

## 초·중학생의 관찰, 예상, 가설의 이해

이혜원<sup>†</sup> · 양일호 · 조현준  
(용곡초등학교)<sup>†</sup> · (한국교원대학교)

### Elementary and Middle School Students' Understanding of Observation, Prediction, and Hypothesis

Lee, Hye-Won<sup>†</sup> · Yang, Il-Ho · Cho, Hyun-Jun  
(Youngkok Elementary School)<sup>†</sup> · (Korea National University of Education)

#### ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate the elementary and middle school students' understanding of observation, prediction, and hypothesis in everyday and science educational contexts. The questionnaires for testing understanding of three categories were developed, which obtained Cronbach alpha .91. It was consisted of 40 questions of 10 items related to observation, prediction, and hypothesis. Thy test was administrated to 868 subjects from grade 3 to grade 9. The results showed that the each level of their understanding of observation, prediction, and hypothesis ranged between 29~58%, 43~53%, and 10~25%. The level of understanding of observation and prediction showed tendency to promote increasingly from grade 3 to grade 9, but the level of hypothesis did not.

**Key words :** understanding of observation, understanding of prediction, understanding of hypothesis

## I. 서 론

관찰은 과학에서 가장 기초적인 기능이며, 추리하기, 의사소통하기, 예상하기, 측정하기, 분류하기와 같은 다른 탐구기능 발달에 필수적이며(Funk *et al.*, 1985; Moher *et al.*, 2000), 특히 개념 이해와 발달, 기존의 선개념의 변화에까지 영향을 주는 중요한 역할을 하는 것으로 받아들여져 왔다(Macolm, 1987). 따라서 관찰은 과학에서 뿐만 아니라 과학교육에서도 매우 중요한 요소이며(Cott & Welford, 1987; Heath, 1980; Hodson, 1986), 특히 과학적 탐구의 출발점으로 볼 수 있다(박종원과 김익균, 1999; Klopfer, 1990).

과학적 탐구과정으로서의 예상은 정보와 자료를 바탕으로 둔 최선의 추측을 요구하는 사고로서(Martin *et al.*, 1997) 미래에 일어날 사건이나 그 조건에 관한 예언을 의미한다(Carin, 1997). 따라서 예상은 체계적인 관찰과 측정에 바탕을 둘수록 정확해지며, 정확한 예상을 통해 특정 양상이나 규칙성에 따른 가설을

생성하는 데 기여할 수 있다(조희형과 최경희, 2001).

과학교육자들은 관찰, 예상과 더불어 과학적 탐구 활동 중에서 가장 중요한 것 중의 하나가 가설설정 에 대한 활동이라 주장하고 있으며(권용주 등, 2000; 박종원, 2000; Klahr & Dunbar, 1988; Wenham, 1993), 이러한 활동은 관찰을 통한 활동으로 이어져야 한다는 주장도 있다(임채성, 1999). 왜냐하면 가설 설정 활동은 학생들의 과학적 성취도 향상뿐만 아니라 논리적 사고의 발달, 과학적 창의적 사고의 발달 에도 매우 밀접한 관련이 있기 때문이다(Adsit & London, 1997; Lawson, 1985). 뿐 만 아니라, 예상과 가설설정 활동 영역이 과학교육에서 중요하게 다뤄지는 가설-연역적 방법론의 틀 안에서 중요한 기능을 담당하고 있기 때문이다(Lawson, 1995).

그러나, 가설-연역적 방법에서 예상과 가설이 분리 되어 설명되고 있지만, 가설과 예상에 대한 기존의 연구에서는 이 둘 사이의 구분이 모호한 채로 사용 되고 있다(권용주 등, 2000). 실제로, 구수정과 박승재(1995)의 연구결과에서 초등학생이 생성해 낸 전체

가설 진술문 중 예상형 가설이 72.2%로 가장 많은 부분을 차지했으며, 설명형 가설이 27.2%, 서술형 가설이 0.6%로 예상형 가설과 설명형 가설이 압도적으로 많았고, 가장 예측적 요소가 적은 서술형 가설이 극소수로 나타났다. 한편, 국내의 많은 연구들은 학생들의 전체 통합 탐구능력이 50~60%라는 비교적 높은 결과를 나타내고 있다(우종욱과 이경훈, 1993; 이연우와 우종욱, 1991; 임청환과 정진우, 1991; 정완호 등, 1993; 허명, 1990). 그러나, 연구대상의 연령의 폭이 적어 발달의 추이를 살펴보기 어렵다. 또한, 폭넓은 연령대에 걸쳐 조사된 연구도 있지만(우종욱 등, 1999), 측정하고자 하는 탐구요소가 통합탐구과정에 한정되어 있다. 따라서 이 연구에서는 관찰과 예상, 가설에 대한 이해 정도가 초·중학생의 학년별로 어떠한 차이가 있는지를 알아보고, 일상 경험적 상황, 과학 교과적 상황의 맥락적 차이에 따라 이들에 대한 이해 정도에 차이가 있는지 알아보는데 목적이 있다.

## II. 연구방법 및 절차

### 1. 연구 대상

천안시 소재 학교 중에서 임의로 초등 1개교, 중등 2개교를 임의로 선정하였다. 대상은 표 1과 같이 초등학교 3, 4, 5, 6학년, 남자 중학교 7, 8, 9학년, 여자 중학교 7, 8, 9학년 학생 총 863명을 선정하였다.

### 2. 검사도구 개발

검사 도구는 Cortéz와 Niaz(1999)이 개발한 문항의 내용을 초·중등학생의 수준에 맞추도록 재구성하여 사용되었다. 또한 관찰·예상·가설을 하나의 항목 속에

표 1. 연구대상

표집학교	표집학년	표집학급수	남	여	합계(명)
S초등학교	3	3	45	51	96
	4	4	67	58	125
	5	4	72	52	124
	6	3	48	51	99
	소계	14	232	212	444
C중학교, C여자중학교	7	4	74	67	141
	8	4	69	78	147
	9	4	65	66	131
	소계	12	208	211	419
합계	26	440	423	863	

표 2. 검사도구의 영역별 문항

일상경험 내용	과학교과 내용
흡연과 암	고체의 성질
양치질과 충치예방	용수철의 성질
줄넘기와 성장	잎맥과 잎의 모양
독감 예방 접종과 감기	광합성의 조건
빨래 건조와 날씨	산성비와 화석연료

서 측정할 수 있는 도구를 개발하기 위해 Lawson (1982)이 제시한 쥐 문항의 내용을 논리적 형태로 재구성하였다. 문제형태는 내용의 문맥과 Wenham (1993)이 제시한 진술문의 형식에 의한 가설 유형을 함께 고려하였으며, 각각 관찰, 예상, 가설의 진술문 형태로 개발되었다. 개발된 검사도구는 과학교육 전문가 3인에게 안면타당도를 의뢰하였다. 2차례에 걸친 타당도 의뢰 결과는 79%이다. 또한, 검사도구의 신뢰도를 확보하기 위해 연구 대상과 같은 초등학교 122명과 중학생 70명을 대상으로 Field Test를 실시했다. 제작된 검사도구의 신뢰도는 Cronbach  $\alpha$ 는 .91이다.

검사 도구는 표 2와 같이 일상경험 영역 5개 항목, 과학교과 영역 5개 항목으로 총 10개 항목이며, 각 항목당 4개의 진술문으로 되어있어 총 40문항이다. 이 중 관찰에 대한 진술문 17개, 예상에 대한 진술문 13개, 가설에 대한 진술문 10개이다.

### 3. 자료 수집 및 처리

개발된 검사지를 선정된 연구 집단의 해당 담임교사에게 의뢰하여 검사를 실시하였다. 각 문항은 1점씩 처리되었다. 관찰, 예상, 가설의 이해정도가 학년에 따라 유의미한 관계가 있는지 알아보기 위해 각 학년별로 상관관계 분석을 실시하였다. 또한, 유의미한 관계를 확인한 후 세부적으로 일상경험 영역과 과학교과 영역으로 나누어 두 영역 중 어느 부분이 더 높은 이해도를 보이는지에 알아보기 위해 각 학년 내에서 t-검증을 하였고, 전체 영역별 점수에서는 일원변량 분석을 실시하였다.

## III. 결과 및 논의

### 1. 학년별 관찰, 예상, 가설의 이해 정도

초·중학생의 관찰, 예상, 가설의 학년별 평균점수를 그림 1과 같이 나타내었다. 그림 1에서, 관찰의 경우 초등학교 3학년의 5.01에서 중학교 9학년의

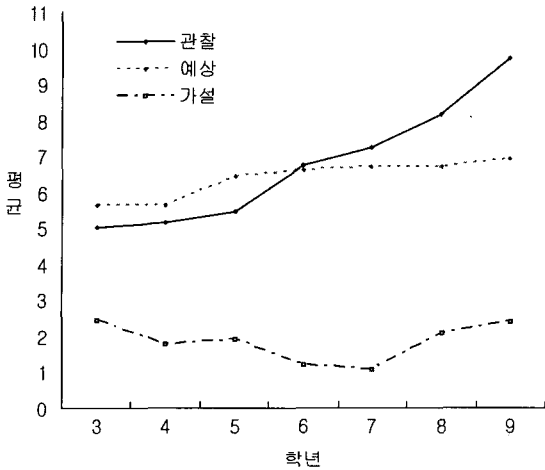


그림 1. 학년별 관찰, 예상, 가설의 이해.

9.79로 점진적인 증가를 보이고 있다. 예상의 이해 정도는 5.63에서 6.94로 약간의 점진적 증가를 보였으며, 가설의 이해 정도는 2.44에서 2.40으로 거의 변화가 없으며, 중학교 6학년 수준에서 최하점을 기록하고 있다. 따라서, 관찰에 대한 이해도가 예상과 가설에 비해 높다는 것을 알 수 있다. 이것은 McNay와 Melville(1993)의 결과와 일치하는 것이다. 가설에 대한 이해 정도는 1.06(10%)~2.44(24%)를 보이며, 관찰이나 예상의 이해보다 상당히 낮음을 알 수 있다.

기존의 연구들(허명, 1990; 정완호 등, 1993; 우종욱과 이경훈, 1993; 권재술과 김범기, 1994)이 통합적인 관점에서 탐구능력을 측정하고 50~60%라는 비교적 높은 결과를 보여주었지만, 위의 결과를 보면, 각 학년에서의 예상과 가설의 이해 정도가 관찰에 비해 비교적 낮은 결과를 나타냈으므로 통합적인 관점에서의 탐구능력의 이해보다는 각 탐구기능별 요소의 이해를 살펴볼 필요성이 있다 하겠다. 또한 그림 1을 보면, 관찰과 예상은 학년이 올라감에 따라 증가의 추세를 나타내지만, 가설은 이러한 경향을 보이지 않고 있다. Cortéz와 Niaz(1999)는 관찰, 예상, 가설의 이해 정도를 묶어 연령이 증가할수록 이러한 이해정도가 증가한다고 보고하였으나, 그림 1에서 보는 것처럼, 가설에 대한 이해는 관찰, 예상과는 달리 증가의 경향을 보이지 않는다. 이것은 현재의 과학 수업에서 각 탐구기능별, 특히 가설설정 활동이 거의 다루어지지 않고 있기 때문인 것으로 판단된다.

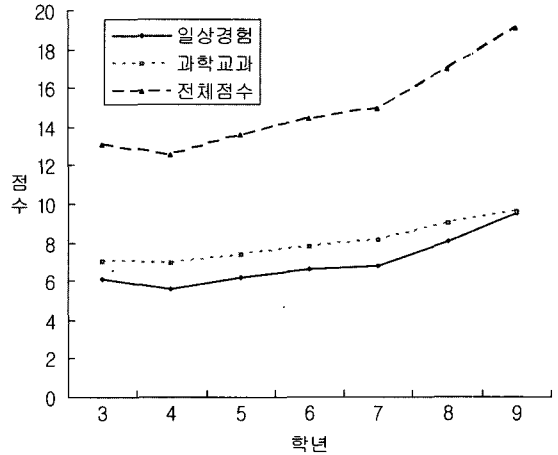


그림 2. 학년별 일상경험 내용과 과학교과 내용의 이해.

## 2. 학년별 일상경험 내용과 과학교과 내용의 이해 정도

관찰, 예상, 가설을 일상 경험적 상황과 과학 교과적 상황에서 구분할 수 있는지 알아보기 위하여, 두 상황에 따라 각각 관찰, 예상, 가설을 묻는 내용 영역으로 나누어 조사한 결과 다음 그림 2와 같다.

그림 2와 같이, 영역별 점수를 합한 전체 점수를 보면 우선 3학년에서 9학년에 걸쳐 학년이 높아질수록 증가하는 것으로 나타났다. 또한 학생들은 일상 경험적 내용 영역보다는 과학 교과적 내용 영역과 관련된 관찰, 예상, 가설 진술문을 다소 더 잘 이해하고 있는 것으로 보인다. 이 결과는 Cortéz와 Niaz(1999)의 연구결과와도 일치하는 것인데, 이들의 결과에 따르면, 이러한 영역별 이해 정도의 차이는 영역일반적 추론이 과학적 추론영역에서 영역특이적 추론보다 더 쉽게 적용되고 사용되기 때문이다.

## 3. 학년별 일상 경험적 내용 영역과 과학 교과적 내용 영역의 상관관계

초 중등학생들의 일상 경험적 내용과 과학 교과적 내용에 대한 이해 정도를 알아보기 위하여 학생들의 일상 경험적 내용 영역 점수, 과학 교과적 내용 영역 점수, 두 영역을 통합한 전체 점수를 바탕으로 표 3과 같이 상관관계를 분석하였다. 표 3에서, 전 영역, 전 학년에 걸쳐서 유의도 .01 수준에서 통계적으로 유의했으며, 일상 경험적 영역-과학 교과적 영역의 상관계수보다, 과학 교과적 영역-전체점수 사이의 상관계수가 크고, 일상 경험적-전체점수 사이의 상관계

표 3. 영역별점수, 전체점수와와의 상관관계

학년	영역 일상경험 영역 점수-과학교과 점수	영역 일상경험 영역 점수-전체점수	영역 과학교과 영역 점수-전체점수
3학년	0.47**	0.88**	0.83**
4학년	0.45**	0.85**	0.84**
5학년	0.69**	0.92**	0.91**
6학년	0.59**	0.90**	0.88**
7학년	0.60**	0.90**	0.88**
8학년	0.66**	0.92**	0.90**
9학년	0.82**	0.96**	0.94**

\*\*p<.01

수가 가장 크게 나타났다. 상관계수가 학년이 높아질수록 양의 상관으로 커지는 것을 볼 때, 한 내용 영역의 이해 능력이 증가할수록 다른 영역의 이해 능력도 학년이 올라갈수록 증가하는 것을 알 수 있다.

4. 학년별 일상 경험적 영역과 과학 교과적 영역 사이의 대응 표본 t-검정

표 4를 보면, 학년별로 일상 경험적 영역과 과학 교과적 영역의 평균차를 보기 위한 t-검정 결과 유의도 .01 수준과 .05 수준에서 9학년을 제외한 전 학년

표 4. 일상경험 영역과 과학교과 영역의 t-검정

학년	사례수	내용	평균	표준편차	t
3학년	96	일상 경험적	6.09	3.86	2.41*
		과학 교과적	7.00	3.25	
		전 체	13.09	6.12	
4학년	125	일상 경험적	5.57	3.11	4.93**
		과학 교과적	6.99	3.01	
		전 체	12.56	5.22	
5학년	124	일상 경험적	6.21	3.87	4.32**
		과학 교과적	7.38	3.70	
		전 체	13.60	6.96	
6학년	99	일상 경험적	6.65	4.01	3.15**
		과학 교과적	7.76	3.62	
		전 체	14.40	6.84	
7학년	141	일상 경험적	6.78	4.11	4.41**
		과학 교과적	8.10	3.71	
		전 체	14.90	7.00	
8학년	147	일상 경험적	8.02	4.87	3.03**
		과학 교과적	8.96	4.25	
		전 체	16.98	8.34	
9학년	131	일상 경험적	9.53	5.64	0.08
		과학 교과적	9.55	4.96	
		전 체	19.08	10.12	

\*p<.05, \*\*p<.01

에 걸쳐 일상 경험적 내용 영역의 점수와 과학 교과적 내용 영역의 점수 사이의 유의한 차이가 있다. 즉, 9학년을 제외한 다른 학년에서 일상 경험적 내용에 대한 이해보다는 과학교과 내용에 대한 이해가 더 높다고 할 수 있다.

5. 영역별 점수의 학년차

표 5와 같이, 일원변량 분산분석에서 학년별 일상 경험적 영역과 과학 교과적 영역을 통합한 전체 점수간의 학년별 점수의 차이가 유의한가를 알아보았다. 일상 경험적 영역의 학년별 점수는 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 또한 과학 교과적 영역과 전체 점수에 대한 분석 결과에서도 통계적으로 유의한 차이를 보였다.

일원변량 분산분석 결과가 이와 같이 유의미한 것으로 나타났으나, 구체적으로 각 영역별로 어떤 집단 내에서 유의미한 차이를 보이는지 알아보기 위하여 원점수를 가지고 Sheffé 검증을 이용한 사후 검정을 실시하였다. 일상 경험적 내용 영역의 학년별 점수에 대한 Sheffé 검증 결과는 3~9학년, 4~8학년, 4~9학년, 5~9학년, 6~9학년, 7~9학년에서 일상 경험적 내용 영역 점수의 학년별 차이가 유의도 .01 수준에서 유의한 점수의 차이가 있는 것으로 나타났다. 과학 교과적 내용 영역의 학년별 점수에 대한 Sheffé 검증 결과 3~8학년 집단의 경우 유의도 .05 수준에서 유의한 차이가 있는 것으로 나타났으며, 4~8학년, 3~9학년, 4~9학년, 5~9학년 집단의 경우 유의도 .01 수준에서 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 즉 학생들은 과학 교육적 내용보다 일상 경험적 내용의 항목들에서 더 높은 점수를 얻었음을 나타낸다. 이러한 결과들은 많은 연구자들에 의해 지지되었던 결과로서

표 5. 영역별 점수 ANOVA

영역	집단	자승합	자유도	평균자승	F
일상 경험적 내용	집단간	1266.950	6	211.158	12.257**
	집단내	14746.970	856	17.228	
	합계	16013.921	862		
과학 교과적 내용	집단간	616.593	6	102.765	7.519**
	집단내	11712.793	856	13.667	
	합계	12329.386	862		
전체 점수	집단간	3587.270	6	597.878	11.871**
	집단내	43110.837	856	50.363	
	합계	46698.106	862		

\*\*p<.01

학생들이 교육적 환경보다 일상에서 더 잘 이해한다는 것을 보여준다(Cortéz & Niaz, 1999).

이상과 같은 결과를 종합하면, 학년이 올라갈수록 일상 경험적 내용과 과학 교과적 내용에 대한 이해는 점진적으로 증가한다. 그러나 각 항목별로 살펴보면, 관찰, 예상의 이해 정도는 학년이 올라감에 따라 점진적인 증가를 보이나 가설의 경우에는 증가하는 경향을 파악할 수 없었다. 또한 관찰, 예상, 가설의 이해 정도가 연구 대상 전체에 걸쳐서 비교해 보아도 다른 선행 연구들의 결과와 달리 비교적 낮은 이해 정도를 보였으며, 특히 가설의 경우는 3-9학년 전체 학년에 걸쳐서 훨씬 낮은 이해 정도를 보였다. 이러한 연구결과는 Sodian 등(1991)의 증거와 이론을 구분할 수 있는 능력이 아주 어린 6세 정도에도 충분히 발달되어 있다는 주장과 Lawson과 Hegebush(1985)의 이러한 능력은 점진적으로 발달한다는 주장과는 사뭇 다르다. 오히려, 잉글랜드와 웨일즈 전체 16세 학생 중 형식적 조작기에 속하는 학생들이 30% 미만을 제시한 Adey와 Shayer(1994)의 연구에 더 가깝다. 이러한 이유는 중등·대학생들이 형식적 조작의 사고보다는 구체적 조작의 사고에 익숙하기 때문이라 판단된다.

#### IV. 결 론

연구 결과, 초·중학생의 관찰, 예상, 가설에 대한 이해 정도는 관찰이 가장 높았으며 또한, 관찰과 예상의 이해 정도도 학년이 올라감에 따라 점진적으로 증가함을 알 수 있었다. 그러나 가설의 이해 정도는 중학교가 시작되는 시점인 7학년에서 가장 낮은 이해를 보여 관찰과 예상과는 달리 발달 정도를 보이지 않았다. 비교적 고등 수준의 사고를 요하는 가설에 대한 이해와 가설 생성 능력은 아직 형식적 조작기에 이르지 못한 초등학생에게는 어려운 과제일 수 있다. 그러나 형식적 조작기에 있는 중학생의 경우에서도 가설에 대한 이해 정도는 실질적으로 초등학생과 별 차이가 없다. 이것은 초·중학교에서 가설설정 활동에 관한 경험이 비교적 적었기 때문인 것으로 판단된다. 그러나 앞에서 논의한 Sodian 등(1991)의 연구결과와 Lawson과 Hegebush(1985)의 연구결과, Adey와 Shayer(1994)의 연구결과를 고려할 때, 이러한 현상에 대한 원인에 대한 심도있는 연구가 필요하다고 본다. 또한, 탐구능력 발달에 대한 전체적인

관점은 최현동(2005)의 연구와 같이, 각각의 탐구기 능력로 발달의 차이를 알아본 후 전체적인 견해를 가질 필요가 있다. 또한 현재의 과학교육과정이 탐구 활동을 강조하고 있음을 고려할 때, 탐구활동을 전체적인 관점에서 다뤄지기 보다는 탐구활동의 각 단계에 초점을 맞춘, 학생의 인지발달 수준에 맞춘 관찰, 예상, 가설 설정에 관한 학습이 필요하다고 하겠다.

#### 참고문헌

구수정, 박승재(1995). 자연보호답사대회 보고서에 진술된 국민학생의 가설능력의 분석. 한국과학교육학회지, 15(1), 116-125.

권용주, 양일호, 정원우(2000). 예비 과학교사들의 가설 창안 과정에 대한 탐색적 분석. 한국과학교육학회지, 20(1), 29-42.

박종원(2000). 학생의 과학적 설명가설의 생성과정 분석 -과학적 가설의 정의와 특성을 중심으로-. 한국과학교육학회지, 20(4), 667-679.

박종원, 김익균(1999). 과학적 관찰의 의미와 탐구과정에서 학생들의 관찰 행동 분석. 한국과학교육학회지, 19(3), 487-500.

우중옥, 김범기, 허명, 김찬중, 양일호, 최관순, 김태선(1999). 초·중·고 학생들의 과학 탐구 능력 추이 분석을 위한 종단적 연구. 한국과학교육학회지, 19(2), 173-184.

우중옥, 이경훈(1993). 과학적 탐구 능력 성취의 종단적 연구. 한국과학교육학회지, 13(3), 317-326.

이연우, 우중옥(1991). 과학 탐구능력 측정을 위한 표준화 검사지 개발. 한국과학교육학회지, 11(1), 59-72.

임채성(1999). 초등학교 아동의 인지양식과 성별에 따른 생물 관찰 특성. 한국생물교육학회지, 27(2), 143-150.

임청환, 정진우(1991). 고교생의 논리적사고력과 과학탐구 기능 사이의 상관관계에 관한 연구. 한국과학교육학회지, 11(2), 23-30.

정완호, 허명, 은경용(1993). 국민학생의 과학 탐구능력 측정을 위한 평가도구 개발. 한국과학교육학회지, 13(1), 80-91.

조희형, 최경희(2001). 과학교육총론. 서울: 교육과학사.

최현동(2005). 초등학생의 과학적 분류능력. 2005학년 한국 초등과학교육학회 겨울학술발표대회, p. 26.

허명(1990). 중등학생의 과학탐구능력 신장을 위한 학습지도 및 평가 방법의 개선 방안. 한국과학교육학회지, 10(2), 1-9.

Adey, P. & Shayer, M. (1994). *Really raising standard: Cognitive intervention and academic achievement*. London: Routledge.

Adsit, D. J. & London, M. (1997). Effects of hypothesis generation on hypothesis testing in rule discovery tasks. Journal of General Psychology, 123(1), 19-35.

Carin, A. A. (1997). *Teaching science through discovery*, 8th

- ed. Upper Saddle River, New Jersey: Merill.
- Cortéz, R. & Niaz, M. (1999). Adolescents' understanding of observation, prediction, and hypothesis in everyday and educational contexts. *The Journal of Genetic Psychology*, 160(2), 125-141.
- Cott, R. & Welford, G. (1987). The assessment of observation in science. *School Science Review*, 69, 217-227.
- Funk, H. J., Fiel, R. L., Okey, J. R., Jaus, H. H., & Sprague, C. S. (1985). *Learning science process skill* (2nd ed.). Kendall/Hunt publishing company.
- Heath, T. (1980). Observation, perception and education. *European Journal of Science Education*, 2(2), 155-160.
- Hodson, D. (1986). The nature of scientific observation. *School Science Review*, 68, 17-29.
- Klahr, D. & Dunbar, K. (1988). Dual space search during scientific reasoning. *Cognitive Science*, 12, 1-48.
- Klopfer, L. E. (1990). Learning scientific enquiry in the student laboratory. In E. Hegarty-Hazel (Ed.), *The Student Laboratory and the Science Curriculum*. London: Routledge. 95-118.
- Lawson, A. E. & Hegebush, W. (1985). A survey of causal hypothesis testing strategies: K-12. *American Biology Teacher*, 47, 348-355.
- Lawson, A. E. (1982). The nature of advanced reasoning. *Journal of Research in Science Teaching*, 19, 743-760.
- Lawson, A. E. (1985). A review of research on formal reasoning and science teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, 22(7), 569-618.
- Lawson, A. E. (1995). *Science teaching and the development of thinking*. Belmont, CA: Wadsworth Publishing Company.
- Macolm, C. (1987). *The science framework P-10: Science for every child*. Melbourne, Australia: Ministry of Education.
- Martin, R., Sexton, C., Wagner, K., & Gerlovich, J. (1997). *Teaching science for all children* (2nd ed). Boston: Allyn and Bacon.
- McNay, M. & Melville, K. W. (1993). Children's skill in making predictions and their understanding of what predicting means: A developmental study. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(6), 561-577.
- Moher, T., Johnson, A., Cho, Y., & Lin, Y. (2000). Observation-based inquiry in a virtual ambient environment. In B. Fishman & S. O'connor-Divelbiss (Eds.), *Fourth International Conference of the Learning Sciences* (pp. 238-245). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Sodian, B., Zaitchik, D., & Carey, S. (1991). Young children's differentiation of hypothetical beliefs from evidence. *Child Development*, 62, 753-766.
- Wenham, J. (1993). The nature and role of hypotheses in school science investigations. *International Journal of Science Education*. 15(3), 231-240.