

문제해결, 의사결정, 전이

일부 심리학자들은 문제해결(problem solving), 의사결정(decision making), 전이(transfer)가 마치 서로 독립적인 요소인 것처럼 각각 분리시킨다. 하지만 그렇지 않다. 각 요소는 다른 요소의 일부이다. 우리는 문제해결이란 용어를 광범위한 의미로 사용하는 것이 아니라 수학적 문제를 해결하는 의미로만 사용하는 것이 아니다(물론 그것도 문제해결 활동의 한 종류이기도 하다).

본 장에서 우리는 의사결정보다 문제해결을 좀 더 자세하게 설명할 것이다. 왜냐하면 우리는 의사결정을 문제해결의 특수한 종류로 간주하기 때문이다. 의사결정의 경우, 공정한 시점에서 다시 시작하거나 해결책을 모색하는 대신 기존의 결과를 받아들여야 한다.

문제해결 과정에서 의학적 연구를 시행하거나 어떤 의약품이 해당 질병에 가지는 효능을 실험할 때 소기의 결과가 나오지 않았다면, 다른 의약품을 선택하여 실험해야 한다. 이러한 반복적 과정이 우수한 문제해결자의 징표이다. 그들은 문제해결을 시작할 때 수많은 해결책을 설정하고 가장 효과가 클 것이라고 예상한 것부터 시도하기 때문이다. 그리고 그 해결책이 효과가 없다면 다른 방법을 시도할 준비가 되어 있다.

한편, 의사결정의 결과로는 비교적 영구적인 결론이 도출된다. 예를 들어 자동차 대리점의 주차장에서 차를 가지고 나오기로 의사결정을 하면, 그 순간부터 그 차는 중고차가 된다. 대부분의 경우, 한 달 후 그 차가 마음에 들지 않는다 해도 전액 환불을 받고 차를 다시 돌려 보내기로 결정할 수는 없다. 자신의 결정을 받아들여야만 하는 것이다.

문제해결

그 동안 학생들에게 5단계 문제해결 과정을 가르치는 방식에 이의가 제기되었다. 반대하는 주장에 따르면 학생들에게 단계를 가르친다고 해서 문제를 해결할 수 있는 능력이 생기는 것은 아니라는 것이다. 우리는 그러한 주장에 전반적으로 동의한다. 하지만 학생들에게 문제해결에 접근할 수 있는 체계적 방법이 존재한다는 사실을 알려주는 것도 가치 있는 일이다. 또한 발견적 교수법(heuristics)이라 불리는

“경험적 법칙(rule of thumb)”의 과정도 있다. 그것은 확실하진 않지만 성공적인 결과가 나올 수 있는 가능성이 큰 문제를 다루는 방식이다. 발견적 교수법에 대해서는 이 장의 뒷부분에서 설명하기로 한다.

머리 속에 떠오른 최초의 생각을 실행에 옮기기 전에 좀 더 많은 시간을 들여 문제를 이해하고 분명하게 확인하여 정보를 보유하게 되면 더 나은 문제해결자가 된다는 사실을 학습자에게 인지시킬 필요가 있다. 학습자가 해결책을 시도하기 전에 최대한 많은 해결책을 설정하고 처음 시도할 때 가장 가능성이 높은 결과를 예측할 수 있다면, 좀 더 성공적인 결과를 얻을 수 있을 것이다. 우리는 학생들이 따라야 하는 단계가 있다는 사실을 알 필요가 있다. 그러나 그 단계는 가이드라인(전략)에 불과한 것이며 해결책이 될 수는 없다.

이것을 예시할 수 있는 가장 좋은 방법 중 한 가지는 교사가 학생들에게 실생활과 관련된 문제를 제시한 후 단계에 대한 언급은 하지 않고 문제해결 과정으로 끌어들이는 것이다. 학생들이 과정을 마치면 교사는 학생들에게 제일 먼저 무엇을 했는지 말해보라고 한다. 그 다음에는 무엇을 했는가? 또 그 다음에는 무엇을 했는가? 이런 식으로 진지하게 생각하도록 한 후(상위인지), 답변을 칠판에 쓰거나 OHP에 표시하면 학생들은 문제해결 과정의 단계를 이해하게 될 것이다.

과학 과목에서 도입되거나 검토된 과학적 방법은 기본적인 문제해결 과정의 변형이다. 문제해결은 수많은 기술이나 전략의 복합체라는 것을 명심해야 한다. 그것을 대전략(megastrategy)이라 부를 수 있을 것이다. 54페이지 그림은 문제해결 순서의 일례를 나타내는 언어지도(verbal map)이다.

우리는 장기기억에서 수많은 절차와 정보(선언적 지식)를 얻을 수 있다. 그러나 추가 데이터를 얻기 위한 노력이 필요할 수도 있다.

실제로 문제해결은 우리의 궁극적 과제들 중 하나이다. 우리는 인과관계가 없는 결정으로부터 시작하여 생명을 위협하거나 유지해주는 과정에 이르기까지 매일 문제해결을 하고 있다. 인간의 뇌가 컴퓨터를 능가하는 영역 중 하나가 바로 문제해결이다. 우리의 뇌는 (1)특정 상황에 발견적 교수법을 적용하고

(2)주어진 정보 이상으로 전개되는 추론을 통해 불완전한 정보를 처리하고, (3)더 많은 가능성을 확인하기 위해 새로운 방식으로 정보를 전이하거나 결합할 수 있는 창의성을 발휘하기도 한다. 이 모든 능력은 아직까지 컴퓨터 프로그래머들이 모방할 수 없는 것들이다.

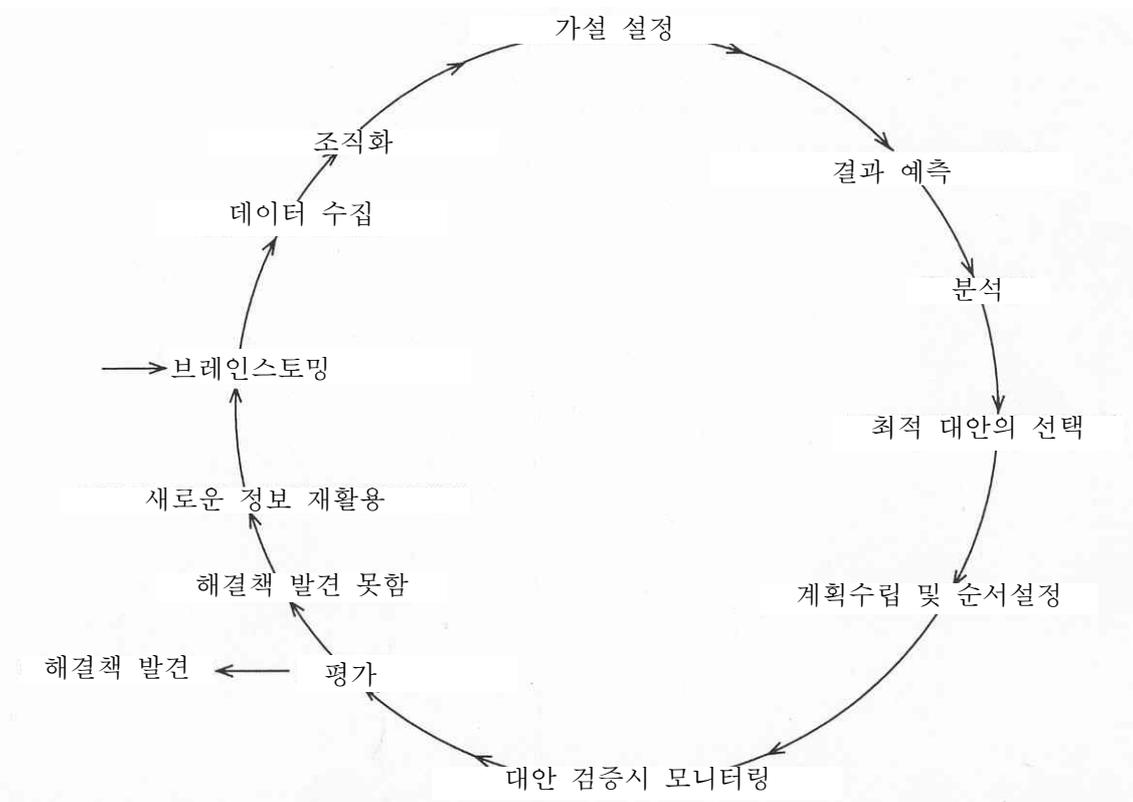
인공지능을 연구하는 사람들은 수많은 기술과정을 모방하는 데 있어서 놀라운 진보를 이루었다. 그리고 결국에는 전략도 모방할 수 있게 될 것이다. 학생들은 장래에 실현될 컴퓨터의 능력을 활용하기 위하여 전략과 전략의 작용 방식을 이해할 필요가 있다.

폴(Paul)과 스텐버그(Sternberg)에 따르면, 문제해결은 통상적으로 학교에서 가르치기 때문에 실생활 속의 문제해결 과정과 유사하지 않다고 한다. 그들은 교사가 학생들에게 제시하는 문제의 대부분은 정답이 하나인 과목 특정적(subject-specific) 문제라고 주장한다. 이러한 문제들도 분명 문제의 한 유형이지만 대부분의 문제는 한 가지 정답만을 가지지 않을 뿐더러 해결하기에 충분한 정보를 가지고 있지도 않다.

스텐버그(Sternberg)는 또한 학생들과 함께 실생활 관련 문제를 활용하고 그들이 그룹별로 문제를 해결

하도록 할 때 얻을 수 있는 장점을 지적한다. 그는 이러한 분야에서는 중요한 결정이 거의 개인별로 이루어지지 않는다는 점을 언급한다. 대부분이 그룹별 결정이다. 우리는 마땅히 학구적 문제로 적합한 내용 특정적(content-specific) 문제를 사용해야 한다. 그것은 학생들이 어떻게 접근하여 해결할 것인지를 알 필요가 있는 문제의 유형 중 하나이다. 그러나 중요한 것은 우리가 이러한 한 가지 유형에만 그쳐서는 안 된다는 점이다.

전미 수학교사협회와 윌로비(Willoughby)는 학생들에게 제시할 수학문제의 조건으로 꾸며내거나 인공적인 문제가 아닌 “근거가 확실한(authentic)” 문제를 제시하도록 권고한다. 이에 대한 이유로 그들은 수학문제가 풀어야 할 “진짜” 문제라는 점을 강조한다. 수학에서 권장되는 몇 가지 변화는 개정 및 확대된 SAT(1990) 계획에 반영되었다. 여기에는 학생들에게 객관식 문항의 답을 선택하는 대신에 답을 구해서 빈 칸에 채워넣는 방식으로 문제해결을 요구하는 수학문제가 포함되어 있다. 또한 문제해결을 위해 정보가 필요한지 여부 및 관련 없는 정보가 있는지 여부를 묻는 문제도 있다. 어떠한 경우, 정답이 한 가지 이상이 될 수도 있다.



중·고등학교 수학에 그래픽 계산기를 도입하는 문제와 6학년 이상의 학생들에게 시험에서 과학 계산기를 사용하도록 허용하는 계획은 수학 커리큘럼의 변화와 그에 대한 재고를 나타내는 것이다. 고학년에서는 계산적 요소(computational component)보다 개념적 측면 및 문제해결 절차를 강조한다. 계산적 요소가 중요하지 않다는 뜻이 아니라, 수학 교사들은 학생들이 저학년 수업에서 기본적인 계산기술을 습득했을 것이라고 가정한다는 의미다.

고학년 학생들은 문제해결 기술 및 전략의 개발을 시도함으로써 그들의 수학적 성취도를 향상시킬 수 있을 것이다. 전미 교육진도평가(National Assessment of Educational Progress) 및 국제 교육평가(International Education Assessment)의 결과에 따르면, 미국의 학교 교육과 관련해 커리큘럼 상의 재정비가 필요한 것으로 보인다.

우수한 문제해결자는 열등한 문제해결자와 다르게 활동하는 것으로 알려졌다(Gagne). 우수한 문제해결자는 상황에 대하여 더 많은 선언적 지식을 가질 수 있으며, 유사한 문제유형의 해결에 대한 경험이 더 많을 수 있다(패턴 인식). 그들은 또한 무관한 정보와 유관한 정보를 상대적으로 더 잘 구별할 수 있다. 가장 큰 차이점 중 하나는 행동하기에 앞서 계획을 수립하는데 소비하는 시간이다. 그들은 문제를 보다 명확하게 확인할 수 있으며 문제와 문제의 조건을 설명할 능력을 갖추고 있다. 따라서 그들은 자신들이 가지고 있는 정보 중에서 문제를 해결하기 위해 어떠한 정보가 필요한지 보다 잘 판단할 수 있을 뿐만 아니라, 여러 가지 해결책을 설정하고 그 중에서 가능한 해결책을 채택하기 위해 어떠한 정보가 필요한지도 보다 잘 찾아낼 수 있다.

문제표현(problem representation: 문제해결 전략의 시작을 나타내는 용어)에 시간을 소비하는 사려 깊은 학생은 보다 성공적일 것이며 어려운 문제를 보다 잘 해결할 수 있다. 반면 “성급한” 문제해결자는 운 좋게 해결책을 찾아내거나 직관적으로 그렇게 할 수 있을지 모르지만 문제의 난이도가 증가하면 그러한 수준을 유지할 수 없을 것이다. 그렇다고 이것이 직관을 사용하지 말아야 한다는 뜻은 아니다. 직관은 당연히 사용되어야 하며, 그것을 사용한다는 것이 우리가 생각하는 것만큼 위험한 것은 아니다. 정보가 불완전할 때 우리는 직관에 의지해야 할 지 모른다. 직관은 잘못된 시작일 수도 있지만, 또한 올바른

방향으로 우리를 이끌어 줄 수도 있다. 문제표현(아래 참조)은 부분적으로 우리가 생각해 낸 직관적 해결책을 점검하는 것이다.

문제해결의 단계는 그것을 제시하는 사람마다 가지각색이다. 이는 과정을 분석하는 방식이 사람마다 다르기 때문이다. 일반적으로 문제해결 단계에는 다음과 항목이 포함된다.

- 데이터 수집
- 해결책 생성
- 시도할 해결책의 선택
- 결과에 대한 평가
- 평가결과에 따라 종료하거나 다른 해결책을 시도함

이 단계를 다르게 표현하자면 “입력—실행—출력” 또는 “문제 표현—해결책 실행—평가”라고 말할 수 있다. 이제 문제표현부터 시작하여 전체 과정을 살펴보고 어떠한 필수 요소가 있는지 확인해보도록 하자.

문제 표현

문제해결 단계 중 가장 결정적인 것은 문제표현(problem representation)이다. 여기에는 몇 가지 과정이 포함되는데 모두 중요한 것들이다. 그 중 한 가지는 문제의 성격을 명료화(clarifying) 하는 것이다. 명료화 과정은 데이터 평가 및 수집(data evaluation and collection)과 같은 다른 여러 가지 활동과 함께 진행된다. 추가 정보를 수집하면 처음에는 인식하지 못했던 문제의 측면을 명료화 할 수 있다. 이는 다시 과제의 명료화로 이어진다.

목표 설정(goal setting)은 여러분이 문제와 관련되어 있는 경우와 문제해결 시 관련되고 싶은 경우를 동시에 평가해야 하는 과정이다. 이것은 데이터를 수집하고 및 평가하는 활동과 상호작용 하여 더 많은 데이터 요소에 대한 필요성을 나타낼 수 있다.

해결책 생성(solutions generated)은 가능한 한 많은 해결책을 도출하는 과정으로 여러분이 이미 가지고 있는 증거에 대한 평가에 의거해 각 해결책의 결과와 그 실행 가망성을 예측하는 활동을 수반한다. 그럴듯한 여러 가지 해결책을 생성하려는 노력(개별적으로 또는 그룹별로 이루어지는 일종의 브레인스토밍 방식)에 착수하는 대신, 기존의 사실로부터 ‘문제가 개인 또는 그룹이 이미 해결했던 것과 유사하다’는 인식

을 전개할 수도 있다. 이러한 경우, 성공의 가망성이 높기 때문에 도출되는 해결책의 수는 크게 줄어들 것이다. 때때로 이전에 사용했던 해결책에서 적합한 패턴을 발견할 수도 있다. 경우에 따라 그것은 알고리즘(algorithm)이나 공식(formula)일 수 있다. 이러한 것들은 문제에 대한 분석이 정확할 경우(그리고 단계를 제대로 따를 경우) 효과가 보장된다. 문제해결자에게 아무런 규칙도 제시되지 않는다면 폴라(Polya)가 발견적 교수법(heuristics)이라고 언급한 “발견하는 역할”이 작용하게 된다. 본 장에서는 이와 같은 유형의 교수법 몇 가지를 적절한 예시와 함께 논의할 것이다.

다음 단계는 시도할 해결책을 선택하는(selection of solution set to try) 과정이다. 이 시점에서는 문제의 명료화, 기존 데이터의 평가 및 추가 정보 탐색, 목표 결정, 해결책 생성, 시도할 해결책의 선택 등의 활동이 모두 완료된다.

일부 연구자들은 가설의 설정 및 선정을 문제의 명료화 및 데이터 수집과 구분하여 생각한다. 하지만, 해결책을 설정하면서 데이터 수집의 범위를 확대해야 한다거나 보다 정교한 명료화가 요구된다는 인식을 가질 수 있다. 만약 여러분이 학생들에게 문제해결 방법을 알려주면서 이러한 것들을 따로따로 제시한다면, 그들은 이들 과정 간의 상호 연관성을 파악하지 못할 수도 있다. 이러한 과정은 제4장의 계획수립(planning) 부분에서 설명한 바 있는 상위인지 활동과 동일하다.

해결책 실행

해결책의 실행(operation of solution set)은 문제해결 가능성이 가장 크다고 예측된 해결책을 적용하는 과정이다. 이 단계에서 문제해결자는 실행 방법을 계획하고, 행동 순서를 정하며, 계획의 수행과 함께 진행상황을 모니터링해야 한다. 여기에는 상위인지적 모니터링 전략이 뒤따른다.

평가

효과가 있을 것이라고 생각한 해결책을 시도한 후에는 해결책에 대한 평가(evaluation of solution)가 이루어진다. 문제해결의 과정에 있어 이 단계는 제4장 “상위인지”에서 다루었던 상위인지적 평가전략을 수반한다. 평가의 과정은 현실성을 검증하는(reality test) 단계이다. 즉, 적용된 해결책이 효과가 있었는지 판단해야 한다. 이 단계를 마무리하기 위해서 여러분

은 애초에 설정한 목표로 다시 돌아가서 여러분이 의도한 목표에 도달했는지 여부와 문제가 해결되었는지 여부를 살펴보아야 한다. 우리 모두 잘 아는 만화에서 누군가가 여러분에게 ‘여러분이 답을 알고 있다고 생각하더라도 여러분은 문제를 이해하지 못하고 있다’고 말하는 경우를 본 적이 있을 것이다. 평가를 할 때, 우리는 효과가 있는 해결책을 찾을 수 있겠지만 정작 문제를 해결하지 못하기도 한다. 이것은 우리가 문제를 잘 이해하지 못하여 효과적으로 계획하지 못했기 때문이다. 해결책을 시도하기 위해 걸린 시간 동안 상황이 변했을 수도 있다. 해결자가 문제를 해결한 것으로 간주되면 다른 활동과 목표로 넘어갈 수 있다.

평가를 통해 문제가 해결되지 못한 것으로 결정되면, 해결자는 문제표현 단계로 다시 돌아가서 새로운 데이터를 추가하고 그 다음으로 가능성이 높은 해결책을 선택하여 과정을 계속 진행한다. 이러한 반복적 과정은 문제가 해결되고 해결자의 해결책이 모두 고갈될 때까지 막연하게 계속될 수 있다. 우리의 뇌는 문제에 일단 착수하면 매우 끈질기게 활동한다. 대부분의 사람들은 사소한 문제이더라도 실패를 인정하고 싶지 않을 것이다.

학생들이 얼마나 지속적일 수 있는가의 문제는 문제해결 능력에 대한 학생 자신의 자신감, 과제의 성공적 완성과 관련된 자기규제(self-regulation) 및 동기화(motivation), 학습하는 환경, 시간적 제약 등과 같은 요인에 따라 달라진다. 문제해결 능력에 대한 학생의 자신감은 그들이 얼마나 효과적인 문제해결 전략을 가지고 있고 해결책을 찾는 경험이 얼마나 많은지에 따라 직접적인 영향을 받을 것이다.

교사가 학생들에게 문제해결 과정을 소개할 때, 교사는 대부분의 학생이 과거에 접한 적이 있는 일상적인 문제를 선택하려고 할 것이다. 대부분의 학생들, 특히 어린 학생들도 경험할 수 있는 일상적인 문제로는 문이 잠긴 집 안에 들어가야 하는 경우, 점심 값을 가져오지 않은 경우, 동일한 시간 간격 동안 서로 배타적인 여러 가지 일을 처리해야 하는 경우, 일정한 양의 돈을 그 가치 이상으로 사용해야 하는 경우 등이다. 일반적으로 문제를 소개한 후 브레인스토밍을 통해 해결책을 모색하도록 하면 적극적인 참여를 유도할 수 있다.

위의 설명을 바탕으로 한 문제해결 모델은 57페이지에 제시된 것과 같다.

59페이지에는 실생활의 문제(문이 잠긴 집 안에

문제해결 과정

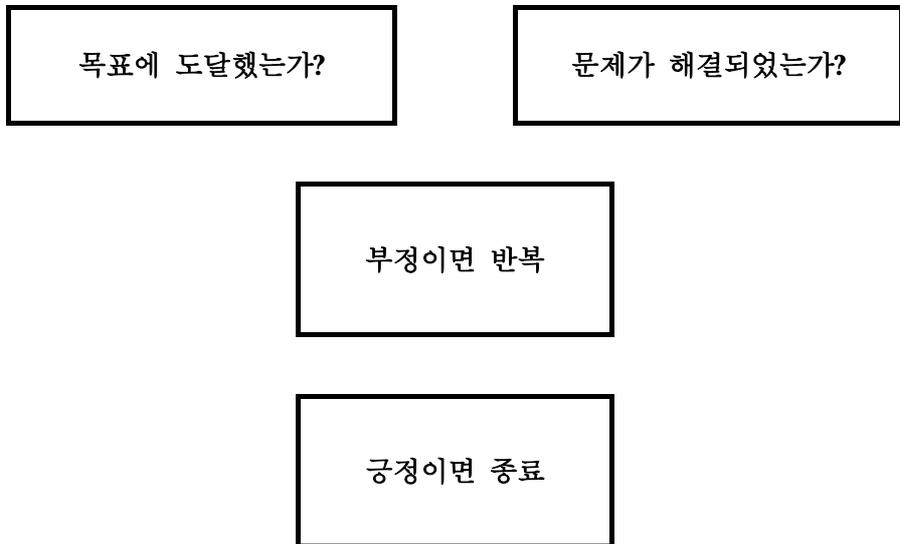
문제 표현



해결책 실행



평가



들어가기)를 가지고 학생들을 문제해결 과정으로 끌어들이는 것의 일례가 나와 있다. 여러분이 제시하는 예는 학생들이 해결책을 생성하기 위해 알고 있는 것과 알아야 할 것을 평가할 수 있도록 조직되어야 한다.

이것은 실제 문제를 모방한 것이기 때문에 학생들이 개인적으로 필요하지 않을 수도 있는 해결책을 설정하도록 압력을 줄 수 있다. 예를 들어, 집 마당 어딘가에 항상 열쇠를 숨겨두는 학생의 경우에는 실제 생활에서 다른 해결책에 의지할 필요가 없을 것이다. 열쇠가 그 곳에 없는 것처럼 하라고 하면 학생은 어떻게 해야 할 것인가?

60페이지에 제시된 문제해결 워크시트는 학생들의 기억을 촉진시켜 모든 기반 사항이 포함될 수 있도록 유도하는데 유용한 제안 양식이다.

알고리즘

학생들은 대개 정답이 하나뿐인 문제를 해결하도록 요구를 받는다. 그러한 경우, 문제 유형을 인식하고 해당 유형의 규칙 및 공식을 적용함으로써 답을 얻는 것이 보통이다. 이것은 더 높은 수준의 이해를 위해 중요할 수는 있지만, 배운 기술을 적용하는 것이상으로는 거의 중요하지 않은 학구적 문제이다.

비일상적 문제

한편, 비일상적 문제(nonroutine problems)의 경우 교사는 5명의 학생으로 구성된 그룹을 대상으로 도덕적인 딜레마가 포함되는 연극 대본을 써보라는 과제를 부여할 수 있다. 또는, 해당 그룹에 학급을 위한 축제를 계획하도록 요구하거나 모의 우주선 발사를 계획하도록 할 수도 있다. 그룹 또는 개별 학생에게 특정 나라에 대하여 최대한 많이 공부하도록 하거나 여행 계획표와 브로셔를 작성하게 한다든지 제안된 여행이나 관심을 모으는 쟁점을 여러 사람 앞에서 발표하도록 할 수 있을 것이다.

생태학적 문제도 학생들을 실제 상황과 연결된 문제해결 활동에 참여하도록 하는 좋은 기회이다. 초등학교 수준에서 학생들은 쓰레기 수거나 재활용에 대해 공부하거나 계획할 수 있다. 학생들은 수질, 삼림, 야생 동물, 습지, 깨끗한 공기 등을 보존하는 방법을 조사할 수 있다. 제시된 워크시트는 정답이 한 가지인 문제로 텍스트를 조사하거나 규칙 혹은 알고리즘을 적용함으로써 해결될 수 있는 문제에는 필요하지 않을 것이다. 한편, 두 번째 계열의 문제(정답

이 두 개 이상인 문제)를 해결하는 데에는 더 많은 조직화와 계획수립이 요구될 것이다. 워크시트는 그와 같은 문제들을 해결하는데 보다 도움이 될 것이다.

창의적 문제해결 과정에서 교사는 일반적으로 “모호하고 어지러운 상태(fuzzy mess)”를 소개하고 문제해결자들은 그 시점에서부터 활동을 시작한다. 학생들이 결정하고자 하는 것이 무엇이든 간에(야생 지역에 정착지를 마련할 장소이든, 화성으로 여행할 때 가져갈 것이든, 새로운 벤처사업의 수익성을 계산하는 방법이든), 그들이 결정과정에서 몇 가지 안내수단이나 지침을 사용한다면 과정을 좀 더 잘 관리할 수 있을 것이다. 워크시트나 조직자를 활용하는데 있어 학생들은 스스로 시도하기에 앞서 몇 가지 예제와 함께 안내지침(수단)을 익힐 기회를 가져야 한다.

많은 교사들이 문제해결은 중·고등학교 학생들을 대상으로 한 과정이라고 생각할지도 모른다. 한 유치원 교사가 학급에서 먹을 팝콘을 튀기는 문제를 학생들과 의논하면서 학생들에게 어떤 종류의 팝콘을 사야 할지 물었다. 학생들이 가장 좋아하는 브랜드가 있는가? 여러 가지 브랜드가 언급되었다. 그들은 각 팝콘의 가격에 대해서도 이야기했다. 어떤 상표는 다른 것보다 상당히 더 비쌌다. 비싼 것이 싼 것보다 훨씬 더 좋은 점이 있는가? 그들은 학교의 다른 학생들을 대상으로 조사해보기로 결정했다. 그들은 두 종류의 팝콘을 샀다. 한 쪽이 다른 쪽보다 비싼 것이었다.

그들은 팝콘을 튀겨서 점심 시간에 다른 학년의 학생들에게 시식하도록 하고 어느 팝콘이 더 좋은지 의견을 물었다. 물론 상표 이름은 보이지 않게 하였다. 그 후 그들은 결과를 계산하고 두 종류를 직접 먹어 보았다. 다른 학생들과 그들 자신의 선택을 바탕으로 한 결론은 덜 비싼 상표가 비싼 상표보다 더 맛있었다는 것이다. 이것이 그다지 중요한 발견은 아닐지 모르지만 이 유치원 학생들이 고차적 사고를 진행한 것에 주목해야 한다. 그들은 문제를 해결했다(문제에 대한 답을 찾았다). 그리고 그렇게 하기 위해서 몇 가지 체계적인 방법을 전개하였다. 이 경우 과정이 내용보다 더 중요했다.

| 문 제 | |
|--|---|
| 문이 잠긴 집 안에 들어가기 | |
| 문제 표현 | |
| 자각(awareness): | 집에 도착했는데 집에 아무도 없다. 학생은 자신이 열쇠를 가지고 있지 않음을 깨닫는다. |
| 명료화(clarification): | 언제 누가 집에 올지 확실히 알 수 없다. |
| 데이터 —기존 데이터: | 한 시간 후에는 어두워질 것이다. 날씨가 춥다. 이웃이 집에 있는 것 같지도 않다. |
| —필요한 새 데이터: | 학생의 손에 닿는 창문이 모두 잠겨 있는가? 손이 닿지 않는 창문에 사용할 사다리가 있는가? 모든 문이 잠겨 있는가? 근처에 숨겨 놓은 열쇠가 없는가? 아무도 없는지 이웃집을 찾아가 본다. 열쇠를 가지고 있는 사람이 있는가? 가장 가까운 곳에 연락할 수 있는 전화가 어디 있는가? 학생에게 전화를 걸 수 있는 돈이 있는가? 누구에게 전화를 걸 것인가? |
| 목표/최종 상태: | 집 안에 들어가기 |
| —현재 상태: | 문이 잠긴 집 밖에 있다. |
| 해결책 가설 (설정했으나 순서는 정해지지 않음): | 잠기지 않은 창문을 찾아 창문으로 올라간다. 손이 닿지 않는 창문으로 올라갈 수 있는 방법, 즉 사다리, 나무, 쌓을 수 있는 상자나 목재 등을 찾는다. 잠기지 않은 문을 찾는다. 문 또는 창문의 자물쇠를 잡아 당긴다. 선반 아래에서 열쇠를 찾는다. 이웃집에서 열쇠를 얻는다. 이웃집에 가 있다. 누군가 집에 올 때까지 따뜻하게 있을 수 있는 장소를 찾는다. 문을 부수거나 창문을 깬다. 열쇠를 가지고 있는 사람에게 전화를 건다. 전화를 찾아 누군가에게 연락을 한다. |
| 예측: | 위의 각 항목의 결과를 예측해 본다. 시도할 순서대로 순서를 매긴다. |
| 해결책 실행 | |
| 토론을 거쳐 교사와 학생이 이러한 실행 순서를 수립했다고 가정하자. 숨겨진 키를 찾는다(있는 경우). 문과 창문을 열려고 시도한다(손이 닿는 경우). 이웃이 집에 있는지 확인한다. 전화를 찾을 수 있다면 열쇠를 가진 사람에게 전화를 건다. 손이 닿지 않는 곳에 있는 창문에 올라갈 방법을 찾아 본다. 부모님이 오실 때까지 머물 장소를 찾아본다. 상당한 시간이 지나면, 유리창을 깨고 창문을 열어 안으로 들어간다. 계획 및 순서가 수립되었다. 이 중 한 가지를 실행할 때까지 다른 것을 진행할 수 없다. 새로운 정보가 생기면 순서를 다시 매긴다. 한 가지 해결책을 실행한 후 검사한다. | |
| 평 가 | |
| 이제 집 안에 들어왔는가? 그렇지 않다면 해결책의 순서를 다시 매겨야 할 새로운 정보를 가지게 되었는가? 목표에 도달하지 못하고 새로운 정보도 없다면 두 번째 해결책을 실행한다. 손에 닿는 모든 문과 창문을 열려고 시도한다. | |

| 문제 표현 | |
|------------------------------------|---|
| 자각(awareness): | 문제가 무엇이라고 생각하는가? |
| 명료화(clarification): | 이 진술을 확인할 수 있는가? 어떤 추가 정보가 필요한가? |
| 데이터 —기존 데이터: | |
| —필요한 데이터, 입수 방법: | |
| 목표/최종 상태: | 이 문제를 해결했을 때 어떤 상태이고 싶은가? |
| —현재 상태: | 지금은 어떤 상태인가? |
| 가설 및 예측: | 가능한 해결책은 무엇인가? 그 해결책은 어떤 효과가 있을 것으로 예상되는가? |
| 실행 선택: | 먼저 시도해야 하는 해결책은 어떤 것인가? 이유는 무엇인가? |
| 해결책 실행 | |
| 실행순서의 계획: | |
| 진행상황 모니터링: | 효과가 있는가? 이 방향으로 계속 진행해도 되겠는가? |
| 평가 | |
| 평가: | 효과가 있었는가? 문제를 해결하였는가? |
| 예: 무엇을 배웠으며 더 잘하기 위해 어떻게 할 수 있었는가? | 아니오: 데이터를 추가하기 위한 추가 정보가 있는가? 전에 수립한 해결책을 변경해야 하는가? 어떻게 해야 하는가? 문제 이해를 수정할 필요가 있는가? 추가할 새로운 해결책이 있는가? |

61~62페이지에 나와 있는 팝콘 문제는 문제해결 워크시트의 사용을 예시하고 있다. 학생들이 글을 읽지 못했기 때문에 교사는 구두로 설명하면서 과정을 진행하였다. 교사는 칠판 또는 벽의 차트에 정보를 기입하였다.

대수롭지 않은 문제의 해결에 많은 노력이 필요한 것처럼 보이겠지만, 그러한 과정을 통해 학생들은 많은 것을 학습할 수 있다. 이러한 활동을 매일 할 수는 없겠지만, 과학 교과서나 보충 교재에 나오는

실제적인 과학 학습활동, 해결될 수 있는 진짜 수학 문제, 딜레마가 포함된 사회과학 문제 등에서 덜 복잡한 활동을 수행할 수는 있을 것이다. 스토리의 등장인물에 대한 문제해결도 학생들이 해결책을 모색하도록 하는 좋은 방법이다. 때때로 스토리의 뒷부분이 밝혀졌을 때, 등장인물이 문제를 해결하기 위해 아무런 계획도 하지 않았기 때문에 딜레마에 빠졌다는 사실과 그 사실이 가지는 의미를 통해 학생들은 신중한 계획의 중요성을 깨닫게 된다.

| 문제 표현 | |
|-----------------------------|---|
| 자각(awareness): | 문제가 무엇이라고 생각하는가? —구매할 팝콘 선택하기 |
| 명료화(clarification): | 이 진술을 확인할 수 있는가? 어떤 추가 정보가 필요한가? —학생들은 어떤 상표를 좋아하는가? 각 팝콘의 가격은 얼마인가?(이것은 나중에 알게 됨.) |
| 데이터 —기존 데이터: | —팝콘을 사야 한다. 여러 상표의 팝콘 가격은 알지 못한다. 그러나 어떤 상표의 팝콘은 다른 것보다 비싸다는 것은 알고 있다. 우리는 R, O, B 상표를 좋아한다. Bi-Lo 가게는 이 상표를 모두 판매한다. |
| —필요한 데이터, 입수 방법: | —어떤 상표를 사야 하는가? 각 상표의 가격은 얼마인가? 한 가지는 비싼 것으로 하고 다른 한 가지는 싼 것으로 해서 두 가지를 구매한 후 시식한다. 아마 어떤 것이 더 좋은 품목인지 알고 싶을 것이다. 우리 학급뿐 아니라 다른 학년도 시식해 볼 수 있도록 충분한 팝콘을 살 수 있을 것이다. |
| 목표/최종 상태: | 이 문제를 해결했을 때 어떤 상태이고 싶은가? —우리가 튀길 팝콘을 산 후 맛을 확인하기 위해 실험한다. 그리고 가장 좋은 품목을 선택한다. |
| —현재 상태: | 지금은 어떤 상태인가? —팝콘이 없고 어떤 것을 사야 할지도 모른다. |
| 가설 및 예측: | 가능한 해결책은 무엇인가? 그 해결책은 어떤 효과가 있을 것으로 예상되는가? —학급에서 다수결을 바탕으로 한 가지 상표의 팝콘을 산다. 어떤 사람은 만족하지 못하고 맛이 좋거나 잘 샀다고 생각하지 않을 수 있을 것으로 예측된다. 거의 대부분은 맛있게 먹고 괜찮다고 생각할 것이다. —각 팝콘의 가격이 얼마인지 알아보고 가장 싼 것을 산다. 결과가 괜찮을 수 있지만 맛이 아주 좋지는 않을 수도 있다. 각 팝콘의 가격이 얼마인지 알아보고 가장 비싼 것을 산다. 아마 맛은 좋겠지만 돈이 많이 들 것이다. 맛에 대하여 확실히 알지 못한다. —모든 상표의 팝콘을 산다. 각각의 팝콘을 시식한다. 어떤 것이 가장 좋은지 결정한다. 팝콘을 아주 많이 살 필요는 없다. 종류가 너무 많으면 선택하기 어려울 수도 있다. 준비하기에 어려움이 더 많다. 어떤 것이 어떠한지 기억하기 어렵다. —가장 싼 것 중 하나와 가장 비싼 것 중 하나를 산다. 동시에 모든 팝콘을 튀겨 시식한다. 어떤 것이 가장 좋은지 결정한다. 비싼 것이 차이가 있는가? —예측은 학급에만 제한될 것이다. 더 많은 것을 알고 싶은가? 그렇다. 학급 외 다른 학생들에게도 실험하여 결정에 참고할 수 있다. |
| 실행 선택: | 먼저 시도해야 하는 해결책은 어떤 것인가? 이유는 무엇인가? —학생들은 싼 것 한 가지와 비싼 것 한 가지를 사기로 결정했다. 학생들은 다른 학생들에게도 시식해 보도록 결정했다. |

[다음 페이지 계속]

해결책 실행

실행순서의 계획:

—교사는 가게에 가서 팝콘을 사올 것이다(양을 확인한다). 짠 종류 한 가지와 비짠 종류 한 가지를 선택한다. 팝콘 가격은 위에 나와 있다.
 —팝콘 한 봉지가 약 2리터라고 할 때 학생들이 시식하도록 하려면 몇 봉지를 사야 할 것인가? 첫번째 점심 시간을 선택하여(학생 150명), 모든 학생에게 팝콘을 담은 종이컵을 나눠 준다면 각 종류 당 10봉지가 필요할 것이다(종류 당 1/2컵씩 계산하면 75컵이다. 4컵은 1리터이고 2리터가 한 봉지이다. $75 \div 8 = 9+$, 따라서 10봉지를 산다).
 유치원 학생들은 곱셈이나 나눗셈을 할 수 없을 것이다. 그러나 컵과 손을 사용하여 이 과정의 개념을 이해할 수 있을 것이다. 평균 가격이 리터당 약 75센트라면 15달러가 든다. 30명 학생 모두에게 50센트씩 거두면 이 실험을 위한 자금을 마련할 수 있다.
 —교사와 학생 대표는 교장에게 허락을 구하여 점심 행사 공간을 마련한다.
 —아이들은 목요일까지 돈을 가져오기로 한다.
 —교사는 팝콘을 구매한다. 교사는 다른 교사나 친구로부터 팝콘 튀기는 기계를 빌린다. 학생들이 집에 있는 것을 자원해서 가져올 수도 있다. 교사는 종이 컵을 두 종류 색깔로 구매한다.
 —금요일 아침, 학생들이 팝콘을 튀긴다.(교사는 표시하지 않은 용기에 한 가지 상표의 팝콘을 모두 넣고 다른 용기에는 다른 종류의 팝콘을 모두 넣는다. 따라서 학생들은 어떤 상표의 팝콘을 튀기고 있는지 알지 못할 것이다.) 팝콘을 튀기는 사람은 각 과정에서 몇 개의 낱알이 튀겨지지 않는지 주의해야 할 것이다. 학생들은 매표소와 배식대 사이에 탁자를 설치할 것이다. 줄을 선 아이들 맨 앞에 쓰레기통을 설치하고 한 학생이 두 칸으로 나누어 표시한 칠판 옆에 서 있을 것이다. 그 학생은 모든 학생에게 어떤 팝콘이 더 좋았는지 물어 보고 해당 컵 색깔 아래 표시를 할 것이다. 다른 한 학생은 탁자 옆에 서서 학생들에게 어떤 상표의 팝콘이 더 좋았는지 선택해야 한다고 미리 말해 줄 것이다. 다른 학생들은 컵에 팝콘을 채우거나(점심 시간 전에 상당 수를 채워 둔다), 학생들에게 나누어주는 역할을 맡는다.
 —조사가 완료되면 교사와 학생 그룹은 수를 세고 결과를 학급에 보고한다. 튀긴 팝콘 양뿐 아니라 튀겨지지 않은 낱알의 수도 기록한다. 그리고 이 과정 동안 관찰한 모든 기타 사항을 기록한다.

진행상황 모니터링:

효과가 있는가? 이 방향으로 계속 진행해도 되겠는가?
 —학생들은 첫번째 점심 시간에 팝콘을 제공하기 위해 노력해야 할 것이다.
 (물론 시간을 놓치면 두 번째 시간에 제공할 수도 있다.)

평가

평가:

효과가 있었는가? 문제를 해결하였는가?

예: 무엇을 배웠으며 더 잘하기 위해 어떻게 할 수 있었는가?
 —그렇다. 학생들은 일관적으로 한 가지 상표를 선택했다. 선택된 상표는 두 가지 중 가격이 더 싼 쪽의 것으로 나타났다.
 —비싼 것이 항상 더 좋은 것은 아니라는 점을 배웠다.
 —문제를 해결하려면 계획이 있어야 한다는 점을 배웠다. 우리는 계획을 수립했고 효과가 있었다.
 —음식을 다룰 때는 다른 사람이 먹을 것에 손이 닿지 않도록 주의해야 한다는 점을 배웠다. 이렇게 하면 다른 사람이 가지고 있을 수 있는 병균을 옮기지 않으므로 질병이 생기지 않는다.
 —무언가를 제대로 하려면 시간이 걸린다는 점을 배웠다. 또한 노력도 많이 든다.
 —실험 작업을 할 때는 그룹으로 일하면 재미있다는 것을 배웠다. 어떤 아이들은 다른 사람보다 더 열심히 일한다. 모든 사람이 자신의 역할을 다해야 한다.

아니오: 데이터를 추가하기 위한 추가 정보가 있는가? 전에 수립한 해결책을 변경해야 하는가? 어떻게 해야 하는가? 문제 이해를 수정할 필요가 있는가? 추가할 새로운 해결책이 있는가?
 —문제가 해결되었다.

발견적 교수법(Heuristics)

앞 부분에서 발견적 교수법이란 용어를 소개한 바 있다. 이는 “경험적 법칙(rules of thumb)”이라고 하기도 한다. 이 용어가 의미하는 바는 문제해결 과정에 대해 구체적으로 정해진 것은 없다는 것이다. 발견적 교수법이 항상 효과적인 것은 않지만 아무런 전략이 없는 것보다는 훨씬 낫다. 이러한 발견적 교수법은 문제해결 과정에 관한 글에서 종종 등장한다. 후진작업(working backwards), 수단-목표 분석(means-end analysis), 전진작업(working forward), 차이축소(difference reduction), 유추법(analogies), 구조조정(restructuring) 등이 발견적 교수법의 예이다. 완벽한 절차로 간주되지는 않지만 문제해결이라는 목적에 대한 수단으로서 문제해결 시 사용되는 기타 기법으로는 구조조정(restructuring), 패턴인식(pattern recognition), 공간배열의 작성(drawing spatial array), 매트릭스(matrix), 아웃라인(outline), 순서도(flow chart) 등이 있다. 다음은 각 항목에 대한 간단한 설명이다.

1. 후진작업(working backward)은 목표 상태를 확인한 후 그 목표에 도달하는 결과를 이끌어낼 수 있는 절차를 찾는 전략이다. 이것은 A점(현재)에서 B점(목표)까지 도달할 수 있도록 해주는 것을 탐색하는 작업에만 한정된다.
2. 수단-목표 분석(means-end analysis)은 문헌에서 가장 자주 발견되는 전략이다. 이것은 후진작업 기술로서 목표에 도달하기 위해 실행할 수 있는 하위과정을 분석하는 것이다. 이 하위과정이 목표에 대한 수단이다.
3. 전진작업(working forward)은 대개 덜 한정적인데 창의적 해결책을 위해 더 많은 기회를 줄 수 있다. 그러나 위의 것들처럼 목표가 항상 절차의 측정 도구로 사용되는 경우와 같이 강력하거나 직접적이지는 않다.
4. 차이축소(difference reduction)는 전진작업에서 적용되는 한 가지 절차이다. 현재 목표와 기대 목표의 상태를 분석한다. 그러나 어떻게 그 목표에 도달할지는 확실히 알지 못한다. 그래서 현재 상태를 변화시키고 현재와 목표 사이의 차이를 축소해줄 과정을 선택하게 된다. 만약 어떤 장소에 가고 싶을 때, 방향을 알고 있다면 표지판을 찾거나 다른 사람에게 물어보는 등 계획을 수립하여 옳은 방향으로 출발할 수 있을 것이다. 목표에 정확히 도달하는 것은 아닐지라도 목표에 가까이 갈 수는 있다. 혹은, 목

표에 도달하기 위해 필요한 것을 좀 더 분명하게 알 수 있는 위치에 갈 수 있다. 학교에서 학생이 자신의 성적 평균점을 올리기로 결정했다고 가정하자. 학생은 해야 할 일을 전부 알 수는 없을지라도 금요일 과학 시험을 준비하는 것이 한 가지 시작 방법이라는 것은 알 수 있을 것이다. 그리고 월요일까지 마감인 영어나 국어 시간의 설명문 과제에도 신경을 써야 한다는 것도 알 수 있다. 학생은 0점을 받지 않으려면 항상 숙제를 잘 해가는 것이 중요하다라는 점을 잘 알고 있을 것이다. 따라서 학생은 숙제를 기준으로 점수를 매길 가능성이 있는 모든 수업의 과제를 준비할 것이다. 이 모든 것이 차이축소의 방법이다.

5. 유추법(analogies) 또한 해결책을 찾도록 도와주는 발견적 교수법으로 제안되는 개념이다. 특정 과목에 대하여 상당한 양의 선언적 지식을 필요로 하는 수단-목표 분석과 달리, 유추는 문제해결자가 해당 과목에 대한 지식이 별로 없을 때에 도움이 되는 방법이다. 문제해결자는 자신이 익숙한 다른 과목분야에서 절차를 전이하여 그것을 새로운 상황에 사용할 수 있다. 실제로 대부분의 사람들이 이러한 과정에 능숙한 것 같지는 않다. 이 방법을 실행될 수 있기 위해서는 유추가 명시적이고 분명하게 이루어져야 한다. 연관성이 분명하게 지적되었다면, 문제해결자는 전략을 새로운 상황에 적용할 수 있을 것이다.
6. 구조조정(restructuring)은 문제를 다시 표현하거나 다시 설명하는 것을 의미한다. 세부적인 사항을 누락시키거나 일반적인 문제 유형처럼 보이도록 하여 문제를 단순화할 수 있다. 이것도 해결책을 찾을 수 있는 한 가지 방법이다.
7. 패턴인식(pattern recognition)은 현재 문제와 과거에 다루었던 문제 사이에 유사성을 찾는 작업이다. 패턴은 물리적인 유사성이 될 수도 있고 인지적·절차적인 유사성이 될 수도 있다. 우리는 혼돈 속에 질서를 부여하기 위해 사물과 사람, 인생의 사건들을 조직화하거나 범주화 하는데 많은 시간을 소비하지만, 정작 물리적으로 관찰할 수 있는 것을 인식하는 것만큼 인지적인 패턴을 제대로 인식하지는 못한다. 이와 관련해서는 위에 언급한 유추에 의한 문제해결 부분을 참고하기 바란다.

8. 언어나 그림으로 표현하는 “낙서”(verbal and graphic “doodling”)는 문제의 주어진 조건들 사이의 관계를 명확히 하고자 할 때 특히 유용할 수 있다. 이러한 스케치는 오해를 교정하거나 관련 없는 데이터를 제거할 수 있게 도와 준다. 복잡한 관계를 사용하는 추론에서 매트릭스를 구성하는 것은 개인의 운용기억(단기기억)에서 조작할 수 있는 것보다 많은 부분이 존재할 때 특히 효과적이다.

지금까지 언급한 것들은 문제가 제대로 정의되어 있지 않은 경우 매우 유용하다. 이들 기법은 문제를 명료화하고 초점을 맞추는데 도움이 된다. 피드백과 토의를 활발하게 전개하면서 문제해결을 시도하는 기회를 제공하는 것이 좋다. 학생들이 특정 유형의 문제에 대한 여러 가지 사례들을 조사하다 보면 패턴을 인식하게 될 것이고, 효과가 있을 것으로 인식한 알고리즘이나 전략을 신속하게 선택할 수 있을 것이다. 동일한 유형의 문제 집합이 루킨스(Luchins)에 의해 개발되었다.

루킨스의 문제 집합에서는 조사 대상에게 부피가 다양한 물병들을 제시한다. 물의 양은 제한이 없다. 과제는 지정된 물의 양을 측정하는 것이다. 그가 제시한 집합의 다섯 가지 사례가 아래 표에 나와 있다.

| 물병 A의 용량 | 물병 B의 용량 | 물병 C의 용량 | 기대량 |
|----------|----------|----------|-----|
| 21 | 127 | 3 | 100 |
| 14 | 163 | 25 | 99 |
| 9 | 42 | 6 | 21 |
| 20 | 59 | 4 | 31 |
| 15 | 39 | 3 | 18 |

위의 문제를 풀어 보라. 여러분이 사용한 전략은 무엇인가? 그것을 일반형으로 표현할 수 있는가?

일반형을 작성했다면 아마 “ $B - A - 2C = \text{기대량}$ ”이 될 것이다. 다섯 가지 문제를 모두 풀기 위해 이 알고리즘을 사용했다면 그것은 기능적 고착의* 사례

* 기능적 고착(functional fixedness): K. Duncker(1945)는 어떤 사람이 기능적으로 고착되어 있는 것 때문에 경우에 따라서는 문제

가 될 것이다. 그런데 마지막 문제를 다시 살펴 보면 “ $A + C = \text{기대량}$ ”이 되므로 앞의 네 가지 문제에 필요했던 것보다 훨씬 단순한 해결책이 존재함을 알게 된다.

인간은 지름길을 이용하는 경향이 있다. 우리가 무언가를 하기 위한 방법을 발견하였는데 그것이 항상 효과가 있다면, 우리는 자연스럽게 그것에 끌리는 경향이 있다. 이것은 우리가 어떤 것을 성급하게 관찰하고 그것이 공통적인 패턴처럼 보이면 전체 상황을 분석하지 않고 반응을 보인다는 뜻이다. 대개 그 결과는 다른 과제에 대하여 우리의 운용기억(단기기억)을 자유롭게 하여 두 가지 이상의 일을 한꺼번에 신경 쓰도록 하는 것으로 나타난다. 때때로 그것은 문제를 해결하기 위한 최선의 방법이나 가장 효과적인 방법이 아닐 수도 있다. 우리는 학생들이 이러한 가능성에 유의하여 그들 자신의 문제해결을 모니터링 하도록 해야 한다. 어떤 사람에게 풀어야 할 다섯 가지 문제가 주어졌을 때, 앞의 네 가지는 특정한 단계를 거쳐 풀었다면, 동일한 문제 유형처럼 보이는 다섯번째 문제는 일반적으로 동일한 절차를 사용하여 풀게 된다. 문제해결자는 최선의 전략을 발견하지는 않지만 다른 네 가지 문제에 효과가 있었던 방법을 사용하는 것이다.

의사 결정

의사결정은 문제해결의 또 다른 형태이다. 계획국면 혹은 문제표현(problem representation)은 여러 번 반복해서 시도할 가치가 있는 다수의 문제해결 상황에서 더욱 중요하다. 앞에서도 언급했듯이, 중요한 차

해결이 지연될 수도 있다고 하였다. 기능적 고착이란 어떤 물체가 가장 많이 쓰이는 용도로만 그 물체를 지각하는 경향을 말한다. Duncker (1945)가 연구한 촛불 문제는 기능적 고착이 수행에 미치는 효과를 여실히 보여준다. 이 문제는 세 개의 촛불을 문의 눈 높이에 부착하는 것이다. 가까이 있는 탁자 위에는 몇 개의 압정과 성냥갑 크기의 상자 세 개가 놓여있다. 한 조건에서는 이 상자들이 초, 성냥 그리고 압정으로 채워져 있었다. 그리고 다른 조건에서는 이 상자들이 모두 비어 있었다. 이 문제를 해결하기 위해서는 상자들을 압정으로 문에 부착시켜 초를 세울 수 있는 받침을 만들어야 한다. 상자들이 비어 있었을 때 더 많은 피험자들이 이 문제를 해결하였다. 상자에 물건이 담겨 있을 때는 받침보다는 용기로써의 용도가 강조되었던 것이다. 따라서 이 상자들의 새로운 기능을 인식하기가 어려웠다. 이러한 현상은 긍정적인 면도 가진다. 예를 들어 음악에서, 악기와 특정 상황이 맞물려 있는 경우가 많다. 많은 음악적인 하위 구조들(선율 동형진행, 리듬 패턴, 화성 진행 등) 역시도 기능적으로 고착되어 있다.

이점은 의사결정은 결정을 내릴 수 있는 기회가 단 한 번 뿐으로 일단 결정을 내리면 그 결정을 수용해야 한다는 것이다. 따라서, 다양한 대안의 결과를 예측하는 것이 현명한 결정을 내리는데 있어 매우 중요하다.

예측과정에 있어 중요한 부분은 실제 발생 중인 결과의 가망성(likelihood)을 평가하는 것이다. 증거평가는 일종의 사고전략으로 학교에서 대부분 등한시되고 있다. 사실상, 예측 및 추정(estimation)이 자주 간과되고 있다. 대부분의 커리큘럼은 사실과 의견의 차이점을 증거평가에서 다루고 있다. 추정(estimation)은 거의 대부분 수학 과목에 포함되어 있는데 학기 말까지 다루어지지 않다가(실제로는 수업 첫 부분부터 등장함에도 불구하고), 학기 말이 되면 시간이 모자라서 학생들은 이를 제대로 공부하지 못하게 된다. 추정은 본질적으로 수학 과목 내용에 포함되어야 한다. 학생들은 문제풀이에서 답을 구했을 때 그 답의 합리성을 판단하기 위해 항상 추정을 하는 습관을 키워야 한다. 수학 답안의 개연성(plausibility)은 앞에서 언급한 결과의 가망성에 대한 또 다른 종류이다.

의사결정에 있어 계획은 문제해결과 같다. 문제표현은 동일한 패턴을 따른다. 결과가 매우 중대한 결정을 내려야 하는 경우, 관계를 서술하거나 그림으로 표현하는 것이 특히 유용할 수 있다.

각 결정의 결과를 예측하기 이전에 거쳐야 할 추가적인 단계는 예측되는 결과를 개인의 기호, 비선호, 감성(emotions), 감정(feelings), 편안함 등의 관점에서 평가해보는 것이다. '이 대안을 선택했을 때 그 선택이 틀린 것으로 판명된다면 시간, 금전, 감정적 소모, 기회상실 등의 측면에서 드는 비용이 얼마인가'를 자문할 필요가 있다. 그 결과에 따라 우리는 합리적이고 이성적인 사고를 할 수 있고 스스로가 감당할 수 없는 선택을 했다라는 결론에 도달할 수 있다. 선택의 결과에 대해 편안한 감정이 생기지 않고, 자신의 성격과 맞지 않는다는가, 현 상황에 걸맞지 않게 느껴질 수 있는 것이다.

주택 구입의 상황을 가정해 볼 때, 매우 마음에 드는 저렴한 가격의 집을 두 채 발견했다고 하자. 한 채는 직장에서 가깝지만, 아이가 더 좋은 학교에 다닐 수 없게 된다. 결정을 내리기 전에 이러한 여러 아이디어를 두루 경청하고 심적으로 이를 해결하라.

대부분의 의사결정 교육에서는 결정을 내리고 그 결정을 실행에 옮기기 전에 기다리는 시간을 갖으라

고 충고한다. 이 기간 동안 여러분이 내린 결정에 구속되기에 앞서 여러 가지 이슈들을 심적으로 다스릴 수 있는 시간을 가질 수 있다. 그러나 이런 시간을 갖는 것이 항상 가능한 것은 아니다.

학생들이 의사결정 과정에 체계적으로 접근함으로써 의사결정을 많이 실습할수록 시간이 촉박한 상황에서도 학생들은 더 나은 결정을 내릴 수 있게 된다. 짧은 기간 안에 결정을 내리도록 이러한 과정을 단축할 수도 있겠지만, 결과와 가망성을 예측하는데 시간을 할애하는 것이 장기적으로는 더 나은 결정을 내리는 데 도움이 된다.

의사결정 워크시트(worksheet)가 67페이지에 나와 있다. 일반적으로 합리적인 대안은 두세 가지밖에 존재하지 않는다. 수업 중에 데이터 수집, 조직화, 특정 주제에 관한 결과 보고로 이루어진 그룹 과제를 수행하는데 이 체크리스트를 이용할 수 있다. "나는"을 "우리는"이라는 표현으로 바꾸면, 그룹 학습과제로 쉽게 이용할 수 있을 것이다. 무엇이 필요한가, 필요한 것을 어디서 찾을 것인가, 어떤 도움이 필요한가, 누가 무엇을 할까, 발견 결과를 어떻게 조직화할 것인가, 결과 발표는 어떤 형태로 할 것인가(문서화?, 구두발표?, 연극?, 작품?), 역할 분담은 어떻게 할 것인가 등에 대한 결정을 내리는 데 이 체크리스트를 활용할 수 있다.

의사결정에는 여러 가지 사고 기술과 전략이 필요하다. 그 중 몇 가지를 소개하면, 정확한 관찰, 데이터에 근거한 추론, 결과와 가망성에 대한 예측, 도식(scheme) 혹은 특질(qualities)에 기반을 둔 여러 대안의 순위 결정, 대안의 가치 결정, 비교 및 대조, 의사결정 등이다. 그러나 이것이 의사결정 과정의 끝은 아니다. 결정을 이행하는 과정이 반드시 따라야 한다. 이는 문제 해결 과정의 나머지 단계(실행 및 평가)를 거쳐야 한다.

재활용될 선택은 평가 단계에서 고려했던 대안이 아니라, 일단 내린 결정을 어떻게 이행할 것인가를 결정하는 것으로써 이는 문제해결 모드로의 재돌입을 의미한다. 의사결정의 문제표현 단계(problem-representation stage)에서 제기되어야 할 질문 중 하나는 "이러한 결정을 내리게 된 원인은 무엇인가?" 혹은 "이 문제의 책임은 어디에 있는가?"이다. 이는 데이터 수집 과제의 일부이며, 이러한 질문은 상황에 대한 관점을 바꾸어 놓을 수도 있다.

우리는 매일 수백 가지의 결정을 내린다. 대부분의 결정은 목숨이 걸린 중대한 사항은 아니지만, 일

부는 그럴 수도 있다. 교통사고나 알코올 관련 사망 수치는 많은 사람들이 음주운전이라는 잘못된 결정을 내렸기 때문일 수 있다. 상점에서 어떤 브랜드의 제품을 구입할 것인가는 별로 중요하지 않다. 저녁으로 피자를 먹을 것인가 중국음식을 먹을 것인가의 결정은 일시적인 소화불량을 유발하는 사항일 수는 있으나, 장기간 지속되는 성과와 관련이 있는 것은 아니다. 그러나 우리는 일상 생활에서 우리가 생각하는 것보다 중요한 결정을 훨씬 더 자주 내리고 있다.

학생들은 과외활동, 수업 과정, 책임에 대한 수용, 일하는 습관, 동료 그룹, 돈과 시간의 분배 등 여러 가지 선택을 해야 한다. 학생들이 마구잡이식의 책임감 없는 방식이 아닌 체계적인 의사결정 과정이 있다는 것을 알게 되면, 자신들의 결정에 대해 더욱 자신감을 갖게 될 것이다.

교사가 다양한 종류의 활동을 수행하는 학습 센터를 조직하고 학생들에게 특정 기일까지 각 활동 중 몇몇 과제를 완수할 것을 지시했을 때, 학생들은 기한 내에 과제를 완료하려면 무엇을 언제 해야 하고 하루에 몇 가지 과제를 수행할 것인가 등등의 결정을 내려야 한다.

학생들은 어떤 주제에 대해 보고서를 쓸 것인가를 자주 결정해야 하는데, 이 결정은 학생의 특정 주제에 대한 지식정도, 정보가 있는 장소, 정보에 대한 접근의 용이성, 그 과제에 할애할 수 있는 시간 등의 관련 요소에 의해 영향을 받게 된다. 학생이 무엇이 필요한가를 결정하는데 조금만 시간을 할애하면, 보다 더 합리적인 결정을 내릴 수 있다. 어떤 학생은 특정 주제에 대한 지식은 많을지 모르나 그 지식을 활용하는데 관심이 없을 수도 있다. 그와는 반대로, 관련 지식은 별로 없으나 개인적으로 관심도가 높은 주제를 선택한다면, 데이터 수집에는 많은 시간이 걸리더라도 그 과정을 즐길 수가 있다.

어떤 길을 택할 것인가는 학생이 과제에 할애할 수 있는 시간의 양에 달려 있을 수도 있다. 만약 과제를 제출해야 하는 날에 개최되는 동창회 행사의 의장직을 맡은 학생이라면, 어떤 선택을 해야 할지는 자명할 것이다. 의사결정은 “주체적 삶을 사는” 중요한 과정의 일부이며, 체계적 의사결정 과정은 “학습된 무기력(learned helplessness)”과* 통제력을 상실

한 소모적 감정을 줄이는데 도움이 된다. 목표 설정, 책임 수용, 긍정적 사고는 주체적 삶을 사는 데 필요한 또 다른 요소들이다.

전이(Transfer)

전이는 이 책에서 여러 번 언급된 학습 과정의 중요한 부분이다. <Nation's Report Card>에서 Applebee, Langer, Mullis (1991)는 교사들이 더 많은 내용을 다루려고 하기보다는 현재 교수 중인 과정을 적용하고 실행하는 데 더 많은 시간을 할애해야 한다고 충고한다. “그러나 전이는 저절로 발생하는 것이 아니다. 전통적 학교교육은 이 문제에 신경을 쓰지 않고 있다.” 바이엘(Beyer)은 전이는 반드시 직접적으로 가르쳐야 한다고 주장한다. 그는 어떤 과정을 처음으로 가르친 후, 학생들에게 이를 같은 맥락에서 다시 사용하도록 지시해야 한다고 충고했다. 실습(practice) 및 지도(guidance) 후, 그리고 필요하다면 학생들을 장려하여, 교사는 학생들에게 본 과정을 다른 맥락으로 전이하도록 지시해야 한다.

퍼킨스와 살로몬(Perkins & Salomon)은 저도전이(low-road transfer) 및 고도전이(high-road transfer)에 대해 언급했다. 이들은 저도전이는 기존 맥락이 새로운 맥락과 매우 유사한 경우 발생한다고 지적했다. 반면에, “고도전이는 한 가지 맥락에서 나온 기술과 지식을 교묘하고 정교하게 추상화하여 다른 맥락에 적용할 때 발생한다.” 이들은 저도전리와 고도전리의 차이점이 전이가 발생하지 않는 이유 및 교사가 특정한 전이를 달성하기 위해서는 기존에 학습된 과정과 유사한 맥락에 대강 적용하기 보다는 이를 정교히 계획해야 하는 이유를 설명해준다고 지적했다.

예상.

—유기체가 자신의 환경을 통제하기가 불가능하다는 사실을 반복 경험하면 그 결과로 인하여 통제하려는 시도를 포기하는 것을 학습하게 된다. 즉 아무리 해도 안 된다는 무기력을 학습한다. 예를 들어, 한 학생이 시험을 볼 때마다 반에서 꼴등을 한다고 가정했을 때, 그 학생이 실패의 원인을 자기 머리가 나쁘다던지, 문제가 어려워서 어쩔 수 없이 꼴등을 했다고 안정적이면서 내면적인 귀인을 한다면 이렇게 학습된 무기력이 길러진다고 본다.

—도피할 수 없는 혐오적 사태에 노출되었을 때, 자신의 반응과 그 반응의 결과 사이에 연관성이 없다는 것을 학습하여, 자신의 행동이 결과를 좌우할 수 없다는 통제불능(uncontrollability)에 기대를 갖는 것이라 정의 할 수 있다(Maier, 1970; Seligman, 1975). Seligman은 무기력을 인간의 반응적인 우울증 혹은 인생에서 가장 갑작스럽고 극적인 상해(damage)에 의해서 야기된 우울증으로 설명하였다.

* 사람들이 그들의 삶에서 마주치는 사건이나 결과가 대부분 통제가능 하지 않다고 알게 될 때 통제가 어려웠던 이전의 경험을 기반으로 한 어떤 노력도 실패로 이끌어 질 것이라는 기대 혹은

| 의사결정 표현 | | | |
|---|--|-----|------|
| 자각: | 필요한 의사결정 사항은 무엇인가? | | |
| 명료화: | 본 사항을 명료화 할 수 있는가? 한 가지 이상의 의사결정이 필요한가? 이 의사결정이 다른 의사결정의 결과에 연계되어 있는가? | | |
| 데이터 수집: | | | |
| —기존 데이터: | | | |
| —필요한 데이터, 입수 방법: | | | |
| 대안 평가 | | | |
| 대안 | 결과 | 가망성 | 가치판단 |
| 1. | | | |
| 2. | | | |
| 3. | | | |
| 4. | | | |
| 각각의 예측 결과에 대해, 가능성은 얼마나 되나? 나의 결정은 무엇에 근거하고 있는가? 성과에 대한 만족감은? | | | |
| 해결책 실행 | | | |
| 선정된 대안/순서에 대한 계획: | | | |
| 평가 | | | |
| 평가: | 나의 결정이 얼마나 우수한가? 또 다른 의사결정이 필요한가? | | |

기술 혹은 과정의 전이는 선언적 지식(declarative information)의 전이와는 다른 것이다. 두 가지 모두 중요한 전이이다. 선언적 지식은 의도적인 의미를 포함하고 있어야 한다. 과정 전이는 실습, 지도, 장려, 다른 맥락 하에서의 다수의 경험이 필요하다. 관찰 가능한 물리적인 사물 간의 유사점이나 관계를 밝혀 내는 것은 패턴인식(pattern recognition)의 한 형태이다. 우리는 초창기 시절 많은 시간을 이러한 종류의 과제를 수행하는 데 할애한다. 절차 간의 유사점과 관계를 발견하는 것은 그리 분명하지 않으며, 제시나 교수가 어렵다. 그러나, 창의적 문제 해결자와 기존 문제에서 창의적 문제 해결자가 사용한 과정을 बे끼기 위해 기존의 문제를 찾아야 하는 사람들 간의 차이가 바로 이 인식에 있는 것이다.

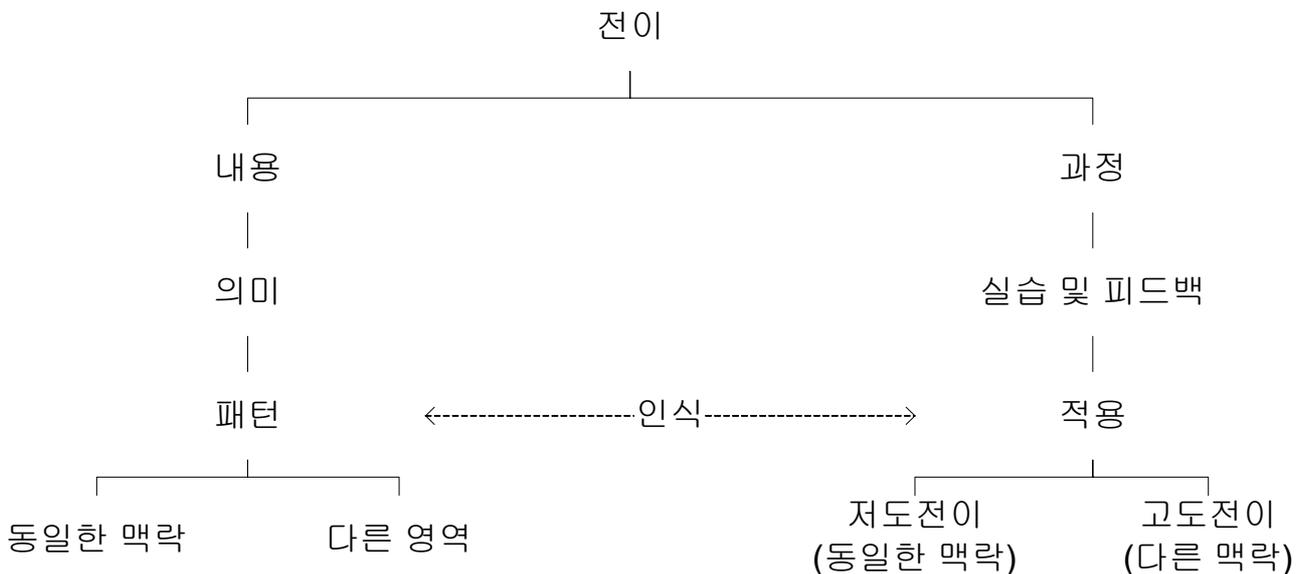
영재아동 워크샵에서 James Curry는 천부적 활동(gifted activities), 혹은 천부적 반응(gifted responses)이란 존재하지 않는다고 언급했다. 혹자는 한 가지 문제 내에서 새로운 다른 관계를 발견해 내는 능력을 가졌을 수 있고, 혹은 한 가지 문제와 직접적으로 유사하지는 않으나 동일한 문제 해결 과정을 사용하는 다른 문제와의 관계를 간파할 수 있는 능력을 소유하고 있을 수 있다. 어떤 사람들은 이러한 관계를 간파하는 데 별로 능숙하지 못하다. 그러나 대부분의 사람들은 문제의 요소나 상황(선언적 지식)에 대해 잘 알고 있을 경우 혹은 과정이 명확히 제시된 상황에서 자주 실습을 했을 경우(절차적 지식), 관계를 훨씬 더 잘 발견할 수 있게 된다. 모든 사람들은 경험에 의해 발전할 수 있다는 말이다.

손다이크(Thorndike 1906)는 심리학자들에게 전이는

그들이 생각하는 것보다 훨씬 좁은 개념이라는 것을 보여 주기 위해 세기말 전이현상의 조사에 착수했다. <Doctrine of Formal Discipline>의 구독자들은 심성(mind)을 훈련하고 단련시키기 위해 라틴어 및 기하학과 같은 특정 수학을 가르쳐야 한다는 의견이었다. 손다이크는 이러한 과목과 다른 학습 사이의 전이는 공통점이 있거나 동일한 요소가 있을 때에만 가능하다고 보고 했다. 그의 의견은 근래의 많은 인지 연구에 따르면 다른 방향에서는 너무 편협한 것으로 보인다. 학생들은 적절한 힌트나 임시가 제공되면, 표면적 요소가 다를지라도 동일한 논리 구조를 가진 기술을 인식하고 전이한다.

학생들이 항상 학교에만 있는 것은 아니다. 어떤 때는 일을 하기도 하고, 사회의 피후견이 역할을 하기도 한다. 교육의 사명은 이들의 삶의 질을 높이고, 사회에 공헌하는 일원으로 키우는 것이다. 직장, 가정, 지역 사회에서 일어나는 일들은 학생들이 학교에서 경험하는 일들과는 거의 유사점이 없기 때문에, 교육 제도의 주요 과제 중의 하나가 전이를 가르치는 것이다. 이 과제를 이해하기 힘든 과정의 전이라는 개념과 묶어서 생각한다면, 전이를 촉진하는 활동이 교육과정의 필수적인 일부가 되어야 하는 필요성을 이해할 수 있다. 그렇다면, 우리는 왜 의도적으로 전이를 촉진하기 위해 더 많은 노력을 기울이지 않는가?

시간 및 수업 후 과정을 재고하는 것에 대한 강조가 부족한 것이 전이의 보다 효과적인 교수를 방해하는 장애물이다. 이 문제를 해결하는 한 가지 방법은 각 단원 마다 학생들이 학습한 선언 및 절차적



지식을 되짚어보는 시간을 마련하는 것이다. 이와 같은 학생의 독립적 평가로 인해 학습이 더욱 의미 있는 것이 된다면, 단순 반복의 양을 줄이고, 새로운 학습교구(subject material)를 가진 과정에 대한 사용법을 보여주는 실습 기회를 늘리는 것이 가능해진다. 의미 있는 자료와 활동 및 자신에 대한 언급은 기억을 증진시키는 가장 효과적인 방법이다. 만약 학생들이 전이 기회를 만들어 낸다면, 특히 전이가 그들의 삶과 연관이 있는 것이라면, 또한 학급 전체 혹은 그룹 내에서 아이디어에 대한 토론이 이루어진다면, 전이는 향상될 것이다. 과정을 실습하는 것은 학습의 효과를 영구히 하기 위해서 항상 요구된다. 환경을 바꿔보는 것은 학생들의 과정의 활용 범위를 넓혀줄 수 있다.

레스닉(Resnick 1987)은 사고기술, 학습기술, 혹은 고차적 인지 능력(higher order cognitive abilities)을 키워준다고 주장하는 여러 개의 프로그램을 조사했다. 가장 성공적으로 보이는 프로그램은 '교외에서 인지적 기능을 수행하는(out-of-school cognitive performance) 특성이 있고', 학생들이 조직화된 '협동 과제를 수행하도록 하며', '감추어진 과정을 밖으로 드러나게 하고',

'학생들의 관찰이나 의견을 장려하며', 일반적인 능력 보다는 특별한 지식이나 해석 위주로 조직되었으며, 학생들이 의미 구성 및 해석 과정에 참여하도록 하는 프로그램이라고 보고하였다(p. 18). 과정 전이 활용의 실례를 학생들이 명확히 표현(글이나 말을 통해)하도록 계획하는 과정에서도 전이가 발생함으로, 전이를 강화한다. 한 학생의 아이디어가 다른 학생의 아이디어와 연계(connection)될 수 있으므로, 정의 가능한 과정을 실습과 교육이 이루어진 수업시간 말미에 그룹 또는 학급 단위로 이러한 활동을 실시하는 것이 바람직하다.

할 말한 가치가 있는 일이면, 이왕이면 잘 하는 것이 좋다는 오랜 격언(old adage)이 과정기술에도 적용된다. 이의 부산물은 전이의 증가이다. 과정은 일정 수의 단계가 아니라, "만약 ~이면, ~이다"와 같은 문장으로 표현되는 전략이기 때문에, 모든 것을 가르치지 못할 수도 있다. 즉, 전략이 제시하는 대로, 전략을 사용하다 보면 하나의 과제가 또 다른 하나의 과제로 바뀌는 실습기회(practice opportunities)에 의해 상위인지적 과정을 개발할 필요가 있을 수도 있다.

창의성

창의성(creativity)은 인간이 가지고 있는 가장 매력적인 특성 중 하나이다. 다른 동물들도 창의적 행위라고 볼 수 있는 행동을 보이지만 인류의 창안적·창의적* 능력과는 비교할 수 없다. 환경에 대한 우리의 통제력도 바로 우리의 창의성에서 비롯된 결과이다. 인간의 연장(extension of man)이라고 할 수 있는 모든 것(도구, 교통, 통신, 사회제도 등)은 우리의 창의적 활동이 낳은 산물이다. 문제해결도 궁극적으로 창의성에 의해 이루어진다.

피아제의 인지발달 이론에도 불구하고, 그의 학설을 지지했던 학자들 중 일부는 형식적 조작기(formal operational thought)를 문제발견(problem finding)이라고 하는 하위단계로 연장하여 바라보았다. 이와 같은 관점은 '일부 사람들이 자신들의 사고를 당면한 문제의 범위 너머로 연장하여 미래의 영역으로 들어간다'는 인식에서 출발한다.

대부분의 발명품은 그것들이 발명되었을 당시 크게 평가 받지 못했다. 이에 대한 비근한 예가 홀로그람(hologram)이다. 1947년 엔지니어였던 데니스 가보(Dennis Gabor)가 간섭광(coherent light)을 이용해 삼차원 투영이라는 학설을 발표하였지만, 1963년 레이저의 출현으로 실제 발명에 응용될 때까지는 크게 주목을 받지 못했다. 가보는 그러한 발명의 용도를 어느 정도 예견하고 있었을지 모른다. 제조품의 결함을 찾고, 정밀성을 요하는 수술을 지원하고, 의학연구 시 조직편을 관찰하고, 공중에 이미지를 투사하고, 갖가지 움직임 시물레이션하고, 다양한 제작물을 통해 공중에게 미적 만족감을 부여하는 등 오늘날 그의 발명은 수 많은 분야에서 응용되고 있다. 그의 발명이 이렇게 광범위하게 쓰일 것이라고는 그조차 꿈에도 상상하지 못했을 것이다. 더구나, 아직도 그가 발명한 홀로그래피가 적용될 수 있는 분야는 무궁무진하다. 그럼에도 불구하고, 가보의 노벨 물리학상 수상은 1971년이 되어서야 비로소 실현되었다.

* 본 서에서는 특별한 언급이 없는 한 '창의성'과 '창조성' 또는 '창의적'과 '창조적'이란 단어를 동일한 의미의 표현으로 간주한다. 또한 '발명'과 '창안'을 동일한 의미의 표현으로 사용하였다. '창의적'과 '창안적'에 대한 원문의 영문표기는 각각 'creative'와 'inventive'이다.

창의성이란 무엇인가? 웹마스터 사전의 정의에 따르면 창의성은 창의적 능력(creative ability)을 말한다. "창조하다"라는 단어의 정의에는 "성장하게 하다", "만들다, 고안하다", "생기게 하다", "생산하다", "초래하다", "일으키다" 등과 같은 단어가 포함된다. 이러한 표현들은 본질적으로 발명이라는 개념과 현재 존재하는 것의 연장(extension)이라는 의미를 내포하고 있다. 이와 같은 개념은 대부분의 사람들이 어렵지 않게 받아들일 수 있는 것들이다. 문제는 "창의성"을 측정하려고 하거나 어떤 사람이 창의적인 사람인가를 식별하고자 할 때 발생한다. 분명한 것은 창의적 활동을 추구하도록 조장하는 것이 사회적으로 이익이 될 것이라는 점이다.

창의적인 사람의 식별

우리가 특별히 창의적인 사람들을 식별해낼 수 있다면, 우리는 그들에게 창의적인 일을 할 기회를 제공할 수 있을 것이고 그들의 창의적 활동을 촉진시킬 수 있을 것이다. 이러한 조치는 산업계에서 우수한 학자 및 연구자를 선별하여 "두뇌집단"(think tank)을 구성할 때 취해지고 있다. 그들은 어떻게 이들 우수한 학자 및 연구자를 식별하는 것일까? 두뇌집단의 구성원을 선정할 때 가장 일반적인 방법은 개인이 창안한(발명한) 제작물이나 시스템을 검토하는 것이다. 이와 같은 접근방법이 실제로 잠재능력이 큰 사람들을 가려내는데 효과적일 것이라는 보장은 없다. 어떤 사람들은 창안적 활동을 전혀 하지 않으면서도 질문 및 탐구를 통해 다른 사람의 활동을 자극하는 촉매역할을 할 수 있다. 이와 같은 식별 방법은 과학이 아니라 부정확한 기예(imprecise art)일 뿐이다.

교육과 창의성

창의성은 교육 및 고차적 사고의 계발과 어떤 관련성이 있는가? 창의성과 고차적 사고와의 관련성은 발명(inventing)과 창조(creating)가 가장 높은 수준의 사고를 요하는 활동이라는 점에 있다. 발명 및 창조 활동은 다른 모든 과정과 함께 우리가 정확하게 알 수 없는 그 이상의 무언가를 필요로 한다. 학교에서는 영재학생을 따로 분리하여 그들을 고차적 사고

활동이 이루어질 수 있는 학급에 배치할 수 있다. 문제는 대부분의 학교가 영재학생을 학업성적에 따라 구분한다는 것이다. 창의적인 학생들은 대개 학교의 커리큘럼에 대한 학습의욕이 강하지 않은 편이다. 더구나, 보통 학급에서는 창의적 아이디어가 오히려 수업의 진행을 방해하는 요인이 될 수 있다.

교육이 학생들의 창의적 능력을 말살시키고 있다고 비난하는 사람들도 있다. 실제로, 우리가 우리의 기준(scheme of things)에 부합하지 않는다는 이유로 학생들의 창의적 아이디어 발상을 억누르고 있다는 몇 가지 증거가 있다. 교사는 창의력이 있는 아이들을 보조하고 지원하지는 못하더라도 적어도 그들에게 관대한 태도를 지닐 수 있어야 한다.

창의성의 요소

토랜스(Torrance)는 자신의 생애를 창의성에 대한 연구에 바쳤다. 그는 창의적인 사람을 식별하기 위한 방법으로 일련의 과업을 제시하였다. 일찍이, 그는 창의성의 중요한 측면으로 발명력(inventiveness)을 측정하는 아이디어를 제안하였다. 그의 과업은 그가 창의적 행위의 구성요소라고 여겼던 특성들, 즉 독창성(originality)•융통성(flexibility)•유창성(flucy)•정교성(elaboration)을 기초로 한 것이었다.

독창성

독창성은 반응이나 제작물의 독특성(unusualness)을 의미한다. 행위나 제작물이 독특한 것인가? 그러한 행위나 제작물이 주위 사정과 나이를 고려했을 때 가능한 일인가? 이와 같은 질문은 저작물의 독창성을 균형 있는 시각으로 바라보게 함으로써 나이가 어린 아이의 입장에서 볼 때 그 제작물이 진기한 것인지 여부를 판단할 수 있게 한다.

융통성

융통성은 방향을 전환하고, 새롭고 때때로 상충되는 견해나 정보를 수용하며, 다각적인 방향을 설정하여 그 중 일부 또는 전부를 추구할 수 있는 역량

을 말한다. 융통성은 정신적 접근(mental approach)일 뿐만이 아니라 개성의 반영(personality reflection)이다. 어떤 이들은 다른 사람들보다 훨씬 더 완고하고 경직된 사고를 한다. 그들은 모호한 정보나 상충되는 아이디어를 다루게 될 때 어려움을 겪는다. 또한, 손해나 위험을 감수해야 하는 상황을 맞이할 수도 있다. 융통성의 부재는 창의적 사고의 잠재력을 약화시킨다.

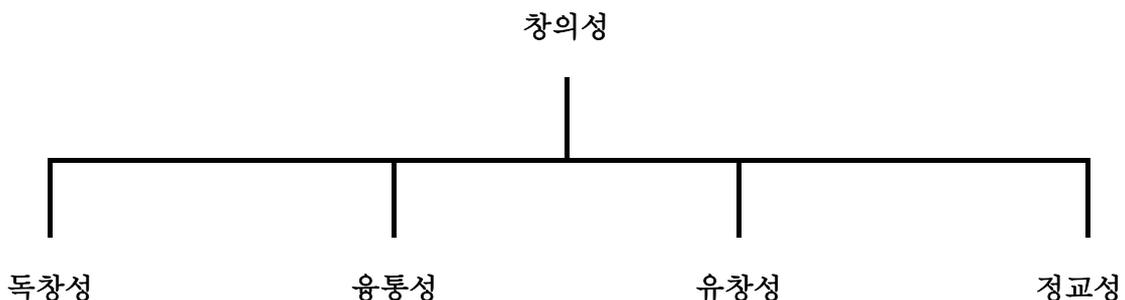
길포드(Guilford)는 개인들에게 수렴적이면서 확산적인 사고에 관여할 것을 제안하였다. 그의 정의에 따르면, 확산적 사고는 독창성과 융통성이 결합된 형태를 취한다. 융통성 있게 사고하는 법을 가르칠 수는 없지만, 사고능력의 계발을 위해서는 학생들에게 융통성을 갖도록 부추길 필요가 있다.

유창성

유창성은 아이디어나 생각의 다중성(multiplicity)을 가리키는 개념이다. 우리는 주위에서 아이디어나 해결책, 주제 등을 끊임없이 만들어내는 사람들을 찾아볼 수 있다. 썬스톤(Thurstone 1938)이 일곱 가지 정신능력을 전제로 하는 지능이론(intelligence theory)을 전개하고 있을 당시, 그는 유창성이 그러한 능력들 중 하나라고 명시하였다. 그는 기본적 정신능력(Primary Mental Abilities)을 검증하기 위한 일환으로 하나의 구획을 설정하고 학생들에게 S로 시작하는 단어를 ‘생각해낼 수 있는 한도 내에서 모두’ 적어보라고 요구하였다. 우리가 학생들을 브레인스토밍 과정에 참여시킬 때 몇몇 학생들은 다른 학생들에 비해 보다 많은 아이디어를 제시한다는 것을 알게 된다. 이러한 유창성은 그것을 계발하고 향상시키는 것은 가능하지만 창조되는 것은 아니다. 학생들은 그들이 알고 있는 정보가 많고 분위기가 비위협적이며 고무적일 때 보다 많은 해결책을 내놓는다.

정교성

토랜스(Torrance 1966)가 제시한 네 번째 요소는 정



교성(elaboration)이다. 정교성은 주제나 아이디어를 취해 그것을 확대·연장·순환·개편·계발할 수 있는 개인의 역량을 말한다. 창조와 발명의 과정에 관여하고 있을 때, 우리는 이러한 모든 속성이 무언가 새롭고 색다른 것으로 전도될 것이라는 것을 짐작할 수 있다.

디자인으로서 창의성

퍼킨스는 창의성을 디자인으로서의 지식(knowledge as design)이라는 입장에서 바라보았다. 그는 창의성 사고를 ‘일정한 패턴을 가진 사고로 창의적 결과를 유발하는 활동’이라고 주장하였다. 그가 제시한 창의적 사고의 일반적 원리는 다음과 같다.

1. 실용적이면서 미적인 기준을 수반한다.
2. 결과뿐만 아니라 목적에 관심을 둔다.
3. 유창성보다 기동성에 의존한다.
4. 능력(competence)의 중심보다 능력의 가장자리에서 이루어지는 활동에 의존한다.
5. 객관적이면서도 주관적인 것에 의존한다.
6. 외재적 동기보다 내재적 동기에 의존한다.

퍼킨스의 관점에서 볼 때 학교에서 이루어지는 교육은 이와 같은 창의적 발달 측면을 충족시키지 못한다. 퍼킨스는 또한 창의성에 대한 그러한 개념화가 다른 어떤 정의보다 광범위하다고 지적하면서, 우리가 지식을 창의적 노력의 산물로 보고 아래와 같은 네 가지 디자인 질문(design questions)을 제기했다면, 우리는 창의성을 그와 같이 보다 넓은 의미에서 떠올리게 될 것이라고 언급하였다.

1. 목적이 무엇인가?
2. 구조는 어떠한가?
3. 모범적인 사례는 어떤 것들이 있는가?
4. 디자인에 대한 찬성론 또는 반대론은 무엇인가?

어떤 사람이 창의적인가?

우리는 모두 창의적인 사람들인가, 아니면 그것은 소수에게만 국한된 것인가? 가드너(Gardner)는 자신의 다중지능이론에서 개인은 분야에 따라 창의적일 수도 그렇지 않을 수도 있다고 지적하였다. 스피어만(Spearman)의 지능이론에서도 일반요인(g) 이외에 특정 역량이 발현될 수 있는 다수의 특수요인(s)을 제시하고 있다. 일본인들에게는 ‘아이는 누구나 창의성과 재능을 가지고 태어난다’는 믿음이 있다고 한

다. 그들은 타고난 능력을 발견해서 육성하는 것이 부모의 책임이라고 여긴다. 우리 주위의 어떤 사람들은 다른 사람들보다 창의적인 것처럼 보인다. 여러분이 학생들에게 급우들 중 누가 가장 영뚱한 해결책이나 아이디어를 가지고 있는지 물어본다면, 여러분은 누가 가장 창의적인 학생인지 식별할 수 있을 것이다. 학생들 모두가 창의적이고 창안적일 수는 없다. 이는 학생들 간에 창의성과 재능 면에서 상대적인 차이가 있음을 의미한다.

창의적 행위는 문제해결 과정에서 요구될 수 있기 때문에, 헨터가 말한 “버드워킹”(birdwalking: 당면한 주제에서 이탈하여 관련이 있거나 지엽적인 주제로 빠지는 것)의 상태가 초래된다 하더라도 교사는 아동의 창의성을 육성하기 위해 노력해야 한다. 때때로, “버드워킹”과 교육의 계기(teachable moment)는 서로 구분하기 어려울 수 있다.

창의성의 자극

창의적으로 행동하거나 사고하는 방식을 가르칠 수 있는가? 대답은 대부분 “아니오”일 것이다. 창의성을 가르친다는 것은 다소 독특한 방식으로 조직된 기술의 집합체인 전략을 수행하는 것이다. 사용된 기술과 그 기술이 사용된 방식이 상황에 따라 변하기 때문에, 틀에 박힌 방식으로는 전략을 가르칠 수 없다.

창의적 방식을 가르칠 수 없다 하더라도, 학생들에게 발명이나 창의적인 일을 시도할 기회를 설정할 수는 있다. 여기 몇 가지 실례가 있다.

- 학생들에게 새로운 국가를 창설해서 그에 관해 기술하도록 요구한다.
- 특정 기후에서 존재할 수 있는 동물로 그들이 이전에 공부했던 동물들과 유사한 특성을 가진 새로운 동물을 발명해보도록 한다.
- 몇몇 사건이나 상황을 그림으로 묘사해보도록 한다.
- 노래가사나 시, 기사, 스토리, 기타 장르의 글을 써보라고 요구한다.
- 학급 토론 중에 다음과 같은 형태의 질문을 한다. “만약 -----하면 어떻게 될까요?” 혹은 “만약 -----했다면, 그 결과는 어떻게 됐을까요?” 혹은 “여러분이 지금으로부터 100년 전 오늘 일어난 사건들을 돌이켜보고 있다면, 그 사건들 어떻게 설명하시겠습니까?”

- 귀납적 과정에 대한 교육을 하지 않은 상태에서 문제를 귀납적으로 풀어보도록 한다. (이 경우, 실패의 가능성이 매우 커질 것이기 때문에 신중하게 접근해야 한다. 제시된 문제를 단순한 과제로 받아들이는 학생들도 있겠지만, 그렇지 않은 학생들은 시도 자체에 두려움을 가질 수 있다.)

일부 교사들은 경계 브레이커를 이용하여 학생들이 틀에 박힌 사고에서 벗어나 사고의 범위를 확대할 수 있도록 자극한다. 경계 브레이커(boundary breakers)는 보통 짧은 기간 동안 이루어지는 활동으로 학생들이 사물 또는 과정의 일반적인 용도나 기능에 국한하지 않고 확대된 사고를 하도록 조장한다. 학생들에게 펜치나 압정, 벽돌을 원래 의도된 기능과 다른 방식으로 사용하게 하는 활동, 퍼즐과 같은 두뇌활용 게임(brain teasers)이 경계 브레이커의 예가 될 수 있다.

스와츠와 퍼킨스(Swartz and Perkins)는 창의적 사고로서 “브레이킹 세트(breaking set)”에 대해 기술하였다. 대부분의 학생들은 그것들이 단순히 “스폰지” 활동으로* 사용된다 할지라도 이와 같이 하는 활동을 즐긴다. 영재학생들로 구성된 학급에서는 창의적이고 창안적인 과제가 주어질 가능성이 크고, 따라서 학생들은 그러한 과제를 다룰 기회를 보다 많이 갖게 된다. 중요한 것은 그와 같은 기회가 모든 학생에게 제공되어야 한다는 점이다.

과학적인 과정기술을 강조하면서 보다 계획적인 활동을 통해 창안적 활동을 조장할 수 있다. 교육과정에 있어 과학적 과정기술(science process skills)은 우리가 지금까지 언급해왔던 사고활동과 흡사한 것 같다. 과학적 과정기술이란 관찰, 예측, 분류, 추론, 평가하는 활동을 말한다. 아울러 여기에는 조작하고, 의사를 전달하며, 반응하는 과정이 포함된다. 이러한 과정기술과 고차적 사고의 다양한 분류법은 서로 거의 일치한다.

의미론은 고차적 사고 프로그램의 장애물로 작용해왔다. 우리가 통상적으로 이해하고있는 용어라도, 그것들이 사용될 때 상황에 따라 다양한 해석과 용례를 낳는다. 많은 이론가들이 자신들의 이론을 소

개하는 과정에서 그러하듯이, 보다 난해한 용어를 사용한다면(즉, 새로운 용어를 의도적으로 만들어 사용한다면) 다른 측면에서 상당한 문제를 야기할 수 있다. 창조나 발명과 같은 기술 또는 전략을 선정할 때는, 정의와 예시를 통해 용어의 의미를 명확하게 해야 한다. 이렇게 한다면 “절차화”(procedualization)와 같은 용어를 만들 필요가 없을 것이다.

만약 여러분이 창안적인 학생들을 식별하려는 시도를 철회하고 각자가 창안적이거나 창의적일 수 있다고 가정한다면, 여러분은 학급 내에서 창의적 활동을 지속적으로 진행할 수 있을 것이다.

모호한 표현과 느슨한 구조를 용인한다면, 교실 내에서 보다 창의적이고 창안적인 활동이 이루어질 수 있을 것이다. 하루 일과를 시시각각 수업계획에 편성하고 상세하게 제시할 필요가 있다 하더라도, 여러분은 여전히 모호성에 대처할 수 있다. 사실, 여러분이 가고자 하는 목적지와 그 목적지에 이르는 몇 가지 방법을 아는 것이 학생들에게 “messy stuff”(창의적 산물을 가져올 수 있는 혼란스러운 행동이나 말)에 관여할 기회를 허용하기 위해 여러분이 필요로 하는 것일 수 있다. 정신없이 시끄럽고 어지러운 상황을 허용한다는 것이 쉽지 않을 수 있다. 하지만, 수업시간이 비생산적으로 진행되고 있다고 판단한다면, 여러분은 언제라도 여러분이 세웠던 애초의 계획으로 되돌아 갈 수 있다. 활동이 학생들이 과제를 이해할 수 있을 만큼 구조화되어 있다면, 여러분이 깜짝 놀랄만한 결과가 있을 수 있다.

자주는 아니지만, 일부 교사들은 학생들에게 학교에서 일어났거나 일어나고 있는 사건을 극화해서 표현해보도록 한다. 여러분들도 담당 과목분야와 관련이 있는 형식으로 이와 같은 극적 표현이나 기타 계획적 창작물을 학생들을 대상으로 시도해본 경험이 있을 것이다. 문학, 사회, 미술, 음악, 연극, 생물, 물리 등 모든 분야에서 창의성 계발을 위한 기회를 만들 수 있다. 과학 박람회도 바로 이러한 아이디어에서 비롯된 것이다. 수학의 경우에도 창의성 계발의 수단으로 이용될 수 있다. (여러분은 학생들이 수학 문제를 해결하는데 있어 너무나 창의적이라고 생각할지 모른다.) 학생들에게 피타고라스의 정리와 같은 법칙을 다른 급수들에게 설명해보라고 요구할 수 있다. 이와 같은 방식은 브루너의 인지발달 연구에서 매우 성공적으로 활용된 바 있다. 수학적 개념을 전개하는 과정에서 조작교구(manipulatives)를* 활용한다

*스폰지 활동은 극히 짧은 시간(보통 10분 이내)에 이루어지는 학습활동으로 시간이 부족한 상황에서 활용된다. 이전의 학습내용을 검토하거나 부연할 필요가 있을 때, 또는 다음에 진행될 수업의 준비과정으로 실시된다. 일반적으로 기술 및 내용에 대한 교육과 관계가 있고 재미있거나 새로운 것을 다룬다.

*구체적인 물체(학습교구)로 조작하며 진행되는 활동학습방법을

면, 학생들이 공간 및 숫자 개념을 설명하기 위한 전략을 개발하는데 도움이 될 수 있다.

결론적으로, 창의성은 용인하고 육성할 필요가 있는 무정형의 식별할 수 없는 행위이다. 창의적 제작물은 전략적 사고의 산물이기 때문에, 그와 같은 창의적 결과를 얻기 위해서는 일정한 부화기간과 자극이 요구될 수 있다. 여러분은 어떠한 인지적 활동을 설계하는 것과 같이 여러분의 수업을 디자인하고 싶을 것이다. 교실 내의 체계 및 질서 유지를 위한 필요성 때문에 창의적이고 창안적인 성과를 맺기 위한 활동 계획이 제한된다면, 수업시간 이외에 개별적 또는 그룹단위로 할 수 있는 활동을 학생들에게 제시하도록 해라. 여러분은 이와 같은 노력을 통해 독창성, 융통성, 유창성, 정교성의 발달을 촉진시킬 수 있다.

우리가 어떤 것이 창의적인지 아닌지를 판단하고자 하는 경우, 학생들의 발달 수준과 배경지식 및 경험을 고려하여(우리가 가지고 있는 창의성에 대한 기준에 의거하지 않고) 판단해야 한다는 것을 염두에 둘 필요가 있다.

영어권에서는 'Hands-on'이라고 하며, 이는 '손으로 직접 만진다'는 뜻을 내포한다. 비슷한 용어로 'manipulative'가 있는데 이는 '수학의 추상적 개념 이해를 위해 개발된 손으로 움직이는 교구 전체'를 의미한다. 현대의 재미있는 학생중심 수학교육을 선도하는 미국의 수학기관, 단체와 교재 회사들은 hands-on과 manipulatives를 활용한 활동학습의 중요성을 이미 인식하고 다양한 종류의 교육 기자재들을 개발하고 있으며, 이를 적극적으로 교육현장에 이용하고 있다.