

iBooks Author를 활용한 초등과학 전기회로 디지털 교재 개발

이난형 · 권승혁 · 권용주*
한국교원대학교

Development of A Digital Textbook on Electric Circuit in Elementary Science Using iBooks Author

Nan-Hyoung Lee, Seung-Hyuk Kwon, Yong-Ju Kwon*
Korea National University of Education

<ABSTRACT>

The object of this study is to development digital textbook that is intuitive and easy to provide a wide range of content and learning materials for Electric Circuit Unit in Elementary Science by Using iBooks Author. Digital textbook was developed first semester of fifth grade electrical circuit section 5 Sessions, analyzing the science curriculum and selecting the learning content through the previous research. Digital textbook was developed depending on the 5E learning cycle model that is effective in changing students' preconceptions of scientific concepts. Authoring tool was used as iBooks Author and Bookry. Photos, Pictures, materials and videos used in textbook were taken directly or collected without violate the copyright laws. Developed digital textbook was evaluated by criteria on digital textbook. As a results, developed digital textbook was helpful to understand the concept through a rich multimedia data and to enable the personalized experiment and to check thoughts and share the results with a high interest in digital dvice and variety of widgets. Digital textbooks was finally modified, supplemented and completed based on assessment. By iBooks Author, applying digital textbooks to class and students can be easily produced beyond the limits of textbook. And digital textbook can improve the satisfaction of learners for learning is expected to be.

Key words: digital textbook, electric circuit, elementary science, iBooks Author

* 교신저자 : 권용주, kwonyju@gmail.com

Received March 23, 2015; Accepted April 17, 2015; Published April 30, 2015

2015. Institute of Brain based Education, Korea National University of Education

I. 서 론

디지털화 되고 있는 사회의 급속한 변화에 맞추어 디지털 교과서의 개발 및 보급이 급속도로 이루어지고 있다. 교육과학기술부는 2007년 디지털 교과서 상용화 방안을 발표하고 2008년부터 전국의 100개 학교에 디지털 교과서를 시범 적용하고 있다. 그리고 2011년부터는 법제도를 정비하여 스마트 학습 모델 개발과 디지털 교과서 활용의 효율화를 도모하고 스마트 학습 기반을 조성하기 위하여 스마트 교육을 시범 적용해 나가고 있다.

디지털 교과서는 시간과 공간의 제약 없이 학교와 가정에서 기존의 교과서, 참고서, 문제집, 사진 등의 내용을 동영상, 애니메이션, 가상현실 등의 멀티미디어와 통합하여 제공하고 다양한 상호작용 기능을 갖고 있으며 학습자의 특성과 능력 수준에 맞추어 학습 가능하도록 구현된 학생용 교재이다(MOE, 2007).

디지털 교과서와 관련된 선행 연구들을 살펴보면, 다양한 긍정적인 효과들이 보고되고 있음을 알 수 있다. Kwon 등(2014)은 디지털 교과서 사용 시 다양한 정보와의 상호작용이 두뇌에서 더 광범위하게 일어나는 것이 관찰되며, 중독 등을 유발할 수 있는 동기 보상 영역이 아닌 고차적 인지 영역이 활성화된다고 하였다. 과학 교과에서의 디지털 교과서 관련 연구를 수행한 Lee와 Hong(2010)은 과학 교과에 디지털교과서를 적용한 수업이 과학탐구능력 신장에 효과가 있으며 특히, 기초탐구능력의 추리, 통합탐구능력의 변인통제, 가설설정에서의 유의미한 효과를 나타냈다고 보고하였다. Choi와 Seo(2009)에 따르면 디지털 과학 교과서를 활용을 통해 과학적 문제 해결력이 신장되었으며 문제 상황에 구체적으로 문제를 진술하고 문제의 해결 방안과 문제를 해결하기 위한 실험 설계를 더 구체적으로 제시하는 효과가 있었다. 이처럼 디지털 교과서는 고차 인지 활동의 촉진, 문제 해결력의 신장, 과학적 사고의 구체화에 효과가 있는 것으로 보고되고 있다.

한편 초등 과학의 전기회로 단원에 대해 학생들은 실험 기구를 직접 조작하면서 학습에 흥미를 가지는 반면 새로운 용어와 개념을 이해하고 표현하

는데 어려움을 느낀다고 알려져 있다. Seo(2004)는 전기회로 단원에서 학생들이 개념의 정확한 이해가 어려워 다양한 오개념이 형성되어 있다고 보고하고 있다. 이와 관련하여 Kim과 Kwon(2000)의 연구에서 전기 회로 개념의 이해에는 전류와 같은 관련 개념이 과학적으로 형성되어야 한다고 주장하고 있다.

따라서, 초등 과학의 전기회로 단원에서 학생들의 용어와 개념 이해를 돕기 위해 디지털 교재의 사용이 효과적일 것이라 예상할 수 있다. 특히 어려운 개념의 이해와 표현을 위해 다양한 경험들을 제공할 수 있는 디지털 교재가 학생의 학습에 큰 도움이 될 것이다. 따라서 전기 회로 수업을 위한 디지털 교재의 제작이 필요하다.

디지털 교재의 제작하기 위한 도구는 여러 가지가 있다. 그 중 iBooks Author는 과학 교재 개발 시 다양한 위젯을 기반으로 하여 학생들에게 다채로운 경험을 제공할 수 있다고 알려져 있다(Lee 외, 2014). iBooks Author를 이용하여 개발되는 교재는 사진, 소리, 영상 등 다양한 형태의 자료 제공 뿐 아니라, 과학적 콘텐츠를 기반으로 하는 간단한 퍼즐, 숨은 그림 찾기 등의 상호작용성이 높은 위젯의 사용이 가능하다. 더불어 자신이 타이핑하고 그린 그림을 교사 및 동료들과 공유할 수 있다. iBooks Author 기반의 교재를 통한 다양한 학습 경험들은 학습에 대한 흥미를 높이고 참여를 높이면서 동시에 다양한 경험을 가능케 한다.

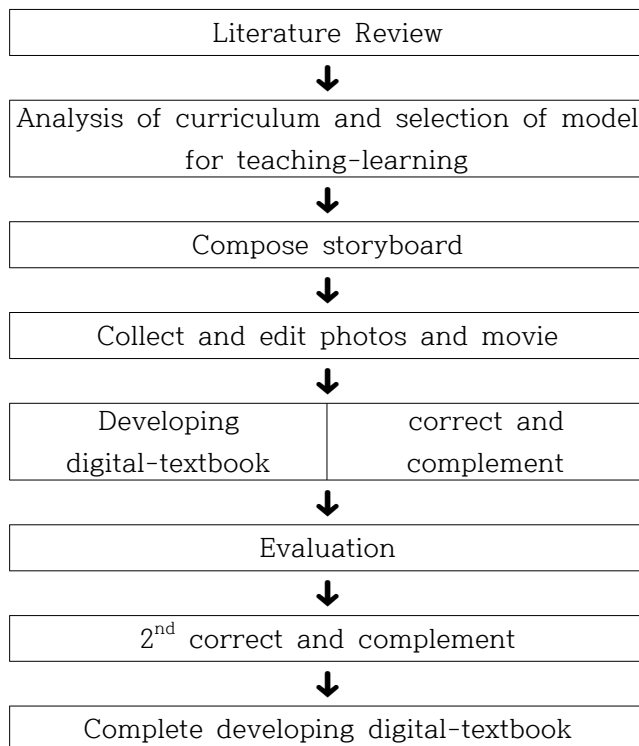
이상의 논의를 종합해 볼 때, 개념의 이해가 어려운 초등과학 전기회로 단원에서 학생들의 이해를 돕기 위해 다양한 경험을 제공할 수 있도록 iBooks Author에 기반한 디지털 교재의 개발이 필요하다는 것을 알 수 있다. 교재 개발을 통해 학생들의 개념 이해의 향상을 도모함은 물론, 많은 교사들이 학생들에게 교재를 적용하여 활용할 수 있을 것이다.

따라서 본 연구에서는 iBooks Author를 활용하여 개념이해가 어려운 초등과학 전기회로 단원을 대상으로 디지털 교재를 개발하는 것을 목적으로 하였다.

II. 연구 방법

1. 연구절차

iBooks Author를 활용하여 초등과학 전기회로 디지털 교재를 개발하기 위한 절차를 간략히 나타내면 아래 그림과 같다(Fig. 1).



<Figure 1> A process of development of digital-textbook

디지털 교재 개발을 위해 먼저 이론적 배경 및 선행 연구를 고찰하여 디지털 교재 개발 계획을 수립하였다. 과학과 교육과정을 분석하여 디지털 교재를 개발할 단원과 적합한 교수·학습 모형을 선정하고 스토리보드를 작성하였다. 교재 개발에 필요한 사진과 동영상을 촬영하여 편집하고 교재를 개발하면서 필요에 따라 추가 촬영하였다. 디지털 교재 개발 후 검토와 보완을 거쳐 학생들에게 1차 투입하여 디지털 교재를 평가하고 이를 바탕으로 수정 및 보완하여 디지털 교재를 완성하였다.

2. 개발도구

교재의 개발 도구로는 iBooks Author(Apple Inc.)를 선정하였다. 이를 통해 iBooks에서 이용할 수 있는 전자책을 제작하였다. 또한 교재 제작 시 iBooks Author에서 사용할 수 있는 발전된 형태의 위젯을 제작하기 위해 Bookry를 이용하였다.

가. iBooks Author

iBooks Author는 iPad용 iBooks를 위한 전자책을 만들고 출판할 수 있는 프로그램이다. 한국어를 지원하는 license free형 애플리케이션으로 2012년에 출시되었다. 이 도구는 Mac OS X 10.7.2 환경에서 구현하고 미리보기가 가능하며 iBooks Author는 Mac의 App store에서 다운로드하여 Mac PC상에서 운용할 수 있다. 초보자가 제작하기 쉽고 구현할 수 있는 기능이 다양하며 저작도구인 앱을 무료로 다운로드 할 수 있다(Park, 2012). 단 제작과 실행을 위하여 Mac PC 또는 iPad가 필요하다.

iBooks Author를 이용하여 제작하는 교재는 학습자와 교재 사이의 다양한 상호작용을 가능하게 한다. 특히 iBooks Author에서 제작 가능한 다양한 유형의 위젯은 이러한 상호작용을 담당한다. 위젯은 미디어, 갤러리, 복습, 대화식이미지, 팝오버, HTML 위젯이 있다. 미디어 위젯은 교재 상에서 동영상, 소리의 재생을 가능하게 한다. 갤러리 위젯은 한 공간에 설명과 함께 여러 장의 사진을 제시할 수 있게 한다. 복습 위젯은 다양한 형태의 객관식 문제를 제공할 수 있게 한다. 대화식이미지 위젯은 사용자의 터치에 의한 사진의 부분 확대와 그에 따른 설명을 제시할 수 있다. 팝오버 위젯은 그림을 터치할 경우 관련된 설명을 볼 수 있도록 하는 위젯이다. HTML 위젯은 HTML 언어로 작성한 스크립트를 실행시킬 수 있도록 하는 위젯이다. 이에 강조형 학습콘텐츠를 통한 학습, 그림 그리기, 공유하기, 메모하기 등 매우 다양한 활동을 가능케 하는 위젯이다(Lee 등, 2014).

나. Bookry

Bookry는 HTML 언어로 제작해야 하는 위젯을 웹상에서 쉽게 제작할 수 있도록 하는 인터넷 서비스이다. 출판이나 영리활동의 목적이 아닐 경우, Bookry(www.bookry.com)를 이용하여 제작된 HTML위젯을 무료로 교재에 사용할 수 있다.

Bookry에서는 다양한 위젯을 제공한다. Before and After 위젯은 두 장의 사진을 기반으로 터치를 통해 두 대상을 간단히 비교하는 위젯이다. Browser 위젯은 교재 상에서 특정 주소의 사이트에 접근을 가능하게 하는 위젯이다. Checklist 위젯은 목록의 체크 및 해제가 가능하여 진행 상황, 개념등의 자기 확인이 가능한 위젯이다. Form Builder는 다양한 형태로 질문 조사를 할 수 있는 위젯으로 개념 확인을 위한 주관식 문제의 답을 수합할 때 편리하다. Maze 위젯은 길찾기 퍼즐로 난이도 조절이 가능하며, 그림의 제시가 자유롭다. Notepad 위젯과 Sketchpad 위젯은 자신의 생각을 각각 글과 그림으로 표현하고 이를 공유할 수 있는 위젯이다 (Lee 등, 2014). Quiz Builder 위젯은 출제된 문제에 대한 응답에 실시간 상호작용 이가능하며, 직접 촬영한 사진을 올려서 답을 할 수 있도록 한다. 마지막으로 Youtube 위젯은 Youtube(www.youtube.com)의 영상을 광고 및 편집 없이 반복적으로 감상할 수 있도록 한다.

3. 교수 학습 모형 선정 및 과정안 작성

교육과정 및 교사용 지도서를 분석한 결과 전기 회로 단원은 서론에서 언급한 대로 개념의 형성, 이해활동이 중요한 것으로 나타났다. 따라서 학습자의 개념의 분화, 교환 등에 중점을 둔 순환학습 모형을 디지털 교재를 개발하기 위한 교수 학습 모형으로 선정하였다. Lee와 Nam(2001)에 따르면 순환학습 모형은 초등학생의 전기 개념 형성에 보다 효과적인 것으로 보고되고 있다. 순환학습을 반영한 교수 학습 모형 중 중 5E 순환학습 모형은 ‘탐색→개념 도입→개념 적용’모형을 기본으로 하고 있다. 또한 구성주의 학습 이론과 원리에 따라 탐색 단계를 참여와 탐색 단계로 나누고 개념 도입 단계를 설명 단계로 수정하고 개념 적용 단계를 정교화 단원으로 보완하고 마지막에 평가 단계를 추가하여 ‘참여

→탐색→설명→정교화→평가’라는 5단계 모형으로 개선한 것이다(MOE, 2011). 5E 순환 학습을 적용한 수업은 개념 이해, 과학학습성취도와 탐구능력 향상에 효과적인 것으로 알려져 있다(Dong 등, 2012). 따라서 본 교재에서 적용할 수업 모형으로 5E 순환 학습 모형을 최종 선정하였다.

이 후 5E 순환학습 모형에 따라 교수-학습 과정을 작성하였다. 본 연구에서 작성한 교수-학습 과정안은 전기 회로 단원의 5차시를 대상으로 작성하였으며, 디지털 교재의 개발에 토대가 되기에 사용할 스마트 기기 및 디지털 관련 기자재를 기입하는 ‘하드웨어’란과, 디지털 교재 구현 및 추가적인 활동을 위한 어플리케이션을 명시한 ‘소프트웨어’란을 추가하였다. 또한 위젯과 어플리케이션의 사용 전략을 나타내기 위해 아이콘을 이용하여 ‘사용위젯’란에 제시하였으며, 위젯 및 어플리케이션을 이용하는 교사 및 학생의 교수 학습 활동을 제시하였다(부록 1).

4. 스토리보드 작성

스토리보드는 교재의 개발을 위해 교재의 페이지 별로 ‘화면 번호’, ‘주제’와 ‘내용’, 실제 개발할 화면의 간단한 ‘예시’와 ‘화면 설명’으로 구성하였다. 작성한 교수 학습 과정안에 따라 실제 교재의 화면을 구성해보고 콘텐츠 및 위젯의 활용 목적 및 방법을 구체화하여 기입하였다(부록 2).

5. 사진 및 동영상 자료 제작 및 교재 제작

디지털 교재에 사용하기 위해 사진, 동영상 등의 기본 자료를 제작하였다. 디지털 교재에 사용된 자료는 직접 촬영, 제작하거나 저작권이 해결된 것을 사용하였다. 동영상은 직접 촬영한 것을 Daum PotEncoder로 편집하고 mp4로 변환하여 사용하였다. 사진은 직접 촬영하거나 구글의 이미지 고급검색에서 사용 권한을 ‘사용, 공유 또는 수정 가능(상업적 용도 포함)’으로 설정하고 검색하여 사용하였다. 그림, 도형, 아이콘은 Power Point 2010으로 만들거나 구글의 이미지 고급검색을 활용하였다. 텍스

트는 서책형 교과서, 교사용 지도서를 바탕으로 재구성하여 사용하였다.

제작한 자료를 바탕으로 교재를 제작하였다. 기본 템플릿을 설정한 후 교수 학습 과정안 및 스토리 보드를 토대로 텍스트 및 그림을 배치하였다. 페이지 구성 시 필요한 위젯은 iBooks Author 자체적으로 또는 Bookry를 통하여 제작하였다. 제작된 교재를 대상으로 과학교육 전문가 2인과 관련 전공 대학원생 2인으로 이루어진 전문가 집단과의 2회에 걸친 정기세미나를 수행하여 그 결과를 바탕으로 수정 보완하였다.

6. 개발된 교재의 평가 및 수정

개발된 교재를 실제 수업에 이용하여 보고 평가를 수행하였다. 적용 대상은 D광역시 G초등학교 5학년 학생 21명이었으며, 서책형 교재와 디지털 교재의 차이를 비교하기 위해 내용이 유사한 3차시와 4차시 수업 중 3차시는 서책형 교재로 수업하였다. 따라서 디지털 교재로는 총 4차시의 수업을 진행하였다. 5차시의 수업 진행 후, Jung(2008)이 개발한

행하였으며 설문지는 Likert식 5점 척도를 적용하여 활용하였다. 또한 설문지의 마지막 문항으로 디지털 교재에 대한 학습 소감 및 의견을 자유롭게 적도록 하였다. 이상의 결과를 바탕으로 디지털 교재를 최종 수정 후 교재의 개발을 완료하였다.

사 2인에게 유형 분석을 실시하여 일치여부를 비교하여 최종적으로 의문 지식의 유형 판별을 수행하였다. 이를 통해 디지털 콘텐츠 유형에 따라 생성된 의문의 특성을 분석하였다.

III. 연구 결과 및 논의

1. 학생 평가 결과

수업에 참여한 학생들을 대상으로 디지털 교과서 평가 준거 중 사용자 영역 평가를 실시한 결과는 아래와 같다(Table 1).

효과성, 만족성, 용이성에서 두루 긍정적인 평가를 받았다. 개발된 디지털 교재가 학습에 대한 흥미를 유지하고 자기 주도적으로 학습하는데 효과적인

<Table 2> Items of digital textbook evaluation for Students

Evaluation Indicators		Evaluation Questionnaire	Mean
Effectiveness	Cognitive	Does this help you understand the learning content?	4.7
		Does this help you learn by yourself?	4.6
	Affective	Does this help you cause a motivation about learning?	4.7
		Does this help you engage a confidence on learning?	4.4
		Does this help you maintain a interest on learning?	4.7
Satisfaction	Activity	Does this help you learn?	4.7
		Do Photos and Movies help you learn?	4.7
		Do you want to use digital textbook continuantly?	4.8
	Communication	Does sharing with friends help you learn?	4.6
		Is it good to review a contents learned?	4.7
Facility	Learning	Is it easy to watch the presented contents?	4.8
		Is it easy and convenient using digital textbook?	4.6
	Searching	Did you search learning contents easily?	4.5
		Did you search the data easily?	4.6

디지털교과서 평가 준거 중 사용자 영역 평가를 수 것으로 판단된다. 학습에 디지털 콘텐츠와 멀티미디어

어 활용하는 것과 의견을 공유하고 학습 내용을 점검하는 것에 대한 만족도가 높다. 이는 디지털 교재를 활용하여 중학생을 대상으로 수업을 진행한 이수진 등(2014)의 연구 결과와도 일치한다. 그러나 학습내용을 검색하는 것을 다소 어려워하고 학습에 대한 자신감이 높아졌다는 응답이 다른 응답에 비해 점수가 낮은 것으로 보아 디지털 교재 사용에 대한 충분한 안내가 필요할 것으로 보인다.

디지털 교재를 이용한 학습에 대해 학생들이 자유롭게 적은 의견(부록 3)을 정리한 결과 학생들은 대체로 디지털 교재에 대한 흥미가 높고 활용하는 것을 재미있어하며 사용이 편리하고 쉽다고 인식하고 있다. 디지털 교재에 대한 학생들의 의견을 반영하여 디지털 교재를 수정하고 보완하였다. 눈의 피로를 염려하는 의견을 고려하여 글씨 크기와 색상을 조절하였다. 클릭하면 크게 볼 수 있지만 제공되는 사진 및 동영상은 가급적 크게 삽입하였다. 한 눈에 내용 파악이 잘 될 수 있도록 단순하고 직관적으로 화면을 구성하였다. 디지털 교재 사용을 더 쉽게 하기 위해 위젯에 사용방법을 안내하였다. 동기유발에 사용되는 콘텐츠를 더 다양하게 변경하였고 실험 결과나 생각을 정리한 것은 대부분 공유할 수 있도록 수정하였다.

2. 디지털 교재 개발 결과

최종 개발된 디지털 교재는 초등학생의 전기 개념 형성에 효과적이고 과학학습성취도와 탐구능력 및 과학적 태도를 향상시키는데 효과적인 5E 순환 학습 모형에 맞추어 개발하였다. 학습 내용 선정 시 전기회로에 대한 학생들의 개념 이해 정도와 학생들이 흔히 가지는 오개념을 미리 파악하고 이를 과학적 개념으로 변화시키는데 중점을 두었다. 또한 학습자 스스로 생각의 변화과정을 점검하고 교사와 학생, 학생과 학생간의 생각과 실험 결과를 간편하게 공유할 수 있도록 콘텐츠를 개발하였다. 쉽고 직관적으로 화면을 구성하고 다양한 콘텐츠와 학습 자료를 제공하고자 하였다(부록 4).

1. 결론

본 연구에서는 다양한 멀티미디어 자료를 활용하여 자기주도학습이 가능하도록 초등학교 5학년 과학 전기 회로 단원의 5차시 분량을 디지털 교재로 제작하였다. 이에 다음과 같은 결론을 도출할 수 있었다.

첫째, iBooks Author를 이용하여 초등 과학 전기 단원에 대한 디지털 교재의 제작이 가능하다. 개념 이해 및 분화가 어려운 전기 단원에서 기존 교재의 단점을 보완하고자 디지털 교재를 개발하였다. 개발된 교재는 기존의 서책형 교재와 달리 학생들이 다양한 자료와 활동을 유발하여 전기 단원을 효과적으로 학습할 수 있도록 구성되었다.

둘째, 개발된 디지털 교재는 학생들의 전기 단원 학습에 대한 긍정적인 효과를 나타낸다. 설문 결과 학생들은 디지털 교재를 이용한 학습에서 높은 만족도를 보였다. 설문에 따르면 이는 디지털화 된 교재를 새롭게 접해보았다는 점에서 학습 동기를 높였으며, 다양한 기능으로 인해 줄긋기, 검색과 같은 활동에서 편리함이 주로 작용하였다고 볼 수 있다.

2. 기대효과

iBooks Author를 활용하여 제작한 디지털 교재를 수업에 적용할 수 있는 기반이 현장에 마련된다면 다음과 같은 교육적 효과가 있을 것으로 기대된다.

첫째, 5E 순환학습 모형에 맞추어 디지털 교과서를 개발함으로써 초등학생의 전기 개념 형성에 효과적이고 과학학습성취도와 탐구능력 및 과학적 태도를 향상시키는데 효과적일 것이다.

둘째, 학습 내용 선정 시 전기회로에 대한 학생들의 개념 이해 정도와 학생들이 흔히 가지는 오개념을 미리 파악하고 이를 과학적 개념으로 변화시키는데 중점을 두으로써 학습에 대한 이해도가 높아질 것이다.

셋째, 학습자 스스로 생각의 변화과정을 점검하고 교사와 학생, 학생과 학생간의 생각과 실험 결과를 간편하게 공유할 수 있도록 콘텐츠를 개발함으로써 협업이 가능하고 학습자 스스로 자기주도적인 학습

IV. 결론 및 기대효과

이 가능할 것이다.

넷째, iBooks Author는 초보자가 제작하기 쉽고 구현할 수 있는 기능이 많아 교사가 스스로 디지털 교재를 개발할 수 있다. 따라서 효율적으로 수업을 준비하고 진행할 수 있을 것이다.

마지막으로 다양한 위젯의 활용으로 과학 탐구와 창의적 사고를 위한 다채로운 학습 구성이 가능하며 필요에 따라 교과서를 수시로 업데이트할 수 있어 서책형 교과서의 한계를 넘어선 교과서가 구현 될 것으로 기대된다.

참고 문헌

- Choi, S. Y., & Seo, J. H. (2009). The Effect of Using Digital Science Textbook on the Scientific Problem Solving of Elementary School Students. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 28(2), 132-141.
- Dong, H. K., Song, M. Y., & Shin, Y. J., (2010). Effects of 5E Learning-Cycle Model on Science Academic Achievements, Science Process Skill and Scientific Attitude of Elementary School Students. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 29(4), 567-575.
- Jung, Y. S. (2008). Development of Evaluation Criteria on Digital Text-book. *The Journal of Korean association of computer education*, 11(3), 13-20.
- Kim, J. S., & Kwon, S. K. (2000). Relationships of Elementary Students' Conceptions about Basic Circuits and Electric Currents. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 19(2), 1-13.
- Kwon, S. W., Kwon, Y. J., Yang, I. H., Byeon, J. H., Lee, I. S., Kwon, S. H., Kim, S. M., Park, S. H., Kim, Y. Y., Kye, B. K., & Jung, K. H. (2014). Differences of brain activation between using a digital and a paper textbook- EEG study. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 14(5), 67-85.
- Lee, H. C., & Nam, M. H. (2001). The Effects of Learning Cycle Model on the Change of Electricity Conceptions of Elementary Students. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 20(2), 217-228.
- Lee, S. J., Kwon, S. H., & Kwon, Y. J. (2014). Development of A Convergence-Oriented Digital Textbook on the Structure and Function of Plant using iBooks Author. *Biology Education*, 42(4), 414-427.
- Lee, Y. S., & Hong, S. W. (2010). The Effects of Science Process Skill, Academic Achievement and Teaching Learning Perception by Digital Text-book in Elementary Science Lesson. *Journal of the Korean Society of Earth Science Education*, 3(2), 109-117.
- MOE(2007). Operational report of study-school on mathematics digital textbook in 6th grade.
- MOE(2011). 5-1 Science guide for teacher. Seoul : MiRAE-N
- Park, C. S. (2012). Analysis on Ecosystem of Apple Digital-textbook. KERIS, RM 2012-3.
- Seo, S. O. (2004). Characteristics of elementary students' responses to the multiple anomalous situations about electric circuits. Unpublished doctoral dissertation, Korea National University of Education. ChungBuk, Republic of Korea.

<부록 1> 디지털 교재 개발을 위한 교수-학습 지도안(1차시 예시)

		과학	대상	5학년	차시	1/5	
단원		전기회로			수업모형	5E 순환학습모형	
학습주제		전지와 전구를 어떻게 연결해야 불이 켜지는지 알아보기					
학습목표		- 전지, 전선, 전구를 연결하여 불이 켜지는 조건을 말할 수 있다. - 전구에 불이 켜지는 전기 회로를 꾸밀 수 있다.					
하드웨어		전자칠판(교사용), 아이패드나 맥북(학생용)					
소프트웨어		iBooks, Evernote, Google drive					
아이콘		갤러리 위젯		대화식 이미지 위젯		구글 드라이브	
		미디어 위젯		팝오버 위젯		에버노트	
		복습 위젯		HTML 위젯			
수업 단계	교수·학습활동					시간	사용 위젯
	교사		학생				
참여	◎ 동기유발하기 - 전구를 이용한 빛의 축제 루미나리에, 전구에 불을 켜기 위해서 무엇이 필요한가요? - 전구에 불을 켜기 위해서 어떻게 해야 할까요? ◎ 학습문제 확인하기		○ 위젯(Maze)을 활용하여 동기유발하기 -길찾기를 하면서 전구에 불을 켜기 위해 무엇이 필요한지 알아본다. -전지, 전선, 전구를 바르게 연결해야 합니다.			5'	
	전구에 불이 켜지는 전기회로를 꾸며 봅시다.						
탐색	◎ 준비물 확인하기 - 학습에 필요한 준비물을 확인해 봅시다. ◎ 불이 켜지는 회로 예상하기 - 갤러리 위젯을 보세요. 전선 2개로 전구에 불을 켤 때 전구에 불이 켜지는 것은 어느 것일까요? - 왜 그렇게 생각하나요? ◎ 전선 2개를 이용하여 전구에 불 켜기 - 전지, 전선 2개, 전구를 연결하여 불을 켜 봅시다. ◎ 불이 켜지는 회로 예상하기 - 갤러리 위젯을 보세요. 전선 1개로 전구에 불을 켤 때 전구에 불이 켜지는 것은 어느 것일까요? - 왜 그렇게 생각하나요? ◎ 전선 1개를 이용하여 전구에 불 켜기 - 전지, 전선 1개, 전구를 연결하여 불을 켜 봅시다.		○ 위젯으로 준비물과 전구의 구조 파악하기 -각 부품을 어떻게 연결할 것인지 생각해 본다. ○ 위젯(Sketchpad)에 예상을 기록하고 공유하기 -예상한 까닭을 모둠원에게 설명한다. ○ 직접 전기회로를 꾸며전구에 불 켜기 ○ 위젯(Sketchpad)에 예상을 기록하고 공유하기 -예상한 까닭을 모둠원에게 설명한다.			10'	     

		직접 전기회로를 꾸며전구에 불 켜기		
설명	◎ 전구에 불이 켜지는 조건 설명하기 - 전선, 전지, 전구를 연결하여 전구에 불이 켜지는 것을 동영상으로 확인하세요. 전구의 불이 켜질 때 전선과 전구는 어떻게 연결되어 있나요? - 전구의 불이 켜질 때, 전지와 전선은 어떻게 어떻게 연결되어 있나요? - 전구에 불이 켜졌을 때의 전기 회로를 그림으로 그려 봅시다. - 전구에 불이 켜질 때 전지와 전구의 연결 방법을 설명하고 공유해 봅시다. ◎ 전기 회로와 전류의 개념, 전구의 구조와 전지의 종류 알기 - 제시된 내용을 참고하여 전기 회로와 전류의 개념, 전지와 전구에 대하여 알아봅시다.	-전구의 꼭지와 꼭지쇠에 전선이 하나씩 연결되어 있습니다. -전지의 양쪽 끝에 전선이 각각 하나씩 연결되어 있습니다. ○ 위젯(Sketchpad)에 그려서 이메일로 제출하기 ○ 위젯(Notepad)에 설명 하고 공유하기	10'	 미디어  HTML  HTML 
정교화	◎ 전동기가 돌아가는 전기 회로 꾸며 보기 - 전구 대신 전동기를 연결해 봅시다. 전동기가 돌아가는 경우 전기 회로의 연결은 어떠한가요? - 전기 회로에서 전동기가 돌아가는 까닭은 무엇인 기요? - 이것을 통해 알 수 있는 점은 무엇인가요?	○ 직접 전기회로를 꾸며전동기 돌리기 -전지의 +,-극이 전동기 두 단자에 바르게 연결되어 있습니다. -전동기가 돌아가는 전기 회로에 전류가 흐르기 때문입니다. -전구에 불이 켜지고 전동기가 돌아가는 이유는 전기 회로에 전류가 흐르기 때문입니다.	10'	 미디어
평가	◎ 형성평가 ◎ 차시예고 다음 시간에는 전기가 통하는 물질에 대해 공부하겠습니다.	○ 복습 위젯으로 형성평가 하기	5'	 복습

<부록 2> 디지털 교재 개발을 위한 스토리보드(1차시 예시)

화면 번호	1	내용	전구에 불 켜기 동기유발	화면 번호	2	내용	준비물 확인, 전구의 구조
화면 예시	텍스트	Maze 위젯	화면설명 - 루미나리에 사진과 글을 보면서 차시 학습 내용과 관련 지어 동기 유발한다. - Maze 위젯 : 길찾기를 하며 전구에 불을 켜는데 필요한 것들을 찾아본다.	화면 예시	대화식 이미지 위젯	대화식 이미지 위젯	화면설명 대화식 이미지 위젯 : 준비물을 확인하고 전구의 구조를 자세히 살펴본다.
	사진						

화면 번호	3	내용	전선 두 개로 전구에 불 켜기
화면 예시	갤러리 위젯	Sketchpad 위젯	화면설명
			- 갤러리 위젯 : 실험을 안내한다. - Sketchpad 위젯 : 예상한 것을 적어보고 공유한다.
화면 번호	4	내용	전선 한 개로 전구에 불 켜기
화면 예시	갤러리 위젯	Sketchpa d 위젯	화면설명
			- 갤러리 위젯 : 실험을 안내한다. - Sketchpad 위젯 : 예상한 것을 적어보고 공유한다.
화면번호	5	내용	전구에 불이 켜지는 연결방법
화면예 시	동영상	동영상	화면설명
	Sketch pad 위젯	Notepad 위젯	- 동영상 : 전지, 전선, 전구를 연결하여 불이 켜지는 동영상을 제공한다. - Sketchpad 위젯 : 전구에 불이 켜지는 전기회로를 그려보고 공유한다. - Notepad 위젯 : 전구에 불이 켜지는 조건을 글로 표현하고 공유한다.
화면번호	6	내용	전기회로, 전류, 전지, 전구에 대해 알기
화면예 시	텍스트		화면설명
	갤러리 위젯	Sketchpa d 위젯	전기회로와 전류, 전지와 전구에 대해 알아본다.
화면 번호	7	내용	전동기가 돌아가는 전기회로, 복습하기
화면 예시	텍스트	복습 위젯	화면설명
	Sketch pad 위젯		- 전구 대신 전동기가 돌아가는 전기회로를 만들어보고 동영상으로 확인한다. - 복습 위젯 : 차시 학습내용을 형성 평가한다.

<부록 3> 디지털 교재 사용에 대한 학생들의 긍정적 답변과 부정적 답변

긍정적 답변

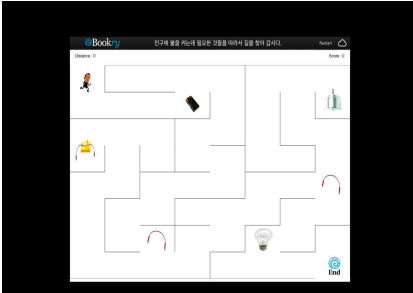
- 디지털 교재가 재미있어서 혼자서 공부하기에 좋을 것 같다. 그래서 6학년이 되면 디지털 교재를 사용하고 싶다.
- 매우 만족스럽다.
- 디지털 교재가 편리하고 좋다.
- 편리하고 공부를 쉽게 할 수 있는 것 같다.
- 학생들이 흥미를 가질 것 같고 선생님과 같이 하는 것보다 자기 주도적 학습이 될 것 같다.
- 사용하면 편리하고 좋을 것 같다.
- 재미있다.

- 디지털 교재를 사용하면 공부를 더 열심히 할 수 있겠다.
- 참 재미있고 편하다.
- 디지털 교재 중 내용을 정리하고 공유할 수 있다는 점이 가장 좋았다.
- 매우 쉽고 편리해서 좋다.
- 이것으로 공부하고 싶다.
- 공부하기 쉽고 궁금한 것을 찾아볼 수 있어 편리하다.
- 나중에 디지털 교재로 공부하고 싶다.

부정적 답변

- 사이버 가정학습처럼 말로 설명해주면 좋겠다.
- 디지털 교재를 더 쉽게 사용하면 좋겠다.
- 눈이 좀 피곤할 것 같다.
- 아직은 이용하기 좀 그렇다

<부록 4> 디지털 교재 개발 화면과 설명

연번	화면	설명
0	 차 례 • 전구에 불 켜기 • 도체와 부도체 • 전지의 연결 방법 • 전구의 연결 방법 • 전기 회로도	표지 및 차례
1		사진을 학습 내용과 관련지어 설명하여 학습 동기를 유발한다. 게임을 하면서 전구에 불을 켜기 위해 필요한 것들을 알아보고 어떻게 해야 할지 생각해본다.
1-1		길찾기를 하면서 전구에 불을 켜기 위해 필요한 부품들을 찾아본다.

연번	화면	설명
2	 준비물을 확인해 봅시다. 전지의 어느 부분을 전선과 연결하였습니까? 전구의 어느 부분을 전선과 연결하였습니까?	학습에 필요한 준비물을 확인하고 자세히 확대하여 보면서 각 부품을 어떻게 연결할 것인지 생각해 본다.
3	 전선 두 개를 이용하여 전지와 전구를 연결해 봅시다. 전구에 불이 켜지는 전기회로는? 전선에 불이 켜지는 것을 예상하여 번호를 적어보고 그렇게 생각한 까닭을 자유롭게 적어 설명하세요. 전지, 전선 2개, 전구를 연결하여 불을 켜 봅시다.	전선 두 개를 이용하여 전지와 전구를 연결한 몇 가지 예시를 제공한다. 불이 켜지는 회로를 예상하여 적어보고 공유한다. 직접 전기 회로를 꾸며 확인해본다.
3-1		불이 켜지는 회로와 불이 켜지지 않는 회로를 예상하여 적어보고 공유한다.
4	 전선 한 개를 이용하여 전지와 전구를 연결해 봅시다. 전구에 불이 켜지는 전기회로는? 전선에 불이 켜지는 것을 예상하여 번호를 적어보고 그렇게 생각한 까닭을 자유롭게 적어 설명하세요. 전지, 전선 1개, 전구를 연결하여 불을 켜 봅시다.	전선 한 개를 이용하여 전지와 전구를 연결한 몇 가지 예시를 제공한다. 불이 켜지는 회로를 예상하여 적어보고 공유한다. 직접 전기 회로를 꾸며 확인해본다.
4-1		불이 켜지는 회로와 불이 켜지지 않는 회로를 예상하여 적어보고 공유한다.

연번	화면	설명
5		전선, 전지, 전구를 연결하여 전구에 불이 켜질 때를 동영상으로 확인한다. 전구에 불이 켜질 때의 연결방법을 그림과 글로 정리한다.
5-1		전구에 불이 켜졌을 때의 전기 회로를 그림으로 그려서 이메일로 제출한다.
5-2		전구에 불이 켜질 때 전지와 전구의 연결 방법에는 어떤 규칙이 있는지 적어보고 공유한다.
6		제시된 내용을 참고하여 전기 회로와 전류의 개념, 전지와 전구에 대해서 알아 본다.
7		전구 대신 전동기가 돌아가는 전기 회로를 직접 꾸며보고 동영상으로 확인한다. 학습한 내용을 복습한다.