

다중지능 이론에 근거한 창의력 신장을 위한 과학공작 학습 프로그램 개발을 위한 연구

현 동 결

(제주교육대학교 과학교육과 교수)

목 차

- I. 서 론
- II. 이론적 배경
 - 1. 과학공작과 창의력의 신장
 - 2. 다중 지능 이론과 과학공작
- III. 과학공작학습 프로그램의 소개
 - 1. 과학공작학습 프로그램의 기본 방향
 - 2. 과학공작 학습모형
 - 3. 과학공작학습의 평가방법
 - 4. 과학공작학습 프로그램의 소개
- IV. 결론 및 제언
- 참고문헌
- 부 록

I. 서 론

창의력에 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 재구성하여 새롭고 유용한 아이디어를 산출하는 능력을 말한다. 창의력은 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 입증하여 왔다(Guilford, 1967; Torrance, 1962; Gardner, 1993).

창의력 교육은 특정한 방법보다는 상황과 대상에 따라서 창의적으로 적절한 방법을 스스로 찾아서 해야 한다는 것이다. 우리 나라에서는 1960년대 후반부터 창의력에 대한 연구가 활발히 진행되어 왔으며, 특히 최근 교육현장에서 창의력을 신장시키기 위해 더 많은 관심과 이를 위한 많은 방안과 실천이 행해지고 있다(정재홍, 1996: 이연섭, 1987; 제주도 교육청, 1995; 충청북도 교육연구원, 1995; 경상남도 교육청, 1994; 전라북도 교육연구원, 1996). 그러나 우리 학교교육이 지닌 문제점들, 즉 학생들의 피동성, 교과서 중심의 획일적인 교수방식, 경쟁적인 수업풍토, 학습환경의 낙후성, 교사의 전문성 향상을 위한 제도적 보장 미흡 등으로 인해 실효를 거두지 못하는 실정이며(문승임, 1996), 창의력 신장을 위한 교수-학습활동들 대부분이 그 이론 자체나 방법론 중심의 내용이어서 체계적인 구체적인 절차와 많은 자료의 제공이 필요하다(박영세, 1995)

Torrance(1962)는 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 창의력 신장을 위해 개발된 완결된 단원이나 자료 대신에 여타의 수업을 하는 과정에서 학생들에게 요구되는 창의적 측면을 지도하기 위해 각종 기능이나 절차들을 강조하는 것이다. 또한 Gardner(1983, 1993) 다중지능 이론에 의하면 인간이 정보와 지식을 처리하고 이해하는데 적어도 7가지의 상이한 방식이 존재하며, 어떤 영역의 문제로도 지적 발달을 촉진시킬 수 있다는 것이 강조한다. 즉, 교사가 어떤 학문의 주제로써도 다양한 지능들을 자극하는 다양한 방법으로 가르칠 수 있다는 것이다(김명희 등, 1997; 윤기옥, 1997). 또한 김언주(1980)는 창의적 문제해결력을 신장시키는 데는 특정 교과 내용, 또는 주제 관련 내용을 떠난 창의성 훈련이나 사고력 훈련은 별로 효과적이지 않으며, 창의력이나 문제해결력은 분야 관련 지능을 중심으로 다양한 절차와 기능을 다루는 과정을 경험할 때 가능하다고 하였다.

창의력이나 문제해결력의 신장은 무엇보다도 학생들이 흥미와 관심이 있는 주제에 몰입했을 때 가능한 것이다. 전통적으로 과학교육에서 여러 가지 목적으로 활용되어 오고 있는 과학공작활동은 공작활동 그 자체만으로도 대부분의 학생들이 하고 싶어하고 흥미를 유발시키는 활동이다. 또한 과학공작활동은 학생들에게 심동적인 영역의 능력을 길러 줄 뿐 아니라, 창의력이나 문제해결력을 신장시키는 데에도 대단히 훌륭한 소재이다(김주훈, 1997).

창의력과 문제해결력을 신장시키기 위하여 과학공작과정을 중심으로 하여 여러 지능들을 자극하고 발달시킬 수 있는 여러 절차와 기능들을 주제와 관련하여 자연스럽게 도입시킴으로써 과학의 지식이나 개념은 물론 학습자들의 여러 지능들의 발달이

촉진될 수 있다는 기본적인 전제가 가능하다. 현동걸(1998)은 과학공작을 통한 학습 즉 과학공작학습을 다중지능 이론에 기초하여 창의력 신장을 위한 학습방법을 제안하였다.

본고는 창의력 신장을 위한 과학공작학습의 형식보다는 내용에 더 중점을 두어 개발되고 있는 ‘다중지능에 근거한 창의력 신장을 위한 과학공작학습 프로그램의 개발 원리, 교수-학습 모형, 평가 자료, 그리고 프로그램의 일면을 소개하고 논하는데 그 목적이 있다.

II. 이론적 배경

1. 과학공작과 창의력의 신장

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. 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 해결하는데에는 상당한 창의력과 문제해결력이 동원되어야 한다. 아울러 공작활동은 구체적인 물질이나 물체를 다루고 활동 결과가 바로 나타나기 때문에, 자기가 원하는 것을 달성했을 때 성취감을 느끼기에도 좋은 학습소재이다(김주훈, 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 학습방법이라고 할 수 있다. 그리고 과학공작활동의 결과물을 과학작품이라고 이 연구에서는 연구의 목적상 정의한다. 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 설명 없이 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. 이주훈 등(1997)은 영재를 위해 개발된 언어영역 1종, 수학영역 1종, 사회영역 1종, 과학 영역의 4종의 심화 학습 프로그램 중 과학 영역의 '비행기 만들기'가 다른 프로그램에 비하여 높은 흥미, 관심, 그리고 적극적인 참여를 유도할 수 있었다는 연구 보고가 있다. 박종규 등(1995)은 우리 주위에서 쉽게 구할 수 있는 여러 가지 물건이나 폐품들을 가지고 학생들에게 흥미 있는 과학 장난감을 만들고 갖고 놀게 함으로써 학생들의 문제해결력과 사고력 개발 및 폭넓은 과학체험을 제공하고 있다.

2. 다중 지능 이론과 과학공작

Gardner(1983)는 일차원적 관점에서 인간의 지적 능력을 제대로 설명할 수 없다고 보고 보다 다원적 측면에서 지능을 평가해야 한다고 하고, "인간의 두뇌, 진화, 문화간의 차이에 대하여 우리가 알고 있는 것을 근거로 생각해 볼 때, 우리가 모두 공유하고 있는 인간의 능력은 무엇인가?"에 초점을 두고, 인간에게는 적어도 언어적 지능, 논리-수학적 지능, 공간적 지능, 신체-운동적 지능, 음악적 지능, 대인관계 지능, 그리고 개인이해 지능 등의 7가지의 비교적 자율적인 두뇌체제가 존재한다고 주장한다. 기존의 지능연구가 인간의 언어적 능력과 논리-수학적 능력에 국한되어 지필검사만으로 인간의 능력을 평가해왔기 때문에, 기존의 지능이론은 사회적 생활 맥락, 문화적 맥락, 교육요인, 인간의 독창성을 무시해 왔으며, 지능을 종합적인 틀에서 해석하지 못하였다고 비판하였다. Gardner는 지능을 문제해결력과 적절한 전후관계와 자연스러운 상황에서 산물을 만들어내는 능력이라고 하였다. 7가지의 지능들은 상대적으로 자율적이며, 동등한 것으로서 적절한 격려, 보완, 수업만 주어진다면 모든 사람이 이러한 지능들을 모두 상당히 높은 수준까지 개발할 수 있다고 하였다(윤기옥,1997).

이러한 다중지능 이론은 고정된 기술과 절차로 이루어진 프로그램이 아니라, John

Dewey의 진보주의 교육정신에 근거를 둔 교육철학, 학습태도, 교육에 대한 메타모델이다. 이와 같은 다중지능 이론은 전통적으로 인간의 지능은 선천적으로 타고 난 것이고, 개인의 지능은 크게 변하지 않는 것으로 관념에 대한 반발과 교육의 수업방식의 혁신을 일으키고 있다.

다중지능 이론은 교육목표, 교육과정, 수업, 그리고 평가에 많은 것을 시사하고 있다. 인간이 정보와 지식을 처리하고 이해하는데 적어도 7가지의 상이한 방식이 존재하며, 어떤 영역의 문제로도 지적 발달을 촉진시킬 수 있다. 즉, 교사가 어떤 학문의 주제로써도 다양한 지능들을 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.

공작활동은 학생들이 취학을 전후하여 경험할 수 있는 매우 흥미와 관심을 갖게 하는 신체-감각적인 활동이고 정신적인 활동이며, 활동 중에 흥미 있고 그 준비가 까다롭지 않아서 아동들 사이에 쉽게 전이될 수 있는 활동으로, 관찰과 의문 제시, 아이디어 창출, 기능과 개념 습득, 가설의 검증, 실험이나 공작수행, 결과, 결론제시, 아이디어 재창출 등의 일련의 과정에서 다양한 사고과정과 모든 신체와 감각기관을 활용하는 문제해결 중심의 개방적이고 자율적이며, 능동적인 활동을 전개시킬 수는 장점을 가지고 있어 과학공작활동을 통한 학습 즉 과학공작학습은 Gardner의 모든 지능들의 발달을 촉진시킬 수 있는 아주 이상적인 학습방법이라고 고려하며, Gardner의 7가지 지능들의 발달을 촉진시키기 위한 방안으로 다음과 같이 제안하였다(현동걸, 1998).

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

1) 언어적 지능의 발달을 촉진시키는 과학공작학습 중의 활동들을 다음과 같이 나열할 수 있다. 과학작품의 주제에 대하여 글을 써보거나 이야기한다. 과학작품의 주제에 관련된 인물이나 사건에 대하여 글을 써보거나 이야기한다. 공작재료를 감각을 통하여 느끼고 그 느낌을 글이나 말로써 표현하게 한다. 과학작품에 대한 아이디어에 대하여 글을 써보거나 이야기한다. 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 과학공작학습 중의 활동들을 다음과 같

이 나열할 수 있다. 주제에 관련된 과학작품에 대한 아이디어를 논리적으로 제시한다. 구상된 과학작품의 공작의 가능성을 논리적-계열적으로 추론한다. 과학작품의 원리를 논리적으로 설명한다. 과학작품의 완성을 위해서는 순서와 법칙이 있다는 것을 인식한다. 과학작품의 부품사이의 관계를 인식한다. 부품의 특징을 인식한다. 재료의 사용에서 물질의 보존개념을 인식한다. 측정의 의미를 깨닫고 단위를 이용한다. 매개물을 사용해 간접적으로 사물의 크기를 비교한다. 구체적 물리량에서 연역적인 물리량을 계산하고 그 의미를 깨닫는다. 작품의 유사점과 상이점을 분석한다. 작품을 논리적으로 평가한다. 작품의 사용방법을 설명한다.

3) 공간적 지능의 발달을 촉진시키는 과학공작학습 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. 여러 가지 기하학적인 도형이 만들어지는 것을 경험한다. 도형들 상호간의 관계를 인식한다. 구체적인 물체를 통하여 도형의 기하학적인 개념을 감지한다. 전체와 부분의 비율을 생각한다. 작품 전체와 부품의 기하학적인 구조를 생각한다. 공간적 감각을 익힌다. 과학작품의 재료의 모양, 크기, 용도, 색상 등을 생각하고 정한다. 과학작품을 설계한다. 모형으로부터 실물을 유추한다. 실물을 모형화한다. 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. 생각을 즉각적으로 신체-감각적으로 표현한다. 신체·감각적으로 재료를 지각한다. 도구를 활용한다. 계측기기를 조절한다. 신체부위를 사용하여 측정한다. 과학작품의 원리를 신체의 움직임으로 표현한다. 과학작품을 신체 부위로 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. 활동 중 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. 서로 경쟁한다. 개별 공작과정에서 다른 학생의 공작과정이나 과학작품을 비교하여 스스로 비판할 수 있다. 다른 학생의 공작과정이나 작품을 통하여 새로운 아이디어를 창출한다. 여러 학

생의 공작과정이나 작품을 비교하거나 정보 교환을 한다. 공동 과학공학과정을 통하여 협동의 중요성과 언어적 및 비언어적으로 의사 소통하는 능력을 키운다. 주위의 교사나 동료의 도움을 청한다. 발견의 기쁨이나 완성의 기쁨을 주위의 사람들과 공유한다.

7) 개인이해 지능의 발달을 촉진시키는 과학공학 학습 중에서 다음과 같은 활동들을 나열할 수 있다. 자연스럽게 자발적으로 참여한다. 자신의 작품이나 재료에 대한 느낌을 표현한다. 자신이 만들고 싶은 작품을 제작한다. 자신의 스스로 고안한 방법에 따라 공작한다. 자신의 문제해결을 위한 예상이나 가설의 검증 과정에서 불안과 기대가 섞인 흥분을 느낀다. 가설이 검증에서 긍정적이 되어 새로운 규칙성이나 자연계의 원리를 발견할 때 기쁨을 느끼고 자신감을 갖는다. 작품이 완성될 때까지 인내한다. 작품이 완성될 때까지 집중한다. 문제해결의 경험을 느낀다. 자신의 공작과정을 말한다. 스스로 학습을 계속하게 되는 문제해결에 위해 집중한다. 집착력을 가진다. 창의적인 사고력을 경험한다. 폭넓은 과학 체험을 한다. 자신의 작품을 스스로 평가한다. 자기 작품에 대하여 자긍심을 가진다. 작업의 즐거움을 느낀다. 작업에 전념하는 습관을 키운다. 성취감을 느낀다.

Ⅲ. 과학공학학습 프로그램의 소개

1. 과학공학학습 프로그램의 기본 방향

창의성 개발은 선천적으로 자질을 가지고 태어난 특수재능아에게 뿐만 아니라 누구에게나 필요한 자아실현에 필수적인 요소로써, 각 개인의 삶의 질을 향상시켜, 개인의 잠재력을 인지하고 이를 최대한 발달시키도록 도와주는데 있다고 할 수 있다. 또한 21세기는 창의력은 생존과 적응에 직결되는 인간의 능력으로 누구에게나 창의력 교육이 필요한 시대이며 과학이나 예술분야 등의 일부 분야에서 뿐만 아니라 모든 분야에서 누구에게나 필요한 것이다. 따라서 개발되는 프로그램은 일반적인 학생들의 과학 뿐만 아니라 다방면의 재능과 창의성 개발을 목적으로 한 프로그램의 기본적인 방향은 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 필수요건으로

써 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.

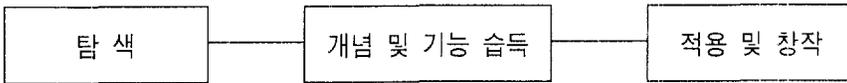
6) 과학교과와 타교과의 교과 통합적인 교수-학습이 이루어지도록 한다. Gardner의 모든 지능들의 발달을 촉진시키기 위해 과학공작의 과정상 본질적으로 수반하는 활동과 학생의 지적·신체적 능력을 고려하여 의도적으로 도입함에 의하여 과학교과의 내용과 타교과의 내용의 연계된 통합적인 활동을 유도할 수 있으며, 학습자들은 학습활동을 통하여 창의력과 통찰력을 습득하게 되고, 타교과의 정서와 방법을 배우게 된다. 과학교과와 타교과의 연계를 통하여 자연세계에 대한 이해를 증진하고 삶의 기쁨과 경이로움에 대한 개방적인 마음을 갖게 할 수 있다.

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 학

습자료를 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 있다. 또한 주위의 물체나 물질에 대해 관심을 갖고 관찰하는 습성을 길러 줄 수 있을 뿐만 아니라 자신의 속한 생활과 환경에 대한 그 중요성을 인식시킬 수 있다.

2. 과학공학 학습모형

창의력 신장을 위한 교수-학습 모형에는 학자들에 따라 여러 모형들이 있으나 개발되는 창의력 신장을 위한 과학공학학습에서는 교수-학습질차는 다음과 같이 탐색 단계, 개념 및 기능 습득 단계, 그리고 적용 및 창작단계로 나타낼 수 있다.



탐색 단계에서는 탐색적인 활동을 통하여 주어진 주제에 대하여 학생들의 관심을 일으키도록 하는 단계로써, 주제에 대한 학생들의 느낌이나 직접·간접 경험을 발표하게 하고, 주제에 관련된 자료 제시한다. 또한 주제에 관계되는 기본 과학작품을 제시하고 관찰하게 한다. 과학작품의 관찰과 간단한 조작을 통하여 과학작품의 개념이나 원리, 제작과정을 직감하거나 제작재료의 성질을 감지한다.

개념·기능 습득 단계는 과학의 개념이나 기능을 습득하게 하기 위하여 직접·간접 경험을 제공하는 관련된 주제에 대한 전제 학습과정으로써 주제에 대한 과학적 개념, 기능, 구조, 재료, 공작순서, 디자인 등에 대한 정보를 습득하고 정리해 나가는 과정이다. 이 과정에서 학생들은 교사가 제시한 기본 과학작품과 공작설명서를 참조하여 제작해 가면서 새로운 작품에 구상을 해 나아간다. 학생이 어떤 개념을 획득하고 이해하기 위해서 직접·간접 경험이 필요하다. 학생 개개인이 뜻대로 제시된 과학작품과 이에 관련된 자료를 관찰하거나 조작하는 활동은 다음의 적용 및 창작 단계의 기초가 될 경험을 쌓아간다. 이 단계에서 학생들이 경험하거나 분석하거나 이해하는데 교사는 어떤 도움도 주지 않는다. 제시된 과학작품이나 자료로부터 얻어진 학생들의 직관이 이 단계의 유일한 목적이며, 새로운 개념의 적용범위를 넓히기 위해서는 이 단계는 필요하다.

적용 및 창작 단계는 학생들이 개념이나 기능을 사용하여 새로운 산출물을 구상하

거나 공작하는 단계로서 학생들의 새롭게 습득한 개념이나 기능을 강화하고 일반화할 수 있다.

다중지능 이론을 근거로 교육과정 단원을 구성하는 한 방법으로써 과학공작 교수-학습에서 고려해야 할 과정으로 다음과 같다. (1) 구체적 목표 또는 주제를 결정한다. (2) 주제에 관련하여 과학공작이 가능한 작품들을 고려한다. (3) 과학공작이 가능한 작품이 공작 중에 7가지 지능 중에서 어떤 지능의 연마와 계발에 관련되는지 고려한다. (4) 공작할 과학작품을 선정한다. (5) 과학작품을 설계한다. (6) 기본이 되는 과학작품을 제작한다. (7) 과학공작 중에 부가적으로 그리고 의도적으로 연마할 수 있고 개발할 수 있는 지능들을 고려한다. (8) 완성된 과학작품을 평가하고 활용할 때 연마할 수 있고 개발할 수 있는 지능들을 고려한다. (9) 필요한 도구와 소요되는 재료를 고려하고 준비한다. (10) 과학공작의 기본적인 순서, 과정, 신체 및 도구의 활용, 과학작품의 활용, 지능의 연마와 계발에 관계된 활동, 평가 등을 포함하는 교수-학습안을 작성한다. (11) 과학공작 활동을 통한 교수-학습안을 실천에 옮긴다.

3. 과학공작학습의 평가방법

다중지능 이론은 전통적인 필답고사 형식의 지능검사가 아닌 대안적인 평가를 요구하고 있다. 실제로 학습자로 하여금 구체적 지능영역에 몰두할 수 있는 작업을 시키고, 그 과제를 수행하는 과정에서 인지적인 작용을 관찰하고 평가하는 새로운 접근을 시키고 있다(김명희 등, 1996). 다중지능의 평가는 7가지의 지능영역에서 학생들이 강점 및 약점을 확인하고 이해하기 위하여 고안하고 있다. 이런 평가는 발달하는 지능이 고정적이고 정적인 것이 아니라 계속적으로 발달하는 역동적인 과정이라는 연구결과가 말해주듯이, 교육적으로 매우 중요하다. 선다형이나 단답형의 필기고사는 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 학습 진전을 나타내는 과업수행 결과의 표본들을 모은 것으로 정의된다. 한 영역에서 성장과 자기반성을 보이는 학생의 학습결과를 자기 스스로 평가하는 것이다.

다중지능을 적용한 수업은 학생 개개인의 잠재적 능력 개발을 주요 목표로 하기 때문에 7가지의 지능적 관점에서의 학생들의 능력을 규명할 수 있어야 한다. 따라서 각 지능영역별 평가가 요구되는데, 과학공작의 수업에서 각 지능영역의 평가자료는 다음과 같이 고려해볼 수 있다.

1) 언어적 지능 영역의 평가 자료로써는 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 평가자료로써는 과학공작 가능성을 논리적-계열적으로 제시하기, 과학작품의 원리를 설명하기, 과학공작 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 평가 자료로써는 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 평가 자료로써는 과학작품 공작에서의 창의적인 움직임, 도구 활용, 측정 기기 제어 능력, 신체-감각적 지각, 자극에 반응하기, 모든 종류의 직접적 체험, 신체로 조작하는 활동, 신체부위를 통한 측정 능력, 과학작품의 원리를 신체로 표현하기, 과학작품을 활용하기 등을 고려할 수 있다.

5) 음악적 지능 영역의 평가 자료로써는 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 평가 자료로써는 협력하기, 함께 만들기, 서로 비교하고, 서로 비판하기, 서로 가르치기, 동료 지도하기, 도와주기, 정보 교환하기, 언어적 및 비언어적으로 의사소통하기, 도움 받기, 감정을 서로 공유하기 등을 고려할 수 있다.

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

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

4. 과학공학학습 프로그램의 소개

본고에서 소개되는 프로그램은 개발된 80여종의 주제 중에서 '물고기'라는 주제 중심의 과학공학학습 과제 중의 단원인 '흔들흔들 물고기'이다[부록]. 이 '흔들흔들 물고기' 단원에서는 생활 주변에서 쉽게 구할 수 있는 폐품인 유산균 발효음료병을 사용하여 물고기 모양을 공작하며, "넘어지지 않는 물고기를 만들 수 없을까?" 라고 문제에 대해 그 해결책을 찾는 과정에서 무게 중심, 물체의 안정성에 대한 개념을 직접 경험하게 된다. 한편 물고기에 대한 노래, 심상, 심상한 결과를 표현하기, 물고기의 외부 각 부분의 명칭쓰기, 물고기의 모양 예상하기, 물고기 예쁘게 꾸미기, 물고기 이름 지어주기, 완성시킨 느낌을 표현하기 등의 의도적인 활동을 도입하여 여러 지능의 발달을 유도하였다. 후속되는 단원으로는 '뿔다 물고기', '뿔다 가라앉았다 물고기', '뉘시를 즐겁시다', 그리고 '달려라, 잠수함' 등이 16종이 있으며, 여기에서는 무게, 부력, 압력, 에너지의 전달 및 전환, 힘의 전달 등에 대한 여러 개념들을 직접 체험하게 되어 있다(현동걸, 1999).

IV. 결론 및 제언

본고는 창의력 신장을 위한 과학공학학습의 형식보다는 내용에 더 중점을 두어 개발되고 있는 '다중지능에 근거한 창의력 신장을 위한 과학공학학습 프로그램의 개발 원리, 교수-학습 모형, 평가 자료, 그리고 프로그램의 일면을 소개하고 논하는데 그 목적이 있었다.

창의력이나 문제해결력의 신장은 무엇보다도 학생들이 흥미와 관심이 있는 주제에 몰입했을 때 가능한 것이다. 전통적으로 과학교육에서 여러 가지 목적으로 활용되어 오고 있는 과학공학활동은 대부분의 학생들이 하고 싶어하고 흥미를 유발시키는 활동이다. 또한 과학공학활동은 학생들에게 심동적인 영역의 능력을 길러 줄 뿐 아니라, 창의력이나 문제해결력을 신장시키는 데에도 대단히 훌륭한 소재이다.

창의력과 문제 해결력을 신장시키기 위하여 과학공학과정을 구심으로 하여 여러 지능들을 자극하고 발달시킬 수 있는 여러 절차와 기능들을 주제와 관련하여 자연스럽게 도입시킴으로써 과학의 지식이나 개념은 물론 학습자들의 여러 지능들의 발달이 촉진될 수 있다는 기본적인 전제가 가능하다.

본고는 이러한 전제하에서 다중지능 이론을 근거로 하여 학생들의 창의력 신장을 위한 한 방법으로서 과학공학활동을 중심을 여러 지능을 자극하고 발달시킬 수 있는

절차와 기능을 학습과정에 도입함으로써 창의력을 신장시킬 수 있는 과학공작학습 프로그램을 개발하고 있으며, 개발되고 있는 프로그램의 개발 원리와 교수-학습 모형, 평가방법 등을 논하고, 개발된 80여종의 프로그램 중 1종을 시범적으로 제시하였다.

개발된 프로그램들은 실험적으로 매주 1회 36주간(학기당 12주, 3학기) 제주도 소재 '사단법인 이어도정보문화센터'에서 유치부, 초등 저학년부(1·2·3학년), 초등 고학년부(4·5·6학년)대상으로 수준에 맞게 실시한 후, 프로그램의 실험적 운영에 참여한 학생들 중 3·4학년 20명(남학생 10명, 여학생 10명)을 대상으로 그들의 반응을 조사하였다. 과학공작학습에 대한 소감을 묻는 질문에 대하여 '매우 만족한다'로 응답한 학생의 비율이 30%, '만족한다'가 45%, '그저 그렇다'가 20%, '불만족하다'가 5%로, 과학공작학습에 대하여 75%가 만족하고 있다. "현행 학습에 비교하여 어떠한가?"에 대한 질문에 '매우 좋다'가 35%, '좋다'가 50%, '그저 그렇다'가 10%, '현행 학교학습이 좋다'가 5%로 나타났으며, 과학공작학습을 좋아하는 이유로는 '스스로 직접 만드는 것이 기쁘다'로 응답한 학생이 49%, '만든 작품을 부모님에게 자랑할 수 있다'가 25%, '자기 마음대로 만들 수 있다'가 20%, '방안에 장식할 수 있다'가 10%, 그리고 '재료를 구하기가 쉽다'가 5%로 조사되었다. 이러한 기초조사의 결과에 의하면, 과학공작학습이 학생들의 흥미를 유발시킬 수 있고, 학습에 자발적으로 참여하게 하며, 학습 후 자심감과 자긍심을 갖게 하는 학습방법임을 보여 주고 있다.

개발된 프로그램들은 시범적으로 현장에 적용하여 문제점을 수정 보완하는 것과 교사용 지도자료 등을 제작하는 일들이 남아있지만, 학교교육의 정규교육과정, 정규교육과정의 심화학습, 과학반이나 발명반과 같은 특별반 활동, 방과후 활동, 과학 관련 청소년 단체활동 등에 활용될 수 있을 것이다. 또한 이러한 창의성 신장을 위한 학습자료의 개발이 계속되어 다양한 자료들이 교육 현장에 제공되어 활용된다면 창의력 신장에 진일보하는데 기여할 수 있으리라 기대된다.

참고문헌

- 경상남도 교육청. “창의력 어떻게 기를 것인가.” 『교육경남』 제117호, 경상남도 교육청, 1994.
- 김명희 · 김양분. “중학생의 다중지능 분석.” 『교육논총』 제12권, 한양대학교 한국교육문제연구소, 1996.
- 김명희 · 정태희. “미국의 다중지능 교육, 열린교육연구.” 『열린교육학회지』 5(2), 1997.
- 김주훈 · 이은미 · 권재술. 『영재를 위한 심화 학습 프로그램 개발 연구 (Ⅱ)』. 한국교육개발원 수탁연구 CR97-49, 1997.
- 김언주. 『인지심리학: 이론과 적용』. 서울: 정민사, 1987.
- 문승임. “창의력 개발을 위한 교육.” 『연구월보』 통권 261호, 전라북도 교육연구원, 1996.
- 박종규. “잡동사니로 과학을 배운다.” 『과학교육』 통권 398호, 서울: 시청각교육사, 1995.
- 박영세. “창의성 개발에 도움을 주는 수업관리.” 『충남교육』 제112호, 충청남도 교육연구원, 1995.
- 윤기옥. “다중지능 이론과 수업.” 『전국교육대학교 교수 세미나 및 워크숍 연구 자료집』, 인천교육대학교 열린교과교육연구소, 1997.
- 이연섭 · 조석희 · 최은실. 『영재교육 프로그램 개발연구』. 연구보고서 RR- 146, 한국교육개발원, 1981.
- 이연섭. “놀이를 통한 창조성 개발.” 『문교행정』, 제68호, 1987.
- 전라북도 교육연구원. “창의력 신장.” 『연구월보』, 통권 261호, 전라북도교육연구원, 1996.
- 정재홍. “창의성을 높이는 교육.” 『교육자료』, 통권 471호, 한국교육출판, 1996.
- 제주도 교육청. “창의성교육.” 『교육제주』 88호, 1995.
- 충청북도 교육연구원. “창의력 신장교육.” 『충북교육』 제119호.
- 현동걸. “다중지능 이론에 근거한 과학공학학습을 통한 창의력 신장의 모색.” 미발표 논문, 1998.
- _____. 『물고기와 함께 하는 과학교실』(근간). 1999.
- Gardner, H. *Frames of Mind: The Theory of Multiple Intelligences*. New York: Basic Books, 1983.
- _____. *Multiple Intelligence: The Theory of Multiple Intelligences in Practice*. New

다중지능 이론에 근거한 창의력 신장을 위한 과학공작 학습 프로그램…… 75

York: Basic Books, 1993.

Guilford, J. P. *The Nature of Human Intelligence*. New York: MacGraw-Hill, 1967.

Torrance, E. P. *Guiding Creative Talent*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prention, 1962.

<부 록>

흔들흔들 물고기



'고기잡이 노래'를 신나게 부릅니다.



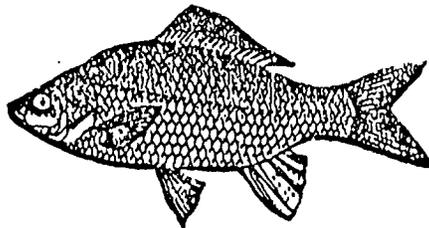
'고기잡이 노래'를 물 속의 물고기를 상상하며 부릅니다.



상상한 물고기에 대하여 글을 쓰거나 그림을 그리세요.



물고기의 그림에 물고기의 외부 각 부분의 이름을 적어 보세요.





물고기의 모양을 만들어 봅시다.

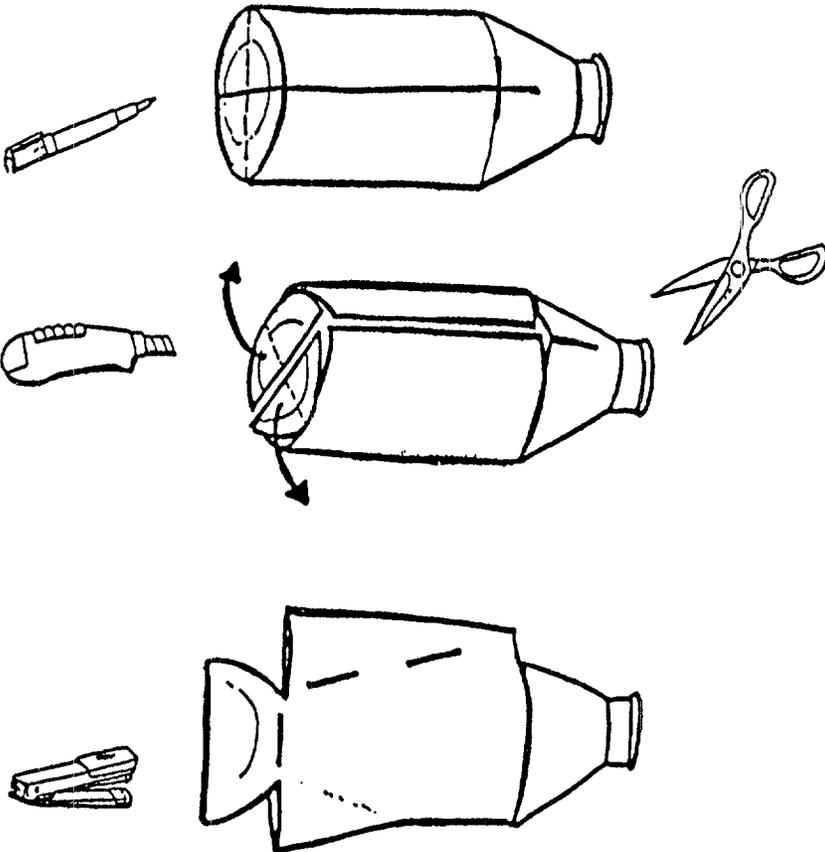


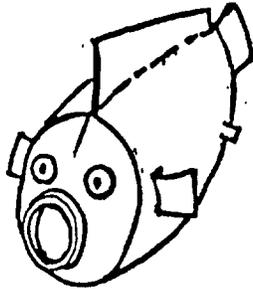
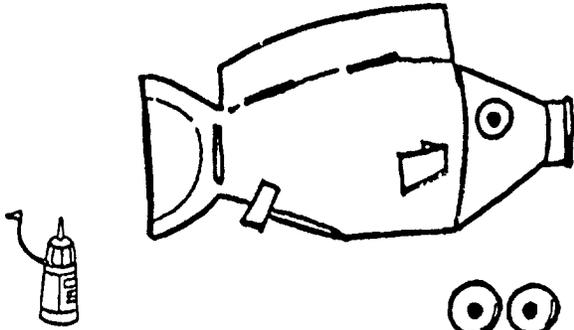
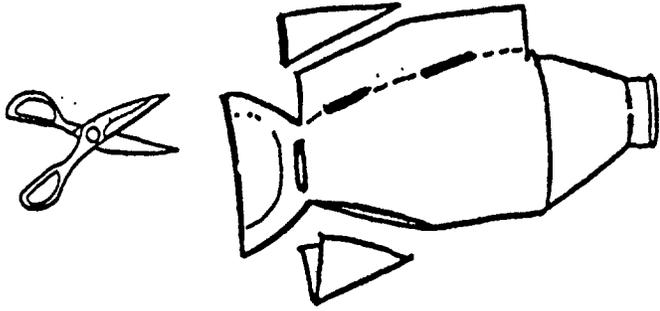
준비물.

재료 - 여러 가지 모양의 유산균 발효음료병, 고무찰흙,
너트(중·소), 딱풀, 순간 접착제, 눈알, 색종이
도구 - 칼, 가위, 스테플러, 사인펜



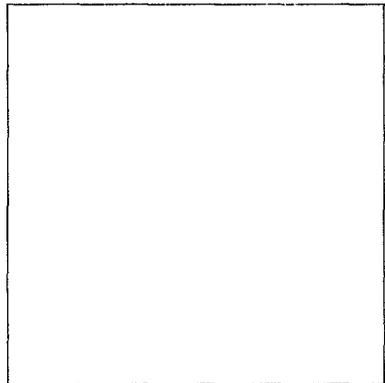
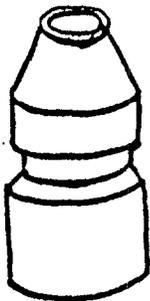
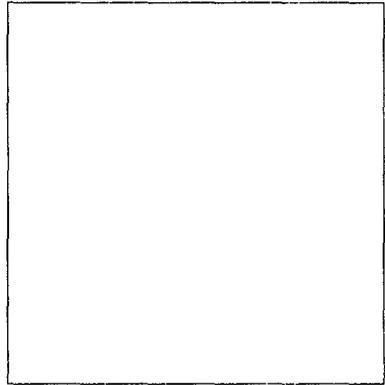
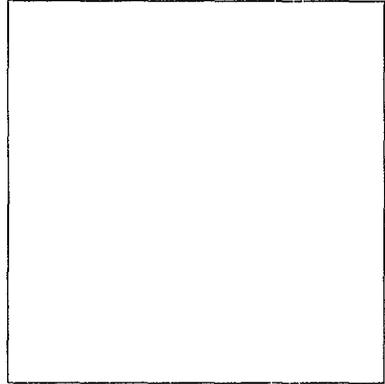
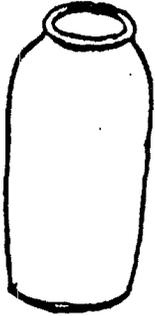
세상에서 제일 멋진 물고기를 만들어 보세요.





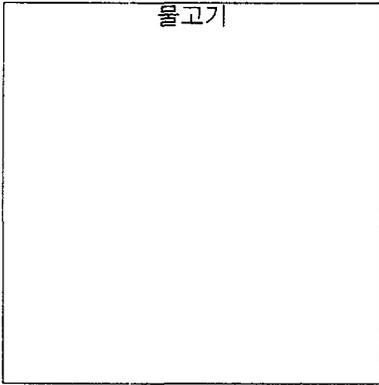


다음과 같은 유산균 음료병을 사용하면 어떤 물고기가 만들어질까요?
그려보세요.

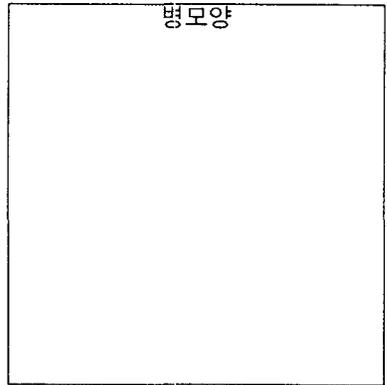




만들고 싶은 물고기와 준비해야 할 유산균 음료수병을 그려보세요.



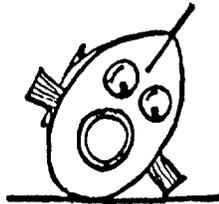
물고기



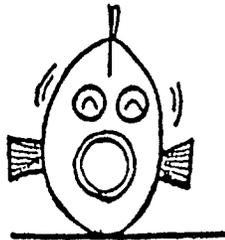
병모양



물고기가 자꾸 옆으로 넘어지네요.

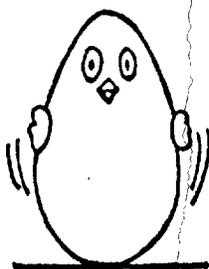


물고기가 옆으로 넘어지지 않고 항상 똑바로 있게 하려면 어떻게 해야 할까요.





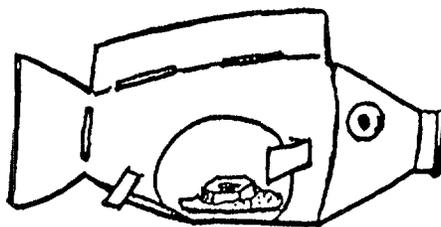
오뎅이는 넘어져도 항상 일어납니다.



떠오르는 방법을 글이나 그림으로 표현해 보세요.



다음과 같이 만들 수도 있어요.

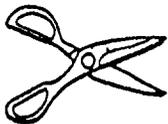
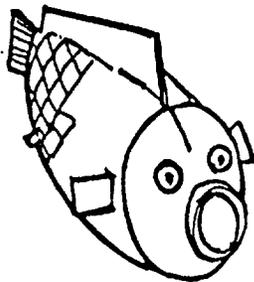


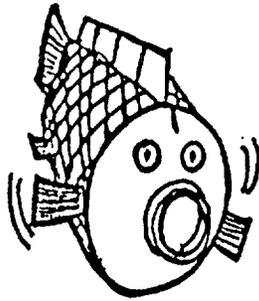


생각한 방법과 위의 방법을 비교하여 느낀 점을 글로 써 보세요.



물고기를 예쁘게 꾸며 보세요.





예쁜 물고기에 이름을 지어 주세요.



공작과정에서, 물고기를 완성시킨 느낌이나 더 훌륭한 물고기를 만들기 위해서 생각나는 것을 글이나 그림으로 표현하세요.



