

# The Changes of Self-efficacy Beliefs of Pre-service Teachers for Technology Integration through Programming-based TPACK Educational Program

Seong-Won Kim\*, Youngjun Lee\*\*

## Abstract

In this paper, we propose the effects of programming-based TPACK educational program on the pre-service teacher's self-efficacy beliefs for technology integration. For this study, pre-service teachers who received programming education and TPACK education based on ICT were set as control group and pre-service teachers who received programming-based TPACK education as experimental group. In order to observe the change, the pre-service teachers conducted the test tool to measure the self-efficacy beliefs for technology integration before and after applying the educational program. As a result of the study, only the pre-service teachers who received the programming-based TPACK education showed significant improvement in the self-efficacy beliefs for technology integration. Furthermore, in the post-test, the experimental group showed a significantly higher difference than the control group. Through this study, it was concluded that programming-based TPACK educational program is effective in enhancing pre-service teacher's self-efficacy beliefs for technology integration.

▶ Keyword: Self-efficacy, TPACK, Pre-service teacher, Programming, Technology integration

## I. Introduction

테크놀로지는 다른 영역에서 발달을 위한 도구로 활발하게 사용되어 왔다. 테크놀로지의 발달에 따라 테크놀로지가 가진 영향력이 증가하였으며, 현대 사회에서 테크놀로지는 다른 영역과 융합되어 새로운 학문을 생성하고, 산업, 경제, 사회뿐만 아니라 인간의 삶 자체를 변화시킬 정도로 영향력이 커지고 있다. 이에 따라 2016년 세계 경제 포럼에서는 테크놀로지가 주도하는 변화를 4차 산업혁명이라고 명명하였으며, 이러한 변화에 테크놀로지의 중요성은 더욱 더 커질 것이라고 예측하였다[1]

기존의 학교 현장에서 겪던 문제를 해결하고, 학생의 학습을 촉진하고 확장하기 위하여 교육에서도 오래전부터 테크놀로지를 접목하였다[2][3]. 테크놀로지가 도입됨에 따라 교육의 형태가

변할 것이라고 예측하였지만, 기대와는 달리 테크놀로지의 발달은 학교 현장의 변화를 주도하지 못하였다. 교사들은 테크놀로지를 교육적 맥락에 활용하지 못하였고, 교과서와 같이 지식을 전달하는 도구로 사용되고 있었다[4][5]. 따라서 교육에 테크놀로지를 도입함으로써 얻을 수 있는 교육적 효과를 얻지 못하였으며, 교육에서 테크놀로지의 실효성에 대하여 의문이 제기되었다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 연구자들은 수업에서 테크놀로지 활용을 분석한 결과, 교사가 가진 테크놀로지 지식이 부족하여 수업에서 테크놀로지를 적절하게 활용하지 못한다는 것을 확인하였다[6].

교사가 테크놀로지에 대한 지식이 부족하면 교과 내용이나 교육적 맥락에 따라 테크놀로지를 수업에 접목시키는 데 어려움을 느끼

• First Author: Seong-Won Kim, Corresponding Author: Youngjun Lee

\*Seong-Won Kim (swkim3@kaist.ac.kr), KAIST Global Institute For Talented Education

\*\*Youngjun Lee (yjlee@knu.ac.kr), Dept. of Computer Education, Korea National University of Education

• Received: 2019. 01. 22, Revised: 2019. 02. 27, Accepted: 2019. 03. 08.

• This research was supported by the Educational Research Program(ERP) funded by the National university development project.

게 되고, 이러한 어려움은 교사가 테크놀로지에 대하여 부정적인 태도나 인식이 생기도록 유발하여 수업에 테크놀로지를 통합하는데 장애물로 작용하는 것으로 나타났다. 테크놀로지에 대한 부정적인 태도와 인식은 교사가 수업에 테크놀로지를 통합하는데 장애물로 작용하였다. 따라서 수업을 개선하기 위한 테크놀로지는 발전하고 있지만, 교사는 테크놀로지에 대한 지식이 부족하여 테크놀로지를 수업에 제대로 활용하지 못하였다 [7][8][9].

따라서 교사의 테크놀로지 지식의 중요성이 증가하였으며, 연구자들은 교사와 예비 교사의 테크놀로지 지식을 향상시키기 위한 방법에 대하여 모색하였다. 연구자들은 교사의 지식에 테크놀로지 지식을 통합시키는 방향으로 연구를 진행하던 중, Mishra와 Koehler(2006)는 교사의 테크놀로지 지식(Technological Knowledge, TK) 발달의 필요성을 강조하고, Shulman(1986)의 Pedagogical Content Knowledge (PCK)에 테크놀로지 지식을 포함한 Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) 모형을 제안하였다[10][11]. TPACK은 단순히 PCK에 TK를 결합한 것을 넘어서 테크놀로지 지식과 교육학적 지식(Pedagogical Knowledge, PK), 내용학적 지식(Content Knowledge, CK)을 모두 같은 중요도로 인식하고, 지식 간의 통합과 교육적 맥락 안에서 적절한 활용이 필요하다고 말하였다[12][13]. TPACK은 테크놀로지의 필요성이 증가함에 따라 더욱더 활발하게 연구가 진행되었다[14].

TPACK 연구가 진행됨에 따라 연구 대상, TPACK에 영향을 주는 요인, 교과 특이적인 TPACK에 관한 연구뿐만 아니라 TPACK에서 테크놀로지 도구에 관한 연구도 진행되었다[14]. 최정원과 이은경, 이영준(2015)의 연구에서는 TPACK에서 테크놀로지 도구의 확장이 필요하며, 예비 교사와 교사의 수업 전문성 향상을 위하여 테크놀로지 도구로 프로그래밍 언어를 도입하는 것이 필요하다고 말하였다[15]. 프로그래밍 언어와 비교하였을 때, 기존의 테크놀로지 도구는 특수한 목적에 따라 개발되었으므로 특정 주제의 수업에 활용하기에는 적합하지만, 다양한 주제의 수업에 접목하기 위해서는 적절한 테크놀로지를 선택 및 활용하여야 하므로 인지적 부담이 가중되는 단점이 있다. 하지만 프로그래밍 언어는 프로그래밍 개발 환경을 학습하면 수업에 맞게 프로그램을 개발하면 되므로 수업에 맞추어서 테크놀로지 도구를 선택하고 학습하는 부담이 적다. 선행 연구에 따르면, 정보 교과가 아닌 타 교과에서 프로그래밍을 접목하였을 때, 테크놀로지 도구에 대한 교사의 인지적 부담이 적으며, 기존의 도구보다 교육적 효과가 높은 것이 나타났다[16][17][18][19][20]. 따라서 정보를 가르치지 않는 교사와 예비 교사에게 프로그래밍 교육을 진행하고, 프로그래밍을 수업에 활용할 수 있는 역량을 키우는 교육의 필요성이 증가하였다.

김성원과 이영준(2017)은 예비 교사와 교사가 프로그래밍 언어를 학습하고 수업에 적절하게 적용할 수 있는 역량을 발달시키기 위하여 TPACK의 테크놀로지 도구로 프로그래밍을 도입한 교육 프로그램을 개발하였다[21]. 또한, 프로그래밍

TPACK 교육 프로그램(TPACK-Programming, TPACK-P)의 효과를 검증하기 위하여 예비 교사를 대상으로 교육 프로그램을 적용하고, TPACK의 변화를 살펴보았다. 그 결과, Technological Pedagogical Knowledge(TPK)와 TPACK 발달에 효과적인 것으로 나타났다. 이를 통하여 TPACK-P 교육 프로그램이 TPACK 발달에는 영향을 주지만, 모든 영역의 지식 발달에는 한계가 존재한다는 것을 확인하였다[21]. 이러한 문제를 해결하기 위하여 김성원과 이영준(2018b)의 연구를 통하여 TPACK-P 교육 프로그램에서 예비 교사의 어려움을 조사하고, 이를 개선하는 연구를 진행하다[22][23][24]. 또한, 개선한 TPACK-P 교육 프로그램이 수업 전문성 발달에 미치는 영향을 알아보기 위하여 교육적 신념과 높은 상관관계를 가진 자아효능감 변화를 분석하는 연구를 진행하였다[24][25]. 연구를 통하여 예비 교사의 자아효능감 발달이 이루어진 것은 확인하였지만, 연구에서 사용한 검사 도구가 일반적 자아효능감을 측정하기 위한 검사 도구이므로 연구 결과를 해석하는데 제한점이 존재하였다[24][25][26]. 이에 따라 TPACK-P 교육 프로그램이 예비 교사의 수업 전문성에 미치는 영향을 알아보기 위해서는 수업에서 테크놀로지 활용과 관련된 자아효능감(특수적 자아효능감)의 변화를 살펴보는 연구가 필요하다는 것을 확인하였다.

따라서 본 연구에서는 TPACK-P 교육 프로그램이 예비 교사의 수업 전문성에 미치는 영향을 분석하는 연구의 일환으로 TPACK-P 교육 프로그램이 예비 교사의 테크놀로지 통합 자아효능감(Self-Efficacy beliefs about Technology Integration, SE-TI)에 미치는 영향을 알아보는 연구를 진행하였다. TPACK-P 교육 프로그램은 프로그래밍 교육과 TPACK 교육이 함께 진행되므로 통제 집단으로 프로그래밍 교육과 TPACK 교육을 받는 예비 교사를 구성하고, 실험 집단으로 프로그래밍 기반 TPACK 교육을 받는 집단으로 구성하였다. 선행 연구와 연계를 위하여 처치는 Kim and Lee(2018)의 교육 프로그램을 동일하게 사용하였다[26]. 또한, 예비 교사의 자아효능감 변화를 관찰하기 위하여 교육 프로그램의 적용 전, 후에 특수적 자아효능감을 측정할 수 있는 검사 도구(SE-TI)를 적용하였다.

## II. Related Works

### 2.1 TPACK

Shulman(1986)은 교사만 가지는 전문적인 지식이 있다고 말하였으며, 이러한 지식을 PCK라고 정의하였다[11]. PCK는 CK와 PK가 융합된 지식으로써 교사만 지닌 지식으로 주목받았다. 초기에는 PCK의 구성 요소에 초점을 맞추어 연구가 진행되었지만, 최근에는 교과 특성에 따라 영역 특이적으로 연구가 진행되고 있다[11]. PCK는 학교 환경의 변화와 테크놀로지

의 발달에 따라 TPACK으로 발달하였다. 기존의 학교에서 진행되는 수업은 단순히 교과서를 통하여 지식을 전달하는 형태의 수업이 진행되었지만, 테크놀로지가 발달함에 따라 수업 매체로 테크놀로지 활용이 급증하였다. 이에 따라 PCK뿐만 아니라 TK의 중요성이 증가하였으며, PCK뿐만 아니라 교사와 예비 교사의 TK를 향상시키기 위한 교육이 필요하다는 의견이 제기되었다[12]. 또한, 테크놀로지가 급속도로 발전하고, 수업에서 테크놀로지의 활용이 증가함에 따라 TK의 중요성은 더욱 더 증가하였다. 따라서 TK가 PK와 CK와 같은 중요도를 가지며, 세 지식 간의 유기적인 연계가 필요하다는 의견이 대두되었다[13]. Mishra와 Koehler(2006)는 시대의 변화에 따라 교사가 갖추어야 할 지식으로 PK와 CK, TK가 통합된 형태인 TPACK의 개념을 제안하였다[10]. 시대의 흐름에 따라 테크놀로지는 지속적으로 발달하였으며, 교육에서 테크놀로지의 활용도 이에 맞추어 더욱더 활발하게 진행되었다[13]. 이에 따라 TPACK도 활발하게 연구되었으며, 교육 프로그램 개발, 평가 등 다양한 영역에서 연구가 진행되었다[14].

## 2.2 TPACK and Self-efficacy

자아효능감은 문제 상황에서 개인이 성공적으로 해결할 수 있을 것이라는 기대와 자신감으로 수행을 시작하고 지속해서 진행될 수 있게 영향을 미치는 요인이다. 자아효능감은 Bandura(1977)의 연구를 기반으로 다양한 영역에서 활발하게 연구가 진행되었다. 자아효능감은 신념과 관련이 있으며, 신념은 성공하는 경험을 통해 향상되며, 실패하는 경험을 통해 낮아진다는 것이 확인되었다. 따라서 성공하는 경험을 통해 자아효능감이 향상된다면, 문제 상황을 극복하고 문제를 해결할 수 있는 능력이 향상될 수 있다[27][28][29]. 교육에서는 교사와 예비 교사의 자아효능감이 수업의 설계와 실행과 높은 상관 관계를 보였다. 그러므로 예비 교사와 교사의 자아효능감 발달은 학교에서 성공적인 수업을 설계 및 실행과 연결되는 것으로 나타났다.

이에 따라 교육에서 예비 교사와 교사의 수업 전문성을 향상시키기 위하여 자아효능감에 관한 연구가 활발하게 연구되었다. 테크놀로지에 대한 중요성이 증가함에 따라 테크놀로지를 수업에 통합할 수 있는 역량을 기르기 위하여 이와 관련된 자아효능감 연구가 진행되었다. 대표적으로 Wang, Ertmer, and Newby(2004)의 연구에서는 컴퓨터 테크놀로지 통합과 관련된 자아효능감 검사 도구를 활용하여, 예비 교사가 테크놀로지를 경험하였을 때 자아효능감이 어떻게 변화하는지 분석하였다. 이러한 연구를 통하여 테크놀로지를 활용하는 경험은 예비 교사의 자아효능감 발달과 수업에서 테크놀로지 활용이 촉진된다는 것을 확인하였다[30]. 또한, Sahin, Akturk, and Schmidt(2009)는 테크놀로지의 중요성에 따라 증가하고 있는 TPACK과 수업과 관련된 특수적 자아효능감 간의 관계를 살펴보았다. 이를 통하여 TPACK의 수준에 따라 특수적 자아효능감의 차이가 존재한다는 것을 확인하였으며, TPACK이 높을수록 특수적 자아효능감이 높은 것으로 나타났다[31].

Abbitt(2011)는 TPACK과 자아효능감의 관련성을 바탕으로 TPACK 교육에 따라 테크놀로지 통합 자아효능감과 TPACK이 어떻게 변화하는지 살펴보았다. 연구 결과, TPACK과 자아효능감이 정적 상관관계가 있으며, 자아효능감에 가장 큰 영향을 주는 요인은 테크놀로지 지식임을 확인하였다[32]. 또한, Lee and Lee(2014)의 연구에서는 예비 교사에게 테크놀로지 관련 수업을 진행하였을 때, 테크놀로지 통합 자아효능감의 변화에 따라 다른 요인이 어떻게 영향을 주는지 살펴보았다. 연구를 통하여 수업 실습의 경험이 테크놀로지 통합 자아효능감에 직접적인 영향을 준다는 것을 확인하였다[33]. 또한, 김성원과 이영준(2018)은 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램의 효과성을 검증하기 위하여 ICT 기반 TPACK 교육 프로그램과 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램에 따른 예비 교사의 자아효능감 변화를 관찰하였다. 이러한 연구를 통하여 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램이 ICT 기반 TPACK 교육 프로그램보다 예비 교사의 자아효능감 발달에 효과적인 것을 확인하였다[25]. 선행 연구를 종합하면 예비 교사의 자아효능감은 교사의 TPACK과 수업 전문성 발달에 주는 요인이며, 예비 교사가 수업에 테크놀로지 통합을 촉진하기 위해서는 교육 프로그램에 따른 예비 교사의 특수적 자아효능감 변화를 분석하는 것이 필요하다는 것을 확인할 수 있었다[25][30][31][32][33].

하지만, 선행 연구에서는 단일 집단을 대상으로 자아효능감을 측정하거나, 특수적 자아효능감이 아닌 일반적 자아효능감을 확인하였다. 이러한 한계점을 극복하기 위하여 본 연구에서는 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램에 따른 예비 교사의 특수적 자아효능감 변화를 살펴보았다.

## III. Methods

### 3.1 Overview of Research

본 연구는 프로그래밍 기반 TPACK 교육 프로그램이 예비 교사의 SE-TI에 미치는 영향을 살펴보았다. 이러한 연구를 위하여 예비 교사를 세 집단으로 구성하고, 세 집단에 각각 다른 교육 프로그램을 적용하였다. 그리고 예비 교사의 SE-TI의 변화를 살펴보기 위하여 교육 프로그램의 적용 전, 후에 사전, 사후 검사 도구를 실시하였다. 검사 결과를 통계적으로 분석하여 TPACK-P 교육 프로그램이 예비 교사의 SE-TI에 미치는 영향을 도출하였다.

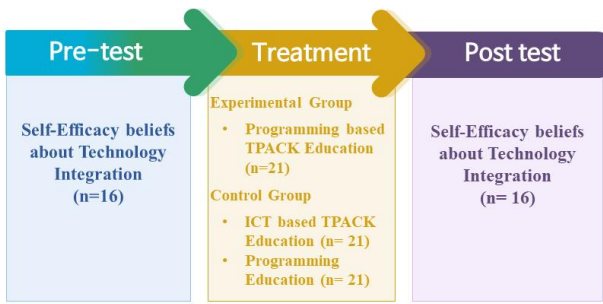


Fig. 1. Overview of Research

### 3.2 Participant

본 연구에서는 한국의 K 대학에 72명의 예비 교사를 연구 대상으로 모집하였다. 모집한 예비 교사에게 교육 프로그램과 설문 조사에 대하여 안내하였으며, 연구에 동의하지 않거나 검사에 불성실하게 참여한 9명의 예비 교사를 제외하였다. 따라서 63명의 예비 교사를 최종 연구 대상으로 선정하고, 교육 프로그램에 따른 SE-TI의 변화를 관찰하기 위하여 예비 교사를 세 집단으로 나누었다; ICT 기반 TPACK 교육 프로그램을 받은 예비 교사 집단(TG), 프로그래밍 교육 프로그램을 받은 예비 교사 집단(PG), TPACK-P 교육 프로그램을 받은 예비 교사 집단(T-PG) 연구 집단의 특성을 살펴보면, 성별은 남성(50.79%)과 여성(49.21%)의 비율은 거의 같았다. 하지만, 집단별로 살펴보면 TG는 남성(80.95%)이 여성(19.05%)보다 많았으며, T-PG는 여성(76.19%)이 남성(23.81%)보다 많았다. PG는 남성(47.62%)과 여성(52.38%)이 거의 같은 비율이었다. 학년은 1학년(44.44%)과 2학년(39.68%)이 대부분을 차지하고 있었으며, 4학년은 거의 존재하지 않았다. 학년은 세 집단이 모두 전체 결과와 비슷한 비율을 보였다. 예비 교사의 전공은 집단 간의 차이가 존재하였지만, 유아, 국어, 중국어, 영어, 초등, 불어, 화학, 물리, 수학, 기술 체육, 음악, 미술 등 다양하게 분포하였으며, 특정 전공에 편중되지 않았다.

### 3.3 Survey Instrument

예비 교사의 SE-TI를 측정하기 위하여 본 연구에서는 Wang, Ertmer, and Newby(2004)에서 개발한 검사 도구를 사용하였다. Wang, Ertmer, and Newby(2004)는 예비 교사의 테크놀로지 통합 자아효능감을 측정하기 위하여 컴퓨터 테크놀로지를 사용할 수 있는 역량과 전략과 컴퓨터 테크놀로지 사용의 외적 영향과 관련된 문항으로 구성된 검사 도구를 개발하였다. 개발한 문항을 구성 타당도를 살펴보고, 요인 분석을 하여 컴퓨터 테크놀로지 사용의 외적 영향과 관련된 문항을 제외하고, 컴퓨터 테크놀로지를 사용할 수 있는 역량과 전략으로 구성된 검사 도구를 개발하였다. 최종 검사 도구는 총 16문항이며, 5점 리커트 척도로 응답하도록 개발되었다[30].

본 연구에서는 한국의 예비 교사에게 SE-TI를 사용하기 위하여 컴퓨터 교육, 교육 평가로 구성된 전문가 집단을 구성하고, 전문가 집단이 한국어로 번역하고, 번역의 타당도와 신뢰도를 검증하기 위하여 전문가와 함께 역 번역하여 한글로 번역된

의미가 기존의 문항과 일치하는지 살펴보았다. 이러한 과정을 반복함으로써 한글화된 검사 도구를 구성할 수 있었다.

### 3.4 Treatment

양창모(2014)의 프로그래밍 교육의 메타 분석 연구 결과에 따르면, 프로그래밍 교육은 예비 교사의 자아효능감에 영향을 미친다[34]. 또한, TPACK 교육 프로그램의 선행 연구에서도 예비 교사의 자아효능감 발달에 영향을 주는 것을 확인할 수 있었다[25][30][31][32][35][36][37][38]. 본 연구는 예비 교사의 수업 전문성 발달을 위하여 기존의 TPACK 교육 프로그램에서 테크놀로지 도구로써 프로그래밍을 도입하고, 이에 따른 예비 교사의 변화를 관찰하고 있다. 선행 연구에서는 본 연구에서 핵심 요소인 TPACK과 프로그래밍이 각각 예비 교사의 자아효능감에 영향을 준다는 것이 확인되었다. 따라서 본 연구에서는 통제 집단으로 프로그래밍 교육(PG)과 기존의 ICT 기반 TPACK 교육(TG)을 받은 예비 교사를 대조군으로 구성하였다.

본 연구에서 처치는 2018년 8월 27일부터 2018년 12월 7일까지 총 15주 동안 매주 3시간씩 진행되었다. PG과 T-PG는 프로그래밍 교육에 따른 효과를 비교하기 위하여 같은 두 집단 모두 블록 기반 프로그래밍을 활용하였으며, 초심자를 기준으로 프로그래밍 개발 환경에 숙달하기 위한 내용을 강의하였다. 두 집단은 1주부터 7주차까지는 같은 내용을 진행하였으며, 8주차부터 다른 내용으로 수업을 진행하였다. PG는 8주차부터 실생활 문제를 해결하는 프로그램에 초점을 맞추어 진행하였으며, T-PG는 수업에 활용할 수 있는 프로그램 사례를 제작하고, 공유 기능을 활용하여 다른 프로그램을 본인의 목적에 맞게 재가공하는 데 초점을 맞추어 강의를 진행하였다.

TG와 T-PG는 테크놀로지 도구만 차이가 존재하며(TG: ICT 도구(구글 문서 도구), T-PG: 블록 기반 프로그래밍 언어(스크래치), 수업 목표(교과의 문제를 해결하기 위하여 수업 설계)와 내용, 진행은 동일하게 진행되었다. T-PG는 Kim and Lee(2018a)에서 개발한 TPACK-P 교육 프로그램을 적용하였다[22][23][24]. 특히, 선행 연구에서 학생들이 프로그래밍을 수업에 접목하고 제작하는 과정에 어려움이 발생하였으므로 [23], 기존의 프로그램을 본인 목적에 맞게 재구성하고, 사례를 제작해보는 과정을 보완하여 수업을 진행하였다[22]

### 3.5 Analysis

본 연구에서는 사전 검사와 사후 검사에서 집단 간의 차이가 존재하는지 확인하기 위하여 세 집단의 사전, 사후 검사 결과를 Analysis of variance (ANOVA)를 통해 분석하였다. 또한, 집단 간에 유의미한 차이가 존재하는 경우에 Bonferroni 사후 검정 방법을 사용하여, 집단 간의 차이를 살펴보았다. 교육 프로그램에 따른 예비 교사의 변화를 관찰하기 위하여, 집단별로 사전-사후 검사 결과를 Paired sample t-test를 실시하였다. 이와 같은 분석을 통하여 TPACK-P 교육 프로그램이 예비 교사

의 SE-TI에 미치는 영향을 도출하였다.

## IV. Result & Discussion

### 4.1 The result of pre-service teachers' SE-TI by ANOVA in pre-test

사전 검사에서 세 집단 간의 차이가 존재하는지 확인하기 위하여, ANOVA 분석을 실시하였다. 분석 결과, TG (M= 3.152, SD= .544)와 PG (M= 3.226, SD= .594), T-PG (M= 2.945, SD= .580)는 통계적으로 유의미한 차이가 존재하지 않았다,  $F(2, 60) = 1.362, p = .264$ . 이를 통하여 사전 검사에서 TG와 PG, T-PG의 SE-TI는 같다는 것을 확인할 수 있으며, Paired sample t-test를 통하여 분석할 수 있다는 것을 확인할 수 있었다.

### 4.2 The result of pre-service teachers' SE-TI by ANOVA in post-test

다음으로 사후 검사에서 SE-TI 결과를 ANOVA를 통해 분석하였다. 사전 검사에서는 T-PG가 가장 낮았지만, 사후 검사에서는 TG (M= 3.393, SD= .596)와 PG (M= 3.432, SD= .455)보다 T-PG (M= 3.834, SD= .445)의 SE-TI가 가장 높은 것으로 나타났다. 또한, 세 집단은 통계적으로 유의미한 차이가 존재하였다,  $F(2, 60) = 4.943, p = .010$ . 이를 통하여 사전 검사와 달리 사후 검사에서는 집단 간의 SE-TI는 차이가 같지 않다는 것을 확인할 수 있었다.

이에 따라 집단 간의 차이를 확인하기 위하여 사후 검정 (Bonferroni)을 실시하였다. T-PG는 PG ( $p = .360$ )와 TG( $p = .180$ )와 통계적으로 유의미한 차이가 존재하였다. 반면에 TG와 PG는 통계적으로 유의미한 차이가 존재하지 않았다,  $p = 1.000$ . 사후 검정을 통하여 T-PG는 PG와 TG는 통계적으로 유의미하게 높다는 것을 확인할 수 있었다.

### 4.3 The result of paired sample t-test between pre- and post-test by group

집단별로 사전 검사와 사후 검사의 변화를 Paired sample t-test로 분석하였다. TG는 사전 검사 (M= 3.152, SD= .544)에 비해 사후 검사 (M= 3.393, SD= .596)에서 SE-TI가 향상된 것으로 나타났다. 하지만, 이러한 변화는 통계적으로 유의미하지 않았다,  $t = -1.522, p = .144$ . PG도 사전 검사 (M=

Table 1. The result of pre- and post-test by ANOVA analysis

Test	Group	N	M	SD	F	$p^{(Post\ hoc)}$
Pre	TG	21	3.152	.544	1.362	.264
	PG	21	3.226	.594		
	T-PG	21	2.945	.580		
	Total	63	3.108	.576		
Post	TG	21	3.393	.596	4.943	.010 <sup>(a&gt;b,c)</sup>
	PG	21	3.432	.455		
	T-PG	21	3.834	.445		
	Total	63	3.553	.534		

Note. a= TG; b= PG; c= T-PG.  
\*  $p < .05$

3.226, SD= .596)에 비해 사후 검사 (M= 3.432, SD= .455)에서 SE-TI가 향상되었지만, 유의미한 변화는 아니었다,  $t = -1.214, p = .239$ .

T-PG도 사전 검사 (M= 2.945, SD= .580)보다 사후 검사 (M= 3.834, SD= .445)에서 SE-TI가 높아졌다. 하지만 다른 집단과 다르게 이러한 변화가 통계적으로 유의미하였다,  $t = -7.598, p < .001$ . 이를 통하여 모든 집단에서 SE-TI의 향상이 나타났지만, T-PG에서만 통계적으로 유의미한 향상이 이루어졌다는 것을 확인할 수 있었다. 따라서 T-PG의 향상이 사후 검사에서 T-PG와 PG, TG의 SE-TI를 유발한 것으로 생각된다. 이와 같은 결과를 통하여 TPACK-P 교육 프로그램이 예비 교사의 SE-TI 향상에 영향을 준다는 것을 확인할 수 있었다. 반면에 프로그래밍 교육과 ICT 도구 기반 TPACK 교육 프로그램은 예비 교사의 SE-TI에 영향을 주지 못한다는 것으로 나타났다.

## 4.4 Discussion

Bandura(1997)는 자아효능감이 개인이 원하는 결과를 얻기 위해 하는 기대 및 행동에 영향을 준다고 말하였다[27]. 교육에서도 자아효능감은 예비 교사의 수업 전문성에 영향을 준다는 것이 밝혀짐에 따라 예비 교사의 자아효능감을 향상시키기 위한 연구가 진행되었다[27][32]. TPACK 연구에서도 예비 교사가 테크놀로지를 수업에 적용하는 데 어려움을 겪지만, 자아효능감이 예비 교사가 테크놀로지를 수업에 통합하는 데 영향을 준다는 것이 밝혀짐에 따라 TPACK 연구에서 예비 교사의 자아효능감을 향상시키기 위한 시도가 지속되고 있다 [27][32][33][39][40][41][42]. 따라서 일반적 자아효능감 뿐만 아니라 테크놀로지 통합, 수업이나 구성주의와 같이 특수적 자아효능감에 대한 연구도 진행되고 있다[33].

본 연구에서는 TPACK 교육 프로그램에서 테크놀로지 도구에 따라 예비 교사의 SE-TI의 변화가 다른 것을 확인할 수 있었다. 이러한 결과를 통하여, 최정원과 이은경, 이영준(2015)의 연구처럼 프로그래밍은 기존의 ICT 도구의 한계점을 극복하고, 예비 교사의 수업 전문성 발달을 위한 도구로써 효과적인 것을 확인할 수 있었다[15]. 따라서 TPACK 교육에서 프로그래밍

언어는 기존 테크놀로지 도구보다 예비 교사가 수업에서 테크놀로지 통합을 촉진한다는 것을 확인할 수 있었다[25].

Table 2. The results of paired sample t-test analysis of pre-, post-test

Group	Test	N	M	SD	t	p
PG	pre	21	3.152	.544	-1.522	.144*
	post		3.393	.596		
TG	pre	21	3.226	.594	-1.214	.239*
	post		3.432	.455		
T-PG	pre	21	2.945	.580	-7.598	.000*
	post		3.834	.445		

\*  $p < .05$

Abbitt(2011)의 연구에서는 예비 교사에게 ICT 기반 TPACK 교육 프로그램을 적용하였을 때, SE-TI가 향상되는 것을 확인하였다[32]. 또한, Lee and Lee(2014)의 연구에서도 TPACK 교육 프로그램을 통해 예비 교사의 SE-TI가 향상되는 것을 확인할 수 있었다[33]. 반면에 본 연구에서는 ICT 기반 TPACK 교육 프로그램을 예비 교사에게 적용하였지만, 예비 교사의 SE-TI에는 유의미한 변화가 나타나지 않았다. 또한, Lee and Lee(2014)의 연구와 마찬가지로 수업 시연을 진행하였지만, 선행 연구와 다른 결과가 나타났다[33]. 따라서 선행 연구에서 ICT 기반 TPACK 교육 프로그램이 예비 교사의 SE-TI 변화를 영향을 준 것은 컴퓨터에 대한 태도나 다른 요인이 영향을 주었을 것으로 생각한다 [33][43] 따라서 후속 연구에서는 여러 요인을 함께 측정하고, SE-TI의 변화와 요인 간의 상관관계를 분석하는 것이 필요하다는 것을 확인할 수 있었다.

또한, 김성원과 이영준(2017b)의 연구에서 개발한 TPACK-P 교육 프로그램은 예비 교사가 프로그래밍을 접목하여 교과와 교육과정에 맞는 수업을 설계하는 것과 설계한 프로그램을 제작하는 것에 어려움을 느끼고 있었다[22][23][24]. 이에 따라 TPACK-P 교육 프로그램은 예비 교사의 자아효능감에서 자기조절효능감에만 영향을 주는 것으로 나타났다 [26][42]. 본 연구에서는 기존의 TPACK-P 교육 프로그램을 보완하여 프로그래밍 기반 수업 설계와 교육과정 예시를 제공하고, 프로그래밍 기반 수업 프로그램을 제작하는 과정을 보완한 교육 프로그램을 예비 교사에게 적용하였다[24][25][26]. 교육 프로그램의 적용 결과, TPACK-P 교육 프로그램은 예비 교사는 다른 교육 프로그램보다 SE-TI의 향상에 효과적인 것으로 나타났다. 따라서 TPACK-P 교육 프로그램에서 프로그래밍과 교과 간의 융합하는데 어려움이 예비 교사의 자아효능감 발달을 저해하며, 수업에 테크놀로지(프로그래밍) 통합을 촉진하지 못한다는 것을 확인할 수 있었다[24][32].

PG는 블록 기반 프로그래밍 개발 환경을 학습하고, 이를 활용하여 실생활 문제를 해결하는 과정을 진행하였다. 기존의 프로그래밍 교육 연구에서는 프로그래밍 교육이 자아효능감에 발달에 효과적이었다[34][35][44][45]. 하지만, 본 연구에서는 프로그래밍 교

육을 받은 예비 교사는 자아효능감의 유의미한 향상이 나타나지 않았다. 이러한 결과를 통하여 일반적 자아효능감과 다르게 예비 교사의 SE-TI는 프로그래밍 교육을 통해 향상되지 않는다는 것을 확인할 수 있었다. 또한, 단순히 테크놀로지 도구를 다룰 수 있는 지식이 증가하는 것(TK)이 수업 전문성을 발달시키지 못하며, 테크놀로지 지식과 교육학적 지식(PK), 내용학적 지식(CK)이 융합되었을 때, 예비 교사의 수업 전문성 발달이 이루어질 수 있다는 것을 확인할 수 있었다[10][13][46][47].

## V. Conclusion

본 연구에서는 TPACK-P 교육 프로그램이 예비 교사의 SE-TI에 미치는 효과를 살펴보았다. 이러한 연구를 통하여 다음과 같은 결론을 도출하였다.

첫째, TPACK-P 교육 프로그램은 예비 교사의 SE-TI 향상에 효과적이었다. 다른 교육 프로그램과 다르게 TPACK-P 교육 프로그램을 받은 예비 교사는 사전 검사보다 사후 검사에서 SE-TI가 향상되었으며, 통계적으로 유의미한 것으로 나타났다.

둘째, ICT 도구 기반 TPACK 교육 프로그램은 예비 교사의 SE-TI에 영향을 주지 않았다. 선행 연구와 다르게 본 연구에서는 ICT 도구 기반 TPACK 교육 프로그램은 예비 교사의 SE-TI의 변화에 영향을 주지 못하였다. 따라서 모든 TPACK 교육 프로그램이 예비 교사의 SE-TI 향상에 효과적이지 않다는 것을 확인할 수 있었다. 또한, TPACK에서 예비 교사의 수업 전문성 향상을 위한 테크놀로지 도구로써 프로그래밍의 가치를 확인할 수 있었다.

셋째, 테크놀로지 지식은 예비 교사가 수업에 테크놀로지 통합하기 위한 기대나 행동 향상에 영향을 주지 않았다. 프로그래밍 교육을 받은 예비 교사는 테크놀로지 지식만 학습하였으며, 사전, 사후 검사에서 SE-TI 변화가 관찰되지 않았다. 따라서 예비 교사는 테크놀로지 지식만을 습득하였을 때, TPACK이나 테크놀로지 통합 자아효능감의 발달에는 한계가 존재하였다. 그러므로 예비 교사에게 테크놀로지 지식과 교육학적 지식, 내용학적 지식과 세 지식이 융합된 형태의 지식을 발달시키는 교육이 필요하다는 것을 확인할 수 있었다.

선행 연구에서는 예비 교사의 SE-TI와 다른 요인 간의 관계성을 규명하였으며, 컴퓨터에 대한 태도와 수업 실습 같은 요인이 SE-TI에 영향을 준다고 하였다. 본 연구에서는 교육 프로그램의 효과를 검증하기 위하여 TPACK-P 교육 프로그램에 따른 예비 교사의 SE-TI의 변화에 초점을 맞추어 연구를 진행하였다. 그러므로 본 연구에 참여한 연구 대상이 가진 컴퓨터에 대한 태도와 수업 실습의 여부를 파악할 수 없으며, 두 요인과 연구 대상의 SE-TI의 상관관계나 영향력을 정확히 해석할 수 없다. 그러므로 실험 집단뿐만 아니라 통제 집단에서 나타난 변화를 해석하는 데 한계가 존재한다. 따라서 후속 연구에서는 선

행 연구 분석을 통하여 예비 교사의 SE-TI에 영향을 미치는 요인을 추출하고, 예비 교사의 SE-TI 변화와 요인 간의 관계를 분석하거나 요인에 따른 SE-TI의 변화를 관찰하는 연구가 필요하다.

TPACK-P 교육 프로그램은 기존의 TPACK 교육 프로그램에 테크놀로지 도구로 프로그래밍을 도입하여 예비 교사의 수업 전문성의 향상을 이루고자 한다. 이러한 연구를 위하여 예비 교사의 자아효능감을 설문지를 통해 조사하였다. 이러한 방법을 통하여 교육 프로그램이 예비 교사에 미치는 영향을 분석할 수 있지만, 이러한 자아효능감 변화에 따라 예비 교사의 수업 전문성이 어떻게 변화하였는지 해석하는 데 한계가 존재한다. 따라서 예비 교사가 설계한 수업 지도안, 모의 수업, 교육 실습 과정에서 교육 프로그램에 따른 예비 교사의 변화를 관찰하여, 예비 교사의 수업(Practice)이 어떻게 변화하였는지 분석하는 연구가 필요하다.

마지막으로 기존의 테크놀로지 기반 교육 연구를 살펴보면, 새로운 테크놀로지가 도입됨에 따라 학생이나 교사의 변화가 관찰되었다. 하지만, 시간이 지남에 따라 이러한 변화가 지속해서 유지되지 않고, 일시적인 변화로 관찰되는 현상이 나타났다. 본 연구에서는 짧은 기간이 아니라 15주라는 긴 시간 동안 교육 프로그램을 적용하고, 이에 따른 예비 교사의 변화가 관찰되었다. 그 결과 예비 교사는 SE-TI 변화가 관찰되었지만, 기존의 연구와 마찬가지로 프로그래밍이 도입됨에 따라 나타나는 일시적인 변화일 수도 있다. 따라서 TPACK-P 교육 프로그램을 받은 예비 교사를 대상으로 SE-TI 변화를 지속해서 관찰하는 종단 연구를 진행하는 연구가 필요하다.

## REFERENCES

- [1] Schwab, K., "The fourth industrial revolution" Crown Business, 2017.
- [2] Bonk, C. J., "The world is open: How web technology is revolutionizing education," In EdMedia: World Conference on Educational Media and Technology, pp. 3371-3380, June 2009.
- [3] Berson, M., Diem, R., Hicks, D., Mason, C., Lee, J., and Dralle, T., "Guidelines for using technology to prepare social studies teachers," Contemporary issues in technology and teacher education, Vol. 1, No. 1, pp. 107-116, Jan 2000.
- [4] DhLee, and whWhang, "A study on TPACK of mathematics teachers : Focusing on recognitions and educational needs of TPACK," THE MATHEMATICAL EDUCATION, Vol. 57, No. 1, pp. 1-36, Feb 2018.
- [5] Koehler, M. J. & Mishra, P., "Introducing TPACK. AACTE Committee on Innovation and Technology (Ed.), The handbook of technological pedagogical content knowledge (TPCK) for educators" Lawrence Erlbaum Associates, pp. 3-29, 2008.
- [6] MmBong, and gsGeong, "Korean Middle School Teachers' and Students' Perceptions and Attitudes Toward ICT Use in Mathematics Classroom," Journal of Research in Curriculum Instruction, Vol. 8, No. 2, pp. 147-165, Apr 2004.
- [7] Shkim, "Teachers' Perspectives on the Future Mathematics Classroom," Journal of Research in Curriculum Instruction, Vol. 16, No. 1, pp. 285-324, Feb 2012
- [8] Yjkim, and jhlee, "A Study on the Actual Condition of the In-service Training of Engineering Mathematics Teachers in Secondary Mathematics," Journal of Mathematic Education in Korea, Vol. 38, pp. 37-48, 2010.
- [9] Grugeon, B., Lagrange, J. B., Jarvis, D., Alagic, M., Das, M., and Hunscheidt, D. "Teacher education courses in mathematics and technology: Analyzing views and options" Springer, pp. 329-345, 2009.
- [10] Mishra, P., and Koehler, M. J., "Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge," Teachers college record, Vol. 108, No. 6, pp. 1017-1054, Jun 2006.
- [11] Shulman, L. S., "Those who understand: Knowledge growth in teaching," Educational researcher, Vol. 15, No. 2, pp. 4-14, Feb 1986.
- [12] Koehler, M. J., and Mishra, P., "What happens when teachers design educational technology? The development of technological pedagogical content knowledge," Journal of educational computing research, Vol 32, No. 2, pp. 131-152, Mar 2005.
- [13] Koehler, M., and Mishra, P., "What is technological pedagogical content knowledge (TPACK)?," Contemporary issues in technology and teacher education, Vol. 9, No. 1, pp. 60-70, Mar 2009.
- [14] Wu, Y. T., "Research trends in technological pedagogical content knowledge (TPACK) research: A review of empirical studies published in selected journals from 2002 to 2011," British Journal of Educational Technology, Vol. 44, No. 3, pp. 73-76, Apr 2013.
- [15] Jwchoi, eklee, and yjlee, "Extension of Technology in TPACK: Tools, Application Software, and Programming," Proceeding of The Korea Society of Computer and Information, Vol. 23, No. 2, pp. 137-138, Jul 2015.
- [16] Hwshin, and shpaik, "Analysis of gas concept type of 6th grade elementary students expressed by the scratch program," Convergence Education Review, Vol. 1, pp. 19-37, 2015.

- [17] Hjnoh, and shpaik, "Students' Perception of Scratch Program using High School Science Class," *Journal of the Korean Association for Science Education*, Vol. 35, No. 1, pp. 53-64, Apr 2015.
- [18] Shpaik, skkim, and hchoi, "The Effect of Teacher Education Using Scratch on Understanding of Science Model," *Proceeding of The Korea Society of Computer and Information*, Vol. 25, No. 2, pp. 381-384, Jul 2017.
- [19] Kim, H., Choi, H., Han, J., and So, H. J., "Enhancing teachers' ICT capacity for the 21st century learning environment: Three cases of teacher education in Korea," *Australasian Journal of Educational Technology*, Vol. 28, No. 6, 2012.
- [20] Yhhwang, kgmun, and ybpark., "Study of Perception on Programming and Computational Thinking and Attitude toward Science Learning of High School Students through Software Inquiry Activity: Focus on using Scratch and physical computing material," *Journal of the Korean Association for Science Education*, Vol. 36, No. 2, pp. 325-335. Jun 2016
- [21] Swkim, and yjee, "Development of TPACK-P Education Program for Improving Technological Pedagogical Content Knowledge of Pre-service Teachers," *Journal of The Korea Society of Computer and Information*, Vol. 22, No. 7, pp. 141-152. Jul 2017.
- [22] Swkim, and yjee, "A Study on Improvement of the TPACK Educational Program based on Programming," *The Proceeding of Korean Association of Computer Education*, Vol. 22, No. 1, pp. 21-23, Jan 2018.
- [23] Swkim, and yjee, "An Investigation of the Perception of Pre-service Teachers on Instructional Design based on Programming," *Proceeding of The Korea Society of Computer and Information*, Vol. 26, No. 1, pp. 117-120. Jan 2018.
- [24] Swkim, and yjee, "Development and Application of the TPACK-P Education Program for Preservice Teachers' TPACK," *International Journal of Engineering & Technology*, Vol. 7, No. 3.34, 654-662, 2018.
- [25] Swkim, and yjee, "The Effects of Programming-based TPACK Educational Program on Self-efficacy of Pre-service Teachers," *The Journal of Korean Association of Computer Education*, Vol. 21, No. 5, pp. 49-59, Nov 2018.
- [26] Swkim, and yjee, "The Effects of the TPACK-P Education Program on Teaching Expertise of Pre-service Teachers'," *Indian Journal of Public Health Research & Development*, Vol. 9, No. 8, 2018.
- [27] Bandura, A., "Self-efficacy: The exercise of control" Macmillan, 1997.
- [28] Birisci, S., & Kul, E., "Predictors of Technology Integration Self-Efficacy Beliefs of Preservice Teachers," *Contemporary Educational Technology*, Vol. 10, No. 1, pp. 75-93, Jan 2019.
- [29] McCulloch, A. W., Hollebrands, K., Lee, H., Harrison, T., Mutlu, A., "Factors that influence secondary mathematics teachers' integration of technology in mathematics lessons," *Computers & Education*, Vol. 123, pp. 26-40, Aug 2018.
- [30] Wang, L., Ertmer, P. A., and Newby, T. J., "Increasing preservice teachers' self-efficacy beliefs for technology integration," *Journal of research on technology in education*, Vol. 36, No. 3, pp. 231-250, Feb 2004.
- [31] Sahin, I., Akturk, A. O., and Schmidt, D., "Relationship of preservice teachers' technological pedagogical content knowledge with their vocational self-efficacy beliefs," In *Society for Information Technology & Teacher Education International Conference*, pp. 4137-4144, Mar 2009.
- [32] Abbitt, J. T., "An investigation of the relationship between self-efficacy beliefs about technology integration and technological pedagogical content knowledge (TPACK) among preservice teachers," *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, Vol. 27, No. 4, pp. 134-143, Mar 2011.
- [33] Lee, Y., and Lee, J., "Enhancing pre-service teachers' self-efficacy beliefs for technology integration through lesson planning practice," *Computers & Education*, Vol. 73, pp. 121-128, 2014.
- [34] CmYang, "Meta-Analysis on the Effects of Programming Education using Educational Programming Languages," *JOURNAL OF The Korean Association of information Education*, Vol. 18, No. 2, pp. 317-324. Jun 2014.
- [35] Aykim, and jecha, "Self-efficacy and measurement," *Proceeding of Industrial and Organizational Psychology*, pp. 51-64, 1996.
- [36] Pajares, M. F., "Teachers' beliefs and educational research: Cleaning up a messy construct," *Review of educational research*, Vol. 62, No. 3, pp. 307-332, Sep 1992.
- [37] Anderson, S. E., and Maninger, R. M., "Preservice teachers' abilities, beliefs, and intentions regarding technology integration," *Journal of Educational Computing Research*, Vol. 37, No. 2, pp. 151-172, Sep 2007.
- [38] Abbitt, J. T., and Klett, M. D., "Identifying influences on attitudes and self-efficacy beliefs towards technology integration among pre-service educators," *Electronic Journal for the integration of technology in Education*, Vol. 6, No. 1, pp. 28-42, 2007.



- [39] Ertmer, P. A., and Ottenbreit-Leftwich, A. T., "Teacher technology change: How knowledge, confidence, beliefs, and culture intersect," *Journal of research on Technology in Education*, Vol. 42, No. 3, pp. 255-284, Feb 2010.
- [40] Farjon, D., Smits, A., and Voogt, J., "Technology integration of pre-service teachers explained by attitudes and beliefs, competency, access, and experience," *Computers & Education*, Vol. 130, pp. 81-93, Mar 2019.
- [41] Ertmer, P. A., Ottenbreit-Leftwich, A. T., Sadik, O., Sendurur, E., and Sendurur, P., "Teacher beliefs and technology integration practices: A critical relationship," *Computers & Education*, Vol. 59, No. 2, pp. 423-435, Sep 2012.
- [42] Kim, C., Kim, M. K., Lee, C., Spector, J. M., and DeMeester, K., "Teacher beliefs and technology integration," *Teaching and teacher education*, Vol. 29, pp. 76-85, Jan 2013
- [43] Koh, J. H. L., Chai, C. S., & Tsai, C. C., "Examining practicing teachers' perceptions of technological pedagogical content knowledge (TPACK) pathways: A structural equation modeling approach," *Instructional Science*, Vol. 41, No. 4, pp. 793-809, Jun 2013.
- [44] Hskim, jhkim, and wglee, "The effects of Programming Learning on Self-control and Self-efficacy in Elementary School," *The Proceeding of Korean Association of Computer Education*, Vol. 13, No. 1, pp. 355-359, Jan 2009
- [45] Hskwon, jwchoi, and yjlee, "The Effect of Elementary School Students' Experience in Game Programming on Self-Efficacy," *Korean Journal of Teacher Education*, Vol. 30, No. 3, pp. 197-215, Jul 2014.
- [46] Niess, M. L., Sadri, P. & Lee, K., "Dynamic spreadsheets as learning technology tools: Developing teachers' technology pedagogical content knowledge (TPCK)" *American Educational Research Association*, 2007.
- [47] Niess, M. L., "Preparing teachers to teach science and mathematics with technology: Developing a technology pedagogical content knowledge," *Teaching and teacher education*, Vol. 21, No. 5, pp. 509-523, Jul 2005.

## Authors



Seong-Won Kim received the B.S. degree in Computer Education from Korea National University of Education, Korea in 2013. He received the M.S. degree in Biology Education from Seoul National University in 2015. Mr. Kim is currently a researcher in KAIST Global Institute For Talented Education and doctoral course student in the Department of Computer Education, Korea National University of Education. He is interested in informatics education, robot programming education, STEAM education, and TPACK.



Youngjun Lee received the B.S. degree in Computer Science from Korea University, Korea, in 1988. He received the Ph.D. degree in Computer Science from the University of Minnesota, Minneapolis, in 1994. He is currently a Professor in the Department of Computer Education, Korea National University of Education. His research interests include intelligent system, learning science, informatics education, technology & engineering education.