

중등 과학교과의 수업모형 개발에 관한 연구

조희형·이문원·조영신

(강원대학교)

강순희·박종윤·허 명

(이화여자대학교)

김 찬 종 · 송 진 응

(국립교육평가원) (대구대학교)

(1993년 11월 24일 받음)

I 머리말

수업(instruction)은 특정한 상황에서 특정한 내용을 학습시키기 위하여 학생들이 처한 환경을 신중하게 정돈하는 방법과 절차이다(DuBois, Alverson, & Staley, 1979). 즉 수업은 학습이 일어날 수 있도록 학습자의 내적·외적 조건을 체계적으로 조정하는 과정이다(서울대학교 사범대학 교육연구소, 1985). 한편 일반적인 의미의 모형(model)은 가설적 상태를 나타내는 일련의 관념인 동시에 이론적 속성을 서술하기 위해 구성된 설명체계로서(Wellington, 1989), 이론이 지칭하는 대상을 설명하는 수단으로 이용된다(Bell-Gredler, 1986). 수업모형은 이와 같은 수업의 본질적 속성과 모형의 기능적 특성에 의해 정의될 수 있다.

수업모형은 복잡한 수업의 현상이나 수업사태를 그 특징적 사건을 중심으로 단순화시킨 형태로 정의되며(서울대학교 사범대학 교육연구소, 1985), 학습이론과 수업이론에 바탕을 두어 구성된 교수모형의 일종으로서 교육과정을 개편하고, 수업자료를 설계·개발하며, 수업의 방법과 방향을 결정하는 등에 이용되는 계획과 방법을 의미한다(Joyce & Weil, 1980). 수업모형은 수업의 본성을 설명하며, 학습이론이 교수의 방법과 활동에 대해 시사하는 점을 실현하는 데 이용할 수 있는 이론바 작업이론(working theory)으로 정의될 수도 있다.

수업모형의 핵심적 바탕은 수업이론과 학습이론이다. 그런데 기원전 400년 전부터 대략 19세기 중엽까지는 수업과 학습에 관한 정보와 지식의 주된 출처가 철학이었다. 특히 학습에 관한 정보와 지식이 실험적 과정을 통해서 얻어지게 된 것은

마음과 정신에 관한 연구가 실험적으로 수행됨으로써 심리학이라는 새로운 학문이 형성된 이후부터이다(Bell-Gredler, 1986). 오늘날의 교육학자들도 주로 인식론과 심리학을 바탕으로 개발한 수업모형을 제시하고 있다. 그러나 그들은 인식론과 심리학에 따라 정형화된 이상적인 학습 방법과 절차만을 수업모형에 적용할 뿐 학생들의 실제 학습 과정이나 학습지도 현장에서 교사들이 주로 수행하는 실제의 수업 곧 교수의 방법과 절차를 충분히 반영하지 못하고 있는 것이 현재의 실정이다.

이 연구는 중등학교의 과학교육의 현장에서 효과적으로 적용할 수 있는 수업모형을 제시하는 데 일차적인 목적을 두었다. 먼저 전통적 인식론과 심리학을 바탕으로 개발된 일반 수업모형의 특성 및 그에 내재된 문제와 한계를 분석하고, 현대 인식론과 심리학이 과학 학습지도에 대해 암시하는 바에 따라 개발된 과학 수업모형의 특징과 문제를 분석한 다음, 그 결과를 바탕으로 중학교의 과학교육 현장에서 실질적으로 적용할 수 있는 과학 수업모형을 개발하고 그것을 적용할 수 있는 방안을 제시하고자 한다. 이 연구는 또한 과학의 학습이론과 수업이론 및 수업모형이 인식론이나 심리학 대신에 학습지도 현장에서 얻어지는 자료와 정보를 바탕으로 구성될 수 있다는 사실을 확인하는 데 부차적인 목적을 두고 수행되었다.

II. 연구의 방법 및 내용

이 연구는 전적으로 문헌조사 방법을 통해서 수행되었다. 이 연구에서 조사·분석된 문헌에는 과학계, 과학철학계, 교육학

및 교육철학계, 심리학 및 심리철학계 등에서 수행된 인식론, 학습이론 및 학습모형, 교수(teaching)이론 및 교수모형, 수업이론 및 수업모형, 그리고 학습지도 방법과 절차 등에 관한 국내·외의 연구 결과와 이런 주제들을 서술한 교재들이 포함되었다. 일부의 연구자들과 저자들은 수업모형 대신에 교수모형이라는 용어를 쓰기도 하는데, 이 연구에서는 교수모형을 수업모형으로 취급하였다. 이 연구는 수업의 의미와 일반 수업모형의 기능적 특성을 조사·분석하고, 과학 수업모형의 특징과 문제점을 분석한 다음, 그 결과를 바탕으로 중학교 과학 수업모형을 개발·적용하는 방안을 제시하는 절차에 따라 수행되었다.

III. 전통적 수업모형의 특성

이 연구에서는 중학교의 과학 수업모형을 개발·적용하는 방안을 제시하기에 앞서 일반 수업모형과 과학 수업모형의 특징 및 각 수업모형이 안고 있는 적용상의 문제와 한계에 관하여 분석하였다. 여기서는 수업, 교수, 학습의 의미와 이 용어들 사이의 관계, 일반 수업모형의 기능적 특징, 그리고 과학 수업모형의 특성과 적용상의 문제 및 한계에 관한 분석 결과를 서술한다.

1. 수업과 교수 및 학습의 관계

수업은 일련의 목적성, 의도성, 계획성 등을 가진 활동으로서 그 세부적인 의미는 철학적 관점에 따라 다양한 의미로 해석되고 있다(Giroux, Penna & Pinar, 1981). 실용주의 관점에서는 교실에서 일어나는 교육의 실용적인 측면이 강조되며, 개념적-경험주의 관점에서는 사고행동과 학습의 관계가 강조된다. 이들은 공통적으로 수업에 나타나는 사회적 특성을 경시한다. 수업의 사회적 특성은 주로 재개념화론자들(reconceptualists)에 의해서 특별히 강조되고 있다. 재개념화론자들은 학습이 사회적 특성을 띠고 있다고 보고, 학교의 수업은 교육의 과정(過程)은 물론 정치적, 경제적, 문화적 현상까지도 이념적으로, 그리고 분명하게 관련지워져야 한다고 주장한다.

교육학계에서는 흔히 수업이 교수와 동의어로 쓰이고 있으며, 그에 따라서 각급학교의 현장 교사들과 교육학자들은 수업모형 대신에 교수모형이라는 용어를 사용하는 경우가 없지 않다(Joyce, Weil & Showers, 1992). 그러나 교수는 수업보다 더 포괄적인 의미를 지닌다. 전통적으로 교수는 지식을 전하고, 기술을 훈련시키며, 수업을 진행하는 등의 활동으로서 학습을 야기하기 위한 다분히 의도적인 활동을 의미한다(Kneller, 1971; Simpson & Anderson, 1981). 교수는 또한 교사가 교육적 의도를 가지고 수행하는 일체의 활동으로 정의되기도 한다(서울대학교 사범대학 교육연구소, 1985). 일반적으로 교수의 활동에는

수업, 훈련, 조건화 등이 포함되며(Kneller, 1971), 이 가운데에서도 수업이 교수의 핵심적인 의미에 가장 가까운 개념으로 취급되고 있다. 수업이 학습자의 지적·탐구적 특성을 주로 자극하는 내용을 전달하며 학습자가 보인 변화중에서 의도적인 것만을 포함함에 비하여, 교수는 학습자의 모든 능력을 자극하는 포괄적인 내용을 전달하고 비의도적인 변화까지도 포함한다(김중서, 이영덕, 정원식, 1986).

수업과 자주 혼동되거나 유사한 개념으로 학습(learning)도 있다. 흔히 학습은 경험을 통해서 행동이나 해석 혹은 감정적 반응에 일어나는 비교적 항구적인 변화로 정의되어 왔다(Cronbach, 1977). 학습은 또한 다양한 능력과 기술 및 태도를 획득하는 과정으로 정의되기도 한다(Bell-Gredler, 1986). 이 정의들에서 보듯이 수업과 학습 사이에는 큰 차이가 있다. 수업에는 일정한 목표가 있어야 하나, 학습에는 그것이 있을 수도 있고 없을 수도 있다. 즉 수업은 의도적이고 합목적적인 작용이지만, 학습은 분명한 의도가 없이도 이루어질 수 있다. 수업이 있는 곳에는 학습이 있으나 그 역은 반드시 성립되지 않는다. 교육현장에서는 수업이 대개 독립변수로 작용하며, 학습은 그 결과로 나타나는 종속변수이다. 따라서 수업은 처방적이지만 학습은 기술적 특성을 지닌다고 말할 수 있다(김중서, 이영덕, 정원식, 1986).

수업과 교수, 그리고 수업과 학습 사이에 밀접한 관련이 있다고 하는 말은 교수와 학습 사이에도 긴밀한 관계가 있음을 뜻한다. 실제로 교수와 학습은 상호 밀접한 관련을 맺고 있다. 교수는 학습이 일어날 수 있도록 설계된 전략과 그에 따라 수행되는 활동이다(Simpson & Anderson, 1981). 교수와 학습의 사이에는 교수가 학습이론이 암시하는 절차에 따라 학습의 과정을 전개하며, 효과적인 교수방법이 학습이론에 의해서 결정되는 관계도 있다(Ausubel et al., 1978). 이 때문에 일부의 교육학자들은 교수모형을 학습모형으로 일컫기도 한다(Joyce, Weil & Showers, 1992).

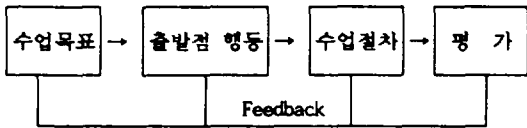
이상에서 논의한 바와 같이 수업, 교수, 학습은 상호간에 밀접한 관계를 맺고 있으며, 동시에 그것들 사이에는 분명한 차이점도 존재한다. 학습이론은 수업이론의 기초가 될 뿐만 아니라(Bruner, 1968; Trowbridge & Bybee, 1986), 교수이론의 근거가 되기도 한다(Ausubel et al., 1978). 학습이론이 비록 교수와 수업의 적절하고 타당한 방법을 처방하지는 못하지만, 학습을 매개하는 심리적 과정이나 인과관계로 구성된 일반적인 수업 혹은 교수의 원리와 방향을 발견할 수 있는 바탕이 된다. 그러므로 수업모형은 교수모형의 일환으로서 학습이론과 학습모형이 반영되어 있다고 하겠다.

2. 일반 수업모형의 기능과 적용상의 한계

수업모형은 수업의 본성과 수업사태의 전반을 이해하는 데

도움이 된다. 복잡하게 전개되는 수업의 현상일수록 그 구성변인들 사이의 관계를 단순화시킨 모형을 구성함으로써 그 본성이 쉽게 이해된다. 다양하게 제시되고 있는 수업이론이나 학습이론도 수업모형의 형식으로 체계화하면 그 윤곽이 보다 명료하게 드러난다. 수업모형은 수업의 현상을 보는 관점에 따라 수업절차 모형, 학습조건 모형, 수업형태 모형의 세 종류로 대별할 수 있다(서울대학교 사범대학 교육연구소, 1985). 수업절차 모형은 수업의 절차나 단계의 특징을 중심으로 수업의 현상을 설명하는 구성체제로서 Glaser의 일반 교수모형(김중서, 이영덕, 정원식, 1986; 김호권, 1983)과 Massialas의 사회탐구 교수모형(김호권, 1983)이 이에 해당된다. 학습조건 모형은 학습과제와 학습자의 특성에 따라 요구되는 학습조건에 따라 수업의 현상을 설명하는 모형으로서 Gagne(1985)의 위계학습모형과 Piaget(1970)의 지능발달 이론에 따른 수업모형이 이의 대표적인 예이다. 수업형태 모형은 교사와 학생의 상호작용 관계에 따라 수업의 제반 현상을 설명하는 것으로서 Bruner(1968)의 수업이론에 바탕을 둔 발견학습 모형과 Schwab(1966)의 학문론에 기초한 탐구학습 모형을 그 예로 들 수 있다.

현재의 교육학계에서 가장 빈번하게 인용되고 있는 수업모형들 중의 하나가 Glaser가 제시한 일반 수업모형이다. Glaser의 수업모형은 본래 교수의 설계와 수업의 진행을 위한 길잡이로 삼기 위해 제시되었으며(김호권, 1983), 자기 이해와 학습자 자신과 사회에 대한 책임감을 기르는 데 목적을 두고 있다. 그의 수업모형은 <그림 1>과 같이 네 단계로 구성되어 있다.



<그림 1> Glaser의 일반 수업모형

<그림 1>의 수업모형은 수업이 학년, 과목, 목적에 상관없이 반드시 이와 같은 네 단계를 거쳐 이루어지며, 그것이 수업을 설계하는 과정의 주요한 절차임을 보인다. 이 모형은 Herbart파(派)가 제시한 수업과정 즉 목표설정, 계획수립, 수업의 수행 및 전개, 평가의 네 단계로 이루어진 교수절차와 일치한다(김중서, 이영덕, 정원식, 1986). 그러나 이 모형은 지나치게 일반화되어 있어서 특정한 주제의 수업 방법과 절차를 구체적으로 말해주지 못한다.

수업모형과 교수모형은 이 밖에도 다양한 형태와 내용으로 제시되고 있다(Joyce & Weil, 1980; Joyce, Weil & Showers,

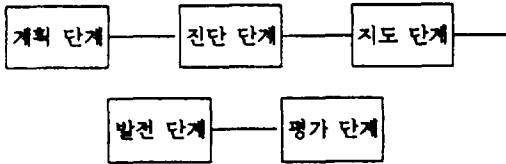
1992). Joyce와 Weil은 20여 종류의 수업모형들을 학습지도 방법과 절차에 따라 정보처리 모형, 개인 모형, 사회적 상호작용 모형, 행동 모형의 네 범주로 분류하였다. 이들이 범주화한 내용을 나타내면 <표 1>과 같다.

Joyce와 Weil은 표 1의 모형들을 교수모형으로 지칭하고, 이 모형으로 학교교육의 거의 모든 목표를 달성할 수 있다고 주장한다. 그들은 또한 위의 수업모형들 모두가 교육 현장에 투입되어 검증될 거시기 때문에, 어느 학습 형태나 교과 및 주제에도 적용될 수 있음을 강조한다. 그들은 이 학습모형들의 적용효과를 극대화시키기 위하여 그 체계를 상황(syntax), 사회적 관계(social system), 반응 원리, 지원 체제로 구조화하여 적용할 것을 강조한다.

<표 1> 수업모형의 종류와 범주

범 주	모 형	대 표 적 연 구 자
정보처리	커넵적 사고 탐구 훈련 과학적 탐구 개념 획득 인지 발달	Hilda Taba Richard Suchman Joseph J. Schwab Jerome Bruner Jean Piaget Irving Sigel Edmund Sullivan Lawrence Kohlberg
	선행조직자 기억	David Ausubel Harry Lorayne Jerry Lucas
개인	비방향성 교수 지각 훈련	Carl Rogers Fritz Perls William Schutz
	창의력 개념체계 교실 모임	William Gordon David Hunt William Glasser
사회적 상호작용	집단 조사	Herbert Thelen John Dewey
	사회 탐구	Byron Massialas Benjamin Cox
	실험 방법 법리학	NTL Donald Oliver James P. Shaver
	역할 놀이 사회 모의	Fannie Shaftel Sarene Boocock
행동	유관 관리 자기 통제 이완	B. F. Skinner B. F. Skinner Rimm & Masters
	주장적 훈련	Wolpe, Lazarus
	리집 훈련	Robert M. Gagne

우리나라의 경우 한국교육개발원(1984)이 Glaser의 교수모형보다 더 구체적인 일반 수업모형을 개발·제시하였다. 한국교육개발원의 수업모형은 우리나라의 초·중학교 교육을 종합적으로 개선시키기 위한 일환으로 1972년부터 약 10여 년간에 걸쳐 연구·개발한 것으로서 현재 일선 학교의 교사들이 적용하고 있는 수업의 과정과 그 흐름이 거의 비슷한 것으로 인식되고 있다(변영계, 1984). 한국교육개발원이 제시한 수업모형을 일반적인 수준에서 본다면 그것은 <그림 2>와 같이 다섯 단계로 구성되어 있다.

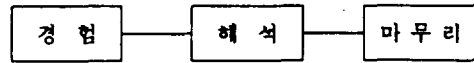


<그림 2> 한국교육개발원의 일반 수업모형

<그림 2>에 제시된 수업모형은 교재연구, 수업, 평가 등의 절차에 따라 수행되는 교사들의 일상적인 수업의 과정을 좀 더 세분화한 것으로 볼 수 있다. 이 수업모형은 수업전의 준비 단계를 제시함으로써 수업의 철저함과 완벽성을 강조하는 특징이 있다. 그러나 이 수업모형은 너무 개괄적이고 일률적인 절차를 강조함으로써 특정 개념이나 주제를 학습시키는 데, 특히 과학적 탐구력을 신장시키기 위한 수업의 방법과 절차로서의 효율성은 의문시되고 있다(박승재, 1985).

3. 과학수업 모형의 특징

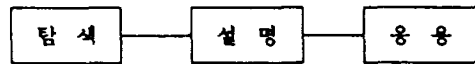
현재의 과학교육계에서는 전통적인 일반 수업모형 외에도 인식론적 관점이나 심리학적 관점을 근거로 다양한 과학 수업모형이 개발·제시되고 있으며 학습의 내용과 주제에 따라 선별적으로 적용되고 있다. 그러나 지금까지 제시된 여러 과학 수업모형들의 특성을 분석하여 볼 때, 그것들은 일반 수업모형과는 달리 학습지도 절차와 전략을 특히 강조하고 있음을 알 수 있다. 근래의 과학교육학자들이 제시한 여러 수업모형들 가운데에서도 Renner(1982)가 제시한 과학 수업모형은, <그림 3>으로부터 알 수 있듯이, 전통적인 일반 수업모형의 절차와 대체로 비슷하다.



<그림 3> Renner의 수업모형

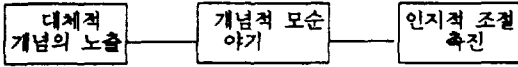
Renner에 의하면 과학교사들이 추구하는 가장 일반적인 학습지도의 목적은 자신들이 인식하고 있는 그대로의 지식을 학생들에게 전달해 주는 데 있다고 한다. 그는 이런 관점을 전제로 과학수업이란 교사가 말하고 교사가 말한 것을 학생들이 확인하거나 응용하는 과정을 통해서 수행될 수 있다고 보고, 그에 따라 <그림 3>과 같은 전통적인 과학 수업모형을 제시하였다. 그러나 이 모형은 학생들이 직접 수행할 수 있는 학습활동을 경시한 단점을 지니고 있다.

Renner와 비슷한 관점에 기초한 것이지만 학습자의 인지발달을 더 강조한 수업모형이 Karplus(1977)에 의해서 제시되었다. Karplus는 과학학습을 학습자가 새로운 추리양식을 형성하는 자기조절 과정으로 보았다. 그는 개인의 새로운 추리양식은 그가 파지하고 있는 기존의 추리양식과 자연현상이나 다른 사람이 가지고 있는 생각과의 상호작용을 통해서 그리고 그 결과에 대해서 반성하는 과정을 통해서 형성된다고 주장하는 Piaget의 발생론적 인식론을 수용하여 <그림 4>와 같은 수업모형을 제시한다.



<그림 4> Karplus의 수업모형

<그림 4>의 모형이 Renner의 수업모형에 내재되어 있는 문제점을 극복함으로써 특별히 수학-논리적 특성을 지닌 인지구조물 형성·변화시키는 데는 효과적으로 적용될 수 있다고 하겠으나, 학생들이 이미 가지고 있는 개인적 개념(conception)이나 선행지식을 변화·발달시키는 데는 그 효과가 의문시되고 있다. Nussbaum과 Novick(1982)은 과학 개념의 학습에는 반드시 인지적 조절이 관여되기 때문에 과학수업은 학생들이 가지고 있는 개인적 개념이나 선행지식을 과학자의 개념으로 변화시키기 위한 과정으로 구성되어야 한다고 주장한다. 그들은 Ausubel(1978)이 제시한 유의미학습 이론과 최근에 국내·외적으로 활발히 연구되고 있는 오인(misconception)의 특성에 따라 과학 수업모형을 <그림 5>와 같이 제시한다.



<그림 5> Nussbaum과 Novick의 과학 수업모형

<그림 5>의 모형은 학생들이 인지적 갈등을 느끼는 단계가 주요한 절차로 설정되어 있는데, 이는 Nussbaum과 Novick이 제시한 수업모형의 적용범위가 학생들이 그들의 인지구조에 지식을 가지고 있는 상황에 한정됨을 드러낸다. 즉 학생들이 관련 지식을 전혀 갖고 있지 않거나 그들이 비교적 세련된 지식을 가지고 있을 경우에는 효과적으로 적용될 수 없음을 시사한다.

현대의 인식론과 구성주의 심리학은 과학의 학습을 새로운 과학적 개념이 형성되는 것뿐만 아니라 학습자가 가지고 있는 선행지식이나(Ausubel et al., 1978), 대체적 개념틀(Driver, 1983), 혹은 개념과 개념 체계(West & Pines, 1985)의 교환 및 변화로 본다. 또한 학습을 인지구조의 재구성으로 볼 수도 있다(Carey, 1985). 그런데 학습을 이와 같은 의미로 정의할 때, 과학 수업은 다음과 같은 몇 가지의 전제조건을 만족시켜야 한다고 말할 수 있다(Cosgrove & Osborne, 1985).

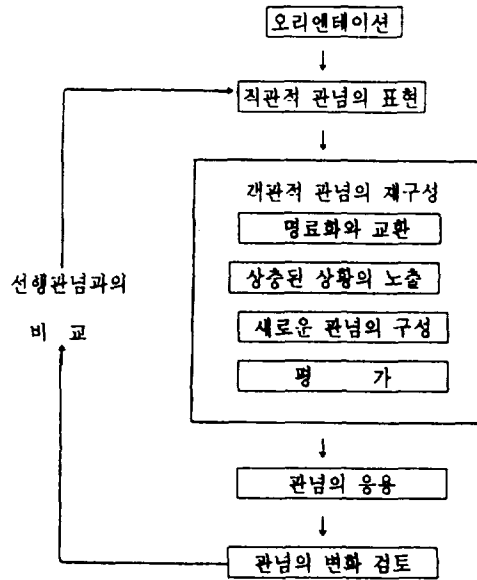
- 과학교사는 수업주제와 관련된 자신의 견해를 물론 과학자의 지식과 학생의 관념을 이해해야 한다
- 성공적인 수업은 학생들로 하여금 개념이 제시된 상황이나, 더 바람직하게는 그것이 응용되는 일상적 생활환경을 탐색하게 하는 기회가 주어졌을 때 가능하다
- 수업의 초기단계에서 학생들이 자신들의 견해를 명료화할 수 있는 기회가 주어져야 한다
- 학생들이 학습한 새로운 개념을 다양한 상황에서, 여러 예제를 통해서 생각해 보게 해야 한다.

그러나 <그림 2>에서부터 <그림 5>까지의 모형들은 이와 같은 전제조건들을 모두 만족시키지 못한다. 따라서 Cosgrove와 Osborne은 위의 전제조건들을 충분히 만족시킬 수 있다고 생각되는 수업모형의 하나로 이른바 생성(generative)모형을 <그림 6>과 같이 제시한다. <그림 6>의 모형은 학습자들이 교사와 계속적으로 상호작용하고, 그 결과로 얻어진 지각자료로부터 능동적으로 의미를 구성하거나 생성함으로써 이해를 위한 학습이 일어난다는 가정을 전제한다.



<그림 6> Cosgrove와 Osborne의 수업모형

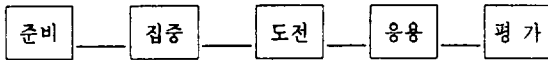
영국의 Driver와 Oldham(1986)은 현대의 관념론과 상대주의의 인식론 그리고 구성주의의 심리학적 견해를 받아들여 학습을 아동이 파지하고 있는 개념 또는 생각의 변화로 정의한다. 학습자가 능동적으로 학습활동을 수행하는 과정에서 스스로 의미를 구성함으로써 개념이 변화되고, 그럼으로써 학습이 일어난다는 것이다. 그들은 학습자의 개념과 생각을 변화시키기 위한 수업모형을 <그림 7>과 같이 제시한다.



<그림 7> Driver의 과학개념 수업모형

<그림 7>의 모형은 직관적 관념의 변화를 학습으로 가정하기 때문에, 특별히 이론적 지식의 학습시도에만 효과적인 수업모형이다. 또한 대부분의 물리·화학적 지식처럼, 학생들이 추상적이고 가설적인 개념이나 이론에 관한 대체적 개념틀을 가지고 있을 경우에만 효과적으로 적용될 수 있는 수업모형이다. 구체적인 과학적 개념은 직관보다는 직접적인 경험을 통해서 획득되거나 형성되기 때문에, 이러한 개념의 수업에는 <그림 7>과 같은 모형이 기대할만한 효과를 내지 못한다는 의미이다.

미국의 Bybee(1989)도 구성주의의 심리학적 견해를 근거로 학습을 인지구조의 변화로 본다. 그는 학습에는 반드시 학습자의 성격, 교과서, 과학 및 과학적 기술, 실험실 경험 등 여러 요인들이 통합되어 있기 때문에, 과학수업에도 이러한 요인들이 고려되어야 한다고 강조한다. 그는 이러한 관점에 따라서 다섯 단계로 이루어진 생물 수업모형을 <그림 8>과 같이 제시한다.



<그림 8> Bybee의 생물 수업모형

<그림 8>의 모형은 특별히 생물의 수업 방법과 절차로 제시되었지만, 주제의 성격에 따라서는 다른 분야의 수업에서도 적용될 수 있다. <그림 8>에는 나타나 있지 않지만, 이 모형은 과학적 기술과 일상생활 상황을 적극적으로 활용한다는 점에서 다른 모형과 구분된다. 그러나 이 모형도 모든 형태의 과학 수업에 효과적으로 적용될 수는 없다. 특히 생물학적 탐구의 기능과 기술을 습득시키기 위한 수업모형으로는 적절하지 않다.

IV. 중등학교 과학 수업모형의 예시와 적용 방안

앞에서 고찰한 바와 같이 일반 수업모형은 학교의 급별, 교과별 또는 교과내의 여러 영역에 상관없이 보편적으로 적용될 수 있는 형식으로 제시되고 있으나 사실은 한계를 안고 있다. 마찬가지로 과학 수업모형도 각 모형이 전제하는 인식론적·심리학적 관점에만 타당성을 지닌다. 즉 과학수업 모형이 과학의 모든 분야에서 그리고 모든 학습 과제에 일반화할 수 있는 것처럼 제시되고 있으나 실제로는 그 모형의 개발에 활용되고 있는 내용이나 주제 혹은 기껏해야 그러한 성격의 과학지식을 학습지도하는 데만 효과가 있을 뿐이다. 그러므로 이 연구에서 분석한 수업모형들 모두 그것을 적용할 수 있는 범위가 한정되어 있을 수밖에 없었다. 여기서는 현대의 인식론과 심리학이 과학의 학습과 교수에 대해 시사하는 의미를 분석하고, 그 결과를 근거로 여러 가지의 과학 수업모형을 개발하여 적용하기 위한 방안에 관하여 서술한다.

1. 현대 인식론의 과학 학습과 교수에 대한 시사

현재의 과학철학계에서 논의되고 있는 인식론은 전통적 인식론과 현대 인식론으로 대별된다. 고전적 경험주의와 실증주의는 전통적 인식론으로 분류되며, Popper(1963) 이후의 Kuhn(1962), Lakatos(1970), Feyerabend(1975) 등의 인식론적 신조는 후기실증주의(post-positivism) 혹은 현대의 인식론으로 일컬어진다. 실증주의는 이론의 입증 가능성에 관한 관점에 따라서 다시 논리실증주의와 논리경험주의로 분파되며(Brown, 1977), Popper의 반증주의는 전통적 인식론으로부터 현대 인식론으로 이행하는 과도기의 중간적 입장으로 취급된다.

경험주의는 과학지식의 출처를 경험에 두고, 그러한 지식이

얻어지는 과학적 방법으로 귀납법을 제시했다. 경험주의에 의하면 과학지식은 관찰이나 실험과 같은 지각적 경험을 통해서 자료를 얻고, 그것을 귀납적으로 일반화함으로써 얻어진다고 한다. 과학지식은 객관적 자료를 바탕으로 한 논리적 추론과정을 통해서 이루어지기 때문에, 확증할 필요가 없는 절대적 진리로 이루어진 논리적 구조로 볼 수 있다는 것이다. 이는 곧 관찰과 실험을 통한 진리의 발견이 과학 학습의 핵심적 과정임을 의미한다. 경험주의가 시사하는 이와 같은 교육사상 및 학습관은 Gagne(1985)의 위계학습론과 Bruner(1968)의 수업이론 및 발견학습법에 잘 반영되어 있다.

실증주의는 검증을 통해서 입증(verification)되거나 확증(confirm)된 이론과 법칙만이 과학지식을 이룬다고 주장한다(Brown, 1977). 이들 가운데에서도 경험주의의 입장을 비교적 철저히 고수하는 논리실증주의자들은 확고하게 입증된 지식만이 진짜 지식이라고 보며, 경험주의에 대해서 비교적 관대한 입장을 취하는 논리경험주의자들은 실험이나 관찰을 통한 검증을 잘 견디어내는 이론일수록 진리에 가까워진다고 본다. 이러한 실증주의에 따르면 과학은 관찰과 실험을 통해서 효과적으로 학습되며, 따라서 과학수업은 실험·실습 위주로 이루어져야 한다고 말할 수 있다. 이와 같은 실증주의의 인식론이 1950년대 말부터 시작된 과학 교육과정 개혁 운동과 탐구 중심 과학교육이 강조된 배경이 되었다.

그러나 현대의 인식론자들은 이와 같은 전통적 인식론을 거부한다. 현대의 인식론자들은 과학지식이 절대적 진리로 조직화되어 있는 것이 아니라 자연현상을 설명하기 위해 과학자들이 구성한 잠정적인 설명체계로서(Brown, 1977; Chalmers, 1982), 과학자들이 가지고 있는 관련 과학지식에 특이한 내용으로 구조화된 인지적 체계라고 주장한다(Hanson, 1971). 과학지식이 보편적이고 객관적인 절차에 따라 구성되는 것이 아니라 과학자들의 과학에 대한 관점이나 당대의 사회·문화적 배경에 따라 선정된 절차와 과정을 통해서(Kuhn, 1962), 또는 제멋대로의 원리(anything goes)(Feyerabend, 1975)에 의해서 이루어지기 때문에, 새로운 증거에 의해서 언제라도 기각될 수 있는 가변적 특성을 지닌다는 주장이다. 과학지식이란 결국 사회적 합의과정을 통해서 이루어져 사회적 특성을 지닌 구성체계로서 개인, 시대, 사회 및 문화에 상대적인 특성을 지닌다는 것이다. 이는 과학지식이 어떤 보편적인 방법이나 일률적인 수업을 통해서가 아니라 학습자의 특성과 학습할 내용 및 주제에 특이한 과정을 통해서 학습되며, 그 결과로 획득된 과학지식은 학습자 개인에 독특한 의미를 지니게 된다는 것을 나타낸다. Yager(1993)는 이러한 현대의 인식론을 바탕으로 다음과 같은 과학 학습지도 방법과 전략을 제시한다.

·수업시간에는 학생들이 스스로 생각할 수 있는 기회를 준다

- 학습 활동과 내용을 학생들의 반응, 흥미, 생각에 맞춘다
- 학생들에 의한 자발적이고 자율적인 학습을 조장한다
- 학생들로 하여금 자신의 생각을 따르고, 스스로 확장하게 한다
- 학생들이 자신의 생각을 발표하고 생각할 수 있는 기회를 준다
- 학생들이 단체로 학습하고 서로 의견을 자주 교환하게 한다
- 가능하면 끝이 열린 즉 개방적 질문을 주로 한다
- 학생들이 스스로 반성하고, 분석하며, 예측하게 한다
- 학생들의 관념을 확인하고 그것으로부터 수업을 시작한다
- 대체적인 관념이나 오인을 제시하고, 그것을 수업에 활용한다.

이상의 논의를 요약하자면 전통적 인식론자들은 과학지식이 과학자들에 의해 자연으로부터 발견된 진리가 누적되어 이루어진 논리적 체계라고 주장하지만, 현대의 인식론자들은 과학자와 자연과의 상호작용을 통해서 이루어진 인지적 구조 또는 과학자들 사이의 합의과정을 거쳐서 이루어진 심리적 구조라고 본다. 전통적 인식론자들은 과학지식이 일련의 보편적 방법과 절차에 따라 구성된다고 보지만, 현대의 인식론자들은 과학지식이 과학자 개인의 편견이나 사회·문화적 이념과 가치관이 개재된 비합리적인 과정을 통해서 이루어진다고 강조한다. 이는 곧 과학지식이 학습자의 인지적 발달 수준과 요구 그리고 학습환경에 따라 다른 의미로 학습될 수 있음을 암시한다.

2. 현대 심리학의 과학 학습에 대한 시사

다른 교과교육에서와 마찬가지로 전통적 과학교육에 가장 큰 영향을 미친 심리학으로 행동주의를 들 수 있다. 행동주의는 실증주의 인식론을 근거로 심리학의 과학화를 강조하면서 관찰 가능한 행동의 변화를 학습으로 정의한다. 행동주의자들은 외부 자극을 행동의 원인으로 봄으로써 인지적 변화 그 결과가 행동에 미치는 영향에 대해서는 별다른 관심을 보이지 않는다. Gagne(1985)의 위계학습론에 나타나 있듯이, 행동주의는 학습이 귀납적으로 일반화되는 과정을 통해서 단계적으로 이루어짐을 가정한다. 행동주의는 또한, Bruner(1968)의 수업이론과 발견학습법으로부터 알 수 있듯이, 과학지식이 자연으로부터 발견되는 것으로 가정한다. 이는 과학의 학습이 외부로부터 체계적으로 주어지는 과학지식을 수용함으로써 일어날 수 있음을 시사한다.

그러나 현대의 인지심리학자들과 구성주의 심리학자들은 행동주의 심리학의 타당성을 부정한다. 그들은 과학지식이 발견되는 것이 아니라 구성된다고 보는 현대의 인식론을 받아들여 과학지식은 학습자들의 능동적인 학습활동을 통해서 구성되거나(Driver, 1983) 그들이 이미 파지하고 있는 사전지식이 새로운 의미로 변화되거나 발달함으로써(Ausubel et al., 1978)

획득된다고 주장한다. 학생들이 파지하고 있는 과학지식은 외부로부터 주어진 정보가 누적되어 나타난 결과가 아니라, 외부로부터 주어진 자료에 대해서 새로운 의미를 부여하거나 기존의 관련 선행지식이 분화되고 세련화된 상태라는 것이다. Driver와 Oldham(1986)은 이와 같은 심리학적 견해를 바탕으로 과학의 학습을 다음과 같이 특징지운다.

- 학습은 목적의식을 가진 학습자에 의해서 일어난다
- 학습은 학습자와 환경과의 상호작용을 통해 지식이 구성됨으로써 일어난다
- 학습자의 지식과 신념체계가 학습에 큰 영향을 미친다
- 학습은 능동적인 의미의 구성 과정이다
- 학습은 신념보다는 이해이다
- 학습은 인지구조의 개념변화를 의미한다.

이상에서와 같이 전통적 심리학자들은 학습자들이 획득하는 지식의 궁극적 출처를 외부에 두지만, 현대의 구성주의 심리학자들과 인지론자들은 학습자의 인지구조에 둔다. 현대의 심리학자들에 따르면 학습자들은 교사가 제시하는 지식을 교사가 의도하는 내용이나 의미대로 받아들이지 않고, 그가 학습전부터 가지고 있었던 사전지식을 통해서 해석한 의미에 따라 재해석함으로써 학습한다. 이는 수업모형이 모든 주제와 학습자에게 보편적인 절차와 과정으로 설정될 수 없음을 시사한다. 이는 과학수업이 학습자들이 가지고 있는 사전지식을 확인하는 것부터 시작되어야 함을 암시하기도 한다.

3. 과학 수업모형의 개발 및 활용 방안

앞의 논의에 비추어 볼 때, 수업모형은 학습이론과 수업이론 또는 교수이론뿐만 아니라 실제의 학습과정과 수업 및 교수의 방법을 바탕으로 설계되어야 한다는 것을 알 수 있다. 그러나 오늘날의 교육학계에서 개발·제시되고 있는 일반 수업모형은 교사들의 일상적인 수업과정이나 이상적 수업 절차만을 따를 뿐 학습이론과 수업이론 또는 교수이론을 철저히 적용한 경우는 매우 드물다. 지금까지 과학교육계에서 제시된 과학 수업모형들도 현대의 인식론과 심리학을 비교적 철저히 적용하고는 있지만, 학생들이 과학을 학습하는 실제의 과정을 설명하기에는 미흡하다.

수업모형이 특히 학습이론과 수업이론 그리고 교수이론에 바탕하여 구성되어야 한다는 말은 그것이 궁극적으로는 인식론과 심리학에 따라 구성되어야 함을 시사한다. 말하자면 수업모형은 학습지도할 내용의 본성과 학생들이 그것을 학습하는 방법과 절차의 성격에 따라 개발되어야 함을 뜻한다. 그러므로

과학 수업모형은 과학지식의 본성과 그것이 형성·변화·발달하는 과정에 따라 다양한 단계와 과정으로 구성될 수 있다. 그것은 또한 학생들이 과학을 어떤 방법과 전략에 의해서 그리고 어떠한 기능과 기술에 의해 학습하는지에 관한 견해에 따라 서로 다양한 형태로 제시될 수 있다.

과학지식이 형성되거나 분화되는 과정 및 그 방법에 관한 지금까지의 연구 결과를 종합하여 볼 때, 과학은 과학지식이 형성·분화·교환됨으로써 발달해 왔음을 알 수 있다(Kourany, 1987). 이에 비추어 본다면 수업모형도 그 목적에 따라 세 가지의 형태로 개발할 수 있다고 하겠다. 이를테면 학생들에게 전혀 새로운 개념을 학습시키기 위한 수업모형, 수업내용과 관련된 학생들의 사전지식을 과학적 지식으로 발달시키기 위한 수업모형, 학생들이 가지고 있는 지식을 과학자의 지식으로 대체시키기 위한 수업모형 등으로 구분할 수 있다. 이 연구에서는 이러한 과학 수업모형들을 각각 형성 모형, 분화 모형, 교환 모형으로 지칭한다. 앞에서 논의한 과학 수업모형들을 적절하게 적용할 경우 이러한 수업모형들이 추구하는 목적을 충분히 달성할 수 있을 것으로 보인다. 과학 수업모형의 종류와 그에 적절한 기존의 과학 수업모형을 제시하면 <표 2>와 같다.

<표 2> 수업모형의 종류와 적용 가능한 기존 수업모형

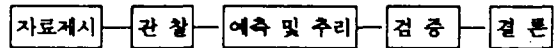
수업모형의 종류	기존의 수업 모형
형성 모형	Glaser, Renner, Gagne
분화 모형	Karplus, Cosgrove & Osborne
교환 모형	Driver, Nussbaum & Novick

형성 모형은 특히 구체적인 개념을 학습시키는 데 적절한 모형이다. 이 모형은 체계적인 강의를 통해서도 소기의 목적을 달성할 수 있기 때문에, 현재까지의 과학교육 현장에서 가장 보편적으로 활용되고 있는 모형이다. 분화 모형은 학생들이 수업할 내용과 관련된 지식을 가지고 있으며, 그 지식이 과학자들의 지식과 크게 상충되지 않고 단지 미분화된 상태일 때 적용할 수 있는 모형이다. 학생들이 파지하고 있는 지식이 과학적 지식에 모순될 때에는 교환 모형을 적용하여 과학자의 지식으로 대체시켜야 한다. 한편 과학 수업모형을 <표 2>와 같이 범주화할 수 있다는 것은 그것이 과학지식의 특성과 수업 목표에 따라 특징적인 수업 방법과 절차로 구성되어야 함을 보인다.

이외에 West와 Pines(1985)가 개념변화 모형을, Strike와 Posner(1982)가 개념조절 모형을 제시하고 있으나, 이들이 제시한 모형도 <표 2>에 포함된 모형들과 동일한 한계와 문제들

안고 있다. West와 Pines는 학습을 원자설, 진화론, 분자운동론 등과 같은 포괄적인 개념의 변화로 보고, 그에 따라 학습자들이 가지고 있는 사전지식을 점차 과학적 지식으로 변화시킬 수 있는 학습지도 방법을 제시한다. Strike와 Posner는 개념의 진화와 그에 따른 대체를 학습으로 정의하고, 이를 근거로 학습자들의 개념을 과학자들의 개념으로 교환시키기 위한 학습지도 전략과 절차를 제시한다. 그러나 그들의 수업모형은 <표 2>의 분화 모형 및 교환 모형과 그 절차상 큰 차이가 없다.

자연을 탐구할 때와 마찬가지로 과학을 학습하는 데에도 특별한 기능과 기술이 요구된다. 따라서 오늘날의 과학교육 현장에서는 탐구중심의 과학 학습과 교수가 과거 어느 때보다도 강조되고 있다. 그러나 과학적 탐구력을 신장시키기 위한 수업모형에 관한 연구와 개발은 대단히 미진한 실정이다. 과학의 학습지도 방법과 절차를 논의하는 과정에서 흔히 실증주의가 제시한 과학적 방법(Trowbridge & Bybee, 1986), BSCS의 탐구 과정(Mayer, 1978), 그리고 허명(1984)의 탐구과정 모형이 거론되고 있으나, 이것들을 그 자체로써 수업모형으로 적용할 수는 없다. 어떠한 지식이나 기능도 그러한 절차를 모두 거쳐야 획득되거나 습득되는 것이 아니기 때문이다. 탐구력을 신장시키기 위한 수업모형은 그들이 제시한 과정을 이루는 단계를 선택하고, 그 단계에 적절한 탐구력을 기를 수 있는 방법과 절차로 구성해야 한다. 이를테면, '가설 설정' 능력을 함양시키기 위한 수업모형은 다른 탐구력을 신장시키기 위한 수업모형과 구분되어야 한다. 가설 설정 수업모형을 예시하면 <그림 9>와 같다.

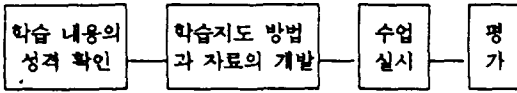


<그림 9> 가설 설정의 예시적 수업모형

<그림 9>의 모형은 무한히 다양한 절차로 제시될 수 있는 과학 수업의 방법과 과정들 중의 하나에 불과하다. 가설 설정 능력을 기르기 위한 수업모형 한 가지만 보더라도, 과학 수업모형은 가설의 의미, 그것을 습득하는 방법과 절차, 학습지도 여건 등에 따라 천차만별의 형태로 구성할 수 있다. 이러한 논거는 조작적 기술의 습득을 위한 과학 수업모형에도 그대로 적용된다.

수업모형이 수업 내용의 성격, 학습과 교수 및 수업의 본질 등에 관한 관점에 따라 다양하게 제시될 수 있다고 하는 말은 과학 수업모형이 과학 수업의 방법과 절차는 물론 그에 필요한 교재를 개발하는 데 지침이 된다는 것을 의미하기도 한다. 그러나 지금까지 개발·제시된 과학 수업모형의 대부분은 지나치게 구체적인 단계와 방법으로 이루어져 있어서 그 자체로 수업의

과정임을 보여주고 있다. 수업모형이 여러 면에서 수업의 실질적인 지침으로 적용되기 위해서는, <그림 10>에 예시한 것처럼 전통적인 것들보다 더 포괄적인 요소들로 개발되어야 한다고 말할 수 있다.



<그림 10> 포괄적 과학 수업모형

<그림 10>의 모형에서 첫째 단계는 교사가 자신의 인식론적 견해에 따라 가르칠 내용의 성격을 규정하는 단계이다. 둘째 단계에서는 교사가 수업의 목적을 설정하고, 그것과 학습자의 특성에 따라 수업 방법과 학습지도 자료를 개발한다. 수업은 둘째 단계에서 결정된 방법과 절차에 따라 강의, 실험, 관찰, 시범 실험 등 여러 방법을 통해서 수행된다. 평가 단계에서는 학생들의 성취도뿐만 아니라 수업모형 자체도 검증된다.

만일 수업모형을 이보다 더 세부적으로 정형화한다면, 그것은 수업 그 자체이거나 학습지도 자료의 개발이지 엄밀한 의미에서의 수업모형으로 보기는 어렵다. 따라서 수업모형은 일반적인 단계와 절차로 구성되어야 수업의 지침으로서의 기능을 할 수 있다고 하겠다. 그러나 일반적인 수준의 수업모형은 특정 주제에 대한 수업의 방법과 절차를 구체적으로 말해 주지 못하기 때문에, 현장의 교사들에게는 실용적인 것이 못되는 문제를 안고 있다. 따라서 현장의 교사들에게는 수업모형보다는 학습지도 자료가 훨씬 더 실용적인 지침서로 받아들여지고 있다. 특별히 이 점에 비추어 본다면 수업모형보다는 학습지도 자료의 연구·개발이 더 중요시되어야 한다고 말할 수 있다. 학습지도 자료는 수업모형의 기능과 특성을 모두 지니기 때문이다.

과학수업 모형이 안고 있는 문제점과 한계를 분석해 볼 때, 과학 수업모형은 과학 학습지도의 현장으로부터 얻어진 자료를 바탕으로 구성된 학습이론과 인식론 그리고 교수 및 수업이론에 그 이론적 배경을 두어야 함을 알 수 있다. 교환 모형의 준거가 된 Piaget의 지능발달 이론은 과학지식의 교수 및 학습과 직접적인 관련이 없으며, Bruner의 교수이론은 과학이라는 학문의 성격과 과학자가 수행하는 학문적 연구에 기초한 것이다. 또한 경험주의는 관찰과 경험에, 실증주의는 실험과 논리적 추론에, 현대의 인식론은 주로 과학의 과학사적 발달 과정에 그 논거를 두고 있다. 이러한 사실들은 지금까지 개발된 수업모형들이 적용상의 문제나 한계를 지닐 수밖에 없음을 반증한다. 최근의 과학 학습지도 현장에서는 학생들이 가지고 있는 지식의

성격, 그것이 학습에 미치는 영향 등에 관한 연구가 활발히 수행되고 있다. 이러한 자료는 학습자들이 과학지식을 획득하는 과정과 그런 과정을 통해서 이루어진 과학지식의 성격을 규명하는 데 유용한 자료가 될 것으로 판단된다.

V. 결론 및 제언

수업모형은 실제 수업의 방법과 과정을 개발하여 적용하는 준거가 된다. 그러나 현재의 교육학계에서 개발·제시되고 있는 일반 수업모형은 물론이고 과학교육학계에서 제시되고 있는 과학 수업모형들조차도 너무 포괄적인 수준의 단계들로 이루어져 있어서 학습지도의 방법과 과정을 구체적으로 제시해 주지 못한다. 그것들은 또한 수업의 내용이 지니는 본질적 성격, 학습자의 성격과 지적 수준, 실제로 학습되는 과정 등을 고려하지 않았기 때문에 그 실질성과 효율성이 의문시되고 있다. 이 연구의 결과는 일반적인 수업모형보다 수업 목표, 학습자, 학습 과정 등에 독특한 수업모형이 개발되고 적용되어야 한다는 것을 분명하게 보여준다.

이 연구는 또한 수업모형이 수업 현장에서 얻어진 자료를 바탕으로 구성되어야 한다는 것도 시사한다. 지금까지는 학습이론이나 교수이론 또는 인식론을 바탕으로 이상적인 수업 과정을 설정하고, 그런 수업 과정을 이루는 절차와 단계들로 수업모형을 구성하였다. 그러나 현재의 과학교육계와 학습지도 현장에서는 전통적인 심리학이나 인식론이 암시하는 바와는 달리 학습의 관건이 학습자와 학습할 주제에 있다는 사실이 밝혀지고 있다. 이는 곧 과학수업 모형이 학습지도 현장으로부터 얻어진 심리학적·인식론적 관점을 바탕으로 개발되고 적용되어야 함을 보여준다.

참고 문헌

- 김종서, 이영덕, 정원식(1986). 교육학개론. 교육과학사.
 김호권(1983). 현대교수론. 교육출판사.
 박승재(편저)(1985). 과학교육. 교육과학사.
 변영계(1984). 학습지도. 배영사.
 서울대학교 사범대학 교육연구소(1985). 교육학용어사전. 박영사.
 한국교육개발원(1984). 세수업방안탐색. 민족문화문교간행회.
 허 명(1984). 과학탐구 평가표 개발. 한국과학교육학회지, 제4권 제1호, pp. 57-63.
 Ausubel, D. P., Novak, J. D. & Hanesian, H.(1978). Educational psychology: A cognitive view, 2nd ed. New York, New

- York, NY: Holt, Rinehart and Winston.
- Bell-Gredler, M. E.(1986). *Learning and instruction: Theory into practice*. NY: Macmillan Publishing Company.
- Brown, H. I.(1977). *Perception, theory and commitment*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Bruner, J. S.(1968). *Toward a theory of instruction*. New York, NY: W. W. Norton & Company, Inc.
- Bybee, R. W.(1989). *Teaching high school biology: Materials and strategies*. In NRC. High school biology: Today and tomorrow. Washington, D. C. National Academy Press.
- Carey, S.(1985). *Conceptual change in childhood*. Cambridge: The MIT Press.
- Chalmers, A. F.(1982). *What is this thing called science?* 2nd ed. Milton Keynes: The Open University Press.
- Cosgrove, M. & Osborne, R.(1985). Lesson frameworks for changing children's ideas. In Osborne, R. & Freyberg, P. *Learning in science*. London: Heinemann.
- Cronbach, L. J.(1977). *Educational psychology*, 3rd ed. New York, NY: Harcourt Brace Jovanovich, Inc.
- Driver, R.(1983). *The pupil as scientist?* Milton Keynes: The Open University Press.
- Driver, R. & Oldham, V.(1986). A constructivist approach to curriculum development in science. *Studies in Science Education*, Vol. 13, pp. 105-122.
- DuBois, N. F., Alverson, G. F. & Staley, R. K.(1979). *Educational psychology and instructional decisions*. Homewood, Illinois: The Dorsey Press.
- Feyerabend, P.(1975). *Against method*. London: Verso.
- Gagne, R. M. (1985). *The conditions of learning and theory of instruction*, 4th ed. New York, NY: Holt, Rinehart and Winston.
- Giroux, H. A., Penna, A. N. & Finar, W. F.(eds.)(1981). *Curriculum & instruction: Alternatives in education*. Berkeley, CA: McCutchan Publishing Company.
- Hanson, N. R.(1971). *Observation and explanation*. London: George Allen & Unwin, Ltd.
- Joyce, B. & Weil, M.(1980). *Models of teaching*, 2nd ed. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, Inc.
- Joyce, B., Weil, M. & Showers, B.(1992). *Models of teaching*, 4th ed. Boston: Allyn and Bacon.
- Karplus, R.(1977). *Science teaching and the development of reasoning*. Berkeley: University of California Press.
- Kneller, G. F.(1971). *Introduction to the philosophy of education*, 2nd ed. New York, NY: John Wiley & Sons, Inc.
- Kourany, J. A.(1987). *Scientific knowledge*. Belmont, CA: Wadsworth Publishing Company.
- Kuhn, T. S.(1962). *The structure of scientific revolutions*, 2nd ed. Chicago: The University of Chicago Press.
- Lakatos, I. (1970.) Falsification and the methodology of scientific research programmes. In Lakatos, I. & Musgrave, A. *Criticism and the growth of knowledge*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Mayer, W. V.(1978). *Biology teachers' handbook*, 3rd ed. New York, NY: John Wiley and Sons.
- Nussbaum, J. & Novick, S.(1982). Alternative frameworks, conceptual conflict and accommodation: Toward a principled teaching strategy, *Instructional Science*, Vol. 11, pp. 183-200.
- Piaget, J.(1970). *Science of education and the psychology of the child*. New York, NY: Orion Press.
- Popper, K. R.(1963). *Conjecture and refutations*. London: RKP.
- Renner, J.(1982). The power of purpose, *Science Education*, Vol. 66(5), pp. 709-716.
- Schwab, J. J.(1966). *The teaching of science as inquiry*. In Schwab, J. J. & Brandwein, P. F. (eds.) *The teaching of science*. Cambridge: Harvard University Press.
- Simpson, R. D. & Anderson, N. D.(1981). *Science, students, and schools*. New York, NY: Macmillan Publishing Company.
- Strike, K. A. & Posner, G. J. Conceptual change and science teaching. *International Journal of Science Education*, Vol. 4(3), pp. 231-240.
- Trowbridge, L. W. & Bybee, R. W.(1986). *Becoming a secondary school science teacher*, 4th ed. Columbus, OH: Merrill Publishing Company.
- Wellington, J.(ed.)(1989). *Skills and process in science education*. London: Routledge.
- West, Leo H. T. & Pines, A. L.(1985). *Cognitive structure and conceptual change*. New York, NY: Academic Press, Inc.
- Yager, R. E.(1993). Constructivism and science education reform, *Science Education International*, Vol. 4(1), pp. 13-14.

(ABSTRACT)

A Study on Development of Instructional Models for Secondary School Science

Hee-Hyung Cho · Moon-Won Lee · Yung-Shin Cho
(Kangwon National University)

Soon-Hee Kang · Jong-Yoon Park · Myung Hur
(Ewha Women's University)

Chan-Jong Kim
(National Institution for Educational Assessment)

Jin-Woong Song
(Taegu University)

The primary goal of this study was to suggest the ways of developing various types of instructional models which could be effectively used for science lessons in secondary schools. In order to attain this goal this study used literature review as its main method. This study was carried out through the process of three steps as follows:

- The conceptual relationship among instruction, teaching, and learning was examined. Then the general instructional models built on the traditional epistemology and psychology were reviewed and analyzed in terms of their characteristics and limits.
- The nature of instructional models developed for science education in secondary schools were analyzed. The essential features and limits of the models were discussed in relation to their theoretical background and applicabilities to actual practices of science education.
- The implications for science learning were drawn from modern philosophy of science, which were used for developing instructional model. The strategies for using the new instructional model was also suggested.

One general model of science instruction was given as an example applicable for science classrooms. The model was composed of appropriate teaching strategies and processes.