

중학교 2학년 과학 교과서의 탐구 영역 분석

박호순 · 조희형

(우석여자중학교) · (강원대학교 사범대학)

Analyses of Scientific Inquiry in Science 8

Hyo-Soon Park · Hee-hyung Cho

(Wooseok Girls' Middle School) · (Kangwon National University)

ABSTRACT

The primary purpose of the study was to determine the appropriateness of the inquiry processes and its activities as described in Science 8's which were written according to the 7th National Science Curriculum. It was found that the basic processes were well reflected on the textbooks analyzed for the research. However, only a few integrated processes and the inquiry activities could be read on the same textbooks. Furthermore, a large majority of the inquiry processes and activities were not agreed with what the tasks and titles say. Especially, the none of as many as 216 experiments were not coincided with their titles' intentions. Also suggested in the paper were the implications of the results for the inquiry-based science education in the Korean middle schools.

Key words: inquiry processes, science curriculum, textbook

I. 서론

탐구적 학습은 노예 소년에게 기하학을 가르친 소크라테스의 수업에서 시작되었지만(이홍우, 1997), 현대적인 형식교육 기관에서 이루어질 수 있는 탐구중심 과학교육은 1960년대의 학문중심 교육사상에 그 이론적 배경을 두고 있다. 학문중심 교육사상 의미와 과학교육에 던져주는 시사점은 브루너(Bruner, 1960)의 《교육의 과정》에 잘 나타나 있으며, 그에 따른 과학적 탐구 및 그 교육의 본성은 스와브(Schwab, 1906)의 〈탐구로서의 과학론〉에 구체적으로 제시되어 있다. 브루너의 학문중심 교육사상과 스와브의 탐구로서의 과학관은 우리나라 제3차 교육과정의 이론적 배경이 되었다.

제7차 과학과 교육과정(교육부, 1997)에서는 '자연 현상과 사물에 대하여 흥미와 호기심을 가지고, 과학의 지

식 체계를 이해하며, 탐구 방법을 습득하여 올바른 자연관을 가지게 한다.'를 과학과의 목표로 설정하고 있다. 또한, 과학 교과서의 내용은 지식과 탐구로 나뉘어 있으며, 탐구 영역은 탐구의 과정과 활동으로 구분되어 있다. 탐구의 과정은 다시 관찰·측정·분류·예상·추리의 기본적인 탐구 과정과 문제인식·가설설정·변인통제·자료변환·자료해석·결론도출·일반화의 통합적 탐구 과정으로 소분화되어 있고, 탐구 활동에는 토의·실험·조사·견학·과제연구가 포함되어 있다.

한편 각급 학교의 과학교육 내용은 대부분 과학 교과서와 실험지도서에 있다. 과학 교과서와 실험지도서는 과학 지식의 일차적 출처이며, 강의 내용을 보강하고, 주요한 참고 자료이며, 실험의 안내서이기도 하다(Guthrie, 1981). 그러므로 과학 교과서는 과학지식의 획득과 전문적 용어의 이해에 목적을 둔 교수-학습에 필수적 도구가

다(조희형과 최경희, 2001). 또한 제7차 교육과정에 따른 중학교 과학 교과서는 과정으로서의 과학의 중요성을 강조하여 학생에게 과학적 지식을 전달하기보다 여러 탐구 활동을 통해 기본 개념의 구조적 이해와 탐구 능력을 함양시킬 수 있도록 저술되어야 한다. 현재 중학교에서는 제7차 과학과 교육과정에 따라 집필된 교과서를 사용하고 있다.

이와 같이 각급 학교의 과학교육에서는 과학적 탐구를 반드시 다루어야 하지만, 제7차 과학과 교육과정에서는 과학적 탐구 및 그 과정과 활동의 의미는 물론이고 그 교수-학습 방법도 제시하지 않는다. 또한 각급 학교의 과학 교사들은 대부분 과학적 탐구의 특성을 제대로 이해하고 있지 못하며, 그것을 가르칠 방법과 내용에 관한 지식도 충분히 갖고 있지 않다(조희형과 박승재, 1999). 더욱이 제7차 과학과 교육과정에 따라 저술되어 현장에 투입된 과학 교과서에 실린 탐구 및 그 과정과 활동의 적절성도 확인되지 않고 있다.

그러므로 이 연구는 제7차 과학과 교육과정에 제시된 과학적 탐구의 과정과 활동이 교과서에 얼마나 충실하게 반영되었는지 알아볼 목적으로 수행되었다. 이 목적을 수행하기 위해 제7차 과학과 교육과정에 제시된 탐구 과정 및 활동과 중학교 2학년 과학 교과서에 제시된 과학적 탐구의 과정과 활동을 조사·분석하였다. 더 구체적으로 말하면, 이 연구는 제7차 과학과 교육과정에 제시된 탐구 과정 및 활동과 교과서에 제시된 과학적 탐구 과정 및 활동들이 부합되는 정도를 확인하고, 탐구 과정 및 활동에 있어서 교과서별 차이를 알아보기 위해 수행하였다.

II. 연구 방법

이 연구에서는 제7차 과학과 교육과정에 따라 저술되어 검인정을 받아 2002년부터 중학교에 투입된 중학교 2학년 용 과학 교과서 가운데 6종을 선정하여 분석했다. 교과서의 순서는 임의로 정하였으며, 각 교과서에 1, 2, 3, 4, 5, 6의 이름을 붙였다. 이 연구에서는 객관적인 분석과 비교를 위하여 각 교과서의 저자와 출판사를 제시하지 않는다.

이 연구는 제7차 과학과 교육과정에 제시된 과학적 탐구 과정 및 활동이 각 교과서에 충분히 반영되었는지 확인하고, 각 교과서에 제시된 탐구 과정 및 활동의 적절성을 확인하는 절차에 따라 수행하였다. 과학과 교육과정이

반영된 정도는 탐구의 유형과 제시된 과정 및 활동의 수로 나타냈으며, 탐구 과정 및 활동의 적절성은 다음과 같은 정의를 기준으로 판단하였다.

<기본적 탐구 과정>

관찰 : 보기·듣기·만지기·냄새맡기·맛보기의 오감으로 사물·현상·사건에 관한 정성적 정보를 수집하는 기능. 도구를 사용하여 정성적 자료를 수집하는 어림(estimation)

분류 : 유사점에 따른 장소·사물·관념 등의 범주화; 준거속성(criterial attributes)에 따라 나누고, 나눈 것을 더욱 세분화하여 개체를 확인할 수 있을 때까지 나누어 사물들 사이의 위계적 단계를 체계화하는 활동

측정 : 도구나 기계를 사용하여 길이·넓이·부피·무게 등 단위를 붙여야 하는 정량적 자료를 모으는 활동; 도구나 기계를 사용하지 않고 정량적 자료를 수집하는 어림

예상 : 차후에 관찰해야 할 사실에 대한 예언(forecast); 몇 가지 변인들 사이의 상관관계, 독립변인과 종속변인 사이의 인과관계, 외삽·내삽 등에 대하여 진술하는 과정

추리 : 관찰자료나 이미 알고 있는 몇 가지의 구체적인 지식으로부터 포괄적인 결론을 이끌어내는 귀납적 일반화 과정, 또는 과학적 법칙이나 이론으로부터 특정한 사실이나 법칙을 도출하는 연역적 정신 활동

<통합적 탐구 과정>

문제인식 : 연구의 주제를 결정하고 그에 따라 해결할 문제를 확인하여 조작적으로 진술하는 과정

가설설정 : 자연현상에 나타나는 규칙성, 그 현상들 사이의 관계, 이미 일어났거나 앞으로 일어날 행동과 사건 등에 대한 잠정적 설명으로 진술하는 과정

변인통제 : 변인을 모두 확인하여 완벽하게 통제하고, 자세히 조절하는 활동

자료변환 : 한 형태의 자료를 다른 형태로 표현하는 행위

자료해석 : 자료를 이해하여 다른 형태와 자신의 말로 표현하는 과정

결론도출 : 연구에서 던진 질문 또는 검증하기 위해 설정한 가설에 대한 확정적 언급인 결론을 도출하

는 과정

일 반 화 : 귀납적 과정을 통해 포괄적인 진술을 이끌어내

는 과정

〈탐구 활동〉

토의 : 집단 구성원들 사이의 상호작용과 의견교환

실험 : 문제를 진술하고, 그 문제의 답을 예상하여 가설의 형태로 제시한 다음, 그 가설을 검증하기 위하여 변인을 통제·조절하며, 관찰과 측정을 통해 자료를 수집하며, 자료를 정리·분석하여 그 결과를 설명하거나 결론을 이끌어내는 등의 단계에 따라 이루어지는 과정; 변인 사이의 인과관계를 찾는 과정

조사 : 자연을 이해하고 자연에 관한 법칙을 발견하거나 그것을 설명하는 이론을 구성하기 위해 자연의 현상·사건·사물을 탐색하고 조사하는 과정; 변인 사이의 인과관계나 상관관계, 또는 실태를 조사하는 과정

견학 : 지역의 자연·기관·조직·시설 등의 계획된 직접 방문

과제연구 : 학생 스스로 계획·구안하여 문제를 해결하는 과정

이와 같은 정의는 대부분 SAPA II(AAAS, 1990)에서 내린 것이다. 현대의 과학철학 및 방법론이 암시하는 과학적 탐구의 의미 및 특성도 대체로 이와 비슷하다. 예비 과학교사 교육용 교재(조희형과 최경희, 2001)에서도 보통 이와 같은 정의를 따른다. 한편 분석한 교과서에 이 모든 과정과 활동이 반영되어 있지 않기 때문에, 이 정의가 모두 적용되지는 않았다.

Ⅲ. 연구 결과

1. 탐구 과정 및 활동의 교과서 반영 정도

중학교 2학년 과학 교과서에 제시된 탐구 과정과 탐구 활동들이 이 연구에서 정의한 과정 및 활동의 특성에 맞게 명명되었는지 분석하여 얻은 결과를 Table 1에 나타내었다. Table 1에 나타나 있듯이, 극히 일부의 탐구 과정 및 활동만이 제7차 과학과 교육과정에 제시된 탐구의 과정 및 활동에 부합되었다. 많은 수의 탐구 과정 및 활동이 학습할 내용에 적합하지 않거나 교과서에 명시된 과정 및

활동 외에 몇 개의 다른 탐구 과정 또는 활동들을 포함하고 있었다.

Table 1이 보여주듯이, 중학교 2학년 과학 교과서에는 제7차 과학과 교육과정에 제시된 탐구 과정 및 활동이 만족할 만큼 충분히 반영되었다고 말하기 어렵다. 교과서 III에는 제7차 과학과 교육과정에 제시된 탐구 과정 및 활동이 거의 모두 포함되어 있지만, 교과서 VI에는 모든 탐구 과정 및 활동이 실험으로 제시되어 있다. 한편 다른 교과서는 단지 3-7가지 정도의 탐구 과정과 활동을 제시하고 있다.

교과서 I에 제시된 67개의 탐구 과정 또는 활동 가운데 9%에 해당되는 6개만이 그 정의에 부합된다. 그리고 교과서 II의 96가지 가운데 6가지(6%), 교과서 III의 192가지 가운데 3가지(1%), 교과서 IV의 46가지 가운데 1(2%)가지, 그리고 교과서 V의 81가지 가운데 7가지(9%) 과정 및 활동이 그 정의에 부합되는 것으로 나타났다. 그러나 교과서 VI의 경우는 제시된 29가지 가운데 단 1개도 적합하지 않다. 전체적으로 그 정의에 부합되는 탐구의 과정과 활동은 단지 23개(4.5%)에 지나지 않는다. 특히 실험은 216개로서 가장 많이 제시되어 있으나 어느 것도 그 정의에 부합되지 않다.

이 연구에서 분석한 교과서에 제시된 과학적 탐구의 이름과 내용이 일치하지 않는 과정 및 활동이 타당한 것보다 더 많다. 이 연구에서 조사한 교과서에 제시된 탐구의 과정 및 활동은 모두 511개이며 그 가운데에서 283개(전체의 55.4%)의 이름과 내용이 부적합하다. 나머지 205개는 다른 탐구활동과 함께 제시되어 있다. 이를테면 탐구 과정 및 활동의 제목에는 관찰로 되어 있지만, 측정·추리 등 다른 탐구 과정이 포함되어 있다.

분석한 과학 교과서에는 제7차 과학과 교육과정에 명시되어 있지 않은 탐구 과정 및 활동도 제시되어 있다. 교과서마다 다르지만 탐구, 해보기, 가설검증, 사고, 시범실험, 보고 생각하기, 읽고 생각하기, 만들기 등의 과정과 활동이 제시되어 있다. 그러나 교과서 V에서는 관찰·측정·자료해석의 3가지 탐구 과정과 토의·실험·조사의 3가지 탐구 활동을 제시하며, 제7차 과학과 교육과정에 제시되지 않은 탐구 과정이나 활동은 제시하지 않는다.

2. 실제로 제시된 탐구 과정 및 활동의 수

이 연구에서는 이름과 내용이 일치하지 않은 탐구의 과

Table 1. Numbers of inquiry processes and activities and their appropriateness

Textbook	Inquiry AP*1	Inquiry processes and activities*2														Total	Others	
		obs	cla	mea	pre	rea	hyp	var	int	con	gen	dis	exp	inv	fs			pro
I	T	15	6	4		8		4	27	3						67	inquiry try hypothesis test thinking	
	A			1		1		1		1		3			6			
	B	3	1	1		3					27				35			
	C	12	5	2		4					3				26			
II	T	12	2					23		17	39	3			96	try demonstration making		
	A	2						2		1		1		6				
	B							6		3	39			48				
	C	10	2					15		13		2		42				
III	T	27	6	11	1	4	1	1	36	6	9	29	49	8	1	3	192	demonstration
	A				1				1			1					3	
	B	4		4		1	1	1	6	6	9	3	49	1	1	2	88	
	C	23	6	7		3			29			25		7	1	101		
IV	T	1						10					33	2		46	see and thinking try demonstration read and thinking	
	A													1		1		
	B							1					33			34		
	C	1						9						1		11		
V	T	9	5					15		11	39	2			81			
	A	1	1					3		1		1		7				
	B	1	1					1		6	39	1		49				
	C	7	3					11			4			25				
VI	T												29			29	inquiry try field study	
	A																	
	B												29			29		
	C																	
Total	T	64	8	22	1	8	1	1	92	6	9	61	216	18	1	3	511	
	A	3		1	1	1			7			4		6		23		
	B	8		6		2	1	1	17	6	9	12	216	2	1	2	283	
	C	53	8	15		5			68			45		10		1	205	

*1 AP : appropriateness T : total number of presented A : appropriate B : Inappropriateness
C : with other inquiry processes or activities

*2 obs : observation cla : classification mea : measurement pre : prediction
rea : reasoning hyp : hypothesizing var : control of variance int : data interpretation
con : conclusion gen : generalization dis : discussion exp : experiment
inv : investigation fs : field study pro : project

정과 활동이 실제로는 어떤 것인지 확인하였으며, 하나의 탐구 과정 및 활동에 포함된 다른 탐구의 과정과 활동은 모두 분석하여 전체의 개수 산출에 포함시켰다. 이와 같은 방법으로 확인한 탐구 과정 및 활동의 수는 Table 2와 같다.

Table 2에 나타나 있듯이, 실제의 탐구 과정 및 활동의 수는 교과서에 제시된 수보다 훨씬 더 많다. 즉 교과서 I 은 2.9배, 교과서 II는 3.0배, 교과서 III은 1.4배, 교과서

IV는 6.9배, 교과서 V는 2.2배, 교과서 VI는 9.9배나 포함되어 있다.

Table 1과 Table 2를 보면 알 수 있듯이, 각 교과서마다 더 많은 종류의 탐구 과정 및 활동이 포함되어 있다. Table 3은 원래 교과서에 제시된 탐구 과정 및 활동의 종류와 분석을 통해 확인한 실제의 탐구 과정 및 활동을 보여준다.

Table 3에서 알 수 있듯이, 제7차 과학과 교육과정에

Table 2. Suggested/actual numbers of inquiry processes and activities

Inquiry Textbook	Suggested/actual inquiry processes and activities	Inquiry processes and activities													Total			
		obs	cla	mea	pre	rea	hyp	var	tra	int	con	gen	dis	exp		inv	fs	pro
I	suggested	15		6		4				8		4	27	3			67	
	actual	40	3	27	2	57	1	12	17	22		13		12			206	
II	suggested	12	2							23		17	39	3			96	
	actual	52	7	25	2	91		9	16	40		40		19			301	
III	suggested	27	6	11	1	4	1	1		36	6	9	29	49	8	1	3	192
	actual	41	7	24	2	68	1	9	18	28		66		19		1		284
IV	suggested	1								10				33	2		46	
	actual	59	10	35	3	109		13	17	60		7		7		2	322	
V	suggested	9		5						15		11	39	2			81	
	actual	33	1	24	1	59		7	14	32		9		5			185	
VI	suggested													29			29	
	actual	52	2	25		86		8	15	32		65		3			288	
Total	suggested	64	8	22	1	8	1	1		92	6	9	61	216	18	1	3	511
	actual	277	30	160	10	470	2	58	97	214		200		65		3		1586

Table 3. suggested/actual types of inquiry processes and activities

textbook	suggested /actual	inquiry processes and activities
I	suggested	observation, measurement, reasoning, interpretation, discussion, experiment, investigation
	actual	observation, classification, measurement, prediction, reasoning, hypothesizing, variable control, data transformation, interpretation, discussion, investigation
II	suggested	observation, classification, interpretation, discussion, experiment, investigation
	actual	observation, classification, measurement, prediction, reasoning, variable control, data transformation, interpretation, discussion, investigation
III	suggested	observation, classification, measurement, prediction, reasoning, hypothesizing, variable control, interpretation, conclusion, discussion, experiment, investigation, generalization, project, field study
	actual	observation, classification, measurement, prediction, reasoning, variable control, data transformation, interpretation, discussion, investigation, project
IV	suggested	observation, interpretation, experiment, investigation
	actual	observation, classification, measurement, prediction, reasoning, variable control, data transformation, interpretation, discussion, investigation, project
V	suggested	observation, measurement, interpretation, discussion, experiment, investigation
	actual	observation, classification, measurement, prediction, reasoning, variable control, data transformation, interpretation, discussion, investigation
VI	suggested	experiment
	actual	observation, classification, measurement, reasoning, variable control, data transformation, interpretation, discussion, investigation

제시된 탐구의 과정 및 활동이 비교적 골고루 반영되어 있다. 관찰·분류·측정·추리의 기본적 탐구 과정과 변인통제·자료변환·자료해석의 통합적 탐구 과정, 그리고 토의와 조사의 탐구 활동은 분석한 모든 교과서에 공통적으로 포함되어 있다. 한편 예상은 교과서 I, II, III, IV, V에, 가설설정은 교과서 I에, 그리고 과제연구는 교과서 III, IV에만 포함되어 있다.

3. 분야별 학습 활동의 탐구 유형 분석

과학적 탐구의 목적·방법·과정·활동 등의 특성과 필요성은 탐구의 주제 및 그것이 이루어지는 분야에 따라 달라진다. 그러므로 이 연구에서는 탐구의 과정과 활동을 물리·화학·생물·지구과학 분야로 구분하여 조사하였다. 각 교과서의 분야별 탐구 과정 및 활동의 수는 Table 4와 같다.

전체 교과서에 포함된 탐구의 과정 및 활동을 분야별로 나누어 그 비율을 계산하면 물리·생물·지구과학·화학이 각각 27.8%, 26.6%, 17.9%, 30.8%다. 즉 물리·화

Table 4. Numbers of inquiry processes and activities in each subject area

Subject	Textbook	Inquiry processes and activities														Total		
		obs	cla	mea	pre	rea	hyp	var	tra	int	con	gen	dis	exp	inv		fs	pro
Physics	I	5		10	1	12	1	5	9	10			1					54
	II	13	2	8	1	26		4	4	10			13		8		89	
	III	10		8	1	18		2	4	4			17				64	
	IV	14	3	12	1	27		4	6	13			3		3		86	
	V	6		9		17		3	6	10			3				54	
	VI	11		9		24		3	7	7			18				79	
	subtotal	59	5	56	4	124	1	21	36	54			55		11			426
Biology	I	16	2	3		19		3		1			6		6		56	
	II	18				23		2	1	11			5				60	
	III	14	3	4		21		3	5	12			22		3		87	
	IV	20	1	3		32		4		20							80	
	V	12		2		18		2	3	9			3		3		52	
	VI	11		1		23		3	1	12			17				68	
	subtotal	91	6	13		136		17	10	65			53		12			403
Earth science	I	8		8		10		1		3			4		5		39	
	II	9	3	7	1	15			2	9			6		6		58	
	III	8	2	4		13	1		1	4			7		8	1	49	
	IV	12	4	8	1	21				9			1		3	2	61	
	V	7		3		7				2			1		2		22	
	VI	14	1	6		16				4			8		3		52	
	subtotal	58	10	36	2	82	1	1	3	31			27		27	3		281
Chemistry	I	11	1	6	1	16		3	8	8			2		1		57	
	II	12	2	10		27		3	9	10			16		5		94	
	III	9	2	8	1	16		4	8	8			20		8		84	
	IV	13	2	12	1	29		5	11	18			3		1		95	
	V	8	1	10	1	17		2	5	11			2				57	
	VI	16	1	9		23		2	7	9			22				89	
	subtotal	69	9	55	4	128		19	48	64			65		15			476
Total		277	30	160	10	470	2	58	97	214			200		65	3	1586	

학·생물은 대강 비슷한 수의 탐구 과정과 활동을 포함하고 있으며, 지구과학에서 가장 적은 수의 탐구 과정 및 활동을 제시한다. 또한 전체적으로 볼 때 교과서에서는 관찰·측정·추리·자료해석·토의를 가장 많이 다룬다.

IV. 결론 및 제언

이 연구에서는 제7차 교육과정에 제시된 탐구의 과정과 활동을 정의하고, 그에 비추어 6종의 중학교 2학년 과학 교과서에 포함된 과학적 탐구 과정과 활동을 분석하였다. 즉 이 연구는 제7차 교육과정에 제시된 탐구 과정 및 활동이 중학교 2학년 과학 교과서에 어떻게 반영되었는지, 그리고 그 반영된 정도에 있어서 교과서별로 또는 영역별로 어떤 차이가 있는지 알아볼 목적으로 수행하였다.

교과서에 제시된 탐구의 과정 및 활동 가운데 더 많은 수(63.7%)의 것이 그 이름과 내용이 일치하지 않았으며, 단지 4.6%만이 일치하였다. 실험은 어느 교과서에나 가장 많이 제시되어 있으나 어느 것도 그 이름과 내용이 일치하지 않았다. 또한 각 교과서에는 해보기, 탐구, 보고 생각하기, 읽고 생각하기, 시범실험 등 제7차 과학과 교육과정에 제시되지 않은 탐구 과정 및 활동도 포함되어 있다. 더욱이 각 교과서마다 제시된 수보다 훨씬 더 많은 탐구의 과정과 활동이 포함되어 있었으며, 전체적으로 관찰·측정·추리·자료해석·토의가 비교적 많이 활용되고 있다. 한편 지구과학 분야의 탐구 과정 및 활동의 수가 가장 적으며, 나머지 세 분야의 수는 거의 비슷하다.

이 연구의 결과는 과학과 교육과정에 제시된 탐구의 의미가 저자나 과학교사들이 제대로 이해하고 있지 않음을 보여주었다. 실험의 의미와 특성은 특히 잘못 이해하고 있었다. 실험은 문제인식·가설설정·변인통제·자료해석·결론도출 등의 과정에 따라 이루어지는데, 제7차 과학과 교육과정에서는 이런 과정과 실험을 구분하여 제시하고 있다. 이는 교과서에서도 통합적 탐구 과정과 실험 활동을 구분해야 함을 말해주고 있다.

국문 요약

이 연구는 제7차 과학과 교육과정에 따라 저술된 6종의 중학교 2학년 과학 교과서에 제시된 과학적 탐구 과정 및 활동의 개수를 확인하고 그 적절성을 판단할 목적으로 수행하였다. 전반적으로 볼 때 분석한 교과서에 제7차 과학과 교육과정에 제시된 과학적 탐구의 기본적 과정이 어느 정도 잘 반영되어 있으나, 통합적 탐구 과정과 탐구 활동은 대체로 미흡하다. 또한, 교과서에 제시된 과학적 탐구 과정 및 활동이 그 과제와 일치하지 않는 것이 많으며, 특히 실험은 단 1개도 엄격한 의미의 실험으로 볼 수 없다. 논문의 마지막 부분에서는 특히 실험의 의미를 분명하게 정의해야 할 필요성을 제시하였다.

참고 문헌

- 교육부(1997). 과학과 교육과정. 서울: 대한교과서주식회사.
- 이홍우(1997). 지식의 구조와 교과. 서울: 교육과학사.
- 조희형, 박승재(1999). 과학 교수-학습. 서울: 교육과학사.
- 조희형, 최경희(2001). 과학교육 총론. 서울: 교육과학사.
- American Association for the Advancement of Science (AAAS) (1990). *Science-A Process Approach(SAPA II)*. Delta Education, Inc.
- Bruner, J. S.(1960). *The process of education*. Cambridge: Harvard University Press.
- Guthrie, J. T.(1981). *Forms and functions of textbooks*. *Journal of Reading, March*, 554-556.
- 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.