

통합 과학 과정의

접근 방법에 관한 비교 연구

—개념 중심 방법과 과정 중심 접근 방법을 중심으로—

권 재 술 · 박 범 익

<한국 교육 개발원 과학 교육 연구실>

목

- I. 서 론
- II. 통합 과학
- III. 통합 과학 교육 과정의 이론적 근거
 - A. 자연 현상과 자연 과학의 본질
 - B. 탐구하는 사고 과정(思考 過程)

차

- IV. 통합 과학의 접근 방법
 - A. 개념 중심 접근 방법
 - B. 과정 중심 접근 방법
- V. 개념 중심 접근 방법과 과정 중심 접근 방법의 비교
- VI. 결론 및 논의

I. 서 론

20세기에 들어와서 과학의 급격한 발달과 과학 지식의 팽창은 일반 사회는 물론 학교 교육에도 커다란 충격과 변화를 가져 왔다.

특히 이 변화는 과학 교육에서 더욱 심각한 문제점을 가져오게 되었다.

과학의 교육 과정 개발에서 야기된 문제점은 대체로 다음 몇 가지로 나누어 볼 수 있다.

첫째, 과학 지식의 팽창으로 인하여 학교 교육에서 다루어야 할 과학 내용의 우선 순위를 어떻게 결정할 것인가?

둘째, 급변하는 사회에 적응하기 위해서는 학생들에게 어떤 능력을 길러 주는 것이 보다 효과적인가?

첫번째 문제는 과학 지식이 팽창함으로써 인해서 학교 교육이라는 제한된 여건(시간, 자료 등)에서 방대한 과학 지식을 모두 가르친다는 것은 불가능하기 때문에 자연히 나타난 것으로서, 보

다 “중요한” 것을 우선적으로 가르치고, 보다 중요하지 않은 것은 학교 교육에서 제외를 하는 것이 바람직하였는데 문제는 “보다 중요한” 것은 무엇이며, 보다 중요한 것과 중요하지 않은 것을 구분하는 준거는 무엇인가 하는 것이다.

두번째 문제는 과학 지식이 급격히 팽창하고 사회가 급변함으로써 학생들이 학교에서 교육 받을 당시의 사회와 학생들이 학교를 졸업한 후 생활해야 할 사회 환경 사이에는 많은 차이가 있기 때문에 제기된 문제이다. 학생들에게 제시 해 주는 과학 지식은 학생들이 사회인이 되었을 때는 이미 낡은 지식 내지는 필요없는 지식이 될 가능성이 많기 때문이다.

위에 제기한 두 문제는 물론 각각 별개의 것이 아니라 상호 연관이 깊은 문제인 것이다. 이러한 당면 문제를 해결하기 위해서 과거 20여년에 걸쳐 많은 노력이 투입되었는데 특히 1956년에 물리 과학 교육 연구 위원회(PSSC)가 발족되어 과정을 개발하는 것을 필두로 CHEM Study, CBA, BSCS, SMSG, ESCP 등이 개발되고, 국민 학교 과정에서 SAPA, ESS, SCIS, COPES 등의 개발이 활발히 전개되었다.

이러한 일련의 교육 과정 특징을 분석하여 보면 다음 몇 가지로 나눌 수 있다.

- 1) 학생 활동을 통한 탐구 과정의 습득에 중점을 두었다.
- 2) 탐구 과정 또는 기본 개념에 의한 각 교과(물리, 화학, 생물, 지학)간의 통합을 시도하였다.
- 3) 학생의 지적 발달 수준과 내용의 연관을 강조하였다.

학생 활동을 통한 탐구 과정의 습득에 중점을 두는 까닭은 결국 처음에 제기한 바와 같이 과학 지식이 급격히 팽창하는 현실에서 학생들에게 정말로 필요한 것이 지식의 주입이나 암기가 아니라 문제를 해결하는 능력을 키워주는 것이 효과적이라는 생각에서 나타난 것이다. 각 교과간의 통합은 종래의 교과 중심 교육 과정에서 탈피하고, 경험 중심, 학생 활동 중심의 교육 과정이 효과적이라는 생각에서 나온 것이다. 여기에 관해서는 후에 좀더 자세히 논의하고자 한다.

학생의 지적 발달 수준을 교육 과정 개혁에 크게 반영하게 되었는데(특히 SCIS 과정) 이는 교육 과정이 아무리 학생 중심적이고, 각 교과를 요령있게 통합했다고 하더라도 학생들이 이해할 수 없다면 소용이 없기 때문이다. 특히 SCIS 과정에서는 어떤 프로그램의 성공 여부는 학생들에게 제시하는 개념 뿐만 아니라 학생들이 개념을 얻는 지적인 과정을 교사가 얼마나 잘 이해하는가에 달려 있음을 강조하고 있다.¹⁾

이상 과학 교육 과정 개혁 운동의 배경과 그 특징을 간단히 고찰해 보았다. 이러한 과학 교육 과정 개혁 운동에서 강조되고 있는 통합 과학 과정에 관해서 본 연구에서 하고자 하는 바는 다음과 같이 요약할 수 있다.

첫째, 과학의 통합 과정이 나타나게 된 이론적인 근거를 고찰한다.

둘째, 과학의 통합 과정 개발의 몇 가지 접근 방법을 비교 분석한다.

셋째, 개념 중심 접근 방법과 과정 중심 접근 방법을 통합할 수 있는 논리적 근거를 제시한다.

결국 본 연구는 통합 과정(統合課程)에 관한

새로운 이론을 제기하는 것 보다는, 현재의 여러 통합 과정에 나타나 있는 기본 가정(假定), 접근 방법 등을 분석함으로써 앞으로 통합 과학의 개념에 입각한 교육 과정 개혁이나 개선에 활용할 수 있는 자료를 제시해 주는 기초 연구라고 할 수 있다.

II. 통합 과학

통합 과학(統合科學)을 간단하게 정의하기란 쉬운 일이 아니다. 어떤 경우에는 통합 과학을 일반 과학(一般科學)과 같은 의미로 사용하거나 물리, 화학, 생물, 지학 등의 내용을 수정 없이 같은 책으로 묶어서 통합 과정으로 보는 경우도 있으나 그것은 형식적인 혼합일 뿐이지 진정한 의미에서의 통합이라고는 볼 수 없다. 통합 과학 과정은 자연과 과학의 본성에 입각해서 근본적으로 재조직되어야 한다.

UNESCO 보고서²⁾에 의하면 통합 과학은 “과학의 개념과 원리를 과학적 사고의 통합체로서 나타냄으로써 여러 과학 분야 사이의 불필요한 마찰을 피하려는 접근 방법”이라고 정의하고 있다.

이와 같은 점을 감안해서 본 연구에서 사용하는 통합 과학은 “과학에서 보다 근본적이라고 인정되는 과학의 개념이나 과학에서 중요하다고 인정되는 탐구 능력을 중심으로 과학의 여러 개념, 여러 자연 현상을 체계적으로 조직한 것”이라고 정의한다.

III. 통합 과학 교육 과정의 이론적 근거

통합 과학이 어떤 이론적인 바탕 위에서 성립되는가를 고찰하기 위해서는 자연 현상, 자연 과학에 내재하고 있는 본질과 과학 교육에 관한 과학 철학적인면, 학습 심리적인면을 검토할 필요가 있다.

A. 자연 현상과 자연 과학의 본질

우리가 어떤 특정 자연 현상을 설명하고자 할

1) Willard Jacobson & Allen Konde, SCIS Elementary Science Source Book, Univ. of California, 1968, p.25.

2) UNESCO, New Trends in Integrated Science Teaching, Vol. II, New York, UNIP'78, 1974 p.227

때 동원되는 지식은 설명하고자 하는 자연 현상이 무엇인가에 따라 다르다. 즉, 출체가 낙하하는 현상을 설명하기 위해서는 중력(重力)에 관한 지식을 사용할 것이고, 텔레비전의 영상(映像)이 나타나는 현상을 설명하기 위해서는 전자기적(電磁氣的)인 지식을 활용할 것이다. 원자로나 원자탄의 원리를 이해하기 위해서는 핵력(核力)에 관한 지식을 사용한다.

이것은 “낙하하는 현상”, “텔레비전에 나타나는 영상”, “원자탄이 터지는 현상” 등이 서로 엄격히 독립된 자연 현상이어서 서로 다른 설명체계와 이론이 불가피한 것이기 때문인가? 아니면, 우리 지식 체계의 불완전성에 있는 것인가? UNESCO가 발행한 “The new trends in intergrated science”에서는 “현재의 우리가 가지고 있는 불완전한 지식 체계로 여러 현상을 설명할 때 나타나는 외형적인 불완전성은 표현의 한계성에 있는 것이지 ‘본질’ 자체에 있는 것은 아니다”고 말하고 있다.³⁾

물리학자들이 염원하고 있는 바 그 중의 하나는 통일장 이론(統一場理論)을 얻는 것이다. 이것은 중력, 전자기력, 핵력을 하나의 이론 체계로 묶는 작업인 것이다. 이 작업은 언제 완성될지 모르지만, 과학자들은 그렇게 된다는 믿음을 가지고 있다. 모두 상호 연관된 통일체인지 아닌지 증명된 바는 아니라고 하더라도 최소한 더욱 깊이 연구하면 할수록 여러 현상간의 상호연관성이 발견될 것만은 사실이다.

옛날 사람은 천체의 운동과 지상에 있는 물체의 운동은 각기 다른 운동 법칙의 지배를 받는다고 믿었다. 지상의 물체는 얼핏 보기에 힘을 작용할 때만 움직이고, 천체는 힘을 작용하지 않아도 계속적으로 움직이는 것처럼 보이기 때문에 그렇게 생각한 것이다. 그러나 뉴우튼은 천체의 운동이나 지상에 있는 물체의 운동이 간에 이를 설명하는 데는 하나의 원리가 있을 것으로 믿고 탐구하였기 때문에 천체의 운동과 지상 물체의 운동을 동시에 표현할 수 있는 역학 체계를 만들 수 있었다.⁴⁾

과학자들이 자연 현상을 탐구하고 또 과학의

이론을 발전시켜 나가는 과정은 바로, 하나의 이론으로 A라는 현상을 설명할 뿐 아니라 B, C라는 또 다른 현상도 설명하려고 노력하며, 나아가서 더 많은 현상을 설명할 수 있는 이론을 찾아내려고 노력하는 과정이라고 볼 수 있다.

과학의 교과가 물리, 화학, 생물, 지학 등으로 분리되어 있는 것이 바로 자연 현상 자체가 물리적, 화학적, 생물학적, 천문학적 현상으로 분리되어 있기 때문이 아니라, 과학의 지식 체계가 그것들을 하나의 원리에 의해서 설명하기에는 아직도 미흡하기 때문이다.

최근에 들어와서 “물리화학” “생화학” “생물물리” “분자생물학” 등의 분야가 나타나는 것은 바로 자연 현상을 근본적으로 설명하려는 노력에 의해서 불가피하게 나타난 통합 현상이다. 자연 현상과 과학 자체가 분리된 단위로 존재하는 것이 아니라 서로 상호 관련되고 연관된 것이라면 과학의 교육 과정에도 자연 현상 및 자연 과학에 내재하고 있는 통일성이 반영되어야 할 것이다.

B. 탐구하는 사고 과정

많은 과학자들과 과학 철학자들은 과학을 특정 지식의 총체라기 보다는 하나의 사고 과정(思考過程)이라고 보고 있다.⁵⁾ 또한 자연 현상, 이를테면 씨앗이 싹이 트는 현상 자체로서는 보는 관점에 따라 물리적인 현상일 수도 있고 화학적인 현상일 수도 있다. 씨앗이 싹트는 현상을 자세히 관찰해 보면 씨앗이 수분을 흡수하여 씨앗이 부풀게 되면, 씨앗 껍질이 터지게 된다. 이것은 보통 물리적인 현상에 속한다고 볼 수 있을 것이다. 또한 씨앗이 수분을 흡수하고 적당한 온도가 유지되면 발아 호르몬이 생성되는데, 이것은 어떤 의미에서는 화학적인 현상으로 볼 수도 있다. 이와 같이 싹이 트는 현상 자체는 단순한 한 가지 현상만이 아니고 매우 복잡한 여러 현상의 복합체임을 알 수 있다.

이와 같이 복합적인 현상을 단순히 물리적인 접근, 또는 화학적인 접근만으로 조사한다면 씨앗이 싹트는 현상의 기본 원리를 과학적으로 탐구할 수는 없다. 씨앗의 싹트기는 생물학적인 측

3) UNESCO 전게서 Vol I, New York:UNIPUB, 1971.

4) PSSC 물리, 서울: 탐구당 1965.

5) UNESCO, 전게서, Vol I, p.48.

면에서만 보기가 쉬우나, 우리는 하나의 자연 현상을 물리적인 측면, 화학적인 측면, 지학적인 측면으로도 관찰해 보아야 한다. 씨앗과 온도와의 관계, 씨앗과 수분과의 관계, 씨앗을 싹트게 해주는 발아 호르몬의 생성 등, 하나의 자연 현상을 통합적인 사고 과정으로 탐구해야만 그 현상을 올바르게 이해할 수 있을 것이다.

자연 현상을 탐구하는 사람은 자연 현상 자체를 순수한 마음으로 보아야 할 것이다. 이것은 물리적인 현상, 저것은 생물학적인 현상 등과 같이 단편적인 입장으로 사물을 본다면, 그 사물의 본질을 올바르게 찾아낼 수는 없을 것이다. 특히 잡다한 지식을 많이 갖고 있지 않은 저학년 학생인 경우, 성인들이 보는 것과 같이 자연 현상이 물리, 화학, 생물 등의 현상으로 분리되어 인식되지는 않는다.

자연 현상 자체가 분리되어 있지도 않을 뿐 아니라 그 현상을 탐구하는 사고 과정 또한 분리되어 있지 않다. 물론 엄격하게 말하면 탐구하는 대상에 따라 완전히 똑같은 탐구 방법은 있을 수 없을 것이다. 과학에서 탐구 방법은 탐구하는 과학자들마다 각기 약간씩 다른 방법을 사용할 것이고, 극단적으로 한 개인도 탐구하는 대상에 따라서 약간씩 다른 탐구 방법을 사용한다.⁶⁾ 그러나 탐구하는 양태가 약간씩 다르다고 하더라도 탐구 방법의 개략적인 윤곽은 동일하다고 볼 수 있다. 연구 과제에 따른 연구 방법의 특수성은 분명히 존재하지만, 이 특수성은 어디까지나 일반적인 원리(탐구 방법)에 기반을 둔 것이 아닐 수 없다.

과학의 각 교과 탐구 과정 모형은 대략 다음과 같은 논리적 과정으로 되어 있다.⁷⁾

- 1) 문제의 발견 및 진술
- 2) 가설 선정
- 3) 가설 검증을 위한 자료 수집
- 4) 자료의 해석(가설 검증)

6) L.I. Kulson & A.H. Stone, Teaching children science, 2nd ed. Wadsworth pub.co., California, 1972, p.17~18.

7) 이 탐구 과정은 경우에 따라 약간씩 다른 형태로 진술되기도 한다.

예) P.F. Brandwein, Concepts in Science, Newton edition, HARCOURT Jovanovich, New York, 1975.

· 한국 교육 개발원, 새 교육 체계 운영을 위한 교원 연수교재(일차종합시범용), 1975. pp.109~117.

5) 새로운 현상에 적용

이 탐구 과정은 과학의 각 교과에 공통적으로 적용될 수 있고, 실제로 많은 교과 과정에서 공통적으로 활용되고 있다.⁸⁾ 이와 같이 자연 현상을 탐구하는 과정과 사고 형태가 과학의 각 교과에 공통적인 면이 많다면, 과학의 교육 과정에 이와 같은 사고 체계의 통합성이 반영되어야 할 것이다.

이상에서 통합 과학 교육 과정의 필요성과 그 당위성을 자연 과학의 본성과 그 탐구의 사고 과정을 중심으로 살펴 보았다. 그러면 이러한 통합 과학의 교육 과정 개발에 사용되는 접근 방법에는 어떤 것이 있으며, 이들은 각기 어떠한 특징을 갖고 있는지 살펴 보기로 한다.

IV. 통합 과학의 접근 방법

통합 과학의 접근 방법에는 여러 가지가 있으나⁹⁾ 접근 방법을 크게 두 가지로 나눈다면, “개념 중심 접근(概念中心接近) 방법”과 “과정 중심 접근(過程中心接近) 방법”이라고 할 수 있다. 물론 실제로 교육 과정을 개발하고자 할 때, 본 연구에서 제시하는 바와 같은 순수한 개념 중심 접근이나 순수한 과정 중심 접근이란 있을 수 없을 것이다. 바람직한 교육 과정은 이 두 가지 극단적인 방법의 적절한 통합에 의해서 이루어질 수 있다. 그러나 극단적인 이 두 방법의 본질을 비교 분석하는 일은 두 접근 방법의 통합에 매우 필요한 일이다. 따라서 본 연구에서는 이 두 가지 접근 방법의 특징을 제시하고, 이를 비교함으로써 통합 과학을 위한 교육 과정 개발이나 개혁에서 이 두 접근 방법을 어떻게 상호 융합할 것인가에 대한 이론적인 바탕을 마련하고자 한다.

A. 개념 중심 접근 방법

과학의 교육 과정에서 개념 중심 접근 방법은 학습 심리적인 측면보다는 과학의 학문 내지는 과학 철학적인 측면을 강조하는 입장이다.

“과학은 관찰과 실험의 결과로 형성된 일련의 개념과 개념 체제이다”¹⁰⁾라고 정의하기도 한다.

8) G.W. Ford, The Structure of Knowledge of Curriculum, Rand McNally & Co., Chicago, 1964, p.32.

9) UNESCO, 전제서, Vol. I, p.51~52, p. 73~78.

10) James B. Comant, Science and Common Sense, Yale Univ. Press, 1951, p.25.

이것은 과학의 구조가 개념에 의해서 체제되어 있는 것이고, 과학을 배우는 것은 이 기본 개념을 명확하게 이해하는 과정이라고 생각한다. 과학 교육에서 교육해야 할 중요한 내용은 잡다한 사실이 아니라 의미있는 개념이다. 그러면 과학에서 개념이란 무엇을 의미하는가? 개념이 무엇인가를 한 마디로 정의하기란 어려운 일이며, 어떤 의미에서는 위험한 일이라고 생각되지만 대체로 “자연 현상의 탐구에 의해서 얻어진 일반화된 의미”라고 볼 수 있다.¹¹⁾

Bruner는 그의 저서 “교육의 과정”¹²⁾에서, 학습에서 가장 중요한 목적은 학습이 장차 학습자에게 “쓸모 있어야”한다고 전제하고 쓸모 있게 하는 두 가지 길은 학습자가 배운 일과 아주 비슷한 일에 학습의 결과를 적용하는 ‘특수적 전이’와, 원리와 태도의 전이를 통해서 새로운 상황에 적용하는 ‘일반적 전이’로 구분하였다. 특수적 전이는 기술의 습득에 특히 관련이 깊은 것이고 과학 교육은 오히려 후자에 가깝다고 할 수 있다. Bruner는 일반적인 전이는 ‘일반적인 원리와 개념’을 가르치는 것이 가장 효과적이라고 주장한다. 일반적인 원리나 개념이란 보다 많은 현상을 설명할 수 있는 원리나 개념이므로 그러한 원리와 개념을 학습하면 어떤 의미에서는 당연히 일반적인 전이가 잘 일어난다고 볼 수 있다. 개념 중심 접근은 바로 이와 같은 일반적인, 다시 말하면 기본적인 원리나 개념을 중심으로 교육 과정을 구성해야 한다는 주장이다.

PSSC 물리 교육 과정이나 BSCS, SMSG 등도 이와 같은 이론적인 근거에 의해서 개발된 교육 과정이다. 이를 테면 에너지 변환 개념을 중심으로 교육 과정을 구성한다면 이 개념에는 전기 에너지, 열에너지, 역학적 에너지 등과 이들간의 상호 변환 관계, 화학 반응에서 나타나는 열 에너지와 분자의 결합 에너지와의 관계, 태양에너지에 의한 물의 순환, 태양에너지에 의한 광합성이 다루어질 수 있다. 이와 같은 논리는 NSTA에서 제시한 개념 체제¹³⁾나 Brandwein이

주도한 ‘Concepts in Science 과정’¹⁴⁾에도 대체로 적용된다고 볼 수 있다.

이와 같은 방법으로 구성된 교육 과정은 사물을 전체로서 파악할 수 있는 것이다. 에너지를 단순히 열이나 전기적인 현상으로만 이해하는 것이 아니라, 계절의 변화, 생물의 성장 등과 관련지어 이해함으로써 자연 현상을 상호 관련된 통일체로서 이해할 수 있다. 따라서 개념 중심 접근 방법에 의한 과학의 통합 교육 과정은 다음과 같은 특징을 갖는다고 말할 수 있다.

- ① 과학 지식과 사물을 전체로서 파악할 수 있다.
- ② 과학의 기본 개념을 깊이 있게 다룰 수 있다.
- ③ 동일한 개념이 부분적으로 제시됨에 의해 나타나는 불필요한 중복을 피할 수 있다.
- ④ 기본 개념을 중심으로 탐구 방법, 과학적인 사실을 조직 배열한다.

B. 과정 중심 접근 방법

과정 중심 접근 방법은 과학을 지식적인 측면보다는 기능적인 측면을 강조하는 입장이다. 과학은 특정 지식의 총체라기 보다는 하나의 사고 과정이라고 보고 있다.¹⁵⁾ 과학은 과학자들이 발견해 놓은 지식이나 개념의 덩어리가 아니라 과학자들이 활용하고 있는 방법, 행하는 지적 활동 바로 그것이며, 학생들이 정말로 배워야 할 것은 과학자들의 탐구 방법이라는 주장이다. F. Michael Connelly는 과학 지식을 강조하는 입장에 관해서 다음과 같이 혹평하고 있다.¹⁶⁾

- 1) 지식을 전달할 때 그 진술의 의미는 진술을 하는 논리, 즉 탐구 양식에 관계된다. 개념이나 정의는 복잡한 의미를 내포하고 있음에도 불구하고 지식 위주의 과정은 이를 단순화함으로써 실질적으로는 거짓말을 하고 있다.
- 2) 논문이나 책에 나와 있는 지식은 완전히

11) 박 승제, 초등 과학 교육론, 서울, 보신 문화사, 1971, p. 117.

12) J.S. Bruner, The Process of Education, Mass., Harvard Univ. Press, 1960.

13) NSTA, Theory into Action, In Science Curriculum Development, Washington D.C., The Association, 1974.

14) P.F. Brandwein, Concepts in Science, Houghton Mifflin, 1966.

15) UNESCO, 권고서, Vol. I, p.48.

16) F. Michael Connelly, The role of Principles of Enquiry in the Conduct of Enquiry and in Curriculum Development, Science Teacher, Vol. 37, No. 9, 1970.

진실이거나 옳은 것이 아니고 당시로서 최
신의 것일 뿐이다.

다시 말하면 현재 알고 있는 과학 지식이 불
완전할 뿐만 아니라 그 지식의 체계는 과학자들
의 탐구 활동에 의해서 급격히 변하고 있으므로
결국 학교 교육에서 가르쳐야 할 것은 그 지식
이 아니라 그 지식을 얻는 방법이라는 생각이다.

과정 중심 접근 방법에 의해서 개발된 교육
과정의 대표적인 예로 SAPA 과정을 들 수 있
다. SAPA에서는 탐구의 기본 과정과 통합 과정
(Integrated Process)으로 나누어서 기본 과정에
는 관찰, 추리, 시공간 관계의 사용(모양, 대칭)
측정, 수의 사용, 전달과 분류, 시공간 관계의
사용(변화율), 그래프의 해석이 포함되고, 통합
과정에는 가설 설정, 조작적으로 정의하기, 변
인 통제, 데이터의 해석, 실험, 과학에 관한 보
고서의 해독 등이 포함된다.

과학적 탐구의 절차는 법칙의 규범으로서 배
울 것이 아니라 합당한 답을 이끌어 내는 방법
으로서 배워야 하며, 이 탐구의 절차는 제한없
이 광범위하게 적용할 수 있다. 다시 말해서
SAPA 과정에서는 과학은 과학자들이 활용하고
있는 방법, 행하는 지적 활동 바로 그것이라고
본다.

학생들은 과학자들이 하는 지적 활동을 배
우고, 과학이 이루어지는 과정을 사용하는 데서
과학자와 같은 활동에 익숙해져서 답가지게 된
다고 보고 있다.¹⁷⁾

이상에서 고찰한 바를 요약하면, 과정 중심
접근 방법에 의한 통합 과학은 다음과 같은 특
징을 갖는다고 말할 수 있다.

- 1) 학생 활동 중심의 교육 과정 운영이 용이
하다.
- 2) 분명한 목표와 평가 항목의 제시가 용이하
다.
- 3) 학습 능력이 낮은 집단에게 효과적이다.
- 4) 기본적인 탐구 과정을 중심으로 과학적 개
념과 사실을 조직 배열한다.

V. 개념 중심 접근 방법과 과정 중심 접근 방법의 비교

앞에서 개념 중심 접근 방법과 과정 중심 접근
방법의 이론적인 바탕과 그 특징을 간단히 제시해
보았다. 개념 중심 접근 방법은 학문 중심 교육
과정의 근본 철학과, 그리고 과정 중심 접근 방
법은 경험 중심 교육 과정의 철학과 일맥 상통
하는 바가 있다. 이 두 입장의 논쟁은 어떤 면
에서 교육의 “항구적 논쟁”¹⁸⁾이라고 볼 수 있으
나 여기서는, 통합 과학 과정을 개발하는 경우
에 이 입장은 근본적으로 대립적일 수밖에 없
는가, 아니면 이 두 견해의 절충 또는 복합이
가능한가를 검토하고자 한다. 이를 위해서 우선
두 가지 접근 방법의 기본 가정이 무엇이며, 내
용, 가능한 학습 형태, 교재의 형태 등이 어떻
게 서로 다른가를 표를 만들어 비교해 보기로
한다.

〈표 1〉 개념 및 과정 중심 접근 방법의 비교

	개념 중심	과정 중심
가 설	과학은 과학자들이 이룩해 놓은 개념 체계 바로 그것이며 기본 개념을 이해하 면 학습의 진이가 용이하다.	과학은 과학자가 행하고 있는 바이 며 개념, 법칙 등은 가변적인 것이므로 탐구 능력을 키우는 것이 새로운 문제 해결에 가장 효과적 이다.
내 용	기본 개념을 중심 으로 다른 개념·사 실을 체계적으로 조 직한다.	기본 탐구 기능을 중심으로 개념과 사 실을 적절히 배열 한다.
자료 형태	개념 설명 위주의 교과서와 이와 관련 된 보조 학습 자료	활동 지침서와 활 동에 필요한 자료
학습 형태	설명 위주의 학습, 개별 학습이 어렵 다. 교사 중심의 학 습	학생 활동 중심의 학습 위주

위 표를 보면 두 접근 방법은 외형적으로 대
우 대립적인 것 같이 보인다. 그러나 자세히 본

17) 초등 과학 교육회, 새 초등 과학의 이론과 실제, 권 I,
서울, 동화 문화사, pp.215~251.

18) 이 홍우, 교육 과정 탐구, 서울, 박영사 1977,
pp 112~114.

석하여 보면, 두 견해는 상호 배타적이기 보다는 보는 관점이 다르기 때문임을 알 수 있다. 우선 두 접근 방법의 배경을 이루는 가정을 살펴보자. 개념 중심 접근 방법은, 과학이란 과학자들이 오랫동안 연구하여 이루어 놓은 개념 체계이며 학문을 이루는 개념, 법칙 등은 너무나 그 양이 방대하여 학교 교육이라는 한정된 시간과 여건으로서는 모두 가르치는 것이 불가능하므로 결국 “가장 이용 가치가 많은”, “가장 적용력이 많은” 기본 개념을 이해하도록 해야 한다는 입장이다. 이 입장은 기본 개념을 이해시키는 것이 교육의 핵심이 되어야 한다는 주장이지, 탐구력을 키워서는 안된다거나 탐구 능력은 교육에서 중요하지 않다는 견해는 아니다. 문제는 “탐구 능력의 습득”에 관심이 있는 것이 아니라 “기본 개념의 교육”에 관심이 있는 것이다.

과정 중심 접근 방법은 이와는 좀 달리, 개념이나 원리를 발견하게 되는 과정, 다시 말하면 과학자들이 하고 있는 활동(외부로 나타나는 행동과 사고 과정을 포함)에 관심이 있다. 과정 중심 접근 방법은 개념은 고정 불변인 것이 아니라 과학의 탐구에 의해서 그 개념이 조금씩 변하고 새로운 개념이 생겨나고 또 서로 다른 것 같은 개념이 상호 관련되어 통합되기도 하며 지금 공인되고 있는 지식이라도 언제 쓸모없는 지식이 될지 모르므로, 결국 우리가 학교에서 교육해야 할 것은 개념이나 원리 자체가 아니라 그러한 개념이나 원리를 얻는 방법(기술)을 가르쳐야 한다는 입장이다. 그런데 이 입장에 대해서도 비판의 여지가 없는 것은 아니다.

개념이나 원리, 법칙들은 과학자들의 탐구 활동에 의해서 더욱 발전되고 개선되며, 새로운 법칙, 개념이 만들어지는 것은 사실이다. 이를테면 고전 역학에서도 질량(質量)이라는 개념은 그 물체의 상태에 관계없이 불변이나, 상대성 이론에 의하면 질량은 속력의 함수로 나타나며 또 에너지로 변환될 수도 있음이 밝혀졌다. 즉 고전 역학에서 사용하던 질량과 현대 물리학에서 사용하는 질량의 개념은 완전히 같다고는 볼 수 없다. 그러면 고전적 의미의 질량은 현대 과학에서는 무의미한가? 그렇지 않다. 지금도 많은 교과서에서 질량 보존 법칙을 다루고 있다. 지금도 고전적 의미의 질량이라는 개념을 다루

야 할 필요성은 어디에 있는가? 그것은 바로 고전적 의미의 “질량” 개념이 현대적 의미의 “질량”이라는 개념의 바탕을 이루고 있기 때문이다. 즉, 질량이란 상태의 변화, 화학 반응 등의 여러 현상에서 불변인 물질의 양이라는 개념을 이해하지 못하면서 바로 질량과 에너지의 등가 관계(等價關係)를 이해하는 것은 매우 어려운 일이거나, 극단적으로는 불가능하다는 뜻이다.

고전 역학 이론은 양자론과 상대성 이론의 등장으로 수정을 받지 않을 수 없음에도 불구하고 아직도 물리학을 연구하려는 많은 사람들이 반드시 공부해야 하는 까닭이 여기에 있는 것이다. 따라서 개념이나 법칙이 가변적이라는 것이 곧 과학의 개념이나 원리, 법칙을 중요하게 다룰 필요가 없다는 의미가 될 수는 없는 것이다.

또한 과학에서 탐구는 탐구하는 절차만 안다고 이루어지는 것이 아니라, 탐구하는 사고 과정에는 과학의 개념이 중요한 역할을 한다고 할 수 있다. 광합성 현상을 연구하는 때는 에너지(빛 에너지, 화학적인 결합에너지 등) 개념이 필수적으로 필요하다. 현상을 관찰하여 기술하는 것으로 끝나는 것이면 모르되 자연 현상을 관찰하여 그 결과를 ‘설명’해야 하는 것이 과학적인 활동이라면 탐구 과정 속에는 부단히 기본 개념이 개입되어야 한다.

이상에서 본 바와 같이 과학 교육의 내용은 과학의 기본 개념과 그 기본 개념을 얻기 위해서 과학자들의 탐구 방법을 모두 교육 과정에 포함시키는 것이 가장 바람직함을 알 수 있다. 그러나 두 가지를 ‘모두’ 포함시킨다는 것이 ‘병행(並行)’하여 포함시킨다는 것으로 받아 들여서는 안된다. 만약 기본 개념은 기본 개념대로, 탐구 능력은 탐구 능력대로 분리해서 교육한다면 우리는 교육을 더욱 복잡하고 혼란스럽게 만드는 일이며 근본적인 문제 해결에 도움을 준다고 볼 수 없다. 따라서 과학 개념과 탐구 활동이 분리된 학습 활동이 아니라 복합된 학습 활동이 되어야 할 것이다.

탐구 능력의 함양이란 어떤 의미에서 교과와 내용이라기 보다는 과학 내용(개념, 원리, 법칙 등)을 교육하는 ‘방법’에 달려 있는 것이라고 볼 수 있다. 즉, 기본 개념을 강의식으로 가르치는 것이 아니라 학생들의 활동을 통해서 기

개념을 스스로 발견하도록 한다면 탐구 능력은 자연스럽게 길러질 것이다.

여러 교육학 이론을 열거할 것 없이, 결과를 암기하여 기억하는 것 보다는 깊이 생각해 보고 조작해 보고 하여 발견의 희열을 맛보고 얻은 지식이 더 적용력이 강하고, 기억에 오래 남으며 학습의 전이가 용이한 것은 당연한 일이다.

VI. 결론 및 논의

본 연구에서는 통합 과학의 개념 중심 접근 방법과 과정 중심 접근 방법의 차이점 및 절충 방안에 대해서 논의하였다.

개념 중심 접근 방법과 과정 중심 접근 방법이 상호 상대적인 관계인 것처럼 보이는 까닭은 두 방법이 추구하는 관심의 핵심이 하나는 과학의 개념에 있고 하나는 과학적인 탐구 활동에 있기 때문이다. 과학이란 과학자들의 탐구 활동을 가능케 하는 사고 과정과 그들의 사고 과정에 의해서 형성된 개념의 총체라고 생각한다면 결국 탐구 활동과 탐구 활동으로 말미암아 얻어진 개념이 상호 대립적일 수가 없는 것이다.

개념이 영구 불변인 것은 아니지만 새로운 개념이나 더 발전된 개념은 항상 존재하는 기본 개념의 바탕 위에서 이루어진다. 또한 개념의

바탕이 없는 탐구 활동은 진정한 의미의 탐구가 될 수 없다. 따라서 과학의 기본 개념은 과학의 이해에 매우 중요하다. 그러나 개념을 보다 깊이 있고, 여러 현상에 적용할 수 있게 하기 위해서는 개념을 개념으로서만 다룰 것이 아니라, 그 개념이 나오게 된 과정, 배경을 통하여 개념을 학습토록 하는 것이 중요하다.

이와 같이 볼 때 개념 중심 접근 방법과 과정 중심 접근 방법은 모두 완전하지 못한 접근 방법이라고 할 수 있다. 그런데 이 불완전한 두 접근 방법의 장·단점을 비교해 보면 두 접근 방법은 상보적인 관계에 있음을 알 수 있다.

통합 과학이 자연 현상의 단편적인 이해를 지양하고 하나의 통일체로서 간주되고 또한 이해되어야 한다는 생각에 바탕을 두었다면 통합 과학 과정은 과학적 개념과 탐구 방법을 동시에 다루어야 할 것이다.

끝으로 본 연구에서 해결하지 못한 문제점든지 더 논의되어야 할 점을 다음과 같이 요약할 수 있다.

첫째, 과학의 개념 체계를 학습자의 지적 수준에 맞게 표현하는 구체적인 방안은 무엇인가?

둘째, 통합 과정에서 개념과 탐구 과정을 각각 어느 정도의 비중으로 다루어야 하는가에 대한 준거는 무엇인가?

《참 고 문 헌》

1. 朴 承載, 初等 科學 教育論, 서울, 보신사, 1971, p.117.
2. 李 洪雨, 教育 課程 探究, 서울, 博英社, 1977, p.112~114.
3. 初等 科學 教育會, 새 初等 科學의 理論과 實情, 서울, 同和文化社, 19 p.215~251.
4. 韓國 教育 開發院, 새 教育 體制 運營을 위한 敎員 研修 敎材(一次 綜合 示範用), 1975.
5. PSSC 物理, 서울, 探究堂, 1965.
6. Brandwein P.F., Concepts in science, Newton edition, HARCOURT Jovanovich, New York, 1975.
7. Bruner J.S., The process of Education, Mass, Harvard Univ. Press, 1960.
8. BSCS, Biological Science Curriculum Study 2nd ed. (Green Version), Chicago, Rand McNally & Company, 1968.
9. Carin A.A. & R.B, Sund, Teaching Science through Discovery, Ohio, Charles E. Merrill Pub, Co. 1975.
10. Connant, James B., Science and Common Sense, Yale Univ. Press, 1951, p.25.
11. Connelly F.Michael, The role of principles of enquiry in the Conduct of enquiry and in curriculum Development, Science Teacher, Vol, 37. No.9. 1970.
12. Jacobson Willard & Allen Condo, SCIS Elementary Science Source Book, Univ. of California, 1968, p.25.
13. Ford G.W., The structure of Knowledge of Curriculum, Rand McNally & Co. Chicago, 1964, p.32.
14. Kuslan L.I. & A. Harris stone, Teaching children science, California, wadsworth Pub-Co. 1972.
15. NSTA, Theory into Action, In science Curriculum Development, Washington D.C., The Association ,1964.
16. UNESCO, New trends in Integrated science Teaching, Vol, I. New York, UNIPUB,1971.
17. UNESCO, New trends in Integrated Science Teaching, Vol, II. New York, UNIPUB, 197

On Approaches to Integrated Science Curriculum

—About the concept centered approach and the
process centered approach.—

by Korea Educational Development Institution, science education section

Jae-Sool, Kwon. Bum-Ik, Park.

ABSTRACT

In this study, concept centered approach and process centered approach in developing integrated science curriculum were compared and compromised between two approaches.

It seems that two approaches are in antagonistic relations. The superficial conflicts between two approaches are not because they are antagonistic in their nature, but because their interesting points are different.

The concept centered approach is interested in fundamental scientific concepts and the process centered approach is interested in scientific enquiry.

If science is the composition of enquiry processes and concepts produced by enquiry processes, scientific enquiry process and scientific concept must not be inconsistent.

Although concepts are not unchangeable, new concepts and advanced concepts are based on the old concepts. Enquiry activity which is not based on concepts also cannot be significant enquiry.

Although fundamental concepts in science is very important, in order to apply concepts to various phenomena, and to understand concepts more deeply the student should understand concept through the process by which the concepts are derived.

As we have discussed above, only the concept centered approach or the process centered approach itself is not complete. Comparing these two uncomplete approaches to integrated science curriculum, we can find out that two approaches are in complementary relations. Because integrated science is based on the idea that natural phenomena should not be understood in fragments, but should be understood as mutually related system' the integrated science curriculum includes both the fundamental scientific concepts and scientific enquiry processes.