



## 중학교 ‘진화’ 단원 디지털 교재 개발 및 적용

정유나<sup>1</sup>, 차희영<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>청주율량중학교, <sup>2</sup>한국교육원대학교

### Development and Instructional Effect of Digital Textbook for the Biological Evolution Unit in Middle School Science

Yu-na Jeong<sup>1</sup>, Heeyoung Cha<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Cheongju Yulyang Middle School, <sup>2</sup>Korea National University of Education

#### ARTICLE INFO

##### Article history:

Received 9 December 2018

Received in revised form

31 December 2018

1 January 2019

Accepted 21 January 2019

##### Keywords:

digital textbook, evolutionary teaching, middle school, 5E cycle learning

#### ABSTRACT

The purpose of this study is to investigate the effect of students' formation of evolutionary concept and learning on the development of digital teaching materials. The explanation of biological evolution, which explains the changes that living organisms undergo over a long period of time, can provide various contents for use in a book. The production and editing of images in digital textbooks would provide explanation of difficult concepts in a fun way. For this study, we designed instructional materials consisting of four class hours using iBooks Author, an electronic book authoring tool based on the 5E learning cycle model. In order to verify the effectiveness of the developed digital textbooks, we compared instructions by the general textbooks to those using digital textbooks. Both teaching through general textbook form and teaching using digital textbook materials had a significant effect on the formation of the concept of evolution, but interest in biological science and evolution increased significantly only in the group taught using digital textbooks. As a result of testing the instruction effect by the digital textbooks by classifying the students by type, the group that is familiar with smart devices was more active and interesting in class depending on digital literacy. The satisfaction of the developed digital textbooks also showed a positive score in the group with high digital literacy. The results of this study suggest that the development of digital textbooks in the unit of evolution can be an instructional material for easy and interesting approach to difficult concepts in the teaching of evolution.

## 1. 서론

진화는 생물 영역에서 가장 최상위 주제이자 핵심이론이며 현대 생물학의 모든 영역에서 이해의 기초가 된다. 생물학의 핵심 주제인 진화는 살아 있는 생물체에 대해 모든 것을 설명해주는 통합개념이다. 진화는 생물학을 배우는 학생들이 다양한 생물학적 개념들을 형성하고 통합시키는데 중요한 이론이지만 이러한 진화의 중요성과는 달리 학생들은 생물의 다양한 개념들 가운데 진화를 가장 어려운 개념으로 인식하고 있다. 그러한 인식은 진화에 대한 올바른지 못한 개념 형성으로 연결되어 진화 오개념을 갖게 되는 결과를 초래한다(Andrews, Kalinowski & Leonard, 2011). 이러한 오개념은 학습을 저해하기도 하고 의도하지 않은 방향으로 나아가기도 한다.

중, 고등학생 진화 오개념 유형과 원인 분석에 관한 선행 연구를 보면, 학생들이 진화를 본격적으로 학습하기 전 다양한 매체나 책을 통해 자연스럽게 진화에 대한 개념이 생기고, 올바른 학습과정 없이 받아들인 잘못된 개념들이 진화에 대한 대안 개념으로 자리 잡게 된다. 이러한 과정을 통해 만들어진 진화에 대한 대안 개념들은 새로운 개념 형성시 올바른 개념 형성에 방해가 될 수 있다. 즉 오개념 체계 위에 또 다른 오개념이 만들어질 수 있다. 따라서 학생들이 올바른

진화 개념을 가지기 위해서는 학생들이 이미 지니고 있는 진화에 대한 대안 개념을 파악하는 것이 우선이다. 대안 개념의 유형과 정도를 파악하여 고치는 것이 우선이고, 그 위에 올바른 진화의 개념이 연결 되도록 하여야 한다(Lee, Lee & Lee, 2007).

진화에 대한 오개념은 과학을 배우는 학생들만의 문제가 아니다. 과학을 연구하는 많은 학자들도 오개념을 많이 갖고 있는데 그것은 진화를 직접 확인하는 것이 아닌 여러 증거들을 가지고 과학적으로 이론화하는 과정에서 주관적인 생각이 보태어질 수 있기 때문이다(Yate & Marek, 2013). 또한 진화의 근본 이론 중 하나인 자연 선택은 생물의 진화 메커니즘의 대표적인 것으로 생물 적용 진화론을 담당함에도 중등 생물 교육자들조차 매우 저조한 이해도를 나타내고 있다(Gregory, 2009). 특히 오개념 연구 결과 진화과정을 의도적인 변화로 인한 결과, 유도된 변이 등 목적론적 사고를 갖고 있는 경우가 많았다. 어떤 생물예비교사들은 진화의 개념을 사실보다는 미신이나 신화에 가깝게 여기는 경향도 있다(Cunningham & Wescott, 2009). 한 예로 영국에서 생물예비교사들을 대상으로 시험을 본 결과 자연 선택에 대한 정확한 이해가 18%로 현저히 낮았다(Gregory, 2009). 중등생물 교사들이 갖고 있는 진화 오개념은 학생을 가르치는 과정에서 지속적인 오개념을 심어주고 나아가 일반 대중에게 진화에 대한 오개념을

\* 교신저자 : 차희영 (hycha@knue.ac.kr)

\*\* 이 논문은 정유나의 2017년도 석사학위논문 데이터를 발췌 정리하였음.  
http://dx.doi.org/10.14697/jkase.2019.39.1.89

확산시킬 위험성을 안고 있다. 따라서 진화를 생물의 일부 단위이라고 여기는 것이 아닌 생물학의 가장 기본으로 인식하여 오개념을 개선시킬 필요가 있다.

진화는 이렇게 올바른 개념 형성이 어렵고, 오개념을 만들어낼 수 있는 단위이므로 다양한 방법으로 진화 수업이 시도되어 왔다. 먼저 과학의 본성(NOS)을 반영한 진화 수업을 통해 진화 개념의 잘못된 개념을 바로잡고, 올바른 개념이 형성될 수 있게 하는데 효과적이었는 연구 결과가 있었다. 나아가 그렇게 형성된 진화 개념이 오랜 시간 지속될 수 있음을 확인하였다(Wi, 2013). 또한 과학사를 배경으로 한 스토리텔링을 활용한 수업을 진행하였는데 과학사에 ‘생명의 기원’, ‘진화의 증거’, ‘자연선택 이론’ 등을 적용하여 이야기해보는 수업이다. 다양한 내용을 역사적, 사회적 배경과 통합적인 시각으로 진화를 이해하게 됨으로써 학생들이 진화에 흥미를 더 갖게 되고, 나아가 올바른 개념 향상에 도움을 주었다(Gwon & Kim, 2014). 학생들을 위한 프로그램이 아닌 교사를 위한 진화 프로그램도 개발되었는데 진화개념별 주제를 정하여 소집단 논변활동 프로그램을 통해 집단 내에서 질문이나 반대 발언을 함으로써 진화에 대해 논의를 하는 것이다. 이는 본인이 갖고 있는 목적론적 사고나 내부의지적인 시각 등의 오개념 형성 원인을 발견하고 진화의 개념을 올바르게 형성함으로써 학생들에게 올바른 지도를 할 수 있게 하는 프로그램이다(Kwon & Cha, 2015).

이처럼 다양한 진화 수업의 시도가 많이 이루어지는 가운데 최근 수업 패러다임을 따른 진화 수업은 시도되지 않았는데 디지털을 활용한 수업 방식이다. 요즘 ‘스마트 러닝’ 시장이 학교 교육에서도 본격화되어 멀티미디어를 활용하는 수업이 발전하고 있다(Ahn, 2012). 가장 대표적인 형태가 디지털 교과서를 개발하여 수업에 활용하는 경우가 늘어나고 있다(Ministry of Education and Science Technology, 2011). 하지만 진화를 기반으로 한 디지털 교과서의 개발과 활용은 시도되지 않았다.

디지털 교과서는 이미 학교 교육에서 확대되고 있고, 일반 서책형 교과서에서 점차 다양한 멀티미디어 자료가 포함된 디지털 교과서로 전환되고 있다. 생물 영역에서도 세포, 항상성, 식물의 구조 등 여러 단원이 디지털 교과서로 개발되었고, 학업성취도 및 학습자의 태도에 긍정적인 효과를 주었다고 보고가 되어 왔다(Lee, Kwon & Kwon, 2014; Park & Lee, 2015; Lee, Kwon & Kwon, 2015; Shin, 2016; Lee, Kwon & Choi, 2016; Lim, Kwon & Eom, 2017). 진화를 기반으로 한 디지털 교과서를 통해 얻을 수 있는 장점은 많은 진화 사례들을 담는데 단편적이며 한계가 있는 서책형 교과서의 단점을 보완할 수 있다. 또한 디지털 교과서를 통해 생물의 진화 현상 즉 변화되는 과정을 한 눈에 쉽게 확인할 수 있다. 디지털 교과서의 특징이기도 한 사진이나 그림 삽화를 다양하게 활용하여 시각적인 효과를 줄 수 있어 어려운 진화 개념에 재미있게 접근할 수 있다. 과학사를 이용한 스토리텔링 활용 역시도 디지털 교과서에서 다양한 콘텐츠를 제공함으로써 진화 개념을 쉽게 전달할 수 있다. 서책형 교과서보다 많은 분량을 담을 수 있고, 여러 기능을 통해 스토리를 엮어낼 수 있다. 무엇보다 학습 내용의 다양화는 물론 도구적 기능을 활용하여 학습자 능력에 따른 수준별, 개별 학습에 대한 지원이 가능하므로 학습을 진행하면서 진화 오개념들을 형성하지 않도록 교사와 학생이 즉각적인 상호작용을 할 수 있다.

따라서 본 연구의 목적은 전자책 저작도구인 iBooks Author를 활용하여 중학교 진화 단원에 대한 디지털 교재를 개발하고 진화 수업에 적용하여 그 효과를 알아보고자 한다. 우선 서책형 수업과 디지털 교재의 수업을 비교하여 디지털 교재의 효과를 검증하여 진화를 주제로 한 디지털 교재로 수업시의 장점을 알아볼 것이다. 또한 디지털 교재 수업은 학생을 수용성과 디지털 리터러시 두 유형으로 분류하여 적용해 보았을 때, 각각 어떤 특징을 나타내는지 살펴볼 것이다.

성격특성 중 수용성(agreecableness)은 사회적 적응력과 타인과의 조화 등을 나타내는 성격 유형으로 이해심, 신뢰성, 배려 등과 같은 특징을 말한다. O'Connor & Paunonen(2007)은 수용성이 높은 학생이 학습 성과에 긍정적인 결과를 가져왔다는 연구를 통해 수용성과 학습 능력의 유의한 관계를 규명한 바 있다. 또한 Kang(2014)도 성격특성과 학업성 및 성취도와의 관계를 규명하였다. 진화를 처음 배우는 학생들은 다소 생소하고 어려운 개념인 진화를 받아들여야 함으로 이때 수용성이 높은 학생들이 진화 개념을 잘 받아들이고 학업성취로 이어질 것이라 예상된다.

디지털 리터러시는 스마트 기기 사용과 활용 능력을 말하는데 본 연구에서는 디지털 리터러시 능력으로 유형화하여 스마트 기기에 친숙하고 정보 활용 능력이 뛰어난 그룹이 그렇지 못한 그룹보다 수업 태도나 흥미도 면에서 차이가 있을 것으로 예상하고 그 효과를 알아보고자 한다. 수업 진행 후 유형별로 진화의 올바른 개념 이해와 진화 및 생명과학에 대한 흥미도 증진에 어떠한 효과를 주었는지도 알아볼 것이다. 따라서 이 연구는 중학교 진화 수업을 위한 디지털 교재를 개발하고, 진화 수업에 적용해봄으로써 진화에 대한 과학적 개념 형성에 도움을 주고, 진화 및 생명과학의 흥미도 향상에 효과가 있는지 알아보는 것이다.

## II. 연구방법

### 1. 디지털 교재 개발

진화 단원은 진화의 의미와 진화의 증거, 진화설로 이루어져 있다. 진화를 과학으로 처음 배우는 학습자임에도 진화는 3차시로만 구성되어 있다. 무엇보다 진화의 용어와 의미를 정확하게 학습하는 것이 중요하므로 진화의 용어 이해와 진화의 증거를 1차시에서 2차시로 늘려 두 내용을 분리하여 3차시 분량을 총 4차시로 구성하였다. 진화의 증거에 해당되는 내용은 2차시로 하되 디지털 교재의 장점을 늘려 많은 예시와 탐구 활동을 할 수 있는 시간을 갖도록 구성하여 학습자의 이해를 높일 수 있도록 하였다. 총 4차시 분량의 디지털 교재로 제작은 2009 교육과정을 바탕으로 구성하였다.

2009 교육과정을 살펴보면 중학교에서 과학은 단순한 지식 전달이 아닌 학생들이 과학에 흥미와 관심을 갖게 하고, 과학이 우리 생활과 밀접한 관련을 가지고 있음을 이해하는 것이 중요하다고 하였다. 진화에 해당되는 ‘유전과 진화’ 단원은 중학교 3학년 과정에 구성되어 있다. 이 영역을 배움으로써 유전 현상을 이해하고, 생물의 다양성이 진화와 연관되어 있음을 알 수 있다. 성취 기준으로는 구체적인 증거를 토대로 생물의 진화현상을 설명할 수 있고, 생물이 왜 다양한지 과거의 생물과 현재의 생물이 어떻게 변화되었는지를 이해하는 것이

다. 진화라는 개념을 명확하게 배우는 것은 중학교 과정에서 처음 접하게 되는 것이므로 다양한 이해자료를 바탕으로 구체적인 사례를 제시해 주어야 한다. 따라서 진화의 정의, 적응, 생물학적 종의 개념을 명확하게 확립하여 혼동 없이 사용할 수 있도록 하고, 학생들이 진화를 오개념 없이 잘 학습하고 있는지 수업 도중 학생과 학생, 교사와 학생이 상호작용을 통해 확인할 수 있도록 수업을 진행하고자 하였다. 따라서 디지털 교재의 구성은 2009 교육과정을 바탕으로 하고, Ryu, Cha & Ku(2012)의 논문을 참고하여 학습내용을 총 4차시로 구성하였다.

각 차시 당 수업 주제와 디지털 콘텐츠 그리고 사용한 위젯은 <Table 1>과 같다.

교재 개발을 위한 저작 도구는 iBooks Author를 활용했다. iBooks Author는 쉽게 제작할 수 있고, 다양한 템플릿과 위젯을 사용할 수 있다. 또한 텍스트 파일을 전자책으로 바로 전환할 수 있는 장점을 가지고 있어 수업 시 활용하기 용이하다. 또한 멀티미디어 학습 자료를 다양하게 이용할 수 있도록 여러 가지 위젯을 제공하기 때문에 초보자도 디지털 교재를 제작할 수 있도록 도와주는 편리한 응용프로그램이다(Yang, 2012). 위젯의 종류로는 갤러리 위젯, 미디어 위젯, 팝업 위젯, 키노트 위젯, 대화식이미지, 복습 위젯이 있으며 그 외에도 다양한 프로그램을 설정할 수 있도록 하는 HTML이 있다. 진화 단원을 주제로 한 디지털 교재 제작을 위하여 위젯을 모두 다양하게 사용하였다.

제작한 디지털 교재로 수업을 진행하기 위한 학습 지도안은 5E 순환학습 모델을 기반으로 제작하였다. 5E 순환학습 모델은 학생들이 스스로 참여하고 적용, 평가까지 받을 수 있어 학습 효과에 매우 긍정적인 결과를 가져올 수 있다. 5E 순환학습 모형은 Piaget의 발달 원리에 바탕을 둔 개념 변화 모형으로 인지 발달을 촉진하는 개념 변화 모형이다. 진화 단원은 학생들이 기존에 자신이 갖고 있던 오개념을 스스로 발견하고, 개념을 재구성하는 과정이 필요하고, 바로 상호작용을 통해 확인하는 단계가 이루어져야하므로 5E 순환 학습 모형이

가장 적절하다. 이는 디지털 교재를 통한 수업 시 적절히 활용할 수 있다.

## 2. 개발된 디지털 교재 적용

개발된 디지털 교재 효과를 검증하기 위해 기존의 수업 형태인 서책형 교재 활용 수업과 개발한 디지털 교재를 활용한 수업을 비교하였다. 실험집단만 iBooks Author를 활용한 수업을 진행하고, 비교집단은 서책형 교재를 사용하여 수업하였는데 서책형 교재를 활용한 수업은 일반 교과서와 PPT, 내용 확인을 위한 프린트만 활용하여 수업을 진행하였다.

개발된 디지털 교재의 효과 검증을 위한 연구 설계는 <Figure 1>과 같다.

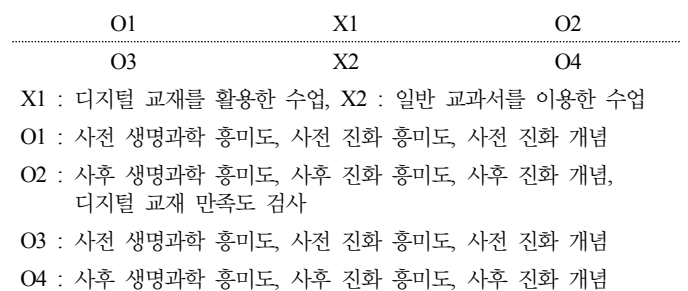


Figure 1. Research design for test the effectiveness of developed digital textbook

개발한 진화 디지털 교재는 충청북도 청주 사범대인 H대학교 부속 중학교인 M중학교 3학년 학생 4개의 반을 대상으로 적용하였다. 이들 중 2반은 디지털 교재를 활용한 수업을 진행하는 실험집단이고, 다른 2반은 일반 서책형 교과서 수업을 하는 비교집단으로 구성하였다. 수업은 M중학교에서 과학을 담당하는 교사가 진행하였고, 수업

Table 1. Construction of the digital textbook to enhance the conceptions of biological evolution for middle school students.

단원	차시	학습 목표	학습할 개념	교수학습 내용	사용한 위젯	캡처 화면 예
진화 정의	1	생물학적 진화 개념을 설명할 수 있다.	진화, 종, 적응의 개념 알기	종과 적응의 정의와 예시를 디지털 교재로 확인 및 발표	동영상, 키노트, 팝업, HTML, 갤러리, 대화식 이미지 위젯 사용	
진화의 증거	2-3	진화의 증거를 설명하고 해당하는 예를 말할 수 있다.	화석상의 증거(중간 종), 비교해부학적 증거(상동기관, 상사기관, 흔적기관), 발생학적 증거, 생물지리학적 증거(유대류)	교재의 사진과 동영상 시청, 화석상의 증거를 노트패드 작성하고, 척추동물의 골격 색칠을 통해 상동기관의 의미를 학습 후 발표, 인터넷 검색으로 추가 자료 조사	동영상, HTML, 갤러리, 스크롤 사이드바, 팝업, 키노트, 복습 위젯 사용	
진화 기작	4	여러 가지 진화설을 설명할 수 있다.	용불용설(획득형질), 자연선택설(공업암화, 변이), 돌연변이설, 격리설, 현대 종합설	용불용설이 오개념인 까닭을 디지털 교재로 확인하고 여러 가지 진화설의 차이점일 비교 정리하고 자연선택형질로 낮모양적혈구 빈혈증등 인터넷을 검색하며 사례를 찾고, 퀴즈 참여	동영상, HTML, 팝업, 갤러리, 키노트, 복습 위젯 사용	

전 사전검사, 수업 후 사후 검사를 실시하였다. 대학교 부속중학교로 연구대상학교인 만큼 설문이나 새로운 방식의 수업에 익숙한 학생들이기 때문에 전반적으로 적극적으로 참여를 해주었다. 실험집단과 비교집단 구성은 <Table 2>와 같다.

Table 2. Subjects of the study

개발된 디지털 교재 적용	학급별 인원수		합계
서책형 수업 (비교집단)	18명	21명	39명
디지털 교재 활용 수업 (실험집단)	20명	19명	39명

3. 학생 유형별 디지털 교재 적용 효과

1차 적용이 끝난 후, 2차 적용은 학생 유형별 디지털 교재 효과를 알아보는 것이었다. 학생을 수용성 그룹과 디지털 사전지식을 알아보는 디지털 리터러시 그룹으로 나누어 조별 수업을 진행하였다. 수업 진행은 연구자가 직접 수행하였고, 사전, 사후 검사 역시 실시하였다. 매시간 수업은 녹음하며 그룹별로 특이적인 차이를 분석하였다. 학생 유형별 수업에서는 사전, 사후검사 통계적 분석 뿐 아니라 수업 중 녹음된 내용과 학생 개인 인터뷰 자료를 결과에 활용하였다. 학생 개인 인터뷰는 목적 표집하였다. 연구 설계는 <Figure 2>와 같다.

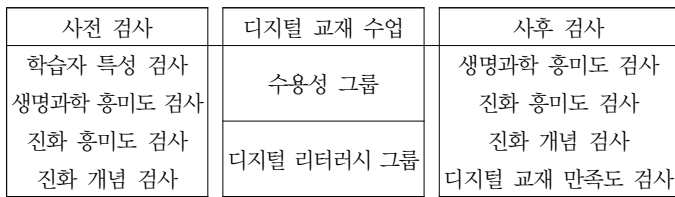


Figure 2. Research process

대전의 S중학교 3학년 16명을 대상으로 하였다. 소규모 학원에서 단과 수업을 받고 있는 학생들로 학업 수준이 중간이었다. 수업을 진행하기 3주전 학생 유형별 검사지를 통해 수용성의 차이에 따른 두 그룹과 디지털 리터러시 수준의 차이에 따른 두 그룹으로 미리 나누었다. 유형별 그룹 분포는 <Table 3>과 같다. 수용성이 높은 그룹과 낮은 그룹의 점수 차이는 크지 않았고, 상대적인 점수차이로 구분

Table 4. Test for identifying learners' acceptability

번호	문항	매우 그렇다	그렇다	보통 이다	그렇지 않다	매우 그렇지 않다
		5	4	3	2	1
1	나는 다른 사람의 잘못을 잘 지적하는 편이다.					
2	나는 협조적이고, 평소에 이기적인 행동은 잘 하지 않는 편이다.					
3	다른 사람과 언쟁이 많은 편이다.					
4	과제를 함께 수행할 때, 친구들이 나를 신뢰한다.					
5	나는 무엇이든 잘 용서한다.					
6	나는 다른 사람을 잘 믿는 편이다.					
7	대부분의 사람들에게 사려가 깊고 친절하다.					
8	혼자보다는 친구들과 협동하는 과제가 좋다.					
9	나는 새로운 것을 배울 것에 거부감이 없다.					
10	나와 생각이 달라도 상대방의 생각에 동의해 주는 편이다.					

했다. 그리고, 대상 학생들의 수가 많지 않아, 유형별로 4명씩 관찰했으므로 연구결과를 일반화하는 데는 제한이 있다.

Table 3. Distribution according Learners' background

학습자 특성 그룹 구분	학습자 성격 유형: 수용성		디지털 리터러시		합계
	높은 그룹	낮은 그룹	높은 그룹	낮은 그룹	
학생 수	4	4	4	4	16명

4. 검사 도구

기존 서책형 교재를 활용한 수업보다 디지털 교재를 활용한 수업이 진화 단원의 흥미도 향상과 생명과학의 흥미도 향상에 긍정적인 영향을 주는지, 진화 개념 형성이 더 효과적으로 정착이 되는지 알아보고자 생명과학 흥미도 검사와 진화 흥미도 검사 그리고 진화 개념 검사를 실시하였다.

생명과학 흥미도를 측정하기 위한 도구로는 Kim, Byeon & Kwon(2012)이 Kim, Chung & Jeong(1998)에 의해 개발된 ‘국가수준의 과학과 관련된 정의적 영역 평가 체제’를 사용하여 수정 보완한 검사지를 다시 수정하여 사용하였다. 생명과학 흥미도는 생물교과에 대한 관심과 생명과학에 대한 흥미, 생물 관련 직업에 대한 흥미 영역으로 세분화하여 총 8문항으로 구성하였다.

진화 흥미도를 측정하기 위한 도구는 Ha, Lee & Cha(2006)가 개발한 검사 문항을 수정하여 사용하였다. 기존의 4문항의 단답형 문제를 중학생 수준에 맞게 8문항 리커트 척도로 수정하였고, 진화에 대한 단순한 호기심, 지적 탐구 욕구 등을 평가하는 검사지로 구성하였다.

진화 개념 검사를 위한 문항은 Ahn(2011)이 Rash모형 기반 진화 개념 문제를 선별한 27개의 문항 중 8문항을 선정하여 사용하였다. 내용의 구성은 진화의 의미, 진화의 증거, 진화의 기작, 현대의 진화론 관련 된 것으로 모두 객관식으로 구성하였다.

학생을 유형별로 나누어 효과를 알아보기 위하여 성격-수용성 검사와 디지털 리터러시 검사를 실시하였다. 본 연구에 사용한 수용성 검사는 Um(2010)이 사용한 검사지 중 수용성 영역만을 참고하여 26개의 문항 중 수용성 9개 문항을 대학생 대상에서 중학생에게 적용될 수 있도록 10문항으로 수정·보완하였다.(Table 4)

디지털 리터러시 검사는 Kim & An(2003)이 개발한 검사지를 수정하여 사용한 검사지를 재수정하여 중학교 학생들에게 적용될 수 있도록 재수정 과정을 거쳤다. 또한 디지털 리터러시는 디지털 교과서 경험 여부 뿐 아니라 스마트 기기에 대한 관심과 기본 작동 능력을 검사하는 문제로 추가 구성하였다.

디지털교재 만족도 검사는 서책형 교재로 수업한 대조군은 제외하고 디지털 교재로 수업한 실험군에만 실시하였으며 학생 유형별로 수업한 학생들은 모두 디지털 교재로 수업을 진행하였으므로 모두 실시하였다. 진화 수업에 디지털 교재를 활용하였을 때 수업의 이해도나 흥미 면에서 긍정적인 효과가 생겼는지 알아보기 위해 Kim(2013)이 사용한 디지털 교재 만족도 검사를 수정, 보완하여 사용하였다.

디지털 교과서 활용의 유용성, 편의성, 만족도 뿐만 아니라 단점에 이르기까지 광범위한 사용 의견을 조사하기 위해 인터뷰도 진행했다. 인터뷰 질문을 고안하여 녹음 및 전사한 후 전반적인 내용을 분석했다.

## 5. 자료 분석

중학생 진화 단원을 디지털 교과서로 활용하여 수업했을 때 진화 및 생명과학 흥미도, 진화 개념 형성에 긍정적인 효과가 있는지 검증하기 위하여 이와 같이 분석하였다. 먼저 사전, 사후를 동일하게 실시한 검사지인 진화 흥미도, 생명과학 흥미도, 진화 개념 검사는 평균점수를 t-test를 하여 변화가 있는지 분석하였는데 생명과학 흥미도와 진화 개념 검사는 하위 영역별로 평균을 다시 t-test를 하여 비교 분석하였다. 두 그룹이 동질집단으로 사전 차이가 없어 ANOVA 공변량 분석은 하지 않았다. 자료 분석은 SPSS/PC 12.0 통계 프로그램으로 전산처리하였다. 학생 유형별 검사에 해당되는 수용성, 디지털 리터러시 검사는 학생들을 두 그룹으로 분류할 때만 사용하였다. 학생 분류는 상대점수로 나누었고, 그룹의 차이는 수업에서 여러 상황들과 분위기를 관찰 분석하고, 일부 학생들을 목적 표집하여 인터뷰하였다.

## III. 연구 결과 및 논의

### 1. 개발된 디지털 교재의 특징

iBooks Author라는 저작도구를 사용하여 디지털 교재 개발을 위해 iBooks에서 제공하는 다양한 위젯을 활용했다. 위젯은 초보자도 디지털 교과서를 제작할 수 있도록 도와주는 편리한 응용프로그램인데, 갤러리 위젯, 미디어 위젯, 팝업 위젯, 키노트 위젯, 대화식이미지, 복습 위젯 등이 있으며, 그 외에도 다양한 프로그램을 설정할 수 있도록 하는 HTML 등이 있다.

이 연구를 위한 진화를 주제로 중학생용 디지털 교재 제작을 위하여 사용가능한 모든 위젯을 사용하여 다양한 콘텐츠를 구성하였다. 적응의 예로서 여우를 설명하는 부분에서는 이미지를 축소하여 갤러리 위젯을 사용하였다. 진화를 사진으로만 확인하는 것보다 영상으로 볼 수 있어 학습자의 이해를 돕고, 흥미를 줄 수 있는 미디어 위젯도 사용하였다. 책형에서 제시하는 고래의 변화 현상을 이미지로만 나타

낸 것을 영상으로 만들어 수록했을 뿐만 아니라 핀치새의 부리를 소재로 한 탐구 활동을 직접 촬영하여 제시하였다. 프리젠테이션 프로그램인 키노트 위젯도 사용을 했는데 ‘중’을 정의하며 다양한 종의 예를 들 때 사용하였고, 다양한 진화적 관점을 설명할 때 활용하였다. 핀치새의 먹이에 따른 부리가 다른 사진을 전체 화면으로 보여주고 각각의 핀치새를 클릭하면 그에 따른 설명을 볼 수 있게 만들었는데, 이를 위해 대화식 이미지 위젯을 썼다.

숨어있는 설명을 표현할 때 이용하는 기능으로 팝업을 실행하면 화면에 말풍선이 뜨며 그 안에 내용이나 사진을 넣을 수 있는 팝업 위젯도 사용했다. 화면에 모두 담을 수 없는 내용을 제시할 때 편리했다. 진화의 증거 중 흔적기관과 발생학적 증거를 설명할 때 사용할 때는, 스크롤 사이드바 위젯을 사용했다. 화면에 글이 너무 많이 구성되면 다소 딱딱하고 보이고, 또한 그림을 함께 삽입할 수 없는데, 긴 내용이 생략이 되고 밑으로 내려 볼 수 있게 설정이 되어 장황한 내용을 정리하는데 필요했다. 단원 학습 후 최종 확인하는 방법으로 문제를 제시하고 풀이 할 때 복습 위젯을 사용하였다. 복습 위젯을 통해 SE 순환학습 과정 중 평가과정에서 스스로 확인하는 과정을 거칠 수 있고 수업 중 바로 피드백 할 수 있어 교사와 학생과의 상호작용에서 편리하다. 다양한 위젯을 이용하는 것은 학습자들에게 진화의 여러 가지 예와 개념을 소개하고 학습자가 이해하기 위한 자료를 다양한 방법으로 제공하게 함으로써 학생들에게 많은 정보를 전달할 수 있음은 물론 흥미와 학습 동기를 유발할 수 있도록 하였다.

진화를 주제로 제작한 디지털 교재는 SE 순환학습을 기반으로 하였다. 다양한 위젯을 단계에 맞게 활용할 수 있도록 제작하였으며, 정교화 단계에서는 인터넷을 검색하여 추가적인 자료를 찾아볼 수 있도록 하였다. 조별로 아이패드를 사용하여 스스로 탐구할 수 있도록 하였으며 학생과 학생, 교사와 학생이 매 시간 즉각적인 상호작용이 이루어질 수 있도록 하였다. 1차시 수업을 예로 들면 1차시 수업의 목표는 종과 적응의 개념을 알고, 생물학적 진화 개념을 정확히 학습하는 것이었다. 먼저 참여 단계에서는 동영상 위젯을 통하여 학생들의 흥미와 동기를 유발하였고, 학생들이 원래 갖고 있던 진화 개념과 생물학적 진화가 의미하는 것이 일치하는지 확인해보도록 하였다. 탐색 단계에서는 키노트 위젯, 팝업 위젯, 갤러리 위젯, 대화식 이미지 위젯을 사용하여 학생들 스스로 종과 적응의 개념을 이해할 수 있도록 하였다. 또한 HTML 위젯을 활용하여 기존의 서책형 서술식 설명을 다양하게 표현하여 학생들이 쉽고 재미있게 개념을 이해할 수 있도록 하였다.

### 2. 디지털 교과서 효과 검증 결과

개발된 디지털 교재의 효과를 확인하기 위해 연구대상을 실험집단과 비교집단으로 구성하여 각각 수업을 실시한 후 실험집단과 비교집단의 수업 처치 사전과 사후의 결과를 비교, 분석하였다. 각 집단별 수업처치에 따른 결과는 다음과 같다.

#### 가. 생명과학 흥미도 변화 효과

수업 후 대조군과 실험군의 생명과학 흥미도 결과를 비교해보면 실험군이 대조군보다 긍정적인 향상의 차이가 있었으나 통계적으로

유의하지는 않았다. 수업 후 실험군, 대조군 각각의 생명과학 흥미도에 영향을 미치는 것에 대한 분석 결과는 <Table 5>와 같다.

Table 5. Analysis results of interest in biological science after the instructions

대상	구분	평균	표준 편차	t값	유의 확률
대조군	사전 검사	24.54	4.578	-1.268	0.209
	사후 검사	25.97	4.848		
실험군	사전 검사	24.06	4.638	-2.408	0.019
	사후 검사	26.79	4.728		

대조군, 실험군을 영역별로 비교 분석했을 때 모두 긍정적으로 향상되었음을 알 수 있다. 새로운 생물 지식을 배우고 싶은 욕구, 생명과학 시간에 대한 기대감 등 전반적으로 흥미도의 향상을 나타냈다. 그 중에 통계적으로 유의미한 효과를 나타낸 영역은 디지털 교재 수업 그룹에서의 생명 과학에 대한 흥미와 생물 관련 직업에 대한 흥미 영역이었다. 생명 과학에 대한 흥미도 영역에서의 실험군 집단에서 t값 -2.749, 유의확률 p=0.008로 유의미한 결과를 가져왔고, 생물 관련 직업에 대한 흥미 영역 중 실험군 집단에서 t값 -2.281, 유의확률 p=0.026로 유의미한 증가를 나타냈다. 생물 교과에 대한 관심은 유의미한 결과를 나타내지 않았는데 이는 4주차 디지털 교재 활용 수업으로 학생들의 흥미도는 높일 수 있으나 관심까지는 영향을 미치지 못했음을 의미한다. 생명과학 흥미도 하위영역별 분석 결과는 <Table 6>과 같다.

Table 6. Analysis results of subcategories of interest in biological science after the instructions

영역별	대상	구분	평균	표준 편차	t값	유의 확률
생물 교과에 대한 관심	대조군	사전	9.29	1.979	-0.688	0.494
		사후	9.63	2.184		
	실험군	사전	9.21	2.129	-1.560	0.124
		사후	10.06	2.373		
생명 과학에 대한 흥미	대조군	사전	9.20	1.712	-1.002	0.320
		사후	9.66	2.086		
	실험군	사전	9.12	1.737	-2.749	0.008
		사후	10.38	2.045		
생물 관련 직업에 대한 흥미	대조군	사전	5.86	1.498	-1.178	0.243
		사후	6.29	1.545		
	실험군	사전	5.65	1.475	-2.281	0.026
		사후	6.47	1.502		

나. 진화 흥미도 변화 효과

수업 후 두 집단 모두 사전 검사 점수보다 향상되었다. 각 그룹의 사전, 사후 검사의 차이를 비교한 결과를 보면 대조군보다 실험군에서 t값 -2.593, 유의확률 p=0.012 (p<0.05)로 유의미한 차이를 보였다. 이를 통해 디지털 교재를 활용한 수업 그룹이 서책형으로 수업한 그룹보다 진화 흥미도에 긍정적인 효과를 가져왔음을 알 수 있다. 디지털 교과서를 통해 풍부한 자료를 쉽게 볼 수 있어 제한된 교과서의 한계점을 반영하였고, 여러 활동학습을 다양하게 함으로써 학습 흥미

도가 향상되었음을 알 수 있다. 진화 흥미도에 대한 사전, 사후 비교 결과는 <Table 7>과 같다.

Table 7. Analysis results of interest in biological evolution after the instructions

대상	구분	평균	표준 편차	t값	유의 확률
대조군	사전 검사	26.77	5.836	-1.458	0.150
	사후 검사	28.86	6.132		
실험군	사전 검사	25.50	5.395	-2.593	0.012
	사후 검사	28.94	5.548		

다. 진화 개념 검사 결과

두 집단의 진화 수업 전 개념 검사를 실시하였는데 대조군, 실험군 모두 40점 만점에 대조군 평균 12.14점, 실험군 평균 11.03점으로 점수가 다소 낮았다. 이는 대조군 실험군 모두 진화 개념을 처음 학습하는 학생들이기 때문에 낮은 점수를 나타냈다. 수업 전 진화 개념 검사에 대한 하위항목별 점수를 비교해보면 진화의 정의와 진화의 증거 영역보다 진화 기작, 현대 진화론 영역의 점수가 낮았다. 진화의 기본 개념에 해당하는 진화의 정의와 진화의 증거 영역은 진화를 과학교과를 통해 체계적으로 배우지 않았어도 이미 사회, 문화적인 경험을 토대로 배경 지식으로 알고 있는 경우가 많기 때문에 점수가 현저히 낮지 않은 반면에(Lee, 2005) 진화의 기작, 현대의 진화론은 진화 개념을 토대로 학습이 필요한 심화 단계에 해당됨으로 사전 검사에서 낮은 점수를 나타냈다.

4차시 진화 수업을 마친 후 사후 검사를 실시한 결과 수업 후 진화 개념 형성 결과 대조군, 실험군 두 집단 모두 유의미한 증가를 가져왔다. 이는 진화를 배우지 않은 학생들을 대상으로 수업을 진행하였으므로 점수 차이가 다른 검사에 비해 크게 나타났다. 진화 개념 형성은 서책형 교재로 수업한 집단과 디지털 교재로 수업한 집단 모두 새로운 지식 형성이 되었으므로 두 그룹 모두 유의미하게 향상되었다고 할 수 있다. 대조군은 사전, 사후 t값 -4.862, 유의확률 p=0.000이고, 실험군은 사전, 사후 t값 -5.283, 유의확률 p=0.000을 나타냈다. 사전, 사후 진화 개념 검사 결과는 <Table 8>과 같다.

Table 8. Analysis results of students' conceptions of biological evolution

대상	구분	평균	표준 편차	t값	유의 확률
대조군	사전 검사	12.14	7.792	-4.862	0.000
	사후 검사	21.71	8.655		
실험군	사전 검사	11.03	7.154	-5.283	0.000
	사후 검사	21.76	9.445		

수업 처치 후 진화 개념 검사 결과를 자세히 분석하기 위해 하위 영역으로 나누어 비교해보면 모든 영역이 유의미하게 향상된 것을 알 수 있다. 특히 진화 기작과 현대 진화론 영역은 진화의 정의, 진화의 증거 영역보다 대조군, 실험군 모두 유의미하게 증가되었는데 사전 검사에서 낮은 점수가 사후 검사와의 점수 차이를 크게 만들었다고 볼 수 있다. 학습자들은 진화 기작과 현대 진화론을 서책형 수업과

디지털 교재 수업 관계없이 개념 형성에 도움을 받았다고 할 수 있다. 진화 개념 확인 문제에서 오답이 개선되는 패턴을 살펴볼 때 종에 대한 개념이 올바르게 정착되는 것을 확인할 수 있었고, 진화를 대신 화 개념으로만 여겼던 것을 분자, 유전자 수준으로 이해하는 폭이 넓어짐을 알 수 있었다. 진화 기작에서는 ‘목이 짧았던 거북이가 높은 곳의 먹이를 잘 먹기 위해 목을 늘리다보니 점점 목이 길어지게 되었다’는 용불용설에 대한 설명을 틀린 문장으로 인식하고 답에서 제외 시키는 경우가 많았다. 또한 ‘태초에 신이 기린의 목을 길게 하여 창조하였다.’는 창조론적인 개념도 개선되었다. 전반적으로 초기 진화 오개념이 많이 줄어들고, 새로운 진화 개념이 많이 정착된 것을 확인할 수 있었다. 사전, 사후 진화 개념 검사의 하위 영역별 점수 비교를 표로 나타낸 결과는 <Table 9>와 같다.

개발된 디지털 교재 효과 검증에 위한 투입 결과 생명과학 흥미도, 진화 흥미도, 진화 개념 형성에서 두 그룹 모두 긍정적인 결과를 가져왔음을 알 수 있다. 하지만 진화 개념 형성은 서책형 수업과 디지털 교재 수업 모두 유의미한 결과를 나타냈으나 흥미도면에서는 디지털 교재로 수업한 그룹에서만 통계적으로 유의미한 것을 확인할 수 있었다. 이는 서책형 교재를 활용한 수업보다 디지털 교재를 활용한 수업이 학생들의 흥미도 향상에 영향을 주었음을 의미한다.

Table 9. Analysis results of subcategories for students' conceptions of biological evolution

영역	대상	구분	평균	표준 편차	t값	유의 확률
진화의 정의	대조군	사전 검사	4.00	2.921	-3.168	0.002
		사후 검사	6.14	2.735		
	실험군	사전 검사	3.82	3.030		
		사후 검사	6.18	2.769		
진화의 증거	대조군	사전 검사	2.71	3.387	-2.749	0.008
		사후 검사	5.14	2.657		
	실험군	사전 검사	4.26	3.918		
		사후 검사	6.03	3.205		
진화 기작	대조군	사전 검사	2.71	3.503	-3.186	0.002
		사후 검사	5.14	2.840		
	실험군	사전 검사	1.91	2.756		
		사후 검사	4.85	2.883		
현대 진화론	대조군	사전 검사	1.43	2.862	-3.736	0.000
		사후 검사	4.43	3.791		
	실험군	사전 검사	1.03	2.393		
		사후 검사	4.41	3.430		

라. 디지털 교재 만족도 검사 결과

디지털 교재로 수업을 받은 실험군을 대상으로 디지털 교재 만족도를 알아보기 위해 사후 검사를 실시하였다. 디지털 교재 만족도는 학습 목표 및 내용면에서 5문항, 학습 효과성에서 4문항, 디지털 특징 4문항으로 총 13문항으로 구성하였고, 문항은 리커트 척도로 5점 만점으로 계산하였다. 영역별 조사 내용과 평균 결과는 <Table 10>과 같다.

Table 10. Analysis results of satisfactions for the digital textbook developed

	순서	문제	평균
학습 목표 및 내용면	1	교재 내 학습 목표가 정확히 제시 되어 있다.	4.6
	2	내용이 이해하기 쉽다.	4.8
	3	내용은 자세하게 설명되어 있다.	4.9
	4	내용에 유용한 정보가 포함되어 있다.	4.7
	5	학습 내용이 전반적으로 다양하게 구성되어 있다.	3.9
학습 효과성	6	동영상, 그림, 사진 등은 학습에 도움이 된다.	3.4
	7	전반적으로 학습하는데 도움이 된다.	4.0
	8	교재를 이용한 학습은 동기를 향상시킨다.	4.8
	9	교재를 이용한 학습은 성적 향상에 도움이 된다.	3.4
디지털 특징	10	화면 간 이동이 편리하다.	4.9
	11	필요한 내용을 메모할 수 있다.	4.2
	12	퀴즈의 결과를 바로 확인할 수 있다.	1.1
	13	선생님이나 친구들과 학습 내용을 공유할 수 있다.	2.8

각 영역 평균 점수를 100점으로 환산하면 학습 목표 및 내용면이 91.6점, 학습 효과성은 78점, 디지털 특징은 65점으로 학습 목표 및 내용면에서 만족도가 가장 높게 나타났다. 본 디지털 교재를 통해 학습자들에게 다양한 콘텐츠를 사용하여 개념을 제시하고, 일반 서책형 교재보다 많은 예를 제공해 주어 학습자의 이해도를 높일 수 있었다. 이는 학습 내용면에서 만족도에 대한 긍정적인 평가로 나타났다.

3. 학생 유형별 디지털 교재 효과

진화단원을 디지털 교재로 활용하여 수업하였을 때 효과를 서책형과 비교하여 알아보았다면 2차 투입에서는 모든 수업을 디지털 교재로 진행하되 학생을 유형별로 나누어 학습과정을 분석하였다. 사전 검사를 통해 학습자를 수용성이 높은 그룹과 낮은 그룹, 디지털 리터러시 점수가 높은 그룹과 낮은 그룹으로 나누었다. 수용성으로 분류한 집단과 디지털 리터러시로 분류한 집단은 분리하여 각각 수업을 4주차씩 진행하였다. 디지털 교재의 효과는 수업이 이루어지고 있는 중간 또는 수업이 종료되는 시점에 전체적으로 질문하였고, 질문지는 Ahn(2012)이 개발한 것을 수정하여 사용하였다. 학생 유형별 수업을 관찰하기 위해 수업과정은 녹화하였고, 인터뷰와 수업 자료를 토대로 분석하였다.

학생을 유형별로 나누는 첫 번째 기준으로 성격특성 중 학업 성취도와 유의미한 관계가 있는 수용성 검사를 통해 두 그룹으로 분류하였다. 하지만 학교에서 무작위로 모집한 대상이 아닌 소규모 학원 수업 내에서 수강하는 학생들을 대상으로 검사를 진행하여 수용성의 차이가 거의 없었다. 같은 수업을 듣는 학원 수강생들은 학교에서 성적이 중간 이상이 되는 비슷한 집단으로 구성되어 있고, 과학의 흥미가 있기 때문이었다. 점수차가 크지 않은 제한점이 있는 상태에서 상위 그룹과 하위 그룹으로 나누어 수업을 진행하였으나, 결과적으로 그룹의 차이는 나타나지 않았다.

디지털 교과서 경험 여부 뿐 아니라 스마트 기기에 대한 관심과 기본 작동 능력으로 구분한 그룹은 검사지에서 두 부류로 구분되었다. 검사지는 대체로 인터넷을 사용할 수 있는가에 해당되는 내용을 인터

넷 자료를 수집하여 필요한 정보를 분류하고 저장할 수 있는가를 물어보는 검사내용으로 본래의 검사를 일부 변경하여 학생들에게 적용하였다. 디지털 리터러시가 높은 그룹과 디지털 리터러시가 상대적으로 낮은 그룹으로 나누어 4차시 수업을 진행한 결과는 디지털 사진 지식이 높은 그룹이 낮은 그룹보다 수업 시간 동안 디지털 교재에 호기심을 많이 보였다. 진화에 관한 내용 뿐 아니라 디지털 교재에 대한 관심도 낮은 그룹보다 더 많이 보였고, 질문도 활발히 하였다. 또한 응용 면에서도 효과를 보였는데 그 예로 디지털 교재에서 새로운 위젯을 소개했을 때 스스로 응용하여 활용하는 모습을 보였고, 학생 스스로 추가적인 내용을 찾아보며 정보를 가공하는 능력이 뛰어났다. 또한 수업 참여도와 적극성에서 차이를 보였는데 디지털 교재에 수록된 활동 학습을 적극적으로 활용하는 모습을 보였다. 그로 인해 전반적으로 수업 참여도와 적극성에서 그룹 간의 차이를 나타냈고 그 결과 디지털 교과서 만족도에서 디지털 리터러시 그룹이 더 긍정적인 반응을 보였다. 진화 오개념에 대한 태도도 디지털 리터러시가 낮은 그룹보다 높은 그룹이 더욱 적극적인 모습을 보였다. 진화를 주제로 디지털 교재 및 미디어 활용을 통한 학생들의 토의 과정을 거친 후 발표하는 시간을 가졌는데 자신의 오개념을 스스로 깨닫고 교사와 즉각적인 피드백을 거치며 개념을 수정해나가는데 있어 더욱 적극적인 모습을 보였다.

#### 4. 진화 수업 내용별 분석 결과

디지털 교과서를 진화 수업의 다양한 시도 중 하나인 수업 도구로 사용하였을 때 학생들이 갖고 있는 선개념 중 오개념을 찾아 개선하고 나아가 학생들의 진화 흥미도와 체계적인 진화 개념 형성에 긍정적인 영향을 주었는지 알아보고자 하였다. 따라서 학생들이 수업에 참석했을 때 여러 상황들을 자세히 관찰하고 분석하고자 수업 내용을 녹음, 전사하였다.

수업 내용 중 학습자들이 상황별 진화 오개념을 발견하여 수업을 통해 개선되고, 올바른 개념을 형성하게 되는 과정을 보였다. 수업 중 그룹별 토의를 진행하였을 때 나타났는데 수업 주제는 적응, 인간의 진화와 흔적 기관, 용불용설, 자연 선택으로 4가지 주제가 해당되었다.

1차시에서 ‘적응’을 주제로 한 수업에서는 북극여우와 남극여우의 모습을 갤러리 위젯을 통해 확인하게 한 후 각자의 생각을 말할 수 있게 하였다. 사막여우와 북극여우의 진화적인 관점을 토의하는 과정에서 대부분의 학생이 환경에 맞게 적응하였다는 목적론적인 오개념을 갖고 있었다.

*Q: 지금 화면에 보이는 동물은 모두 여우야. 그런데 여우들이 다른 모습을 하고 있는데 차이점이 무엇일까?*

*A: 귀요.*

*Q: 그럼 사막여우와 북극여우가 귀의 모습이 다른 이유가 무엇일까?*

*A: 사막여우는 더운 곳에서 살아야하니까 귀를 크게 만들어 열을 방출하기 위해서이고, 북극여우는 추운 곳에서 살아야하니까 귀를 작게 만들어 열을 적게 방출하기 위해서예요.*

*Q: 그럼 여우들이 환경에 적응하여 살아가기 위해서 모습이 변했다고 생각하는 거예요?*

*A: 네. 아까 선생님이 말씀하신 것처럼 진화가. 모습이 변하는 것이*

*빠른 시간에 변한 것은 아니지만. 오랜 시간 동안 환경에 적응하여 변했다고 생각해요.*

*Q: 다른 친구들도 같은 생각인가요?*

*Q: 우리가 평소에 쓰는 용어인 ‘적응’은 일정한 조건이나 변화에 맞추어 가는 것을 의미하는게 맞아요. 하지만 진화에서의 ‘적응’은 의미가 다릅니다.*

*진화에서 말하는 ‘적응’은 의지적으로 진화하는 것이 아니라 변화 자체가 그 상황에 유리해서 살아남은 결과를 의미합니다. 처음에는 추운 지방에도 큰 귀를 가진 여우도 있었겠지만, 그러다 오랜 시간이 흐르며 유리한 모습을 가진 귀가 작은 여우가 생존하여 살아남은 거지요, 그것이 바로 환경에 적응한 결과입니다.*

*Q: 그럼 인터넷을 활용하여 적응의 예를 찾아 그 과정을 조별로 토론해 볼까요*

조별로 적응의 예를 찾은 것 중 하나는 선인장의 가시에 관한 내용이였다. 선인장의 줄기가 굵은 이유가 많은 물을 저장하기에 적합하고, 잎이 가시 모양인 것은 사막과 같은 건조한 환경에서 물의 증발을 막기 위해 적합한 모습인데, 생물이 환경에 맞게 적응한 것이 아닌 유리한 모습이 생존하여 진화된 것이라고(Jo, Cha & Yang, 2016) 적응의 개념을 수정하였다. 1r교시의 조별 인터넷 매체를 활용하는 과정에서 적응의 예를 살펴볼 때 ‘~하기 위해서’라는 목적론적 설명이 많아 혼동이 있었지만 그 내용을 그대로 받아들이지 않고, 유리한 모습을 가진 형태로 선택되어지는 과정임을 확인하였다.

2차시에는 ‘인간의 진화와 흔적 기관’을 수업을 진행하였을 때, Ha, Lee & Cha(2006)가 진화에 대한 관심은 식물이나 동물보다 인간을 소재로 한 내용을 다룰 때 가장 높다고 연구한대로 인간을 주제로 수업을 진행했을 때 가장 관심이 높았고, 적극적으로 참여하였다. 하지만 그만큼 학생들이 갖고 있는 오개념들이 가장 많이 드러났다. Chung & Cha(1994)는 고등학생들을 대상으로 연구한 결과 사람이 원숭이로부터 진화되었다는 오개념을 갖고 있는 학생들이 53%였고, 그 중 대부분의 학생들이 인간이 반드시 동물원의 원숭이처럼은 아니지만 원숭이와 유사한 모습에서 진화한 것이라고 생각한다고 하였다. 본 수업에서도 인간의 진화 중 흔적기관을 주제로 토론하는 과정에서 학생 16명 중 4명이 인간이 원숭이로부터 진화했다는 잘못된 개념을 가지고 있음을 확인하였다. 또한 원숭이로부터의 진화가 아니라고 생각하는 학생들 역시도 정확한 개념은 갖고 있지 않았다. 이 같은 오개념이 생긴 이유 중 하나가 인류의 기원이 되는 사진이 원숭이와 유사한 모습으로부터 변화되는 것으로 그려져 있어 이와 같은 선입견을 갖게 된 것임을 알 수 있었음을 알 수 있었다. 학생들이 진화 단원을 본격적으로 학습하기 전에 이미 사회, 문화적인 경험을 통해서나 TV, 과학 도서를 통해 잘못된 선개념을 형성할 수 있으므로(Ha, 2007) 새로운 개념을 학습하기 전 자신의 오개념을 발견하고 수정하는 것이 중요하다. 3차시에 인간의 진화 중 흔적기관을 주제로 학생들 간의 토론이 진행될 때 오개념이 발견된 예는 다음과 같다.

*Q: 자, 흔적기관에 대해 알아보았으니까 조별로 흔적기관의 또 다른 예를 찾아보고 토론하는 시간을 가질게요.*

*A: 우리 사람의 꼬리뼈에 대해 알아보을까?*

*B: 예전에 엄마한테 꼬리뼈가 왜 있다고 물어보니까 엄마가 그건 사람이 원숭이로부터 진화되었는데 꼬리는 없어지고 꼬리뼈만 남은 거라고 했어.*



A: 어? 그럼 사람이 원숭이로부터 진화했다고?

C: 나도 그런 아니라고 어디서 본 것 같은데.. 그런가? 자세히는 모르겠네.

4차시에는 용불용설을 주제로 디지털 교재의 장점을 살려 용불용설에 해당 되는 많은 자료를 다양하게 제시하였으며 조별 아이패드를 통해 추가적인 자료를 검색해보게 하였다.

미국의 교과서를 보면 라마르크의 이론을 제외하고 생물의 다양성과 다윈의 자연선택 이론을 시작으로 진화 수업을 하고 있다. 라마르크는 진화론에서 생물학적 진화 개념을 처음으로 도입한 과학자이지만 라마르크의 용불용설, 획득형질 유전이 잘못되었다고 배우는 것은 오히려 학생들에게 진화 오개념을 강하게 형성 수 있는 계기가 되기 때문이다(Park, 2013). 하지만 우리나라 교과 과정을 보면 진화이론을 설명할 때 라마르크 이론을 처음으로 설명한다. 이는 과학사적 사고 발달과정과 진화 개념 발전 양상은 비슷한 추이를 가짐으로 라마르크 이론을 오개념으로 갖고 있던 학생이 정규수업 과정을 통해 진화를 배우으로써 다윈의 자연선택 이론으로 발전한다고 보기 때문이다(Lee, 2005). 용불용설과 획득형질에 대한 내용이 정확히 진화적으로 잘못되었음을 적절한 예를 통해 충분히 이해가 되어야 자연선택 이론과 비교하여 올바른 진화 개념이 정착될 수 있다. 조별로 토의한 내용의 예는 다음과 같다.

Q: 자. 디지털 교재에 나와 있는 내용 말고 용불용설과 획득형질의 유전이 잘못된 이론임을 보여주는 예를 한가지씩만 찾아서 조별로 발표해볼게요.

A: 제 친구 중에 부모님 모두 피아노를 전공하신 분들인데 두 분 다 손가락이 일반 사람들보다 많이 길었어요. 그런데 제 친구는 손가락이 뭉뚱뚱 했거든요. 그것만 봐도 획득형질은 유전이 안 된다는 것을 알 수 있었어요.

B: 중국의 잔인한 문화 중 족족을 예로 들었어요. 태국의 카렌족이 목이 긴 여성을 미인이라고 여겨 어렸을 때부터 목을 길게 만드는 것과 같이 중국도 한 때 작은 발을 미인으로 여겨서 무리하게 발을 작게 만드는 문화가 있었다고 해요. 어렸을 때부터 작은 신발을 신게 해서 발이 작게 되어도 태어난 아이에게 유전되지 않기 때문에 다시 발을 작게 만들어야하니까.. 획득형질 유전이 잘못된 것임을 알 수 있었어요.

4차시 자연 선택 개념을 향상시키기 위한 수업은 디지털 교재를 통해 자연선택의 예를 다양하게 학습하고, 자연선택 실험을 영상으로 관찰함으로써 쉽게 인지할 수 있도록 하였다. 그 후 조별로 자연선택에 해당되는 또 다른 예를 찾아보라고 제안했는데 자연선택에 대해 오개념을 갖고 있었던 학생이 찾은 동영상의 내용은 다음과 같았다.

어느 주인공 기린이 나뭇잎을 따먹고 있는 친구 기린을 발견하고 자신도 나뭇잎을 먹고자 다가간다. 그런데 친구들보다 목이 짧은 기린은 먹지 못하고 집으로 돌아와 잠이 든다. 그 기린은 자는 동안 자신의 목이 길어질 수 있도록 꿈꾸며 행복해한다.

여기서 자연선택은 환경에 맞게 적응하는 것을 의미하고 내부의지에 의해 모습이 변할 수 있다고 생각하는 것이다. 또한 진화에서의 자연선택은 개체에서 발생 되는 것이 아니라 오랜 시간 개체군이 변화하는 것인데 이 영상에서는 주인공의 기린으로 포커스가 맞춰져 있어 큰 오개념을 형성하고 있음을 확인할 수 있었다. 이 동영상을 찾은

학생은 무엇 때문에 잘못된 내용인지 정확히 인지하지 못했고 단지 재미있게 자연선택을 소개한 영상으로 인지하였다. 이렇게 인터넷을 활용하여 학습을 많이 하는 요즘 잘못된 오개념들이 학생들에게 그대로 전달되고 있고, 그로 인해 더 큰 오개념들이 형성될 수 있음을 확인할 수 있었다. 정답만을 학습하는 서책형 교과서 수업과는 달리 디지털 교재를 활용하여 자신이 깨닫지 못했던 오개념을 드러낼 수 있는 계기가 되었고, 교사와 학생이 직접 공유하는 시간을 통한 즉각적인 피드백이 가능하였다. 이는 진화 수업에서 디지털 교재가 학생들의 오개념을 개선시킬 수 있는 수업 도구가 될 수 있음을 의미한다.

매 시간 수업을 통해 녹음된 내용을 활용한 분석 외에도 인터뷰 대상 학생들을 목적 표집하여 디지털 교재에 대한 인터뷰를 진행한 결과 대표적인 사례는 다음과 같았다.

Q: 진화 수업에 디지털 교재 활용이 도움이 되었는가?

A: 학교에서 배웠을 때와 비교해서 많은 내용을 알 수 있어서 좋았어요.

Q: 디지털 교과서로 공부하면 학습이 재미있나요?

A: 진화 단원이 딱딱하고 재미없었는데 아이패드를 사용해서 여러 가지 활동을 하는 과정이 재미있었고, 수업이 지루하지 않았어요. 진화에 대한 호기심이 조금 생긴 것 같아요.

Q: 디지털 교과서를 활용할 때 가장 좋은 점은 무엇인가요?

A: 직접 내용을 찾아보며 바로 확인하는 과정이 있어 쉽게 이해할 수 있었어요. 평소 글씨 쓰는게 싫었는데 손으로 쓰지 않고 터치로 쓸 수 있어 필기하기가 수월했어요.

Q: 디지털 교과서로 공부하면 친구들과 토론이나 대화 같은 활동들을 하게 되나요?

A: 네. 확실히 그런 것 같아요. 혼자 공부하면 책만 보고, 참고서 확인하는 정도인데 직접 다른 내용을 찾고 친구들과 공유하며 제가 몰랐던 내용을 다시 확인하고 배울 수 있는 계기가 된 것 같아요. 그리고 무엇보다 같이 활동처럼 하니까 수업도 더 재미있고요.

이 사례는 수업에 적극적이고 스마트 기기에 관심이 많은 학생이었다. 전반적으로 디지털 교재에 대해 긍정적인 답변을 하였다. 무엇보다 디지털 교재의 사용이 흥미롭고, 수업에 좀 더 집중할 수 있다고 하였다. 디지털 교재를 통해 친구들과 의견을 공유할 수 있어 좋았고, 정리된 내용을 바로 상호작용을 통해 확인 받을 수 있어 학습에 능률적이었다는 의견이었다. 많은 학생

#### IV. 결론 및 교육적 함의

학생들의 진화 오개념을 개선시키고 올바른 개념을 형성시키기 위해 다양한 방면으로 진화 수업이 시도되어 왔다. 이 연구에서는 진화 수업의 다양한 시도 중 디지털 교재를 활용하여 수업한 연구가 시도되지 않았기에 중학교 진화 단원을 바탕으로 디지털 교재를 제작하였다. iBooks Author라는 전자책 제작도구를 사용하여 개발된 교재가 수업 처치 과정을 거치면서 진화 개념에 효과적인지 나아가 흥미도면에서 효과가 있는지 검증하였다. 이러한 연구 결과로부터 얻어진 결론은 다음과 같다.

첫째, 중학교 진화 단원을 바탕으로 디지털 교재를 개발하였다. iBooks Author의 다양한 위젯 기반 콘텐츠를 사용하여 풍부한 자료를 제공하였고, 즉각적인 상호작용을 할 수 있도록 하였다. 서책형 교과서에서 일부만 수록되어 있는 내용을 보충하기 위해 추가적인 예시를

제공하고, 진화 개념 이해를 위한 스토리텔링을 수록하는 등 다양한 형태로 자료를 구성하였다. 맥북과 아이패드를 직접 사용해보며 스스로 교재를 조작하여 자기주도적 학습이 가능하였고, 활동적이고 적극적인 수업 참여를 유도할 수 있어 학생들에게 학습의 흥미를 주었고, 교사와 학생, 학생과 학생 간의 상호작용과 즉각적인 피드백이 가능하였다. 이를 통해 학습의 흥미 뿐 아니라 진화에 대한 과학적 개념 형성에 도움을 주었다.

둘째, 개발된 디지털 교재의 효과성 검증을 위해 서책형 수업과 디지털 교재 활용수업을 4차시 실시하여 적용하였다. 서책형 수업은 기존의 사용한 교과서와 교사가 준비한 PPT, 프린트로 수업을 진행하였고, 디지털 교재 활용 수업에서는 개발된 디지털 교재를 중심으로 진행하였다. 수업 처치 결과 디지털 교재 활용 수업에서 학생들의 진화 흥미도, 생명과학 흥미도가 유의미한 증가를 가져옴을 확인할 수 있었다. 진화 개념 검사는 두 그룹 모두 유의미한 결과를 가져왔는데 이는 진화를 배우지 않은 학생들로 수업을 처치하였기 때문에 이 같은 결과를 가져온 것으로 분석된다. 또한 진화 개념 검사의 하위 영역에서 진화의 정의, 진화의 증거, 진화 기작, 현대 진화론으로 나누어 분석하였는데 진화의 정의, 진화의 증거보다 진화 기작, 현대 진화론이 사전, 사후 검사의 차이가 큰 것으로 나타났다. 이는 진화 기작, 현대 진화론은 사전 지식을 통한 획득보다 과학적이고 체계적인 학습을 통해 올바른 개념이 형성 될 수 있음을 의미한다고 볼 수 있다. 디지털 교재가 진화 뿐 아니라 생명과학 흥미도에 긍정적인 영향을 주었다는 것은 디지털 교재를 통해 학생들의 과학적 흥미를 높일 수 있다고 볼 수 있다. 진화 개념 향상을 위한 다양한 수업 시도 중 디지털 콘텐츠를 활용한 수업 방식은 기존의 서책형 교재를 활용하는 수업과 비교할 때 올바른 진화 개념 향상은 큰 차이가 없었으나 진화 흥미도, 생명과학 흥미도 향상에 긍정적인 영향을 주었음을 확인할 수 있었다.

셋째, 개발된 디지털 교재 적용 두 번째는 학습자 특성별 수업을 분석하기 위해서 연구를 진행하였다. 그 결과 학습에 대한 수용성 차이에 따른 그룹에서는 높은 그룹과 낮은 그룹의 차이를 나타내지 않았다. 그 이유는 성적이 우수하고 과학의 흥미가 있는 동질 그룹으로 구성되어 있었기 때문이다. 반면 디지털 리터러시 그룹에서는 높은 그룹과 낮은 그룹의 차이를 가져왔는데 디지털 기기에 사전 지식과 관심이 디지털 교재 수업에 여러 면에서 긍정적인 영향을 미친 것으로 분석된다. 자신이 관심 있는 분야를 바탕으로 수업이 진행되므로 학습동기 향상에 효과적으로 작용하였다. 스스로 디지털 교재에 대해 찾아보고 직접 실행해보는 등 관심을 보였으며 디지털 교재에 수록된 활동 학습을 적극적으로 활용하였다. 학습 동기는 학습을 촉진하는데 기여하는 수단이므로 학생들의 학습 효과로 이어져 진화의 오개념을 수정하고 과학적 개념을 형성하는데 도움을 주었다. 그 결과 수업 처치 후 디지털 교재 만족도 조사에서도 높은 그룹이 긍정적인 결과를 가져온 것으로 분석된다.

넷째, 그 밖의 진화 수업 시 상황별 분석 결과 ‘적응, 인간의 진화와 흔적 기관, 용불용설, 자연 선택’ 4개의 주제에서 학습자들의 진화 오개념을 발견하여 디지털 교재 활용 수업을 통해 개선하였고, 올바른 진화 개념이 형성되는 과정을 확인할 수 있었다. 토론식 주제를 정해주고 그룹별 디지털 교재를 바탕으로 정보를 추가로 조사하고 가공하는 과정에서 자신이 깨닫지 못했던 오개념들이 드러났고, 학생

과 학생, 교사와 학생이 직접 공유하는 시간을 통한 즉각적인 피드백을 함으로써 오개념이 개선될 수 있도록 하였다. 이를 통해 디지털 교재가 진화 수업의 중요한 역할을 할 수 있음을 알 수 있었다.

이 연구의 결론을 바탕으로 진화 수업을 위한 디지털 교재 개발은 다음과 같은 교육적 함의를 갖는다.

첫째, 진화 개념 향상에 대한 결과는 서책형 수업과 디지털 교재 활용 수업의 차이가 드러나지 않았으나 진화 흥미도, 생명과학 흥미도면에서는 차이를 보였다. 이를 통해 디지털 교재가 학생들의 과학적 흥미도 향상에는 효과가 있음이 입증되었다.

둘째, 학생들을 디지털 리터러시에 따라 분류하였을 때 수업의 차이를 보임을 살펴본 결과, 디지털 사전지식이 디지털 교재를 활용한 수업에서는 학생들의 참여도, 응용 면에서 효과를 주는 요인이 됨을 확인하였으므로 학생들이 향후 디지털 교재의 폭넓은 활용을 위해서 이와 같은 디지털 지식을 사전에 습득할 수 있는 환경이 필요할 것이다. 또한 스마트 기기를 사용하는 과정에서 사용자가 기술적으로 미숙하거나 기기의 작동이 멈추는 경우 원활하게 수업이 진행되지 않는 불편함이 발생하지 않도록 반드시 사전 교육이 필요할 것이다.

셋째, 디지털 교재가 학습자들의 진화 개념 형성 및 흥미도 향상에 효과가 있음을 확인함으로써 앞으로 전문적이고, 다양한 멀티미디어가 활용된 진화 영역 디지털 교재 개발이 필요할 것이다.

넷째, 이 연구는 앞으로 개발될 디지털 교재의 교육적 효과성 검증을 위한 기초 자료로써 활용 될 수 있다.

## 국문요약

이 연구는 중학교 ‘진화’ 단원을 디지털 교재로 개발하여 학생들의 진화 개념 형성과 학습에 대한 흥미에 효과가 있는지 알아보고자 하였다. 오랜 시간에 의한 생물의 변화를 설명하는 생물 진화에 대한 설명은, 많은 내용을 다양하게 제공할 수 있고, 영상을 제작하고 편집할 수 있으며, 어려운 개념을 재미있게 제공할 수 있는 디지털 교과서가 서책형 교과서를 통해 이루어질 때 효과적일 수 있다. 연구를 위해 먼저 5E 순환학습 모형을 기반으로 전자책 저작 도구인 iBooks Author를 활용하여, 4차시로 구성된 진화수업을 만들었다. 개발한 디지털 교재의 효과 검증을 위해 서책형 수업과 디지털 교과서를 활용한 수업을 비교했다. 서책형 교재를 통한 수업과 디지털 교재를 활용한 수업 모두 진화 개념 형성에 유의미한 효과를 보였으나 생명 과학 흥미도와 진화 흥미도는 디지털 교재 수업 집단에서만 유의미하게 증가하였다. 또한 학생을 유형별로 나누어 디지털 교과서 효과를 확인한 결과 디지털 리터러시에 따라 스마트 기기에 친숙한 그룹이 수업에 더 적극적이었고 흥미가 높았다. 개발된 디지털 교재의 만족도 역시 디지털 리터러시가 높은 그룹에서 긍정적인 점수를 나타냈다. 이 연구 결과는 진화 영역 디지털 교재 개발은 어려운 진화 개념을 쉽고 재미있게 접근할 수 있는 수업 도구가 될 수 있음을 알려준다.

**주제어 :** 진화, 디지털 교재, 중학교 진화 교육, 5E 순환학습 모형

## References

- Ahn, J.(2011) Item analysis about evolution conceptions based on Rasch model. Major in Biology Education Graduate School of Education of Korea National University of Education.
- Ahn, S.(2012). Study on Relationship and Comparison of Learning Motivation, Class Participation, Learning Satisfaction between Digital Textbook and Paper Textbook in Class. Department of Education The Graduate School Sookmyung Women's University
- Andrews, T. M., Kalinowski, S. T., & Leonard, M. J. (2011). "Are Humans Evolving?" A Classroom discussion to change student misconceptions regarding natural selection. *Evolution: Education and Outreach*, 4, 456-466.
- Chung, W., & Cha, H. (1994). High School Students's Misconceptions on Genetics Evolution. *Journal of Science Education Research*, 14(2), 170-183.
- Cunningham, D. L., & Wescott, D. J. (2009). Still more 'fancy' and 'myth' than 'fact' in students' conceptions of evolution. *Evolution: Education and Outreach*, 2, 505-517.
- Gregory, T. R. (2009). Understanding natural selection: essential concepts and common misconceptions. *Evolution: Education and Outreach*, 2, 156-175.
- Gwon, M., & Kim, S. (2014). The Effects of Storytelling using History of Science on High School Students' Understanding and Acceptance of Evolutionary Theory. *Biology Education*. 42(4), 386-397.
- Ha, M., Lee, J., & Cha, H. (2006). A Cross-Sectional Study of Students' Conceptions on Evolution and Characteristics of Concept Formation about It in Terms of the Subjects: Human, Animals and Plants. *Journal of the Korean Association for science education*, 26(7), 813-825.
- Ha, M. (2007). Development of The instructional strategies of evolution based on The cross-sectional analysis of evolution conception. Master's Thesis. Graduate School of Korea National University of Education.
- Jo, J., Cha, H., & Yang, P.(2016). Pre-service Biology Teachers' Perspectives about Biological Competition and Adaptation. *Journal of the Korean Association for science education*, 36(5), 801-814.
- Kang, M. (2014). Investigating the Structural Relationship among Science Experience, Learning Motivation, Achievement and Career Orientation of High school Students. *Subjective Education Research*, 18(3), 625-643.
- Kim, H., Byeon, J., & Kwon, Y. (2012). The Effect of Class based on Creative Science Writing for the Interest in Biology and the Scientific Attitude. *Science Education Research*, 36(2), 198-215.
- Kim, H., Chung, W., Jeong, J.(1998). National Assessment System Development of Science-Related Affective Domain. *Korea National University of Education*, 18(3), 357-369.
- Kim, K. (2013). The Effect of the Pedagogical Usability of the Digital Textbook on the Satisfaction: Analysis of the Mediation Effects in the Learning Engagement. Major in Educational Technology Department of Education Graduate school Chung-Ang University.
- Kim, M., & An, M.(2003) Developing items and evaluating ability to check digital literacy ability. *Korean Association for Educational Information and Broadcasting*, 9(1), 159-192.
- Kwon, J., & Cha, H. (2015) Analyzing the effect of argumentation program for improving teachers' conceptions of evolution. *Journal of the Korean Association for science education*, 35(4), 691-707.
- Lee, C., Lee, M., & Lee, G. (2007). The Analysis of Middle and High School Students' Misconception Pattern and Cause of Each Misconception Pattern in Evolution. *Biology Education*, 35(4), 611-621.
- Lee, H., Kwon, S., & Kwon, Y.(2015). Development of a Convergence-centered Digital Textbook on Hearing Organ using iBooks Author. *Biology Education*, 44(1), 49-59.
- Lee, M. (2005). Analysis of Elementary School Children's Concepts in Evolution Based on Science History. *Elementary Science Education*, 24(2), 145-159.
- Lee, S., Kwon, S., & Kwon, Y. (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, S., Kwon, S., Choi, S., & Kwon, Y.(2016). Development of A Digital Textbook on Hormone and Homeostasis Regulation based on Convergence Learning Model for High School Students. *Biology Education*, 44(3), 477-486
- Lim, G., Kwon, Y., & Eom, A.(2017) Development of a Digital Textbook on Cell Division Using iBooks Author. *On-site science education*, 11(1), 129-139.
- Ministry of Education and Science Technology (2011). 'Strategies for promoting Smart Education' (2011. 6. 27.) 1-2.
- O'Connor M. C., & Paunonen S. V. (2007), Big Five personality predictors of post-secondary academic performance. *Personality and Individual Differences*, 43(5), 971-990.
- Park, J.(2013) Comparative Study on the Content Elements and Explanation Way of Evolution Presented in Science Textbooks of Korea and the US. *Biology Education*, 41(3), 406-420.
- Park, S., & Lee, K. (2015) Development and Application of Digital Textbook in Molecular Biology Experiments. *On-site science education*, 11(1), 21-36.
- Ryu, S., Cha, H. & Ku, S. (2012) Analysis of Conceptual Status Difference of Evolution among High School Students in Terms of Their Interest and Acceptance about Evolution Theory. *Biology Education*, 40(4), 395~411.
- Shin, H. (2016) Development of A Digital Textbook on Blood Circulation in Junior High School Science, Applying the Learning Cycle Model. Major in Biology Education Graduate School of Education of Korea National University of Education.
- Um, S. (2010). Verification of the Predictability of Learner's Traits and Interactions on Web-Based Collaborative Learning Outcomes. Dept. of Educational Technology. The Graduate School of Ewha Womans University.
- Wi, E.(2013). The Effect of Evolution Instruction Reflecting the Nature of Science Explicitly on the Conception and the Acceptance of Evolution. Major in Biology Education The Graduate School of Education Korea National University of Education.
- Yang, J. (2012). The easiest eBook creation in the world.. Hanry Media.
- Yates, T. B., & Marek, E. A. (2013). Is Oklahoma really OK? A regional study of the prevalence of biological evolution-related misconceptions held by introductory biology teachers. *Evolution: Education and Outreach*, 6, 6.

## 저자 정보

정유나(청주올량중학교 교사)

차희영(한국교원대학교 교수)