 수집, 결과 해석, 그리고 결론 도출 등과 같은 일련의 과학적 탐구과정을 통하여 학생들의 창의적인 사고를 촉진시킬 수 있다고 제안하였다. 강호감 등(1991, 1992, 2001)은 창의성은 뇌의 좌·우 양반구가 균형있게 발달하여 이들이 긴밀하게 협동하여야 발휘될 수 있다는 뇌의 신경생리학의 연구 결과를 기초로 하여, 초등학교 과학과 교육과정의 내용들을 중심으로 우뇌의 인지 특성 및 좌·우 양측 뇌의 인지 특성을 적극 활용할 수 있는 마인드 맵, 공통점과 차이점 찾기, 브레인 스토밍, 유도된 공상, 확산적 발문, 시각적 표현 등 다양한 창의활동을 통하여 창의성의 구성 요소를 기르는 것을 목적으로 개발된 교수-학습활동 자료가 창의성의 신장에 효과적임을 보고하였다.

심리학 분야에서는 창의성을 발현시키기 위해서는 확산적 사고와 비판적 사고와 같은 인지적 능력, 성격적 특성, 그리고 개인의 창의적 행동에 영향을 미치는 환경적 요

소들이 함께 결합되어야 하며(Amabile, 1983; Csikszentmihalyi, 1988; Gruber 등, 1988; Sternberg 등, 1990; Uran, 1995), 여기에 특정영역의 지식 기반의 중요성을 강조하고 있다(Amabile, 1983; Simonton, 1990). 조연순 등(2000a, 2000b)은 이러한 이론들은 기초하여 과학교과의 특수 요인인 '과학영역의 지식과 기능기반'과 인지적 능력 요인인 '확산적 사고'와 '비판적 사고'를 구성요소로 하는 창의적 문제해결력을 신장을 위한 초등학교와 중학교 과학교육과정을 개발하고, 현장교육에 적용하여 창의적 문제해결력 신장에 효과적임을 보고하였다.

Gardner(1983, 1993)는 인간에게는 적어도 언어적 지능, 논리-수학적 지능, 공간적 지능, 신체-운동적 지능, 음악적 지능, 대인관계 지능, 개인이해 지능, 자연이해 지능 등의 8가지의 비교적 자율적인 두뇌체계가 존재한다고 주장한다는 다중지능 이론(Theory of Multiple Intellegences)을 주장하였다. Gardner의 다중지능 이론에 의하면 인간이 정보와 지식을 처리하고 이해하는데 적어도 8가지의 상이한 방식이 존재하며, 어떤 영역의 문제라도 지적 발달을 촉진시킬 수 있다는 것을 강조한다. 즉, 교사가 어떤 학문의 주제로써도 다양한 지능들을 자극하는 다양한 방법으로 가르칠 수 있다는 것이다(김명희 등, 1997; 윤기옥, 1997). 이는 인간이 각자 독특한 방식으로 지식을 수용하고 아울러 특정한 방식이 자신에게 적합할 수 있다는 관점에서 교사들이 교실에서 창의성 신장을 위한 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 제공하고 있으며 교육에 시사하는 바가 크다. 현동걸(1998, 1999)은 과학공학학습은 학습자 스스로 과학의 원리나 개념을 이용하거나 응용하여 실험장치, 장난감, 모형 등의 학습자료를 만드는 활동으로 과학의 원리나 개념, 탐구과정이나 탐구기능의 획득, 문제해결력, 창의력의 신장 등을 동시에 노리는 학습방법으로, 과학공학은 그 과정에서 관찰과 의문 제시, 아이디어 창출, 가설의 설정, 실험이나 공작수행, 검증, 결론제시, 개념과 기능의 습득, 아이디어 재창출 등의 일련의 과정에서 다양한 사고과정과 모든 신체와 감각기관을 활용하는 문제해결 중심의 개방적이고 자율적이며, 능동적인 창의활동을 전개시킬 수는 장점을 가지고 있다고 강조하였다. 또한 과학공학활동을 다중지능 이론에 기초하여 창의력 신장을 위한 학습방법을 제안하고, 이에 따른 교수-학습활동자료를 개발하여 보고하였다.

2. 과학공작과 실험교육을 통한 창의성의 신장

창의성의 발현을 위한 노력들로서, 뇌의 신경생리학 분야에서는 창의성은 인지기능이 분화된 인간의 좌·우뇌의 인지기능을 균등하게 활용할 때 발현될 수 있는 능력으로 설명하고 있으며, 학습자의 창의성 계발을 위해서는 좌·우뇌를 고르게 발달시킬 수 있는 전뇌학습 프로그램을 개발해야 한다는 주장들이 제기되어 왔다(고영희, 1984; Johnson, 1982; 1985; Samples, 1975; Grady & Lueke, 1978; 강호감, 1991; 1996). 특히 학교교육에서 교육방법이나 교육과정 자체가 우뇌의 인지 기능을 고려치 않고 대체로 좌뇌의 기능 특성에 맞게 계열적·논리적으로 조직되어 있으며, 각종 검사나 시험도 좌반구 기능 특성을 중심으로 평가되기 때문에, 우반구 기능 특성을 적극 활용하는 방법이 고려되어야 한다고 강조했다(강호감, 1991; 강호감 등, 1992).

뇌의 우반구 특성을 활용하기 위한 교수기법으로, Williams(1983)는 시각적 사고(visual thinking), 공상(fantasy), 환기적 언어(evocative language), 은유(metaphor), 실험조작, 현장답사, 교재 조작, 제1차 자료와 실물, 시뮬레이션, 역할놀이 등과 같은 직접경험(direct experience), 복합 감각적 학습(multisensory), 음악(music) 등을 제시하였으며, Haglund(1981)는 전통적인 교육은 인지, 기억, 추상화된 기호에만 의존하는 좌뇌의 인지방식을 따르고 있어, 학생들의 좌뇌 인지방식이 강화되고 우뇌 인지방식이 미발달을 초래하는 것으로 보고하였으며, 이야기 완성하기, 구체적 사물 다루기 등 적절한 교수전략을 사용하면, 좌·우뇌의 인지방식의 균형적인 발달을 가져올 수 있고, 학생들의 성취하고자하는 자연적 욕구의 만족을 촉진할 수 있을 것이라고 제안하였다. Richards(1984)는 좌·우 양반구의 기능을 통합하는 교수전략으로 그림그리기, 음악, 전체적인 몸과 운동적 모델 사용하기, 모델 만들기, 몸을 사용한 율동 등을 제안하였다. 品川(1982)은 우반구 특성의 훈련방식으로 좌반신경의 감각신경의 연마, 패턴인식력의 훈련, 도형 인식력의 연마, 오감의 연마, 운동신경과 감각신경의 연마, 무언어·무의식상태의 연마, 상상력의 연마 등의 11가지 원칙을 제시하고 있다.

심리학 분야에서는 창의성을 발현시키기 위해서는 확산적 사고와 비판적 사고와 같은 인지적 능력, 성격적 특성, 그리고 개인의 창의적 행동에 영향을 미치는 환경적 요소들이 함께 결합되어야 하며(Amabile, 1983; Csikszentmihalyi, 1988; Gruber 등, 1988; Sternberg, 1990; Uran, 1995), 여기에 특정영역의 지식 기반의 중요성을 강조하고 있다(Amabile, 1983; Simonton, 1990). 특히 과학교육을 통한 창의성 교육은 과학교과의 특수 요인인 '과학영역의 지식과 기능이 기반이 되고 과학적 사고과정을 거쳐 새로운

문제해결의 방법을 창출해낼 때 창의성이 창출되고, 이러한 일련의 과정을 통해서 문제해결력이 생성되는 것으로, 창의적 문제해결력의 신장을 위해서는 과학의 과학영역의 지식과 기능의 전제되어야 함을 강조하고 있다(조연순 등, 2000a).

학교교육의 정규 교과목인 과학은 기초적인 기술을 최대한으로 성취시키고 과학의 여러 개념들의 이해를 증진시키기 위한 것의 본질적인 목적이며, 창의성이나 문제해결력의 신장 또한 과학교과에 부가되는 또 하나의 목적이다. 이러한 과학교육의 목적에 따라 과학교육과정은 과학영역의 기초기술의 습득과 개념의 이해를 극대화를 위한 방법과 창의성을 신장시키는 방법이 동시에 강구되어야 한다.

과학교육에서 이러한 목적을 달성하기 위하여 다양한 과학학습이론, 과학학습모형, 과학수업방법 등이 연구되어왔다. 학업 성취도의 향상이나 창의력이나 문제해결력의 신장은 학생들이 흥미와 관심이 있는 주제에 몰입했을 때 가능한 것이다. 현행 과학교육에서 학생들에게 제공되는 경험은 흥미와 관심이 있는 주제라기보다는 대부분 그 학문에서 중요하게 다루어지는 개념이나 탐구활동들이다. 또한 학생들에게 과학지식보다는 추상적인 과학개념을 구체적인 과학실험활동을 통하여 이해시키는 노력이 필요하고, 산물로서의 과학지식뿐만 아니라 과정으로써 지식을 가르칠 수 있다고 주장하며, 과학교육에서 실험교육의 중요성을 강조하였다(김범기, 1995).

공작활동은 대부분의 학생들에게 흥미있고 관심을 가지며 하고 싶어하는 활동으로 공작하는 그 자체만으로도 학생들의 관심을 끌 수 있다. 또한 공작활동은 학생들에게 심동적인 능력을 길러 줄뿐만 아니라, 창의력이나 문제해결력을 신장시키는 데에도 대단히 훌륭한 소재이다. 하나의 작품을 공작하는 과정에는 대단히 많은 문제가 야기된다. 이러한 문제들은 정형이 있는 것이 아니기 때문에 같은 주제에 대한 공작활동을 하는 데에도 재료, 공작과정에 따라 여러 다른 문제들이 제기된다. 이러한 문제들을 해결하는 데에는 상당한 창의력과 문제해결력이 동원되어야 하며, 이러한 창의력은 전통적인 교과서를 배울 때 신장시킬 수 있는 창의력과는 성질이 다른 것이다. 아울러 공작활동은 구체적인 물질이나 물체를 다루고 활동 결과가 바로 나타나기 때문에, 자기가 원하는 것을 달성했을 때 성취감을 느끼기에도 좋은 학습소재이다(김주훈 등, 1997).

과학공작은 과학학습을 위하여 학습자 스스로 과학의 원리나 개념을 이용하거나 응용하여 실험장치, 장난감, 모형 등의 학습자료를 만드는 활동으로 과학의 원리나 개념, 탐구과정이나 탐구기능의 획득, 문제해결력, 창의력의 신장 등을 동시에 노리는 학습

방법이라고 할 수 있다. 과학공작은 관찰과 의문 제시, 아이디어 창출, 가설의 설정, 실험이나 공작수행, 검증, 결론제시, 개념과 기능의 습득, 아이디어 재창출 등의 일련의 과정에서 다양한 사고과정과 모든 신체와 감각기관을 활용하는 문제해결 중심의 개방적이고 자율적이며, 능동적인 활동을 전개시킬 수는 장점을 가지고 있다(현동걸, 1998).

이연섭 등(1981)은 초등학교 6학년의 일반적인 지적 우수아를 대상으로 작문, 미술, 전기와 자기, 해양학에 대한 프로그램을 개발하여 소규모 운영한 적이 있다. 이 중 전기와 자기의 프로그램에서는 액체전지 만들기, 티칭머신, 전기망치, 전기깃발, 생쥐 만들기 등의 과학작품 제작활동 중심의 학습과제가 제시되고, 학생들은 교사의 설명없이 학생들 스스로 학습자료를 보면서 학습과제를 완성하게 되어 있으며, 학생들의 과학작품 제작이 완성 후 토의를 통하여 학습주제, 개념, 원리 등 자율적으로 터득하도록 구성되었다. 프로그램 운영 학생들의 반응 검사에서 전기와 자기의 프로그램에 응한 학생이 다른 프로그램에 응한 학생들보다 인지적, 정의적 영역이 가장 많이 향상했다는 보고가 있다. 김주훈 등(1997)은 영재를 위해 개발된 언어영역 1종, 수학영역 1종, 사회영역 1종, 과학 영역의 4종의 심화 학습 프로그램 중 과학 영역의 '비행기 만들기'가 타 프로그램에 비하여 높은 흥미, 관심, 그리고 적극적인 참여를 유도할 수 있었다는 연구 보고가 있다. 박종규 등(1994)은 우리 주위에서 쉽게 구할 수 있는 여러 가지 물건이나 폐품들을 가지고 학생들에게 흥미있는 과학 장난감을 만들고 갖고 놀게 함으로써 학생들의 문제해결력과 사고력 개발 및 폭 넓은 과학체험을 제공하고 있다.

위의 논의를 종합하면, 학업 성취도의 향상이나 창의력이나 문제해결력의 신장은 학생들이 흥미와 관심이 있는 주제에 몰입했을 때 가능하다는 관점에서, 다양한 사고과정과 모든 신체와 감각기관을 활용하는 등의 우뇌 또는 좌·우 양뇌의 인지 특성을 균형있게 발달시켜 창의성을 발현에 기여할 수 있다는 생리학적인 관점에서, 과학적 지식들의 기반이 되고 과학적 사고과정을 거치는 과정에서 창의성이 발휘된다는 심리학적인 관점에서, 그리고 창의력이나 문제해결력은 분야 관련 지능을 중심으로 다양한 절차와 기능을 다루는 과정을 경험할 때 Gardner의 여러 지능들의 발달이 촉진될 수 있고, 또한 창의성을 신장시킬 수 있다는 다중지능 이론의 관점에서 과학의 특정 분야에 대한 과학공작학습활동과 이에 연계된 실험활동이 문제해결 중심의 개방적이고 자율적이며, 능동적인 창의성 신장을 위한 효율적인 교수-학습활동의 한 방법될 수 있다는 기본적인 전제가 가능하다.

3. 빛에 대한 학생들의 개념과 교수-학습

빛에 대한 학생들의 개념에 대한 연구는 Piaget(1974)의 보고를 시작으로 많은 관심을 끌어왔다(Black 등, 1990; Driver 등, 1985; Jung, 1987; 박현주, 1987; 김효남 1990; 김한호, 1991; 오세일, 1994). 여러 연구들의 결과는 나라에 따라 언어적 문화적 차이에도 불구하고 유사하다는 점으로, 학생들의 빛에 대한 오개념의 유형들을 살펴보면,

- (1) 광원과 그 효과 사이에 있는 빛의 존재를 인식하지 못한다(Piaget, 1974).
- (2) 빛의 이동을 광원의 움직임이나 광원에 의한 효과로 생각하는 경향이 있다(Driver 등, 1985).
- (3) 빛의 이동거리는 제한적이다(Stead 등, 1980)
- (4) 시각에 대해 빛이 물체와 눈 사이의 매개됨을 인식하지 못한다(Driver 등, 1985, 김한호, 1991).
- (5) 광원은 주로 일차적인 광원을 인식하며, 물체가 이차적 광원임을 인식하지 못하며, 거울은 특수한 경우로 생각한다(Jung, 1987; 김한호, 1991).
- (6) 빛의 이동에 대한 구체적인 기제를 설명하지 못한다(Black 등, 1990)

빛에 대한 개념은 매우 추상적이어서 학생들이 빛에 대한 정확한 개념의 형성은 형식적 조작 수준에 도달되어야 가능한 것으로 보고되었으며(Piaget, 1974), 학생들이 학습해야 할 내용이 학생들의 지적 발달수준 이상의 조작능력을 요구함으로써 지적 발달의 미숙한 학생들이 오개념을 소지할 수 있다는 보고도 있다(Nussbaum, 1983). 그러나 최근까지의 수행되어온 과학현상에 대한 초등학생들의 개념에 대한 많은 연구들은 초등학생의 과학적 사고력 발달을 통한 개념의 변화를 수용하려는 것보다는 개개의 개념들을 조사하거나 학생들의 지적 발달수준을 고려하지 않고 오개념의 교정에만 치중해온 경향이 있다.

김익균(1991)은 한 개념구조로 설명되지 않는 현상을 찾기가 매우 어려울 정도로 많은 현상을 설명할 수 있으므로 갈등상황을 일으키기 위해서는 새로운 현상을 제시함과 동시에 새로운 개념구조를 가지고 설명된 서술을 함께 제시해야 한다고 했다. 또한 Piaget(1958)에 의하면 학생들의 문제해결능력은 그들의 지적 발달수준에 의하여 달라진다. 따라서 구체적 조작수준에 있는 학생들은 이론을 형성하거나 구체적 사실과 동떨어진 추상적 개념을 이해할 수 없으며, 추상적인 과학개념을 언어수단이나 실험만으로 가르치려고 한다면 구체적 조작수준에 있는 학생들의 지적 발달을 돕지 못한다

라고 지적한다. 과학교육에서 학생들에게 과학지식보다는 추상적인 과학개념을 구체적인 과학실험활동을 통하여 이해시키는 노력이 필요하고, 산물로서의 과학지식뿐만 아니라 과정으로써 지식을 가르칠 수 있다고 주장하며, 과학교육에서 실험교육의 중요성을 강조하였다(김범기, 1995).

빛에 대한 개념은 매우 추상적이어서 학생들이 빛에 대한 정확한 개념의 형성은 형식적 조작 수준에 도달되어야 가능한 것으로 보고되고 있다(Piaget, 1974). 학생들이 학습해야 할 내용이 학생들의 지적 발달수준 이상의 조작능력을 요구함으로써 지적 발달의 미숙한 학생들이 오개념을 소지할 수 있다는 견지에서(Nussbaum, 1983), 매우 구체성이 있고 활동성이 높은 과학공작과 실험활동을 통한 교수-학습활동은 과학적 사고력과 창의력을 신장뿐만 아니라 오개념 교정에도 일익을 할 것으로 기대할 수 있다.

Ⅲ. 교수 - 학습활동자료의 개발

1. 교수 - 학습활동자료의 대상 및 개발 방향

1) 개발대상

본 연구에서 개발하고자하는 자료는 빛의 개념에 대한 창의성 교육을 위한 교수-학습활동 자료로서, 과학과의 교육과정의 내용을 중심으로 빛의 개념상의 체계에 따라 빛의 직진, 굴절, 반사, 분산, 색의 혼합 등의 순서로 교수-학습활동의 순서를 고려하였다. 여기에서는 빛의 직진과 굴절에 관한 것이다.

2) 교수-학습활동자료의 개발방향

개발되는 교수-학습활동자료는 관련된 과학 지식 및 기능뿐만 아니라 다방면의 재능과 창의성 개발을 목적으로 기본적인 개발방향은 다음과 같다.

- (1) 주제를 중심으로 하는 교수-학습이 이루어지도록 한다. 주제를 중심으로 교육과정을 구성함으로써 과학적 개념을 직접 적용할 수 있는 기회를 학습자들에게 제공할 수 있으며, 과학적 개념은 학습의 결과물로 인식하기보다는 문제해결의 필수요건으로써 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 이루어지도록 한다. 정보의 습득보다는 사고 기술 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 이루어지도록 한다. 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 이루어지도록 한다. 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 중시해야 한다. 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 이루어지도록 한다. Gardner의 모든 지능들의 발달을 촉진시키기 위해 과학공작의 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 타교과의 연계를 통하여 자연세계에 대한 이해를 증진하고 삶의 기쁨과 경이로움에 대한 개방적인 마음을 갖게 할 수

있다.

- (7) 생활 중심의 활동이 되게 한다. 과학공작학습 프로그램은 생활 주변에서 쉽게 접할 수 있는 친숙한 주제 또는 원하는 주제를 갖고, 생활 주변에서 쉽게 구할 수 학습자료를 사용하며, 접근방법이나 해결 방안도 생활 주변에서 찾을 수 있도록 하였다. 또한 이러한 생활 중심의 학습 과제는 보다 구체적이 될 수 있으며, 과학-기술-사회 교육으로 연계시킬 수 있을 뿐만 아니라, 일상의 생활과 환경에 대한 관찰력을 키우고 그 중요성을 인식시킬 수 있다.

3) 교수-학습활동자료의 구성체계

본 연구에서 개발된 교수-학습활동지의 구성체계는 다음과 같다<표 1>.

- (1) 활동 주제: 교수-학습활동을 할 주제를 제시한다.
- (2) 활동 개요: 교수-학습활동의 목표를 암시하는 글을 제시한다.
- (3) 활동준비물: 공작활동이나 실험활동에 필요한 재료나 도구 등의 준비물을 제시한다.
- (4) 공작 활동: 탐구활동에 필요한 기자재의 제작이나 과학공작품의 제작에 관한 활동내용이 구체적으로 제시되고 심체적인 모든 조작적·운동적 기능을 활용하여 실질적인 창의활동이 이루어지게 한다.
- (5) 탐구 활동: 공작활동을 통하여 제작된 기자재를 사용하여 활동주제에 관련된 과제를 수행하거나 제작된 과학공작품을 응용하여 과학의 원리나 개념을 체득하는 탐구활동을 수행하도록 한다.
- (6) 탐구활동 결과 검토: 탐구활동을 통하여 결과를 분석하고 검토하는 과정을 통

<표 1> 교수-학습 활동지의 구성체계

활동일시:	이름:
활동주제	
1. 활동개요	
2. 활동 준비물	
3. 공작활동	
5. 탐구활동	
6. 탐구활동 결과 검토	
7. 탐구활동 결과 확산	

하여 다양한 사고를 할 수 있도록 유도한다.

- (7) 탐구활동 결과 확산: 활동주제에 관련된 보다 심화된 과학공학활동이나 탐구활동 과제를 제시하여 다양한 사고를 하도록 유도한다.

2. 교수-학습활동자료의 개발

본 연구에서 개발한 빛의 개념에 대한 창의성 교육을 위한 교수-학습활동 자료로써 빛의 직진과 굴절에 관한 개발된 12개의 교수-학습 자료에 대한 활동주제, 공작활동과 탐구활동의 내용, 소요시간 등은 <표 2>에서 보여준다.

<표 2> 창의성 신장을 위한 빛의 직진 및 굴절에 대한 교수-학습활동 자료

활동주제	공작활동	탐구활동	소요시간
1. 빛의 직진	1. 표적판 만들기 2. 양초꽃이 만들기 3. 광선 추적판 만들기 4. 스크린 만들기	1. 투명한 물질/불투명한 물질 분류하기 2. 빛의 진행경로 그리기 3. 보이는/보이지 않는 물체 4. 광원에서의 빛의 방사 5. 반사되는 빛의 방사	3시간
2. 바늘구멍 사진기	1. 바늘구멍 사진기 만들기	1. 빛의 직진 2. 빛의 방사 3. 빛의 진행 경로 그리기 4. 빛의 겹침	3시간
3. 빛의 직진과 그림자	1. 표적구 만들기 2. 스크린 만들기 3. 반투명 스크린 만들기	1. 그림자가 생기는 원인 2. 광원과 그림자의 위치 3. 그림자의 크기 측정 4. 본 그림자와 반 그림자 5. 두 개의 광원과 그림자 6. 그림자의 크기에 관계되는 변인	3시간
4. 달의 위상의 변화	1. 달 표적구 만들기 2. 지구 표적구 만들기 3. 지구-달 공전궤도 만들기	1. 극좌표(원형좌표) 읽기 2. 달의 위상의 원인 3. 지구와 달의 운동 4. 월식 5. 일식	3시간

활동 주제	공작 활동	탐구 활동	소요시간
5. 빛의 직진과 그림자의 응용	1.공룡골격 그리기 2.공룡골격 만들기	1. 그림자의 크기 측정 2. 확대 비율 계산하기 3. 그림자의 확대의 원리 응용	3시간
6. 빛의 진행과 굴절	1. 물 평면렌즈 만들기 2. 물 볼록렌즈 만들기 3. 물 오목렌즈 만들기	1. 굴절되는 상 관찰하기 2. 굴절되는 빛의 경로 그리기 3. 렌즈의 성질	3시간
7. 공기렌즈와 빛의 굴절	1. 공기 평면렌즈 만들기 2. 공기 볼록렌즈 만들기 3. 공기 오목렌즈 만들기	1. 굴절되는 빛의 관찰 2. 굴절되는 빛의 경로 그리기 3. 매질의 종류와 빛의 진행	3시간
8. 유리렌즈와 빛의 진행	1. 빛의 경로 추적대 만들기	1. 유리렌즈를 통과하는 빛의 경로 관찰 2. 빛의 경로 그리기 3. 초점거리 측정하기 4. 빛의 경로 추적방법	3시간
9. 확대경과 카메라	1. 양초꽃이 만들기 2. 렌즈 고정대 만들기 3. 스크린 만들기 4. 렌즈 카메라 만들기	1. 실상과 허상 2. 초점거리 구하기 3. 빛의 경로 추적하기 4. 확대경의 원리 5. 카메라의 원리	3시간
10. 눈의 구조	1. 눈의 구조 모형 만들기	1. 눈의 구조 이해하기 2. 망막에 상의 맺히는 원리 3. 각막과 수정체의 역할 4. 원시와 근시	3시간
11. 망원경의 원리	1. 양초꽃이 만들기 2. 렌즈 고정대 만들기 3. 스크린 만들기	1. 실상과 허상 2. 초점거리 구하기 3. 빛의 경로 추적하기 4. 망원경의 원리	3시간
12. 망원경의 제작	1. 망원경의 제작	1. 실상과 허상 2. 상의 위치 결정하기 3. 경통길이 구하기 4. 배율구하기	3시간

IV. 결 론

창의적인 인간을 요구하는 21세기의 시대적 요청에 부응하여 과학교육에서도 창의성의 신장이라는 과학교과의 목적을 달성하기 위하여 끊임없는 노력이 경주되어 왔다. 그러나 실제적으로 과학교육과정을 통하여 창의성 신장을 교육이 이루어지기 못하고 있는 것으로 조사되었으며(강호감, 1999), 학생들의 과학교과 학업성취도와 기본 지식과 창의적임 문제해결력이 크게 하락한 것으로 보고되었다(조연순, 2000). 이러한 원인은 창의성 교육에 대한 많은 연구로 많은 자료들이 개발되어 왔으나 이들은 창의성 신장을 위한 기법이나 교육방법 등 방법론적인 면에 관한 것들로서, 실질적으로 과학과 교수-학습활동에서 학습과제와 관련하여 활용할 수 있는 창의성 교육 자료의 부족으로 인한 것으로 해석될 수 있다. 최근 조연순 등(2000)과 강호감 등(2001)에 의하여 초등학교와 중학교 과학교과의 학습주제를 다루는 과정에서 창의적인 활동을 유도하는 창의력 또는 창의적인 문제적인 해결력 신장을 위한 교수-학습 활동 자료들이 개발되어 학교의 창의성 교육에서 크게 이바지할 것으로 기대된다.

본 연구에서 과학교육과정에 나타난 빛의 개념에 대한 창의성 교육을 위한 교수-학습활동 자료로써 빛의 직진과 굴절에 관한 개발된 12개의 교수-학습활동 자료에 대한 것이다.

학업 성취도의 향상이나 창의력이나 문제해결력의 신장은 학생들이 흥미와 관심이 있는 주제에 몰입했을 때 가능하다는 관점에서, 다양한 사고과정과 모든 신체와 감각기관을 활용하는 등의 우뇌 또는 좌·우 양측 뇌의 인지 특성을 균형있게 발달시켜 창의성을 발현에 기여할 수 있다는 생리학적인 관점에서, 과학적 지식들의 기반이 되고 과학적 사고과정을 거치는 과정에서 창의성이 발휘된다는 심리학적인 관점에서, 그리고 창의력이나 문제해결력은 분야 관련 지능을 중심으로 다양한 절차와 기능을 다루는 과정을 경험할 때 Gardner의 여러 지능들의 발달이 촉진될 수 있고, 또한 창의성을 신장시킬 수 있다는 다중지능 이론의 관점에서 과학의 특정 분야에 대한 과학공작 학습활동과 이에 연계된 실험활동이 문제해결 중심의 개방적이고 자율적이며, 능동적인 창의성 신장을 위한 효율적인 교수-학습활동의 한 방법될 수 있다는 기본적인 전제에서 본 연구가 수행되었다.

자료의 개발에 있어서는 과학과 교육과정의 빛의 개념에 대한 내용의 체계를 중심

으로 하여 교수-학습에 필요한 기자재를 창의적인 공작활동을 통하여 제작하게 하고, 제작된 기자재를 활용하여 주요한 개념에 대한 구체적인 실험활동을 통하여 개념을 체득시키는 일련의 과정으로 공작활동과 실험활동을 연계시키는 방법으로 재구성하였다. 또한 확산적·수렴적인 사고력을 증진시키기 위하여, 체득된 개념과 기능을 활용하여 해결하거나 응용할 수 있는 활동과제를 제시했다.

개발된 자료는 과학영재교육 자료로써 활용 중이며, 제주도 내의 과학영재로 선발된 초등학교 4학년과 5학년 학생 20명을 대상으로 1년간 투입하여 학업성취도, 창의성, 과제집착력 등의 변화를 관찰하고 있다. 또한 빛의 직진과 굴절 개념 이외에 빛의 반사, 분산, 색의 혼합, 회절, 간섭 등의 개념에 대한 교수-학습활동 자료들도 계속 연구 개발 중에 있다.

❖ 참고 문헌 ❖

1. 강호감, 조병희(1991). 우뇌중심의 자연과 수업이 창의성 향상에 미치는 효과. 초등과학교육, 10(2), 147-157.
2. 강호감, 조병희(1992). 국민학교 아동의 인지양식 분석과 창의력 계발을 위한 효율적인 교수전략에 관한 연구. 한국초등과학학회지, 11(2), 111-121.
3. 강호감, 김남일, 하정원(1996). 창의력 계발을 위한 자연과 학습에서의 마인드 맵의 활용. 한국초등과학교육학회지, 15(2), pp. 293-303.
4. 강호감, 김남일, 하정원(1996). 창의력 계발을 위한 자연과 학습에서의 마인드 맵의 활용. 한국초등과학교육학회지, 13(1), pp.35-49.
5. 강호감, 노석구, 이희순, 홍석인, 최선영, 원용준, 하정원, 김지선(1999). 창의성 계발을 위한 자연과 교수-학습 자료개발 - 1.창의력 교육의 실태조사-. 한국과학교육학회지, 15(2), pp.293-303.
6. 강호감, 노석구, 이희순, 홍석인, 최선영, 원용준, 하정원, 김지선(1999). 창의성 계발을 위한 자연과 교수-학습 자료개발 - 2. 개발과 적용-. 한국과학교육학회지, 21(1), pp.89-101.
7. 김범기(1995). 중학교 과학교사를 위한 실험자료집, 한국교원대학교 화학연구실.
8. 김주훈, 이은미, 권재술(1997). 영재를 위한 심화 학습 프로그램 개발 연구(Ⅱ). 한국교육개발원, 수탁연구 CR97-49.
9. 김익균(1991). 대립 개념의 증거적 비판 논의와 반성적 사고를 통한 대학생의 힘과 가속도의 개념 변화, 서울대학교 박사학위논문.
10. 고영희(1984). 뇌의 인지과정과 교육과정 개발의 시사. 한국교육, 한국교육개발원, 11(1), pp. 105-119.
11. 교육부(1992). 제6차 교육과정의 개요. 서울: 교육부.
12. 교육부(1997). 제7차 교육과정, 교육부 고시 제1997-15호.
13. 김명희, 정태희(1997). '미국의 다중 지능, 열린교육' 열린교육학회지, 5(2).
14. 김한호(1992). 빛과 소리에 대한 국민학교 학생들의 개념 조사, 한국교원대학교 석사학위논문.
15. 김효남(1990). 국민학교 아동의 과학개념에 대한 실태 조사 및 교정을 위한 방법 연구, 과학교육학회지, 10(2), pp. 11-24.

16. 박종규(1995). 잡동사니로 과학을 배운다, 과학교육 통권 398호, 서울:시청각교육사.
17. 박현주, 박승재(1987). 고등학교 학생들의 빛의 직진 반사 및 굴절에 대한 개념 조사, 물리교육, 5(2), 한국물리교육학회지.
18. 장경혜(1994). 탐구학습 중심 과학교수법이 유아의 창의성과 문제해결력에 미치는 효과. 숙명여자대학교 교육대학원 석사학위 논문.
19. 정재홍(1996). 창의성을 높이는 교육, 교육자료, 통권 471, 한국교육출판.
20. 조연순, 성진숙, 채계숙, 구성혜(2000a). 창의적 문제해결력 신장을 위한 초등학교 교육과정 개발 및 적용. 한국과학교육학회지, 20(2), pp.307-328.
21. 조연숙, 최경희(2000b). 창의적 문제해결력 신장을 위한 중학교 과학 교육과정 개발. 한국과학교육학회지, 20(2), pp.329-343.
22. 오세일(1994). 아동의 빛 개념 변화에 미치는 오개념 교정 수업의 효과, 한국초등과학교육학회지, 13(1), pp.51-79.
23. 윤기옥(1997). '다중지능 이론과 수업', 전국교육대학교 교수 세미나 및 워크숍 연구 자료집, 인천교육대학교 열린교과교육연구소.
24. 이연섭(1987). '놀이를 통한 창조성 개발', 문교행정, 제68호, 1987, 8, pp.32-37.
25. 현동걸(1998). 다중지능 이론에 근거한 과학공학습을 통한 창의력 신장의 모색. 제주교육대학교 논문집(28), pp.253-271.
26. 현동걸(1999). 다중지능 이론에 근거한 과학공학습을 통한 창의력 신장을 위한 과학공학 학습 프로그램 개발을 위한 연구. 제주교육대학교 초등교육연구소, 제4집, pp.61-84.
27. 品川嘉世(1982). 右腦方の 生かし方. ごま書房.
28. Adolf, J.(1982). Creative thinking through science. ED 232-785.
29. Amabile, T. M.(1983). The social psychology of creativity, New York: Springer Verlag.
30. Black, P., Osborne, J., Smith, M. & Meadows, J.(1990). Light: Primary SPACE project research report, Liverpool Univ. Press.
31. Csikszentmihalyi, M.(1988). Society, culture, and person: A system view of creativity. In R. J. Sternberg(Ed.), The nature of creativity: Contemporary psychological perspectives. New York: Cambridge University Press.
32. Driver, R., Guesne, E, & Tiberghien, A.(1985). Light: in Children's Ideas in Sci

- ence(Ed.), Milton Keynes, Philadelphia, Open University Press, pp.10-33.
33. Dunbar, K.(1999). Science. In Runco, M. A. & Pritzker, S. R. (Eds.), *Encyclopedia of creativity*, 2. San Diego, CA: Academic Press.
34. Feldhusen, J. & Treffinger, D.(1994). *Creative Thinking and Problem Solving in Gifted Education: 교사를 위한 창의적인 문제해결력*, 전경원 역(1998), 창지사: 서울.
35. Grady, M. P. & Luecke, E. A. (1978). *Education and brain*, Bloomington PhiDelta Educational Foundation(Eric Document No. ED-153-258).
36. Gardner, H.(1983). *Frame of Mind: The Theory of Multiple Intelligences*, New York: Basic Books.
37. Gardner, H.(1993). *Multiple Intelligences: The Theory of Multiple Intelligences in Practice*, New York: Basic Books.
38. Gruber, H. E. & Davis, S. N.(1988). *Inching our way up Mount Olympus: The evolving systems approach to creative thinking*. In R. J. Sternberg(Ed.), *The nature of creativity: Contemporary psychological perspectives*. New York: Cambridge University Press.
39. Guilford, J. P.(1950). *Creativity*. *American Psychologist*, 5, pp. 444-454.
40. Haglund, E.(1981). *A closer look at the brain as related to teachers and learners*. *Peabody Journal of Education*, 3, pp. 225-234.
41. Johnson, V. R. (1982). *Myelin and Maturation: A fresh look at Piaget*. *The science teacher*, 49, pp. 42-49.
42. Johnson, V. R. (1985). *Concentration on the brain*. *The science teacher*, 52, pp. 33-36.
43. Jung, W.(1987). *Understanding student's understanding: The case of Elementary Optics*. *Proceeding of second international seminar: Misconceptions and Educational Strategies in Science & mathematics*, Novak, J. D.(Eds.) Cornell Univ. Itaca, N. Y. pp. 268-277.
44. Nussbaum(1983), J., *Classroom conceptual change: the lesson to be learned from the history of science*. In H. Helm and J. D. Novak(eds.), *Proceedings of the international Seminar: Misconceptions in Science and Mathematics*, Vol. 1, 272-281.

45. Piaget, J. & Inhelder, B. (1958). *The Growth of logical thinkings from adolescent to the child*, New York: Basic Books Inc..
46. Piaget, J.(1974). *Understanding Casuality*, New York. : W. W. Norton and Company Inc.
47. Richards, R. G.(1984). *Innovative right brain techniques*(ERZC 246632)
48. Samples, R. E. (1975). *Are you teaching only one side of the brain?* *Learning*, 3, pp. 24-30.
49. Simonton, D. K.(1990). *History, Chemistry, Psychology, and Genius: Anintellectual autobiography od historiometry*. In M. A. Runco & R. S. Alvert(Eds.) *Theories of creativity*. Newbury Park, CA: Sage Publications.
50. Stead, B. F. & Osborne, R. J.(1980). *Exploring science students' concept of light*. *Austrailian Science Teachers Journal*, 26(3), pp.84-90.
51. Sternberg, R. J. & Lubart, T. I.(1990). *An investment approach to creativity: Theory and data*. In M. A. Runco & R. S. Alvert(Eds.) *Theories of creativity*. Newbury Park, CA: Sage Publications.
52. Urban, K. K.(1995). *Creativity - A componential approach*. Post conference China meeting of the 11th world conference on gifted and talented children. Beijing, China. August 5-8.
53. Williams, L. V.(1983). *Teaching for the two-sided mind*. NewYork: Simon & Schuster, Inc.