

초등과학 디지털 교과서 활용이 학생들의 과학적 문제 해결력에 미치는 영향

최선영[†] · 서정희

(경인교육대학교)[†] · (한국교육학술정보원)

The Effect of Using Digital Science Textbook on the Scientific Problem Solving of Elementary School Students

Choi, Sun-Young[†] · Seo, Jeong-Hee

(Gyeongin National University of Education)[†] · (Korea Education & Research Information Service)

ABSTRACT

The purpose of this research was to investigate the effect of using digital science textbook on the scientific problem solving of elementary school students. For this research, an instrument to measure student's problem-solving skills was developed. The pretest and posttest scores of one hundred and six 5th grade students' problem-solving skills were analyzed and also the responses of three students who were selected by their levels in the problem-solving science digital textbook class were qualitatively analyzed. The results of this study were as follows; the scores of problem solving skills of science digital textbook groups were higher than that of traditional paper textbook group ($p < .05$). In the qualitative analysis of the students' responses in a digital textbook class according to their achievement level, low-achievers' problem-solving skills were much more improved than high- and mid-achievers' skills. In conclusion, science digital textbook has a potential to improve students' scientific problem solving skills, and this possibility will be much higher when science digital textbook is used with teachers' intended instructional goals and strategies like problem-solving lessons.

Key words : science digital textbook, scientific problem solving, 5th grade

I. 서 론

우리는 지식 정보화 · 첨단 과학의 무한 경쟁 시대에 살고 있다. 이러한 시대에 살아 남기 위해서는 지식과 정보를 양적으로 많이 보유하기 보다는 문제 해결에 활용할 수 있는 창의적 능력이 요구된다. 이러한 요구는 국가의 교육 목표의 변화에도 영향을 주었고, 이에 우리나라에서도 제6차 교육과정부터 과학교육의 목표로 창의적인 문제 해결력을 기르는 것으로 설정하고 있다(교육인적자원부, 1997).

과학교육에서 창의적 문제 해결력이란 과학적 지식의 습득을 통해 이를 실세계에 적용 가능한 형태

로서 변환할 수 능력(박주연, 2005; 김현정 등, 2003)이며, 문제 해결을 잘 하기 위해서는 과학적 태도를 바탕으로 과학적 개념이나 원리를 잘 이해하고 있어야 한다(최경희 등, 1998). 따라서 학생들의 창의적 문제 해결력을 신장시키기 위해 전통적인 과학 지식, 태도, 탐구 능력을 강조하고 있으며, 그 외에도 창의적 문제 해결력 신장을 위한 초등과학 교육 과정의 개발(조연순 등, 2000), 교수-학습 과정에서의 문제 해결 전략의 활용 방안(노태희 등, 2002) 등 다양한 방면으로 연구가 수행되고 있다.

그러나 창의적 문제 해결력 신장의 효과에 대해서는 상반된 결과도 보고되고 있는데(전경문과 노

태회, 2002), 이는 학생들이 새로운 전략을 수립하기 위해 많은 시간이 요하는 전략보다는 기존의 방식을 사용하려는 경향 등으로 전통적인 수업과 차이가 없기 때문에 문제 해결 교수 전략뿐만 아니라 실제 문제 해결 과정의 중요성을 강조하였고(노태회 등, 1999), 전경문과 노태회(2002)는 문제 해결 전략 중 학생들의 문제 해결력 향상을 위해서 이해-계획-풀이-검토의 4단계 중 계획이나 검토 단계를 강화한 교수 방안을 제시하였다.

이러한 맥락에서 창의력이나 문제 해결력 등과 같은 학습 능력을 신장시키기 위한 다양한 교육 혁신 방안들이 제시되고 있다. 그 중에서 ICT를 통한 교육 혁신 방안으로 'e러닝 지원 체제 종합 발전 방안'을 발표한 바 있고, 이의 일환으로 디지털 교과서 개발 사업이 시작되었으며, 2005년부터 디지털 교과서에 대한 개념 정의, 프로토타입 개발, 시범 적용, 상용화를 위한 계획 등이 빠르게 추진되어 왔다(교육과학기술부 · 한국교육학술정보원, 2008). 디지털 교과서는 서책형 교과서가 가지는 장점에 인터넷 기능과 교과 내용과 관련된 멀티미디어 기능의 접목으로 수업이 능동적으로 진행될 수 있는 디지털 학습 교재이다(변호승 등, 2008). 이에 교육과학기술부는 디지털 교과서를 초등 5·6학년 전 과목, 중학교 1학년 3개 교과(수학, 과학, 영어), 고등학교 1학년 2개 교과(수학, 영어)로 확대하고, 2008년부터 2011년까지 전국 100개 학교에 연차적으로 적용할 계획이다(교육인적자원부, 2007). 이에 따라 2008년 12월 현재 한국교육학술정보원 주관으로 개발되고 있는 디지털 교과서는 초등 5·6학년 국어, 영어, 수학, 사회, 과학, 음악 등 6개 교과로 개발과 동시에 연구학교를 중심으로 현장에 시범 적용되었다(한국교육학술정보원, 2006).

이와 같은 새로운 개념의 디지털 교과서는 기존의 전자책과는 달리 초 · 중등교육에 미치는 파급 효과가 커짐에 따라 개발 · 보급에 따른 학교 현장 적용 가능성의 다양한 검증이 요구되고 있다. 그러나 그동안 수행된 디지털 교과서 관련 연구들은 디지털 교과서 개발과 관련된 연구(변호승 등, 2006; 손병길 등, 2004; 송해덕 등, 2007), 학업 성취도 및 인지적 특성에 관한 디지털 교과서의 효과성 연구(변호승 등, 2006) 등이 수행된 바 있으나, 문제 해결력에 대한 효과성 연구는 아직 미비한 상태이다.

따라서 이 연구는 디지털 과학 교과서를 개발하

여 적용하고 있는 1개의 연구 학교를 중심으로 디지털 과학 교과서의 활용에 따른 학생들의 과학적 문제 해결력에 미치는 효과를 알아보고자 하였다.

II. 연구 방법 및 절차

1. 연구 대상

본 연구의 대상은 인천광역시 소재 2008년 교육과학기술부 지정 디지털 교과서 연구 학교인 D초등학교 5학년 4개 학급으로 비교반 2학급 62명, 실험반 2학급 63명으로 설정하였다. 비교반에서는 서책형 교과서를 이용한 수업을 진행하였고, 실험반에서는 디지털 과학 교과서를 설치하여 수업을 진행하였다.

2. 연구 대상의 사전 학업 성취도 비교

실험반과 비교반 두 집단간의 동질성을 알아보기 위하여 학생들의 1학기말 학업 성취도를 이용하여 t -검정을 실시한 결과, 통계적으로 유의미한 차이가 없었으므로 두 집단은 동질 집단으로 볼 수 있다(표 1).

3. 과학적 문제 해결력 검사 도구 개발

1) 검사 도구 개발

본 연구에서 활용할 과학적 문제 해결력 검사 도구 개발을 위해 선행 연구를 살펴보았다. 창의적 문제 해결에 대해서는 이미 여러 학자들이 정의를 내리고, 이에 따른 단계를 다양하게 제시하고 있다(김경자 등, 1997; Feldhusen & Treffinger, 1986; Guilford, 1964; Isaksen & Treffinger, 1985). 국내에서도 이들 문제 해결 과정을 초등 현장에 적용하였을 때 학생들의 창의적 문제 해결력이 효과가 있음을 보고한 바 있다(원용준 등, 2002; 조연순 등, 2000). 이러한 연구 결과에 기초하여 문제 정의하기와 문제 해결하기 요소로 구성된 과학 창의적 문제 해결력

표 1. 사전 학업 성취도에 대한 t -검정

구분	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
실험반	63	24.825	2.5141	0.374	0.709
비교반	62	24.665	2.2849		

검사 도구와 채점 기준안이 제안되었다(최선영과 강호감, 2006). 이를 기초로 본 연구에서는 컴퓨터를 활용하여 문제를 정의할 수 있도록 하는 일부 수정된 내용의 과학 문제 해결력 검사 도구와 채점 기준안을 개발하였다. 검사에 사용한 검사 도구와 채점 기준안은 초등 과학교육 전문가 교수 1명과 초등과학 교육대학원 전공 교사 3명으로부터 문항에 대한 검토를 받아 현장 적합도 측면에서 2차에 걸쳐 수정·보완하였다. 수정된 검사 도구는 연구 학교에 투입하기 전에 D초등학교 인근에 있는 S초등학교의 5학년 1개 학급을 대상으로 1시간(40분) 동안 예비 적용하였다. 검사는 컴퓨터를 활용할 수 있는 환경에서 실시되었으며, 학생들은 문제 해결을 위하여 필요한 자료를 자유롭게 검색할 수 있도록 하였다. 예비 검사 결과, 제한된 시간에 검사를 원활히 할 수 있도록 해결책을 모색하는 과정에서 좀더 세밀한 안내가 필요하다는 의견에 따라 이를 반영하여 개방 응답식 수행형 검사 도구(부록 1)와 채점 기준안(표 2)을 최종적으로 완성하였다.

2) 과학적 문제 해결력 검사 및 결과 분석

과학적 문제 해결력 검사는 디지털 교과서를 활용한 실험반과 비교반 모두 컴퓨터를 활용할 수 있도록 하였다. 디지털 교과서 활용반은 교실에서 디지털 교과서가 탑재된 태블릿 PC를 활용하여 검사를 진행하였으며, 비교반은 컴퓨터실에서 검사를 진행하였다.

학생들의 응답 결과는 검사 도구와 함께 개발된 채점 기준에 따라 초등교사와 과학교육 전공 교수가 협의하여 채점하였다. 채점된 결과는 SPSSWIN v. 14.0 프로그램을 이용하여 t-검증을 실시하여 분석하였다.

4. 과학적 문제 해결력에 대한 학생의 질적 변화

디지털 교과서 적용 학급에 대한 학생들의 과학적 문제 해결력의 질적 변화 정도를 살펴보기 위하여 비교반과 실험반 각각 상, 중, 하 3개 그룹으로 나누었는데, 각 그룹별 구분은 상위 25%, 중위 50% 그리고 하위 25%으로 하였다. 그룹별 분석대상자 선정은 담임교사의 추천에 의하였으며, 비교반과 실험반 그룹별 1명씩 총 6명의 답안에 대한 응답 내용의 변화를 분석하였다.

표 2. 과학 문제 해결력 평가 척도표

요소	내용	평가관점	관점의 수	점수
문제 정의하기	문제 상황 정보 탐색하기	산성비 피해에 대한 정보를 탐색하여 3가지 이상 제시하였다.	3가지	3
			2가지	2
		1가지	1	
			제시 못함	0
	해결 문제 선정	산성비로 인한 피해를 줄일 수 있는 방안을 3가지 이상 제시하였다.	3가지	3
			2가지	2
1가지		1		
		제시 못함	0	
실험 주제 제시하기	해결할 문제를 생각하며 실험 주제를 제시하였다.	적합함	2	
		부적합함	1	
		제시못함	0	
준비물	실험 과정에서 사용될 준비물을 적절하게 제시하였다.	적절함	2	
		부족함	1	
		제시 못함	0	
예상하기	실험 주제에 따른 결과를 타당하게 예상하고 제시하였다.	타당함	2	
		미흡함	1	
		제시 못함	0	
문제 해결하기	실험 조건 제시하기	알아야 할 것, 같게 할 조건, 다르게 할 조건을 제시하였다.	3가지	3
			2가지	2
		1가지	1	
		제시 못함	0	
실험 과정	실험 과정에 알아야 할 조건을 중심으로 변인 통제, 측정 방법 등이 타당하게 제시되었다.	타당함	2	
		미흡함	1	
		제시 못함	0	
해결 방법 확인하기	자신의 해결책을 되돌아보면서 잘 된 점과 개선점을 찾아 제시하였다.	타당함	2	
		미흡함	1	
		제시 못함	0	

III. 연구 결과 및 논의

1. 디지털 교과서 활용이 과학적 문제 해결력에 미치는 영향

1) 디지털 교과서 활용에 따른 과학적 문제 해결력 효과

디지털 교과서 활용에 따른 과학적 문제 해결력

의 효과를 알아보기 위하여 실험반과 비교반으로 구분하여 실시하였다.

과학적 문제 해결력에 대한 사전 사후 검사 결과, 비교반의 평균 점수는 사전 검사 11.14, 사후 검사 11.46이었으며, 이를 *t*-검정한 결과 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 그러나 디지털 교과서를 투입한 실험반의 평균점수는 사전 검사 12.95, 사후 검사 14.50이었으며, 통계적으로 유의한 차이가 있었다 ($p < .05$, 표 3). 또한 이를 사전 검사를 공변인으로서 공변량 분석을 한 결과, 통계적으로 유의한 차이가 있음을 알 수 있었다 ($p < .01$, 표 4). 따라서 디지털 교과서를 투입하여 수업을 진행하는 것은 과학적 문제 해결력에 효과가 있음을 알 수 있었다.

2. 과학적 문제 해결 학생 응답의 질적 변화

본 연구에서 디지털 과학 교과서의 문제 해결력에 미치는 효과를 알아보기 위한 질적 변화를 비교하였다. 이를 위해 디지털 교과서 적용 학급의 학생들을 과학과 학업 성취도에 따라 상위 25%, 중위 50% 그리고 하위 25%로 구분한 후, 각 그룹별로 한

표 3. 디지털 교과서 투입에 따른 과학적 문제 해결력 효과 비교

구분	N	전후	M	SD	t	p
비교반	59	사전	11.14	4.94	.490	.626
		사후	11.46	4.65		
실험반	58	사전	12.95	4.45	2.27	.027*
		사후	14.50	5.18		

* $p < .05$.

표 4. 디지털 교과서 투입에 따른 과학적 문제 해결력에 대한 공변량 분석

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
수정 모형	794.591	2	397.296	20.029	.000
Intercept	862.384	1	862.384	43.476	.000
공변인	523.872	1	523.872	26.411	.000
주효과	138.912	1	138.912	7.003	.009**
오차	2261.272	114	19.836		
합계	22725.000	117			
수정 합계	3055.863	116			

* $p < .05$, ** $p < .01$.

명씩을 담임교사로부터 추천 받아 이들 학생들의 응답 내용을 비교한 결과는 다음과 같다.

1) 문제 상황 정보 탐색하기

<1-1> 문항은 산성비로 인한 피해에 대하여 인터넷을 통해 정보를 검색하여 정리하도록 하였다(표 5). 실험반 대상 학생을 상(A), 중(B), 하(C) 수준으로 구분하여 사전 검사와 사후 검사 결과를 비교하면 다음과 같다. 학생들은 인터넷 정보 검색 창에 키워드를 치고 이에 따른 지식을 물어 정리하고 있었다. 그러나 그 지식 창에서도 상, 중 수준 학생은 검사 도구에서 제시한 문제와 관련된 내용을 검색한 후 구체적으로 문제를 정리하여 진술하였다. 이에 대하여 자세히 살펴보면, 상(A) 수준의 학생은 사전 검사와 사후 검사에서 제시한 문제가 중복되는 것이 없었고 교과서를 학습한 후에도 교과서 이외의 내용까지 제시하고 있었다. 중(B) 수준의 학생은 사전과 사후에서 중복되는 것이 한 가지 있었으며, 사후 검사에서는 교과서에서 학습한 내용을 중심으로 작성하고 있었다. 이에 비해 하(C) 수준의 학생은 사전 검사의 경우 찾아간 검색 주소를 그대로 복사하였고, 자신의 문제로 진술하지 못하였으나 사후 검사에서는 교과서 내용과 관련된 것을 키워드로 제시하는 등 검사 도구에서 요구하는 문제의 해결에 접근하고 있었다.

이에 비해 비교반 학생들의 경우, 상(A) 수준 학생은 사전 검사에서 산성비에 대한 피해로 '대리석 석상 부식', '철골구조물 부식', '토양의 산성화', '호수나 강의 산성화' 등으로 제시하였고, 사후 검사에서도 '하천이나 호수 속의 금속 성분이 많아지고',

표 5. 실험반 학생의 수준별 문제상황에 맞는 정보 검색하기 결과 비교

1-1. 산성비로 인한 피해에는 어떠한 것이 있는지 정보를 검색하여 3가지 정리해 보자.(인터넷에서 방문한 주소 적을 것)		
그룹	사전 검사	사후 검사
상	1. 산성비는 산성이기 때문에 대리석으로 된 문화재 부식 2. 토양이 산성화가 되어 식물들이 잘 자라지 못한다. 3. 호수나 강이 산성화가 되어 수중생물이 죽는다. <a href="http://kin.naver.com/detail/detail.php?d1id=13&dir_id=130405&eid=ISv6D6vQWtQpYJLiEb1q/UDhimfvitlb&qb=u+q8urxt84gwM7H0SDHx8fY&pid=fMj//soi5TwsaAJ5Ksss--138594&sid=SOa--A@k5kgAAFSi2Y<<출저">http://kin.naver.com/detail/detail.php?d1id=13&dir_id=130405&eid=ISv6D6vQWtQpYJLiEb1q/UDhimfvitlb&qb=u+q8urxt84gwM7H0SDHx8fY&pid=fMj//soi5TwsaAJ5Ksss--138594&sid=SOa--A@k5kgAAFSi2Y<<출저	1. 하천이나 호수에 금속성분이 늘어납니다. 2. 건축물과 각종 문화재의 부식을 촉진합니다. 3. 눈병, 호흡기 병을 일으킵니다. http://kin.naver.com/detail/detail.php?d1id=6&dir_id=6&cid=aj0kaCkrmFpxllvJIACmeoTCisizTBxo&qb=u+q8urxwMcgx8fh2A==&pid=fff%2Bbsoi5T0ssscB6NZsss--399744&sid=SSn@GJbgKUKAAAAHjGBg
중	1. 하천이나 호수속의 금속 성분이 많아짐. 2. 철골 구조물(다리, 건물)이 부식. 3. 토양이 산성화 되어 작물이 자라지 못함. http://kin.naver.com/detail/detail.php?d1id=13&dir_id=130405&eid=ISv6D6vQWtQpYJLiEb1q/UDhimfvitlb&qb=u+q8urxt84gwM7H0SDHx8fY&pid=fMksKdoi5UdsstZ99P4sss--334416&sid=SOAMTak5kgAABE94FY	1. 금속이나 대리석으로 만들어진 조각이나 건축물이 손상된다. 2. 호수와 강물이 산성화 되어 물고기가 죽게 된다. 3. 토양이 산성화되어 식물이 잘 자라지 못한다 http://kin.naver.com/detail/detail.php?d1id=13&dir_id=1315&eid=n1sbuscjDw0mc9+oVt7RQrTEhbRiE2&qb=u+q8urxt84gwM7H0SDHx8fY&pid=fff%2Bxsoi5Tlssc3FZnwsss--388933&sid=SSn@uH-gKUKAAAH3n8m8
하	http://kin.naver.com/detail/detail.php?d1id=13&dir_id=130405&eid=TMXKeuNZTyMbQqo08Iopc1toPnRj41&qb=u+q8urxv6Egx8fh2LimIMHZwMyx4sCnx9Eguea5/Q==&pid=fMj/Rwoi5ThssamxiOssss--486906&sid=uU7rCx8y40gAAC@F9L0AAAAA	1. 호수의 산성화, 2. 토양의 산성화, 3. 화재 회손 http://kin.naver.com/detail/detail.php?d1id=13&dir_id=1315&eid=R2L2lxXbQYV/ABrJcvHNchssNrG9j5P8Z&qb=u+q8urxv6EgwM7H0SDHx8fY&pid=fff%2Buloi5UssuYkIBVsss--277139&sid=SSn9aHfgKUKAAABIFvns

‘식물이 쉽게 병들고’, ‘물에 녹아들어 물도 산성화’ 된다는 교과서 내용을 중심으로 진술하였다. 중(B) 수준의 학생은 사전 검사에서 ‘나무나 식물체가 쉽게 병든다’, ‘사람에게 피부병 유발’, ‘유물들의 손실’을 제시하였고, 사후 검사에서는 사전 검사의 내용과 유사한 문제를 제시하고 있었다. 하(C) 수준의 학생은 사전 검사에서 인터넷 검색 지식 창의 내용을 문제화 시키지 못한 채 그대로 복사하여 제시하였고, 사후 검사에서는 오히려 ‘농작물이 썩는다’는 키워드만 제시하였다.

위와 같은 비교 분석으로 볼 때, 디지털 교과서 활용 학습의 학생들은 비교반 학생들보다 문제 상황에 따른 정보 검색을 통해 알게 된 내용에서 검사 문항에서 요구하는 문제 상황에 구체적으로 문제를 진술하는 것을 알 수 있었고, 실험반의 상, 중 수준의 학생보다 하 수준의 학생에서 향상되었음을 알 수 있다. 이는 도입 과정에서 학습 주제와 관련된 상황을 인터넷 검색을 통해 자유롭게 탐색할 수 있는 기회를 주는 활동 등 디지털 교과서 활용 수업의 효과로 생각된다.

2) 문제 선정하기

<1-2> 문항은 산성비로 인해 생긴 피해를 줄일

수 있는 방법에 대하여 제안하도록 하였다(표 6). 실험반 학생들의 수준별 사전 검사와 사후 검사 결과를 비교하면 다음과 같다. 상(A) 수준의 학생은 ‘대중교통의 감소’, ‘가정에서의 화석 연료 사용 감소’, ‘공해를 유발하는 화력 발전에서 대체 에너지를 개발하는 것’으로 개선 방안을 제시하고 있었고, 중(B) 수준의 학생은 ‘대중교통’, ‘가정 및 청정연료의 개발’ 등으로 상 수준의 학생과 큰 차이 없이 구체적으로 문제를 선정하였다. 이에 비해 하(C) 수준의 학생은 사전 검사에서는 문제 선정에 대한 이해가 부족하여 이전의 문항인 ‘산성비의 피해’라는 키워드를 제시한 것으로 보아 문제를 찾아 선정하는데 어려워하였으나, 사후 검사에서는 ‘대중교통’, ‘가정 연료의 효율적 이용’ 및 ‘산성비 원인 물질의 사용 감소’ 등으로 사전 검사 결과, 보다 좀 더 구체화시키고 있음을 알 수 있다.

이에 비해 비교반 학생들은 상(A) 수준 학생의 경우 사전 검사에서는 ‘대중교통을 줄여 화석연료의 양을 줄인다’, ‘대체 연료의 개발’, ‘가까운 거리는 걷는다’라고 제시하였고, 사후 검사에서는 ‘화석연료의 양 감소’, ‘대중교통’, ‘매연의 감소’ 등으로 답안을 제시하여 사전 검사와 사후 검사간의 큰 차이가 없었다. 중(B) 수준의 학생은 사전 검사에서

표 6. 실험반 학생의 수준별 탐구 문제 선택하기 활동 결과 비교

1-2. 산성비로 인한 피해를 줄일 수 있는 방안 3가지 생각(인터넷 검색 가능)		
그룹	사전 검사	사후 검사
상	<ul style="list-style-type: none"> · 우리가 대중교통을 이용하면서 쓰게 되는 석유의 양을 줄일 수 있다. · 발전에서 큰 비중을 차지하는 화력발전도 차차 수력발전이나 원자력 발전 등으로 대체한다 · 쓰레기를 대우지 않는다. <p><a detail="" detail.php?d1id="6&dir_id=6&eid=aj0kaCkrmFpxlIvJIACmeoTCisizTBxo&qb=u+q8urrxwMcgx8fh2A==&pid=ff%2Bbsoi5T0ssscB6NZsss--399744&sid=SSn@GJbgKUKAAAHjGBg</a" href="http://kin.naver.com/detail/detail.php?d1id=11&dir_id=110206&eid=rrk5Wjil+H96K8bio3XySG6HtZ3iaunF&qb=u+q8urrxwM7H0SDHx8fY&pid=fMj%2F%2Fsoi5TwsafA15Ksss--138594&sid=SOa--A%40k5kgAAFSi2tY<<2번 출처</p> </td> <td> · 대중교통 수단을 이용하여 석유와 같은 화석 연료의 사용을 줄입니다. · 가정에서 연료를 효율적으로 사용하여 에너지를 절약합니다. · 화석 연료를 대신하여 전구나 태양열 등을 사용할 수 있도록 여러 연구 기관의 개발을 지원합니다 <p></p>	
중	<ul style="list-style-type: none"> · 대중교통의 사용으로 자동차의 배기가스를 줄인다. · 가정에서 연료를 효율적으로 사용한다. · 많은 노력을 기울이고 산성비의 원인이 되는 물질을 줄이고 석탄이나 석유같은 화석원료의 사용을 줄여야 한다. 	<ul style="list-style-type: none"> · 석탄이나 석유와 같은 화석연료의 사용을 줄인다. · 가까운 거리는 걸어서 가거나 대중교통을 이용한다. · 청정연료를 개발한다.
하	<ul style="list-style-type: none"> · 대리석 석상이 부식된다. · 강이나 호수가 산성화 되어 생물이 죽습니다. · 토양이 산성화 되어 작물이 자라지 못합니다. 	<ul style="list-style-type: none"> · 대중교통의 사용으로 자동차의 배기가스를 줄인다. · 가정에서 연료를 효율적으로 사용한다. · 산성비의 원인이 되는 물질의 사용을 줄인다.

‘대체 에너지 개발’, ‘화석 연료의 개선’, ‘배기가스의 조절’이라고 응답하였고, 이는 사후 검사에서도 유사하였다. 하(C) 수준의 학생의 경우 사전 검사에서는 ‘배기가스 조절’, ‘화석 연료의 품질 개선’, ‘토양의 산성화 방지’를 제시하였고, 사후 검사에서는 ‘대기가스 감소’, ‘공장 매연 감소’, ‘대리석을 단단하게 만든다’로 제시한 문제 해결 방안이 미흡함을 알 수 있다.

이상의 결과로 종합해 볼 때 실험반 학생들이 비교반 학생들보다 문제의 해결 방안을 구체적으로 제시하고 있음을 알 수 있다. 이는 문제와 관련된 다양한 지식을 인터넷을 통해 실시간으로 검색한 후 요약하여 탐구교사에게 제출하며 발표하는 방식의 디지털 교과서 활용 수업이 문제 해결 방안 모색에 도움이 되고 있음을 짐작할 수 있다.

3) 해결책에 따른 실험계획 세우기

<1-3> 문항은 산성비로 인한 피해를 줄이는 방법에 대하여 실험을 통해 해결할 수 있는 능력을 실험계획을 통해 알아보는 것이다(표 7). 이 문항은 과학적 사고와 창의적 문제 해결력이 바탕이 되어야 해결할 수 있는 것으로, 이에 대한 실험반 학생을 상(A), 중(B), 하(C) 수준으로 구분하여 사전 검사와 사후 검사 결과를 비교하면 다음과 같다.

상(A) 수준의 학생은 사전 검사와 사후 검사의

이전 문항에서 제시한 방안 중 대중교통의 연료 절감과 관련된 주제를 설정하였고, 그에 따른 준비물, 예상, 알아보고자 하는 것 등에 대한 실험계획을 구체화 시키고 있었다. 중(B) 수준의 학생은 사전 검사의 경우 이전 문항에서 제시한 방안 중 산성비를 줄일 수 있는 방안에 대한 실험 주제로 실험계획을 구체화 시키고 있었고, 사후 검사에서는 이전에 제시한 방안과는 다른 주제이지만 교과내용에서 학습한 내용을 구체적으로 실험 설계하여 제시하고 있었다. 하(C) 수준의 학생은 사전 검사 때 실험 주제에 대해 실험 설계를 전혀 하지 못했으나, 사후 검사 때에는 이전 문항에서 제시한 방안 중에서 산성비와 관련시켜 해결하고자 실험계획을 제시하고 있었으나 치밀하지 못함을 알 수 있다.

비교반 학생들의 응답은 다음과 같다. 상(A) 수준의 학생의 경우 사전 검사에서는 이전 문항에서 해결책으로 제시한 방안과는 다른 주제로 ‘산성비 실험’을 주제로 선정하였고, ‘화분과 물’을 준비물로 하여 ‘산성비는 식물에 얼마나 영향을 주는가’를 알아보기 위하여 ‘물을 주는 양’을 같게 하고 ‘물의 종류’를 다르게 하는 조건으로 제시하였으나, 실험 과정에서 ‘화분을 놓고 산성비로 식물에게 주고 얼마나 영향을 끼치는지 알아본다’로 구체적이지 못하였다. 사후 검사에서도 이전에 제시한 해결 방안과 전혀 다른 ‘방수 모자를 쓰자’라는 주제로 준

표 7. 실험반 학생의 수준별 해결할 문제를 실험 계획 세우기 활동 결과 비교

1-3. 이 방안들 중 실험을 통하여 확인해 보는 1가지 실험 계획 세워 봅시다.		
그룹	사전 검사	사후 검사
상	<ul style="list-style-type: none"> · 실험 제목: 산성비의 양을 줄이기 위한 대책 확인 · 준비물: 환경이 비슷한 A, B장소. 산성비 오염 측정기. 대중교통. 자가용. 똑같은 종류의 식물 2개 · 예상: 대중교통을 이용한 A장소에서는 오염이 적게 되었을 것이다. · 알아보고자 하는 것: 자동차에서 나오는 매연이 산성비에 영향을 주는지를 알아보자. · 같게 해야 할 것: 각 장소의 환경 · 다르게 해야 할 것: 사람들이 이용하는 교통수단 · 실험 과정: 1. 환경이 비슷한 2. 장소 (A, B)를 정한다. 2. A 지역에 사는 사람들에게는 일정기간동안 대중교통이나 자전거를 이용하게 한다. 3. B 지역에 사는 사람들에게는 일정기간동안 자가용을 이용하게 한다. 4. 각각의 지역에 식물을 놓는다. 5. 며칠이 지난 후 산성비 오염 측정기를 이용하고, 식물의 상태를 확인한다. 	<ul style="list-style-type: none"> · 실험 제목: 산성비의 피해를 줄이는 방안의 유용성 확인 실험 · 준비물: 자동차. 대리석. 금속. 강력 접착제. 물 등 · 예상: 대리석과 금속이 조금 부식되거나 형태가 바뀌었을 것이다. · 알아보고자 하는 것: 자동차의 배기가스가 산성비의 피해원인이 되는지를 알아보고자 한다. · 같게 해야 할 것: 자동차에서 나오는 배기가스. 물의 양. · 다르게 해야 할 것: 피해를 입는 물질 · 실험 과정: 자동차에 배기구에 대리석. 금속 등을 강력접착제로 고정된 뒤, 소량의 물을 넣어주고 자동차를 운전한다. 시간이 지나고, 대리석과 금속의 상태를 확인한다.
중	<ul style="list-style-type: none"> · 실험 제목: 산성비의 피해 · 준비물: 식물 · 예상: 산성비를 맞은 식물은 잘 자라지 못하고 그냥 비를 맞은 식물은 잘 자라 있다. · 알아보고자 하는 것: 산성비를 맞은 식물과 비를 맞은 식물 · 같게 해야 할 것: 물의 양, 식물의 종류 · 다르게 해야 할 것: 비의 종류 · 실험 과정: 산성비가 오는 날에 식물을 내놓고 산성비가 아니 비가 오는 날에는 다른 식물을 놓는다. 	<ul style="list-style-type: none"> · 실험 제목: 산성비가 우리에게 주는 피해 · 준비물: 산성용액, 대리석, 스포이트 · 상: 산성용액을 대리석에 떨어뜨리면 대리석이 부식될 거 같다. · 알아보고자 하는 것: 산성비가 대리석으로 된 문화재에 어떤 피해를 주는지 · 같게 해야 할 것: 산성용액과 대리석을 넣는 시간 · 다르게 해야 할 것: 산성용액의 양과 대리석의 양 · 실험 과정: 비커에 대리석을 넣고 스포이트로 비커에 산성용액을 떨어뜨린다. 그리고 어떤 변화가 있는지 관찰해 본다.
하	<ul style="list-style-type: none"> · 실험 제목: · 준비물: 식초를 담은 컵, 물을 담은 컵, 못(또는 분필) · 예상: · 알아보고자 하는 것: · 같게 해야 할 것 · 다르게 해야 할 것 · 실험 과정: 	<ul style="list-style-type: none"> · 실험 제목: 산성비로 인한 피해 · 준비물: 대리석, 금속 조각상 등. · 예상: 산성비가 내리면 대리석 조각상이 손상이 된다는 것 · 알아보고자 하는 것: 산성비로 인한 대리석 손상은 얼마나 되는지? · 같게 해야 할 것 : · 다르게 해야 할 것: · 실험 과정:

비물을 ‘그냥모자’, ‘가짜머리’, ‘산성비가 든 분무기’를 제시하였고, ‘방수모자가 그냥 모자를 쓴 사람 중 누가 더 머리가 많이 빠질까?’를 알아보기 위하여 ‘모자를 쓰는 것’이 같은 조건이고 다르게 할 조건으로 ‘모자의 종류’를 들었다. 실험 과정에서는 사전 검사보다는 비교적 변인 통제를 하면서 구체적으로 제시하였다. 중(B) 수준의 학생의 경우 사전 검사에서는 전혀 실험계획을 제시하지 못하였으나, 사후 검사에서는 이전 문항에서 제시한 해결 방안과 다른 ‘산성비로 인한 피해를 줄이자’의 주제를 정하고 준비물로 ‘인터넷 검색’을 제시하였으며, ‘산

성비로 인한 피해를 줄이는 방법’을 알아보기 위하여 같게 할 조건을 ‘사람들의 행동’, 다르게 할 조건을 ‘여러 가지 방법대로 실천하는 것’으로 실험계획에 문제가 있음을 알 수 있으며, 실험 과정으로 ‘인터넷 검색’으로 인해 도움을 받은 방법으로 실천해보자’로 문제를 해결하는데 어려워하고 있음을 알 수 있다. 하(C) 수준의 학생의 경우 사전 검사에서 문항에서 제시한 주제와 무관한 ‘산성비’를 주제로 다루고 있다. 준비물은 ‘물’, ‘대기오염’, ‘화분 2개’를 적었으며, 실험 조건으로 ‘물을 주는 시기’를 같게 하고 ‘물의 종류’를 다르게 설계하였다. 실험 과정

은 ‘산성비를 준 식물과 물을 준 식물의 비교’와 같이 구체적이지 못하였으며, 사후 검사에서는 실험 계획을 전혀 제시하지 못하였다.

이와 같이 문제를 해결하기 위한 실험 설계에서도 실험반 학생들이 비교반 학생들보다 좀 더 구체적으로 제시하는 것을 알 수 있었고, 이는 상 수준의 학생들에게서의 변화보다 중, 하 수준의 학생에서 크게 변화되는 것을 알 수 있었다. 이러한 결과로 미루어 볼 때, 전통적인 과학 수업에서 달성하는 과학 탐구 능력의 향상이 디지털 교과서 활용 수업에서도 이루어지고 있으며, 전통적인 과학 수업 이상으로 효과적일 수 있음을 짐작할 수 있다. 따라서 이러한 효과나 성과를 극대화시키기 위해서는 이후에 디지털 과학 수업을 통해 학생들의 과학적 문제 해결력 향상을 위한 다양한 교수-학습 방법의 도입이 필요하다.

IV. 결론 및 제언

본 연구는 과학 디지털 교과서 활용이 학생들의 과학적 문제 해결 능력에 영향을 미치는가를 알아보고자 한 것이다. 이를 위해 2008년 교육과학기술부 지정 초등학교 디지털 과학 교과서 활용 연구학교 1개교를 선정하여 5학년 학생을 중심으로 투입하여 효과를 분석한 결과는 다음과 같다.

첫째, 디지털 교과서 활용에 따른 문제 해결력의 변화를 알아보기 위하여 디지털 교과서 활용반과 서책형 교과서 활용반의 문제 해결력 사전과 사후 검사를 t-검증한 결과, 디지털 교과서를 활용하는 실험반 학생들이 비교반 학생들에 비해 과학적 문제 해결력이 향상되었다.

둘째, 디지털 과학 교과서 활용 학생들의 학업 성취 수준에 따라 상, 중, 하 집단으로 구분하여 과학적 문제 해결력 사전과 사후 검사 내용을 중심으로 비교반과 비교해 본 결과, 디지털 과학 교과서 활용반 학생들이 비교반 학생들보다 과학적 문제 해결력 하위 요소 내용에서 보다 향상되었음을 알 수 있다. 정보를 탐색하여 문제를 정의하고 문제를 선정하는 단계에서 디지털 교과서 활용 학급의 학생들은 비교반 학생들보다 문제 상황에 따른 정보 검색을 통해 알게 된 내용에서 검사 문항에서 요구하는 문제 상황에 구체적으로 문제를 진술하는 것을 알 수 있었고, 실험반의 상, 중 수준의 학생보다 하 수

준의 학생에서 향상되었다. 그리고 실험반 학생들이 비교반 학생들보다 문제의 해결 방안을 구체적으로 제시하고 있었는데, 이는 문제와 관련된 다양한 지식을 인터넷을 통해 실시간으로 검색한 후 요약하여 담임교사에게 제출하며 발표하는 방식의 디지털 교과서 활용 수업이 문제 해결 방안 모색에 도움이 되는 것으로 사료된다. 또한, 문제를 해결하기 위한 실험 설계에서도 실험반 학생들이 더 구체적으로 제시하였는데, 이는 상 수준의 학생들에게서의 변화보다 중, 하 수준의 학생에서 크게 변화되는 것을 알 수 있었다.

위의 결과로 디지털 과학 교과서 활용은 학생들의 과학적 문제 해결력 신장에 전통적인 수업에 못지않게 긍정적으로 영향을 주고 있음을 알 수 있다. 그러나 새로운 매체가 의도한 효과나 성과를 발휘되기 위해서는 이에 적합한 교수·학습 전략과 결합되었을 때 가능하므로 이 효과를 극대화시킬 수 있는 다양한 교수·학습 활동 전략과 모델의 도입이 요구된다. 따라서 디지털 교과서가 가지는 여러 가지 장점을 교사의 수업 설계에 충분히 담아 낼 수 있는 교수·학습 전략의 개발 보급이 필요하다고 본다.

참고문헌

- 교육인적자원부(1997). 초등학교 교육과정. 서울: 교육부.
 교육인적자원부(2007). 6학년 수학과 전자교과서 연구학교 운영보고서.
 교육인적자원부, 한국교육학술정보원(2008). 2008 교육정보화백서.
 김경자, 김아영, 조석희(1997). 창의적 문제 해결능력 신장을 위한 교육과정 개발의 기초-창의적 문제 해결의 개념 모형 탐색. 교육과정 연구, 15(2), 129-153.
 김현정, 최선영, 강호감(2003). 초등 과학 교과서에서 창의적 문제 해결력 분석틀 개발과 적용-5,6학년 1학기 교과서를 중심으로. 초등과학교육, 22(2), 163-172.
 노태희, 여경희, 전경문(1999). 문제 해결 전략에서 협동 학습의 효과. 한국과학교육학회지, 19(4), 635-644.
 노태희, 정영선, 강석진, 유지연(2002). 해결자, 청취자 활동과 몰 지도를 사용한 문제 해결 교수 방법의 효과. 한국과학교육학회지, 22(1), 102-109.
 박주연(2005). 과학에서의 창의적 문제 해결력과 아동의 메타인지와의 관계. 이화여자대학교 대학원 석사학위논문.
 변호승, 조완영, 김남균, 류지현, 이기서(2006). 2006년 전

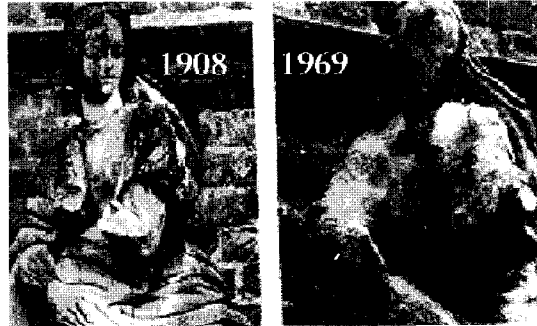
- 자교과서 효과성 측정 연구, 한국교육학술정보원. CR 2006-38.
- 손병길, 서유경, 김혜숙, 김해영 (2004). 2004년 전자교과서 학교 시범적용 결과분석 연구-연구보고 RR 2004-4. 한국교육학술정보원.
- 송해덕, 전주성, 류지현(2007). 디지털 교과서 활용에 따른 학습자측면의 효과성 연구. 서울시 교육청.
- 원용준, 최선영, 강호감(2002). 슬기로운 생활에서 창의적 문제 해결 모형을 적용한 창의력 계발. 초등과학교육, 21(1), 71-80.
- 전경문, 노태희(2002). 해결자, 청취자 문제 해결 활동에서의 소집단 과정. 한국과학교육학회지, 22(3), 411-421.
- 조연순, 성진숙, 채제숙, 구성혜 (2000). 창의적 문제 해결력 신장을 위한 초등과학 교육과정 개발 및 적용. 한국과학교육학회지, 20(2), 307-328.
- 최경희, 조연순, 조덕주(1998). 창의적 문제 해결력 신장을 위한 중학교 과학 교육과정 연구-현행 교육과정과 수업현장 분석을 중심으로-. 한국과학교육학회지, 18(2), 149-160.
- 최선영 · 강호감(2006). 초등학교 과학영재학급 학생선발을 위한 과학 창의적 문제 해결력 검사 도구 개발. 초등과학교육, 25(1), 27-38.
- 한국교육학술정보원(2006). 영국 ICT 교육 동향 자료집. 연구자료 RM 2006-37-별책.
- Feldhusen, J. F., & Treffinger, D. J. (1986). *Creative thinking and problem solving*. Dubuque, Iowa: Kenda/Hunt.
- Guilford, J. P. (1964). Creative thinking and problem solving. *Education Digest*, 29, 21-31.
- Isaksen, S. G., & Treffinger, D. G. (1985). *Creative problem solving: The basic courses*. Buffalo, NY: Bearly Ltd.

부록 1. 과학적 문제 해결력 검사

()초등학교 ()학년 ()반 이름 _____

다음은 여러분의 과학적 문제 해결력을 알아보기 위한 문제입니다. 문제에 따라서는 인터넷을 이용하여 정보를 검색하는 것도 있습니다. 문제를 읽고 성실히 답변해 주시기 바랍니다. 감사합니다.

문 1) 산성비, 피할 수 없으면 돌파하자.



형체를 알아보기 어려운 조각상의 변화

위의 그림과 같이 아름다운 조각상이 오랜 세월 속에 흥하게 파손되고 있다. 또한 울창한 나무 숲이 황폐화되어가고 있다. 이것은 지나친 산업화와 공업화의 과정에서 생기는 산성비 때문이라고 한다. 그래서 산성비에 대하여 알아보고 이를 해결할 수 있는 방법에 대하여 생각하여 보자.

1. 산성비로 인한 피해에는 어떠한 것이 있는지 정보를 검색하고 3가지 정리해 보자(인터넷에서 방 문한 주소를 적을 것).
2. 산성비로 인한 피해를 줄일 수 있는 방안 3가지를 생각해봅시다(인터넷 검색 가능)
3. 이 방안들 중 실험을 통하여 그 유용성을 확인해 보고자 합니다. 이를 위한 1가지 실험 계획을 세워봅시다.
 - 실험 제목 :
 - 준비물:
 - 예상:
 - 알아보고자 하는 것
 - 같게 해야 할 것
 - 다르게 해야 할 것
 - 실험 과정:
4. 자신이 세운 해결방법에 대하여 잘된점과 개선점에 대하여 적어 봅시다.

[대단히 수고 많았습니다.]