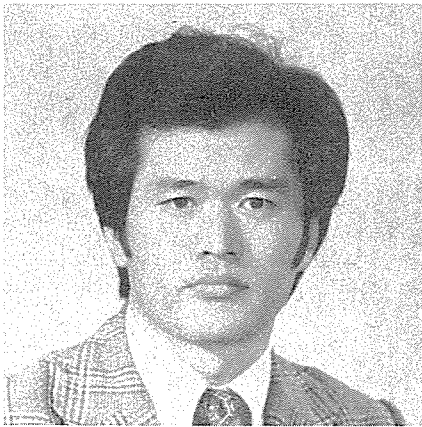


多人數學級에서의 科學教育

鄭 玩 鎬

〈文敎部 敎育研究官〉



에서도 어떻게 하면 가장 효과적인 科學敎育을 할 수 있는가 하는 문제에 대해서는 고민이 앞서지 않을 수 없다. 더구나 일정한 공간 속에 많은 학생을 수용해야 하는 우리의 환경으로는 참 어려운 일이 아닐 수 없다.

여건이야 어떻든 무엇을 가르칠 것이냐 하는 敎育내용은 변할 수가 없는 것이다. 다만 어떻게 가르칠 것이냐 하는 문제에는 효과적인 방법을 강구해 볼 수 있는 것이다. 이런 의미에서 첫째로 科學의 양면성이라고 할 수 있는 과정과 개념 중 과정으로서의 科學적 탐구방법과 科學과의 목표는 무엇인가를 알아 보아야 할 것이다. 왜냐하면 敎과에서 의도하는 목표가 무엇인지가 분명하여야 가르칠 내용과 방법이 결정되기 때문이다. 그 다음 다인수 학급에서 효과적인 학습의 예로 어떤 것이 있는가 알아 보기로 한다.

◇ 머리에

科學이라는 학문의 성격 때문에 우리는 관찰하고 분류하며 실험하고 예상하는 과정을 거쳐서 개념을 얻는 것은 당연하다고 하겠다.

科學 문화의 유산은 일취월장 발전하여 가기 때문에 어떻게 그 학문의 주된 골격을 敎실 현장에 투입하느냐 하는 고민을 우리는 항상 안고 있게 마련이다.

아주 좋은 시설, 좋은 실험 기구, 알맞은 학생 수, 훌륭한 선생님, 이 모든 여건이 구비되더라도 때로는 어렵다고 생각하는 科學敎育을 현장에서 충실히 수행하기는 어려운 점이 많은데 잘 설비되어 있지 않은 시설, 부족한 실험 기구, 질 나쁜 기구, 많은 학생수 이러한 여건 하

◇ 科學과의 목표

중학교와 고등학교의 科學과의 목표는 4항까지 같으며 고등학교에 1개 항이 더 첨가되어 있다.

科學과의 목표는 올바른 자연관을 가진 사람을 키우도록 총괄 목표를 먼저 진술한 다음 科學의 기본개념 이해, 탐구능력의 신장, 科學 개념의 계속적인 발전, 科學적 생활태도 함양, 科學의 가치인식 등 5개항으로 나누어 진술하였다. 즉,

- ① 科學의 기본개념을 체계적으로 이해하게

한다. ② 자연현상을 과학적으로 탐구하는 능력을 신장시킨다. ③ 과학의 여러 개념들은 계속 발전하고 있음을 깨닫게 한다. ④ 과학에서 학습한 지식과 방법을 문제 해결에 활용하려는 태도를 가지게 한다. ⑤ 과학의 발달이 인류사회에 미치는 영향이 큼을 깨닫게 한다.

목표 ① 항은 과학의 지식을 이해시켜 올바른 자연관을 가지게 하는 것, 즉 과학의 기본개념을 구조적으로 이해시켜 자연 현상을 올바르게 파악하는 것이다.

목표 ② 항은 과학의 양면성에서 탐구과정을 중시한 것이다. 국민학교와 중학교에서 학습한 탐구과정의 기본요소들을 바탕으로 이 요소들을 의미있게 연결시켜 계속적인 탐구능력을 심화발전시키도록 한다. 이 과정은 과학자가 걸었던 과정을 학생 스스로가 참여함으로써 탐구의 본성을 알고 희열을 맛 볼 수 있는 것이다.

목표 ③ 항은 과학의 여러 개념들은 과학자의 부단한 노력의 결과로 계속 수정 보완되어 바뀌게 되므로 고정된 것이 아니고 가변적이라는 것을 알도록 한다. 즉, 사람의 염색체가 XO 형으로 남자 47개, 여자 48개로 알았던 것이 남녀 모두 XY형의 46개임이 밝혀 졌다. 또 유전물질이 단백질인 것으로 알았으나 DNA임이 밝혀졌고, 단백질 합성의 과정도 많은 수정을 거치면서 개념이 확정되었다.

목표 ④ 항은 미래사회에 대처하기 위하여 자연 현상과 일상생활에서 일어나는 다양한 문제를 과학적으로 해결하려는 태도를 가지게 한다.

다양하고 복잡한 미래 사회에서는 인류사회 전반에 걸쳐 과학적 사고력이 문제해결에 중요한 것이다.

목표 ⑤ 항은 인류 문명의 발달은 과학지식의 산물인 것이다. 과학에서 얻어지는 산물인 지식은 인류에게 가치롭게 활용할 수 있을 때 인류는 복지사회를 향유할 수 있는 것이다. 인류는 과학의 지식을 바르고 정당하게 이용할 줄 아는 가치를 가져야 한다.

코난트는 『과학은 관찰과 실험으로 이루어진 일련의 개념과 개념체계이며 계속하여 행할 관찰과 실험을 유도하는 것이다』라고 하였다. 즉, 산물로서의 과학이라는 의미로 축적되고 체계화된 지식이라 하였으며, 과정으로서의 과학이라는 의미로 과학적 탐구방법과 태도를 중시하였다. 다른 측면으로 볼 때 과학은 인간의 사고체계로 자연현상의 질서를 찾아내는 것이라 할 수 있다.

과학은 학문의 성격으로 보아 과정과 결과로 나누어 볼 수 있다. 다시 말하면 개념을 얻기까지의 과정은 오랜 시간이 걸리며 과학자의 피나는 노력이 깃들여 있다. 그 결과 얻어진 지식들이 개념이다. 이렇게 개념이 얻어지기 까지의 탐구과정을 한번 살펴보자.

첫째, 문제를 발견한다 : 아무 곳이나 목적없이 찾아 보아도 새로운 개념이나 법칙은 발견되지 않는다. 반드시 미지의 세계에 대한 호기심과 의문이 있을 때에만 가능한 것이다.

둘째, 자료를 수집한다 : 문제가 발견되었으면 그 문제를 해결하기 위하여 각종 문헌으로 부터 또는 관찰과 실험을 통하여 자료를 수집하여야 한다.

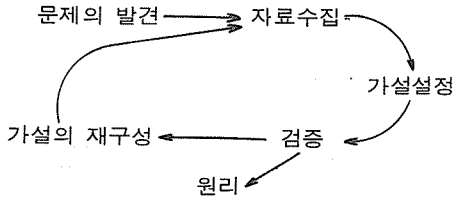
셋째, 가설의 설정 : 문제를 발견하여 자료를 수집하였으면 가설을 설정하여야 한다. 가설(Hypothesis)은 많은 가정(Assumption) 으로부터 이루어 지는데, 이것은 문제를 설명할 수 있어야 하고 또 새로운 정보를 예언할 수 있어야 가설로서의 기능을 갖는다. 이 가설은 『실험을 통해서 검증이 되고 오랫동안 여러가지 사실을 설명할 수 있을 때에 하나의 원리(theory)로 굳혀 질 수 있다』라고 Joseph J. Schwab는 말한다.

넷째, 가설의 검증 : 가설은 실험을 통해서 검증되어야 하는데 그것이 타당하면 일반화되어야 하고 부적당하다면 새로운 가설을 설정하여야 한다.

이것이 open ended intellectual activity이다. 『만약 ...라면 ...일 것이다』와 같은 조건 명제가 있다면 그것은 다른 명제 보다도 쉽게 검증될 수 있을 것이다. 그런데 만약 검증의 결과 이

◇ 과학적 탐구 방법

가설이 잘못 설정되었다면 다시 새로운 가설을 설정하여 검증과정을 거치는 확인을 하여야 할 것이다.



이와같이 하나의 개념이 얻어지기 까지는 하나의 순환과정이 있는 것이다. 이 중 개념을 얻기까지의 전 과정은 중요한 탐구의 단계를 거친 것이다. 한단계 한단계 과정을 거치면서 무리하지 않고 상위개념을 터득하여 목표에 도달하게 된다.

◇ 효과적인 학습의 예

학습이라는 것은 개념을 정리하여 지식을 전해 주는 경우도 있고 실험을 통하여 과정을 체득하는 경우도 있다. 또 방법적인 면에서 개별 학습도 있고, 분단학습도 있으며, 학급학습도 있을 수 있다. 여기에서는 그러한 형태 보다는 가장 효과적으로 실험실습을 해 나갈 수 있는 내용의 예를 들어서 살펴보는 것이 좋을 것 같다. 일반적으로 시설이 부족하다고, 또는 실험 기구가 없다고, 또는 학생 수가 많아서 실험이 어렵다고 하는 경우도 많다. 그러나 그것은 노력으로 극복되리라 본다.

과학교과 내용에는 잘 조직하고 잘 선택하면 많은 학생을 대상으로 하더라도 효과적으로 운영될 수 있는 내용이 충분하다고 본다.

다음과 같은 몇가지 예는 전 학생들이 간단한 실험기구만으로도 재미있게 과학학습을 할 수 있는 내용을 알아 본 것이다.

(예 1) 벚꽃 관찰

- 재료 : 벚꽃
- 절차 : 벚꽃을 따다 관찰한다.
- 활동 : ① 꽃의 전체 모양을 그린다. ② 꽃을 몇 부분으로 나눌 수 있는지 관찰해 보고

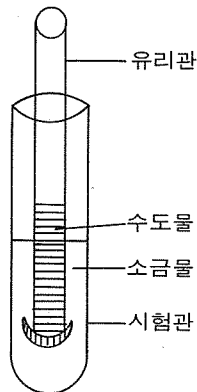
그 명칭을 알아본다. ③ 꽃잎, 꽃받침, 수술, 암술의 수를 세어 보고 각 부분의 모양, 크기, 색깔을 정확히 기록한다.

(예 2) 감씨 관찰

- 재료 : 감씨, 면도칼
- 절차 : 감씨를 칼로 반쪽을 낸다. 모서리가 있는 곳을 세로로 나란히 잘라야 두 쪽이 난다. 이것은 두장의 떡잎에 해당한다. 칼로 잘라도 좋고 이(齒)로 양쪽 모서리를 지긋이 깨물면 밤이 쪼개지듯 세로로 두 쪽이 생긴다.
- 활동 : ① 그 안의 모양을 그려보고 명칭을 알아 본다. ② 모양과 색에 대해서도 알아 본다. ③ 두 쪽의 모양이 다 같은가?

(예 3) 반투막 실험

- 재료 : 달걀, 가는 유리관, 고무밴드, 소금물, 시험관
- 절차 : 달걀을 삶은 다음 겹껍질을 책상위에 살살 두들겨 잘게 깨어지게 한다. 부서진 달걀 겹껍질을 살살 들어 내면 속껍질이 붙어 나오거나 떼어진다. 이것을 사방 2cm 정도 되게 네모 또는 둥글게 만들어 유리관의 한 쪽 끝에 막고

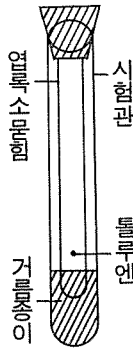


고무 밴드를 밀착시킨다. 즉, 유리관에 물을 부어 넣더라도 새지않게 만든다. 이 유리관에 소금물을 붓는다. 시험관에 수도물이나 증류수를 약간 붓고 그 속에 유리관을 넣어 물의 이동을 관찰한다.

- 활동 : ① 시간이 지남에 따라 물이 어느 쪽으로 이동하는가? ② 물이 어느 정도 까지 올라가는가? ③ 짙은 소금물과 얇은 소금물로 실험하였을 때 어느쪽이 많이 올라가는가?

(예 4) 페이퍼 크로마토그래피에 의한 분리

- 재료 : 시금치 잎, 거름종이로 가로 1cm 세로 15cm 정도 되게 자른 거름종이, 메틸알코올, 아세톤, 톨루엔, 유발, 시험관스탠드.
- 절차 : 시금치 잎을 썰어 유발에 넣어 간 다음 메틸알코올과 아세톤의 3 : 1 혼합액을 약 10ml 가하여 짓는다.



거름종이의 밑에서 약 2cm 되는 곳에 연필로 살짝 표시한 다음 성냥개비로 잎의 추출액을 조금씩 찍어 바른다. 이것을 여러 번 되풀이 한다. 시험관에 톨루엔액을 넣고 거름종이의 끝이 약간 잠기도록 하고 코르크 마개에 거름종이를 매단다. 톨루엔이 증기를 따라 올라갈 때 색소가 분리되는 모습을 관찰한다.

- 활동 : ① 분리되는 색소의 색깔을 알아보자. ② 왜 그와 같은 분리현상이 나타나는가? ③ 색소가 분리된 거름종이를 말려서 Rf 값을 구하여 보자. ④ 이 거름종이를 실험 노트에 붙여두자.

(예 5) 식물표본 관찰

다음의 식물 표본을 관찰하고 그 식물의 일반적인 특징을 설명하여 보자.

(1) 개나리

잎은 마주 나고 타원형이며 가장자리에 보통 톱니가 있고 길이는 5~10cm이며 윗면은 짙은 녹색이고 뒷면은 황녹색이며 양면에 털이 없다.

꽃은 앞 거드랑이에 1~3개가 붙으며 꽃자루는 짧다. 꽃받침은 4갈래이며 녹색이다. 꽃부리는 길이 2cm 정도이고 끝은 깊게 4갈래로 갈라지며 갈래는 타원형이다. 수술은 2개가 꽃부리통에 붙어 있다. 암술은 1개이고 암술대가 수술보다 위로 솟는 것은 암꽃이며 암술대가 짧아 수술 밑에 숨는 것은 수꽃이다.

(2) 꽃다지

키는 20cm 정도이며 식물 전체에 별모양의 털이 밀생하고 뿌리잎은 뭉쳐나고 방석처럼 땅에 깔린다. 잎의 모양은 주걱과 비슷하고 가장자

리에 톱니가 조금 있으며 아랫 부분은 좁아져서 앞자루 처럼 된다. 줄기 잎은 어긋나며 좁은 알 모양 또는 좁고 긴 타원형으로 가장자리에 톱니가 있다. 꽃은 처음에는 황색으로 다닥 다닥 피지만 차츰 드물게 된다. 꽃받침은 4개이며 타원형이고 꽃잎은 넓은 주걱 모양으로 꽃받침 보다 길다. 수술은 6개가 4쌍 수술을 이루고 암술은 1개이며 편평한 긴타원형이다.

(3) 떡갈나무

어떤 가지에는 황갈색 별모양의 털이 많이 나지만 늙으면 떨어진다. 잎은 넓은 타원형이며 길이 10~30cm이고 폭이 6~18cm이며 앞자루는 아주 짧다.

잎몸 밑동에 킷볼이 늘어난다. 잎의 가장 자리에 물결모양의 굴곡이 있고 끝은 둔한 이모양의 톱니가 있으며 뒷면에는 특히 길고 연한 별 모양의 털이 있다. 꽃은 암수 한 그루에 붙으며 수꽃 이삭은 축 늘어지고 암꽃 이삭은 곧게 서며 몇 개의 암꽃이 붙는다. 수꽃은 4~20개의 수술과 5~11개의 꽃 덮개 조각이 있고 꽃밥에 털이 있다.

식물의 표본을 학생각자 마다 1개씩 받아서 관찰하면 다인수의 학습이더라도 학습의 효과는 크리라 본다.

◇ 끝머리에

이상에서와 같이 신경만 쓰면 얼마든지 효과적인 과학 수업을 할 수 있다.

학생이 많더라도 가르치는 내용은 변함이 없다. 다만 어떻게 가르칠 것이냐 하는 방법의 개선이 필요한 것이다.

많은 학생을 대상으로 하더라도 적은 학생을 상대 하였을 때와 같은 효과를 올릴 수 있는 방법을 찾으면 되는 것이다. 위에서와 같은 실험 내용은 사람의 수와 관계없이 같은 효과를 올릴 수 있을 것이다. 다만 평가를 수반했을 때에는 계획이 치밀하게 세워져야 할 것이다. 과정을 체크하는 것이 어렵겠지만 결과 체크는 별 차이가 없으리라 본다.

여하튼 과정이 중시되는 과학 교육에 있어서