

ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สาระเทคโนโลยีด้วยการจัดการเรียนรู้กระบวนการคิด
เชิงคำนวณร่วมกับกระบวนการกลุ่มเทคนิค TAI เพื่อส่งเสริมความรู้เกี่ยวกับทักษะ
การคิดเชิงระบบและทักษะการคิดเชิงสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

The Results of Strand Technology Learning Activities by Computational
Thinking Process Combined with TAI Technique Group Process for Enhancing
Knowledge about Systems Thinking Skills and Creative Thinking Skills of
Prathomsuksa 4 Students

ฤทัย สมบัติเจริญไทย¹, พาที เกศธนากร² และ ณรงค์ พันธุ์คง³

Ruethai Sombatcharoenthai¹, Patee Kesthanakorn² and Narong Punkong³

¹สาขาวิชาหลักสูตรและการจัดการเรียนรู้ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี

^{2,3}คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี

¹Curriculum and Learning Program, Faculty of Education, Kanchanaburi Rajabhat University

^{2,3}Faculty of Education, Kanchanaburi Rajabhat University, Thailand

Corresponding Author, E-mail: ¹Kruethai@gmail.com

Retrieved: April 26, 2024; Revised: May 5, 2024; Accepted: June 5, 2024

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้สาระเทคโนโลยี กระบวนการคิดเชิงคำนวณ
ร่วมกับกระบวนการกลุ่มเทคนิค TAI เพื่อส่งเสริมความรู้เกี่ยวกับทักษะการคิดเชิงระบบและทักษะการคิดเชิง
สร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 2) ศึกษาผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้สาระเทคโนโลยีด้วยการ
จัดการเรียนรู้กระบวนการคิดเชิงคำนวณร่วมกับกระบวนการกลุ่มเทคนิค TAI เพื่อส่งเสริมความรู้เกี่ยวกับทักษะ
การคิดเชิงระบบและทักษะการคิดเชิงสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 2.1) เปรียบเทียบผลการ
เรียนรู้ ระหว่างก่อนและหลังเรียน 2.2) เปรียบเทียบทักษะการคิดเชิงระบบ ระหว่างก่อนและหลังเรียน
2.3) พัฒนาทักษะการคิดเชิงสร้างสรรค์ รูปแบบการวิจัยเป็นการวิจัยเชิงทดลอง ใช้กรอบแนวคิดเกี่ยวกับการ
จัดการเรียนรู้แบบร่วมมือกันด้วยเทคนิค TAI กระบวนการคิดเชิงคำนวณ ผลการเรียนรู้ การคิดเชิงระบบและการ
คิดเชิงสร้างสรรค์ของนักเรียน พื้นที่วิจัย คือ นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนไทรโยคใหญ่ปีการศึกษา
2566 จำนวน 23 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยใน
การสุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมี 4 ชนิด คือ 1) แผนการจัดการเรียนรู้สาระเทคโนโลยี เรื่อง การเขียนโปรแกรม
อย่างง่าย 2) แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ 3) แบบทดสอบวัดการคิดเชิงระบบ 4) แบบประเมินทักษะการคิดเชิง
สร้างสรรค์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ สถิติวิเคราะห์ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่า t
ผลการวิจัยพบว่า

1) การจัดการเรียนรู้สาระเทคโนโลยี ด้วยการจัดการเรียนรู้กระบวนการคิดเชิงคำนวณร่วมกับ
กระบวนการกลุ่มเทคนิค TAI ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน 1) ขั้นเตรียมการ 2) ขั้นกระบวนการกลุ่ม 2.1) กำหนด
ปัญหาที่ต้องการแก้ไขแบ่งปัญหาใหญ่ให้เป็นปัญหาย่อย 2.2) การคิดหารูปแบบ 2.3) การคิดเชิงนามธรรม
2.4) ออกแบบขั้นตอนวิธี 3) ขั้นประเมินผล 4) ขั้นเสริมแรง มีประสิทธิภาพ 89.28/81.74 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์
มาตรฐาน 80/80



2) ผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้สาระเทคโนโลยี ผลการเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ มีผลการเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ผลการเปรียบเทียบทักษะการคิดเชิงระบบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทักษะการคิดเชิงสร้างสรรค์ ประกอบด้วยด้านความคิดริเริ่ม ด้านความคิดคล่องแคล่ว ด้านความคิดยืดหยุ่น ด้านความคิดละเอียดลออ มีคะแนนทั้ง 4 ด้าน ไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 ผ่านเกณฑ์การประเมิน จำนวน 23 คน แสดงว่า นักเรียนสามารถปฏิบัติกิจกรรมร่วมกับผู้อื่นตามที่ได้รับมอบหมาย ศึกษา ทำงานร่วมกัน แลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างเพื่อนในกลุ่มรับผิดชอบ ช่วยเหลือซึ่งกันและกันเพื่อความสำเร็จของกลุ่ม และสามารถสร้างสรรค์ชิ้นงานจากการวิเคราะห์ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอนจนสามารถปลูกฝังทักษะความสามารถในการคิด เพิ่มขีดความสามารถของผู้เรียนให้สูงขึ้น

คำสำคัญ: การคิดเชิงระบบ; การคิดเชิงสร้างสรรค์; กระบวนการคิดเชิงคำนวณ; กระบวนการกลุ่มเทคนิค TAI

Abstract

This Article aimed to 1) develop activities to learn about technology computational thinking process combined with TAI technique group process for enhancing knowledge about systematic thinking skills and creative thinking skills of Prathomsuksa 4 Students 2) study the results of using technology learning activities by organizing the learning process of computational thinking combined with the TAI technique group process for enhancing knowledge about systematic thinking skills and creative thinking skills of Prathomsuksa 4 Students 2.1) compare learning results between before and after class 2.2) compare systematic thinking skills between before and after class 2.3) develop creative thinking skills. The research design is experimental research. The concept of collaborative learning using TAI techniques, computational thinking processes, learning outcomes systematic thinking and creative thinking. The sample was Prathomsuksa 4 Students at Saiyokyai school of academic year 2023, number of 23 people. They were selected by cluster random sampling using the classroom as the unit for random sampling. There are 4 types of tools used in the research: 1) technology learning plan on simple programming 2) learning outcomes test 3) systematic thinking test, 4) thinking skills assessment form. The statistics used in the data analysis were percentage, mean, standard deviation and t test. The research results were found as follows;

1) Technology learning activities by computational thinking process combined with TAI technique group process consisting of 4 steps: 1) preparation 2) group process 2.1) determine the problem that needs to be solved, divide the big problem into sub-problems 2.2) thinking about patterns 2.3) abstract thinking 2.4) algorithm design 3) evaluation stage 4) reinforcement stage had an efficiency of 89.28/81.74 which meets the set criterion 80/80.

2) The results of using technology learning activities comparative results of learning outcomes. There was a significantly higher learning outcome after studying than before studying at the .05 level. Results of comparing systematic thinking skills after studying was significantly higher than before studying at the .05 level. Creative thinking skills consisted of initiative, agile thinking, flexible thinking and elaboration scores in all were not less than 80 percent passing the



evaluation criteria for 23 people. Indicating that students can perform activities together with others as assigned, study, work together, exchange information among friends in the group, take responsibility, help each other for success of the group and can create work pieces from analyzing problems in a step-by-step until being able to cultivate thinking skills and abilities increase the abilities of students.

Keywords: Systems Thinking; Creative Thinking Skill; Computational Thinking Process; TAI Technical Group Process

บทนำ

เทคโนโลยีเป็นส่วนหนึ่งของชีวิตมนุษย์ ไม่ว่าจะเป็นระบบเศรษฐกิจที่ขับเคลื่อนด้วยเทคโนโลยีสมัยใหม่ การแข่งขันทางด้านดิจิทัล ระบบสื่อสารที่มีช่องทางหลากหลาย รวมไปถึงสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ จากการพัฒนานวัตกรรมของมนุษย์ ประเทศไทยได้เล็งเห็นความสำคัญของเทคโนโลยี ที่นับวันยิ่งเข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันของมนุษย์ การที่จะส่งเสริมพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีจะต้องอาศัยการวางรากฐานทางการศึกษา ที่มีคุณภาพ เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจเทคโนโลยีขั้นพื้นฐานอย่างเพียงพอ รู้จักคิด ใช้เหตุผล วิเคราะห์ ปัญหาและเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน ในความมุ่งหวังของกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ของประเทศไทย กำหนดไว้ว่าวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มุ่งหวังให้ผู้เรียนได้เรียนรู้การเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้โดยใช้กระบวนการในการสืบเสาะหาความรู้และการแก้ปัญหาที่หลากหลาย แสดงให้เห็นว่า การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีควรส่งเสริมให้นักเรียนได้ค้นหาและพิจารณาปัญหา จัดการกับปัญหาที่หลากหลายสอดคล้องกับกระบวนการคิดเชิงคำนวณ (Computational Thinking) ซึ่งเป็นความสามารถในการคิดอย่างหนึ่ง que ควรปลูกฝังให้กับพลเมืองในประเทศ เนื่องจากเป็นความสามารถพื้นฐานที่มนุษย์ทุกคนควรมีเพื่อใช้ในการแก้ไขปัญหาที่ซับซ้อนหรือปัญหาที่พบทั่วไปในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีการใช้กระบวนการกลุ่ม และการสอนรายบุคคล ช่วยกระตุ้นการเรียนรู้ และการพึ่งพาซึ่งกันและกันภายในกลุ่มเพื่อบรรลุเป้าหมายเดียวกัน พัฒนาศักยภาพผู้เรียนตามความสามารถและความถนัดของตนเอง

ผู้วิจัยซึ่งปฏิบัติหน้าที่ครูผู้สอนกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาระเทคโนโลยี ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนไทรโยคใหญ่ ตำบลไทรโยค อำเภอไทรโยค จังหวัดกาญจนบุรี เป็นระยะเวลา 7 ปี จากการปฏิบัติหน้าที่ครูผู้สอน พบว่า นักเรียนมีปัญหาในการวิเคราะห์การแก้ปัญหาอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ ไม่สามารถวางแผนการทำงานเพื่อนำไปสู่การออกแบบโปรแกรมและพัฒนาโปรแกรมจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ได้ ขาดความเข้าใจในการประยุกต์ใช้วิธีการแก้ปัญหาจากตัวอย่างของครูหรือเอกสารทางการเรียน จึงส่งผลทำให้ผลงานของนักเรียนมีลักษณะคล้ายคลึงกันซึ่งเกิดจากการลอกเลียนแบบกันภายในชั้นเรียน อาจเนื่องมาจากความแตกต่างระหว่างบุคคล ทั้งในด้านความสามารถทางการเรียน ด้านอายุที่ไม่ตรงกับเกณฑ์ระดับชั้นเรียน และด้านความพร้อมทางการเรียน จากความสำคัญและสภาพปัญหาดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยเห็นถึงความสำคัญที่จะพัฒนาทักษะการคิดเชิงระบบ การบูรณาการสิ่งต่างๆ และปัจจัยต่างๆ เข้าด้วยกัน โดยการคิดเชื่อมโยงระหว่างองค์ประกอบต่างๆ ที่มีความสัมพันธ์กันเชิงลำดับขั้นตอนหรือเป็นกระบวนการอย่างต่อเนื่อง และความคิดสร้างสรรค์ ที่จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสามารถคิดวิธีการแก้ไขปัญหาได้อย่างหลากหลายและเป็นลำดับขั้นตอน



การศึกษาแนวทางการจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงระบบและการคิดสร้างสรรค์ พบว่า ประเทศไทยมีการผลักดันกระบวนการคิดเชิงคำนวณให้เป็นเรื่องที่ต้องส่งเสริมกับนักเรียน โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2561) กล่าวว่า กระบวนการคิดเชิงคำนวณเป็นกระบวนการคิดพื้นฐานของการคิดแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน ด้วยเหตุนี้หน่วยงานการศึกษาต่าง ๆ ควรพัฒนานักเรียนให้เป็นบุคคลที่มีความสามารถในการคิดเชิงคำนวณเพื่อสามารถจัดการกับปัญหาทั่วไปในชีวิตประจำวันตลอดจนปัญหา การจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาการคิดวิเคราะห์ปัญหา การออกแบบและพัฒนาวิธีการแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยอาศัยกระบวนการกลุ่ม TAI (Team Assisted Individualization) ที่มีนักเรียนความสามารถแตกต่างกัน เก่ง กลาง อ่อน มาทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มเล็กๆ ผลการทดสอบของผู้เรียนแบ่งเป็นคะแนนเฉลี่ยของทั้งกลุ่ม และคะแนนรายบุคคล ดังนั้นผู้เรียนเก่งจึงช่วยผู้เรียนอ่อน ผู้ที่เรียนอ่อนช่วยตนเองเพื่อไม่ให้คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มต่ำ และครูมีรางวัลเพื่อเป็นแรงเสริมให้บรรลุสู่เป้าหมายของนักเรียนได้ วนิดา เจาะจันทร์ (2557) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI เรื่อง การวัดความยาว ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ แล้วพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI เรื่อง การวัดความยาว ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 สูงกว่าเกณฑ์ และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ภายหลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI

จากความสำคัญ สภาพปัญหาและการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้กระบวนการคิดเชิงคำนวณกับกระบวนการกลุ่มเทคนิค TAI เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความสามารถทางการคิดเพื่อการแก้ไขปัญหาเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพอย่างเป็นลำดับขั้นตอน โดยมีกระบวนการกลุ่มมาเสริมแรงในการพัฒนาการคิดเชิงระบบและการคิดเชิงสร้างสรรค์ ซึ่งผู้วิจัยในฐานะครูสาระเทคโนโลยีจึงสนใจแก้ไขปัญหาดังกล่าวโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สาระเทคโนโลยี ด้วยการจัดการเรียนรู้กระบวนการคิดเชิงคำนวณร่วมกับกระบวนการกลุ่มเทคนิค TAI เพื่อส่งเสริมความรู้เกี่ยวกับทักษะการคิดเชิงระบบและทักษะการคิดเชิงสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มีแผนการจัดการเรียนรู้ผ่านกระบวนการพัฒนาและตรวจสอบอย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถทำให้นักเรียนบรรลุตามวัตถุประสงค์และจุดมุ่งหมายในการเรียนรู้ เป็นแนวทางในการพัฒนาและปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้สาระเทคโนโลยี กระบวนการคิดเชิงคำนวณร่วมกับกระบวนการกลุ่มเทคนิค TAI เพื่อส่งเสริมความรู้เกี่ยวกับทักษะการคิดเชิงระบบและทักษะการคิดเชิงสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4
2. เพื่อศึกษาผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้สาระเทคโนโลยี ด้วยการจัดการเรียนรู้กระบวนการคิดเชิงคำนวณร่วมกับกระบวนการกลุ่มเทคนิค TAI เพื่อส่งเสริมความรู้เกี่ยวกับทักษะการคิดเชิงระบบและทักษะการคิดเชิงสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ในประเด็นต่อไปนี้
 - 2.1 เพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ ระหว่างก่อนและหลังเรียน
 - 2.2 เพื่อเปรียบเทียบทักษะการคิดเชิงระบบ ระหว่างก่อนและหลังเรียน
 - 2.3 เพื่อพัฒนาทักษะการคิดเชิงสร้างสรรค์



สมมติฐานการวิจัย

1. การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้สาระเทคโนโลยี ด้วยการจัดการเรียนรู้กระบวนการคิดเชิงคำนวณร่วมกับกระบวนการกลุ่มเทคนิค TAI เพื่อส่งเสริมความรู้เกี่ยวกับทักษะการคิดเชิงระบบและทักษะการคิดเชิงสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80
2. ผลการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้สาระเทคโนโลยีการจัดการเรียนรู้กระบวนการคิดเชิงคำนวณร่วมกับกระบวนการกลุ่มเทคนิค TAI หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
3. ทักษะการคิดเชิงระบบของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้สาระเทคโนโลยี การจัดการเรียนรู้กระบวนการคิดเชิงคำนวณร่วมกับกระบวนการกลุ่มเทคนิค TAI หลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียน
4. ทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้กระบวนการคิดเชิงคำนวณร่วมกับกระบวนการกลุ่มเทคนิค TAI ผ่านเกณฑ์ไม่น้อยกว่าร้อยละ 80

การทบทวนวรรณกรรม

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมุ่งศึกษา เรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สาระเทคโนโลยี ด้วยการจัดการเรียนรู้กระบวนการคิดเชิงคำนวณร่วมกับกระบวนการกลุ่มเทคนิค TAI เพื่อส่งเสริมความรู้เกี่ยวกับทักษะการคิดเชิงระบบและทักษะการคิดเชิงสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้าหลักการแนวคิด ทฤษฎีต่าง ๆ เป็นแนวทางในการพัฒนา ดังนี้

1. กระทรวงศึกษาธิการ (2560) หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) อธิบายเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์วิจารณ์ มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ ใช้ความรู้และทักษะเพื่อแก้ปัญหา หรือพัฒนางานด้วยกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรม มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ
2. การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือที่มีการใช้กระบวนการกลุ่ม และการสอนรายบุคคล มุ่งเน้นการตอบสนองต่อลักษณะและความต้องการที่แตกต่างกันของนักเรียน กระตุ้นการเรียนรู้และการพึ่งพาซึ่งกันและกันภายในกลุ่ม เพื่อบรรลุเป้าหมายเดียวกัน เพื่อพัฒนาศักยภาพผู้เรียนตามความสามารถและความถนัดของตนเอง (สมบัติการจรรักษ์พงศ์, 2547; ทิศนา แหมมณี, 2554; Slavin, 1990; วิลสัน สุนทรโรจน์, 2554)
3. กระบวนการคิดเชิงคำนวณ เป็นความสามารถทางการคิดเพื่อการแก้ไขปัญหา โดยพิจารณาจากข้อมูล และรายละเอียดของปัญหา วิเคราะห์และเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพอย่างเป็นลำดับขั้นตอนที่ชัดเจน มีลักษณะขององค์ประกอบที่สอดคล้องกัน ได้แก่ การแยกส่วนประกอบและการย่อยปัญหา การหารูปแบบของปัญหา การคิดเชิงนามธรรม และการออกแบบขั้นตอนวิธี (ลัทธิพล ด้านสกุล และวันวิสา ด้านสกุล, 2562; ชนินทร เณลิมสุข และอภิชาติ คำปลิว, 2562; อัจฉรวรรณ กัลป์ยานสิทธิ์, 2561)
4. ผลการเรียนรู้ เป็นส่วนหนึ่งของพฤติกรรม ทักษะ และความรู้ที่นักเรียนคาดว่าจะได้รับและสามารถปฏิบัติได้หลังจากจช่วงเวลาของการศึกษา ผลการเรียนรู้จะสะท้อนถึงความสามารถในการเรียนรู้ ทศนคติ ทักษะด้านปัญญา รวมไปถึงความรู้ของนักเรียน อันเกิดจากการเรียนรู้ของนักเรียน (ทิศนา แหมมณี และคณะ, 2545; สุชาติ ผุดผ่อง, 2544)
5. การคิดเชิงระบบ การมองภาพปัญหาหรือสถานการณ์แบบองค์รวม โดยเชื่อมโยงระหว่างองค์ประกอบต่างๆที่มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันอย่างเป็นลำดับขั้นตอนหรือเป็นกระบวนการอย่าง เพื่อค้นหาและสร้างแบบแผนแนวทางปฏิบัติใหม่ ที่สามารถตอบสนองต่อสถานการณ์และปัญหานั้นๆได้ (มนตรี แยมกสิกร, 2546)

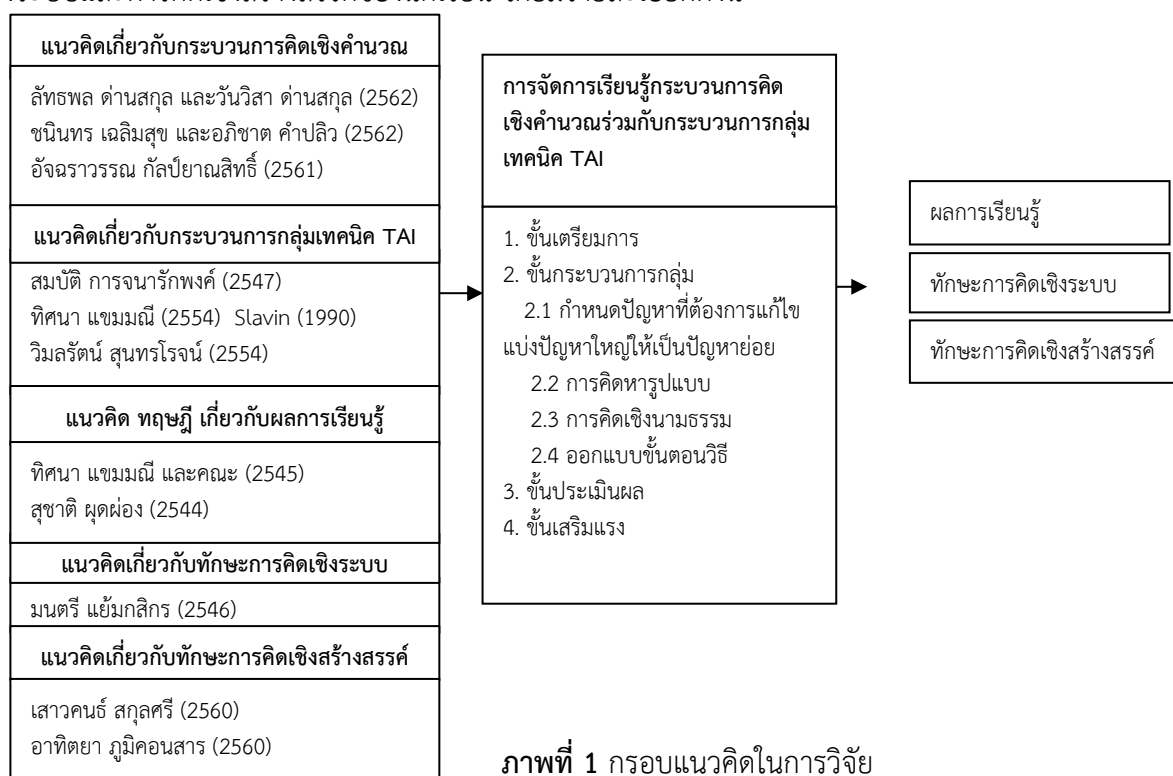


6. ความคิดสร้างสรรค์เป็นคุณสมบัติที่มีอยู่ในตัวของทุกคน องค์ประกอบหลักของความคิดสร้างสรรค์มี 4 ด้าน คือ ความคิดริเริ่ม ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดละเอียดลออ และความคิดยืดหยุ่น (อาทิตยา ภูมิคอนสาร, 2560; เสาวคนธ์ สกุลศรี, 2560)

จากการศึกษาข้อมูลข้างต้น เลือกเนื้อหาที่นำมาใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นเนื้อหาในรายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 4 สาระเทคโนโลยี ว14101 โดยให้ครอบคลุมสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาระที่ 4 เทคโนโลยี มาตรฐานและตัวชี้วัด ว 4.2 ป. 4/2 ออกแบบและเขียนโปรแกรมอย่างง่าย โดยใช้ซอฟต์แวร์หรือสื่อ และตรวจหาข้อผิดพลาดและแก้ไข โดยนำการจัดการเรียนรู้กระบวนการคิดเชิงคำนวณร่วมกับกระบวนการกลุ่มเทคนิค TAI ที่ได้จากการสังเคราะห์ ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ เป็นนวัตกรรมทางการศึกษาที่ส่งเสริม และพัฒนาให้นักเรียนมีผลการเรียนรู้ที่ดีขึ้น รวมทั้งยังสามารถพัฒนาทักษะความคิดเชิงระบบและความคิดเชิงสร้างสรรค์ให้กับนักเรียน เน้นให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ คิดแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ อีกทั้งยังแปลกใหม่หลากหลายวิธี ลงมือปฏิบัติร่วมกันเป็นกลุ่มโดยคละความสามารถ ช่วยเหลือซึ่งกันและกันจนเกิดผลสำเร็จ

กรอบแนวคิดการวิจัย

งานวิจัยนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ผู้วิจัยกำหนดกรอบแนวคิดการวิจัยตามแนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือกันด้วยเทคนิค TAI กระบวนการคิดเชิงคำนวณ เพื่อส่งเสริมผลการเรียนรู้ ความรู้เกี่ยวกับการคิดเชิงระบบและการคิดเชิงสร้างสรรค์ของนักเรียน โดยมีรายละเอียดดังนี้



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ระเบียบวิธีวิจัย

ประชากรและตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนไทรโยคใหญ่สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษากาญจนบุรีเขต 3 ปีการศึกษา 2566 กลุ่มตัวอย่างได้มาจากการสุ่มแบบ



กลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม จำนวน 1 ห้องเรียน ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/1 นักเรียนจำนวน 23 คน

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินการทดลอง คือ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 เวลาทดลอง 12 ชั่วโมง และ ใช้เวลาทดสอบก่อนเรียน จำนวน 1 ชั่วโมง ทดสอบหลังเรียน 1 ชั่วโมง รวมทั้งสิ้น 14 ชั่วโมง

แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีลักษณะของการวิจัยเชิงทดลอง (experimental research) ผู้วิจัยได้ศึกษาแบบแผนการวิจัย (One Group Pretest Posttest Design) และมีการวัดผลโดยใช้รูปแบบการทดลองกลุ่มเดียว และมีการวัดก่อนการทดลอง 1 ครั้ง และหลังการทดลอง 1 ครั้ง (สุทธาสินี สีสแจ่ม, 2554)

ก่อนการทดลอง	ให้สิ่งทดลอง	หลังการทดลอง
O ₁	X	O ₂

O₁ คือ การวัดตัวแปรตามก่อนการทดลอง (Pretest) ได้แก่ ผลการเรียนรู้ทางการเรียนของนักเรียน ทักษะการคิดเชิงระบบ ก่อนเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้กระบวนการคิดเชิงคำนวณร่วมกับกระบวนการกลุ่มเทคนิค TAI

X คือ การจัดการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้กระบวนการคิดเชิงคำนวณร่วมกับกระบวนการกลุ่มเทคนิค TAI

O₂ คือ การวัดตัวแปรตามหลังการทดลอง (Posttest) ได้แก่ ผลการเรียนรู้ทางการเรียนของนักเรียน ทักษะการคิดเชิงระบบ ก่อนเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้กระบวนการคิดเชิงคำนวณร่วมกับกระบวนการกลุ่มเทคนิค TAI

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยได้ใช้เนื้อหาที่กำหนดไว้ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง 2560 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาระที่ 4 เทคโนโลยี มาตรฐาน ว.4.2 เข้าใจและใช้แนวคิดเชิงคำนวณในการแก้ปัญหาที่พบในชีวิตจริงอย่างเป็นขั้นตอนและเป็นระบบ หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องการเขียนโปรแกรมอย่างง่าย

กิจกรรมการเรียนรู้

ผู้วิจัยสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กระบวนการคิดเชิงคำนวณร่วมกับกระบวนการกลุ่มเทคนิค TAI ออกเป็น 4 ขั้นตอน เพื่อใช้ในการพัฒนาความรู้เกี่ยวกับทักษะการคิดเชิงระบบและทักษะการคิดเชิงสร้างสรรค์ ดังต่อไปนี้

1. ขั้นเตรียมการ ในขั้นนี้ครูผู้สอนแนะนำทักษะในการเรียนรู้ร่วมกันและจัดกลุ่มเรียนแบ่งออกเป็นกลุ่มย่อย ๆ กลุ่มละ 2-5 คน โดยคละกลุ่มสมาชิกที่มีความสามารถแตกต่างกัน เก่ง ปานกลาง และอ่อน ครูแนะนำเกี่ยวกับระเบียบการปฏิบัติกิจกรรมกลุ่ม บทบาทและหน้าที่ของสมาชิกในกลุ่ม และทบทวนความรู้เดิมจากบทเรียนที่ผ่านมาของนักเรียน

2. ขั้นกระบวนการกลุ่ม ครูผู้สอนเข้าสู่บทเรียน ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่น่าสนใจ เนื้อหาหรือบทเรียนใหม่มีความเหมาะสมเพื่อกระตุ้นความสนใจให้ผู้เรียน โดยบอกปัญหาหรืองานที่ต้องการให้กลุ่มแก้ไขหรือคิดวิเคราะห์หาคำตอบ ตามลำดับดังนี้

2.1 กำหนดปัญหาที่ต้องการแก้ไขแบ่งปัญหาใหญ่ให้เป็นปัญหาย่อย การแบ่งปัญหาที่ซับซ้อนออกเป็นส่วนย่อย ๆ ซึ่งจะทำให้ปัญหาที่กำลังพิจารณาจัดการได้ง่ายขึ้น แก้ปัญหาได้ตรงประเด็น

2.2 การคิดหารูปแบบ การหาสิ่งที่มีความคล้ายคลึงกัน ทั้งในด้านลักษณะการทำงานหรือพฤติกรรม ซึ่งสิ่งที่มีรูปแบบเดียวกันมีแนวโน้มที่จะใช้แนวคิดเดียวกันในการอธิบาย ทำให้ลดจำนวนของปัญหา สามารถใช้รูปแบบในการแก้ปัญหาที่คล้ายคลึงกันได้



2.3 การคิดเชิงนามธรรม มุ่งเน้นคัดเลือกสิ่งที่จำเป็นต่อปัญหาไว้ และคัดเลือกสิ่งที่ไม่จำเป็นต่อปัญหาออกไป ซึ่งทำให้เหลือเฉพาะส่วนที่สำคัญและจำเป็นต่อปัญหาเท่านั้น

2.4 ออกแบบขั้นตอนวิธี ออกแบบขั้นตอนที่ใช้ในการแก้ปัญหาหรือการทำงานต่าง ๆ เป็นแนวคิดที่สามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาที่มีลักษณะแบบเดียวกันได้

3. ชั้นประเมินผล ชั้นนี้ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดและให้ทำแบบทดสอบย่อยชุดที่ 1 จำนวน 10 ข้อ ถ้านักเรียนคนใดทำได้ร้อยละ 80 (8 ข้อ) ถือว่าผ่านเกณฑ์ ถ้าทำไม่ได้ไม่ถึงร้อยละ 80 ให้เพื่อนในกลุ่มช่วยกันอธิบาย แล้วให้นักเรียนคนเดิมที่ไม่ผ่านทำแบบทดสอบย่อยชุดที่ 2 ถ้ายังทำไม่ผ่านอีกให้ครูเป็นผู้อธิบายเพิ่มเติม

4. ชั้นเสริมแรง ครูสรุปบทเรียนในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ และจัดอันดับคะแนนแต่ละกลุ่ม กลุ่มที่ผ่านเกณฑ์สูง ได้เป็น Super team (ยอดเยี่ยม) กลุ่มที่ผ่านเกณฑ์ปานกลาง ได้เป็น Great team (ดีมาก) และกลุ่มที่ผ่านเกณฑ์ต่ำ ได้เป็น Good team (ดี)

การสร้างและหาประสิทธิภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้กระบวนการคิดเชิงคำนวณร่วมกับกระบวนการกลุ่มเทคนิค TAI ผ่านกระบวนการศึกษา และวิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางการศึกษา พุทธศักราช 2551(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) และหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนไตรโยคใหญ่ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้กระบวนการคิดเชิงคำนวณและกระบวนการกลุ่มเทคนิค TAI วิเคราะห์สาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด คำอธิบายรายวิชา และเนื้อหาสาระเทคโนโลยี ระดับชั้นประถมศึกษา ปีที่ 4 หน่วยที่ 2 การเขียนโปรแกรมอย่างง่าย สร้างแผนการจัดการเรียนรู้สาระเทคโนโลยี ระดับชั้นประถมศึกษา ปีที่ 4 หน่วยที่ 2 การเขียนโปรแกรมอย่างง่าย ที่มีการจัดการเรียนรู้กระบวนการคิดเชิงคำนวณร่วมกับกระบวนการกลุ่มเทคนิค TAI จำนวน 12 แผน ใช้ระยะเวลาในการจัดกิจกรรม 12 ชั่วโมง นำเสนอแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน มีค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาอยู่ระหว่าง 0.80-1.00 นำแผนการจัดการเรียนรู้กระบวนการคิดเชิงคำนวณร่วมกับกระบวนการกลุ่มเทคนิค TAI จำนวน 12 แผน ไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 20 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนไตรโยคใหญ่ มีค่าประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 89.28/81.74

2. แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ เรื่อง การเขียนโปรแกรมอย่างง่าย ทดสอบก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ ซึ่งเป็นแบบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ กำหนดให้ค่าคะแนนคือคำตอบถูกต้องได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน ผ่านกระบวนการศึกษา และวิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางการศึกษา พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) และหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนไตรโยคใหญ่ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการสร้างแบบทดสอบ คู่มือการวัดและประเมินผล แล้วดำเนินการวิเคราะห์ข้อสอบแยกตามเนื้อหา และมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด วิเคราะห์ข้อสอบให้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด นำแบบทดสอบที่สร้างเสร็จแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 20 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนไตรโยคใหญ่ ได้ค่าความยากของข้อสอบอยู่ระหว่าง 0.60 ถึง 0.80 และได้ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบอยู่ระหว่าง 0.20 ถึง 0.35 ได้ข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ มีค่าความยากง่าย (P) อยู่ระหว่าง 0.20 ถึง 0.80 และ ค่าอำนาจจำแนก (R) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

3. แบบทดสอบวัดการคิดเชิงระบบ ทดสอบก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ ซึ่งเป็นแบบปรนัยชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ กำหนดให้ค่าคะแนนคือคำตอบถูกต้องได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน ผ่านกระบวนการศึกษาทฤษฎี นิยาม เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดเชิงระบบ และศึกษาเนื้อหาข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อนำมากำหนดเป็นกรอบแนวคิดในการสร้างแบบทดสอบวัดทักษะการคิดเชิงระบบ ศึกษาวิธีการออกข้อสอบ และกำหนดจุดมุ่งหมายหรือประเด็นที่ใช้ในวัดทักษะการคิดเชิงระบบของแต่ละองค์ประกอบ ได้แก่

การระบุประเด็นปัญหา การรวบรวมข้อมูลและศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหา การพิจารณาความสัมพันธ์เชิงเหตุและผลของปัจจัย และการสร้างสรรค์แผนการแก้ปัญหา นำแบบทดสอบที่สร้างเสร็จแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 20 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนไตรโยคใหญ่ ได้ค่าความยากของข้อสอบอยู่ระหว่าง 0.50 ถึง 0.90 และค่าได้ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบอยู่ระหว่าง 0.20 ถึง 0.35 ได้ข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์ มีค่าความยากง่าย (P) อยู่ระหว่าง 0.20 ถึง 0.30 และค่าอำนาจจำแนก (R) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

4. แบบประเมินทักษะการคิดเชิงสร้างสรรค์ แบบมาตราส่วนประเมินค่า 3 ระดับ จำนวน 4 ข้อ ผ่านกระบวนการศึกษาทฤษฎี นิยาม เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความคิดเชิงสร้างสรรค์และศึกษาเนื้อหาข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อนำมากำหนดเป็นกรอบแนวคิดในการสร้างแบบประเมินทักษะการคิดเชิงสร้างสรรค์ ศึกษาวิธีการสร้างแบบประเมินทักษะให้สอดคล้องกับจุดประสงค์โดยจัดทำเป็นแบบประเมินทักษะการคิดเชิงสร้างสรรค์จากชิ้นงานของนักเรียน ประเด็นที่ใช้ในวัดทักษะการคิดสร้างสรรค์แต่ละองค์ประกอบ ได้แก่ ความคิดริเริ่ม ความคิดคล่องแคล่ว ความคิดละเอียดลออ และความคิดยืดหยุ่น นำแบบประเมินทักษะการคิดเชิงสร้างสรรค์ที่สร้างขึ้นไปเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน มีค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาอยู่ระหว่าง 0.80-1.00 ไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 20 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนไตรโยคใหญ่

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. สถิติพื้นฐาน ค่าเฉลี่ย ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
2. การวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัย เปรียบเทียบผลการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ โดยการทดสอบค่าที (t-test) แบบ dependent เปรียบเทียบทักษะการคิดเชิงระบบของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ โดยการทดสอบค่าที แบบ dependent ผลการพัฒนาทักษะการคิดเชิงสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้สาระเทคโนโลยีตามกระบวนการคิดเชิงคำนวณร่วมกับกระบวนการกลุ่มเทคนิค TAI โดยการคิดเป็นค่าร้อยละ

ผลการวิจัย

วัตถุประสงค์ที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า การหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้สาระเทคโนโลยีด้วยการจัดการเรียนรู้กระบวนการคิดเชิงคำนวณร่วมกับกระบวนการกลุ่มเทคนิค TAI ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการหาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้สาระเทคโนโลยี

รายการ	จำนวน (คน)	คะแนนเต็ม	คะแนน เฉลี่ย ($\bar{X}$)	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ประสิทธิภาพ
คะแนนกิจกรรม ระหว่างเรียน (E_1)	23	120	110.91	7.40	89.28
คะแนน แบบทดสอบ หลังเรียน (E_2)	23	30	24.52	2.54	81.74



จากตารางที่ 1 คะแนนกิจกรรมระหว่างเรียน (E1) มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 89.28 และคะแนนแบบทดสอบ หลังเรียน (E2) มีคะแนนเฉลี่ย ร้อยละ 81.74 แสดงว่า แผนการจัดการเรียนรู้สาระเทคโนโลยีด้วยการจัดการเรียนรู้ กระบวนการคิดเชิงคำนวณร่วมกับกระบวนการกลุ่มเทคนิค TAI ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพ 89.28/81.74 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1

วัตถุประสงค์ที่ 2 การศึกษาผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้สาระเทคโนโลยี ด้วยการจัดการเรียนรู้ กระบวนการคิดเชิงคำนวณร่วมกับกระบวนการกลุ่มเทคนิค TAI เพื่อส่งเสริมความรู้เกี่ยวกับทักษะการคิดเชิงระบบ และทักษะการคิดเชิงสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

วัตถุประสงค์ที่ 2.1 ผลการวิจัยพบว่า การเปรียบเทียบผลการเรียนรู้สาระเทคโนโลยี เรื่อง การเขียน โปรแกรมอย่างง่าย ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่จัดการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้กระบวนการคิด เชิงคำนวณร่วมกับกระบวนการกลุ่มเทคนิค TAI ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบผลการเรียนรู้สาระเทคโนโลยีนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ผลการ เรียนรู้	จำนวน นักเรียน	คะแนน เต็ม	$\bar{X}$	S.D.	t	Sig.
ก่อนเรียน	23	30	14.17	4.13	16.56*	.000
หลังเรียน	23	30	24.52	2.54		

* มีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

จากตารางที่ 2 ผลการเรียนรู้สาระเทคโนโลยี ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่จัดการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้กระบวนการคิดเชิงคำนวณร่วมกับกระบวนการกลุ่มเทคนิค TAI หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2

วัตถุประสงค์ที่ 2.2 ผลการวิจัยพบว่า การเปรียบเทียบทักษะการคิดเชิงระบบ ระหว่างก่อนและหลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้กระบวนการคิดเชิงคำนวณร่วมกับกระบวนการกลุ่มเทคนิค TAI เพื่อส่งเสริมความรู้เกี่ยวกับ ทักษะการคิดเชิงระบบและทักษะการคิดเชิงสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบทักษะการคิดเชิงระบบ ระหว่างก่อนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้กระบวนการคิด เชิงคำนวณร่วมกับกระบวนการกลุ่มเทคนิค TAI เพื่อส่งเสริมความรู้เกี่ยวกับทักษะ การคิดเชิงระบบ และทักษะการคิดเชิงสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ผลการ เรียนรู้	จำนวน นักเรียน	คะแนน เต็ม	$\bar{X}$	S.D.	t	Sig.
ก่อนเรียน	23.00	30.00	16.09	2.11	27.61*	.000
หลังเรียน	23.00	30.00	26.13	1.77		

* มีระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

จากตารางที่ 3 ทักษะการคิดเชิงระบบของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่จัดการเรียนรู้ด้วยการจัดการ เรียนรู้กระบวนการคิดเชิงคำนวณร่วมกับกระบวนการกลุ่มเทคนิค TAI หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน มีความแตกต่าง กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 3

วัตถุประสงค์ที่ 2.3 ผลการวิจัยพบว่า ผลคะแนน/ร้อยละทักษะการคิดสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 23 คน โดยภาพรวมระหว่างเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิง คำนวณร่วมกับกระบวนการกลุ่มเทคนิค TAI เรื่อง การเขียนโปรแกรมอย่างง่าย จำนวน 7 แผนการจัดการเรียนรู้ ดังตารางที่ 4



ตารางที่ 4 ผลร้อยละทักษะการคิดเชิงสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

	ความคิดสร้างสรรค์				ร้อยละ	เกณฑ์ การผ่านการ ประเมิน ไม่น้อยกว่าร้อยละ 80
	ความคิดริเริ่ม	ความคิด	ความคิดยืดหยุ่น	ความคิด		
	21	21	21	21		
ค่าเฉลี่ยของนักเรียน	18	20	20	20	93.74	ผ่านเกณฑ์

จากตารางที่ 4 นักเรียนมีคะแนนไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 จำนวน 23 คน คิดเป็นร้อยละ 93.74

อภิปรายผลการวิจัย

1. ผลการหาค่าประสิทธิภาพแผนการจัดการเรียนรู้สาระเทคโนโลยี ด้วยการจัดการเรียนรู้กระบวนการคิดเชิงคำนวณร่วมกับกระบวนการกลุ่มเทคนิค TAI ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 พบว่า คะแนนกิจกรรมระหว่างเรียน (E_1) มีคะแนนเฉลี่ย ร้อยละ 89.28 และคะแนนแบบทดสอบหลังเรียน (E_2) มีคะแนนเฉลี่ย ร้อยละ 81.74 แสดงว่าการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้สาระเทคโนโลยี ด้วยการจัดการเรียนรู้กระบวนการคิดเชิงคำนวณร่วมกับกระบวนการกลุ่มเทคนิค TAI ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพ 89.28/81.74 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ทำให้นักเรียนสามารถปฏิบัติกิจกรรมร่วมกับผู้อื่นตามที่ได้รับมอบหมาย ศึกษา ทำงานร่วมกัน แลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างเพื่อนในกลุ่มรับผิดชอบและช่วยเหลือซึ่งกันและกันเพื่อความสำเร็จของกลุ่ม และสามารถสร้างสรรค์ชิ้นงานจากการวิเคราะห์ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอน จนสามารถปลูกฝังทักษะความสามารถในการคิด เพิ่มขีดความสามารถของผู้เรียนให้สูงขึ้น สอดคล้องกับผลการศึกษาของสมปอง สระหนองห้าง (2558) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคงทนในการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้ การงานอาชีพและเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประกอบการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การทำงานของคอมพิวเตอร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ประกอบการเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิค TAI มีประสิทธิภาพเท่ากับ 84.94/81.35 และนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การทำงานของคอมพิวเตอร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้ การงานอาชีพและเทคโนโลยี ประกอบการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เช่นเดียวกับสุพจน์ ลานนท์ (2557) ได้ศึกษาการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบร่วมมือด้วยเทคนิค TAI ร่วมกับวิธีการสอนแบบเปิดกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 สรุปผลการวิจัยได้ดังนี้ การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบร่วมมือด้วยเทคนิค TAI ร่วมกับวิธีการสอนแบบเปิดมีความเหมาะสม ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. ศึกษาผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้สาระเทคโนโลยี ด้วยการจัดการเรียนรู้กระบวนการคิดเชิงคำนวณร่วมกับกระบวนการกลุ่มเทคนิค TAI เพื่อส่งเสริมความรู้เกี่ยวกับทักษะการคิดเชิงระบบและทักษะการคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

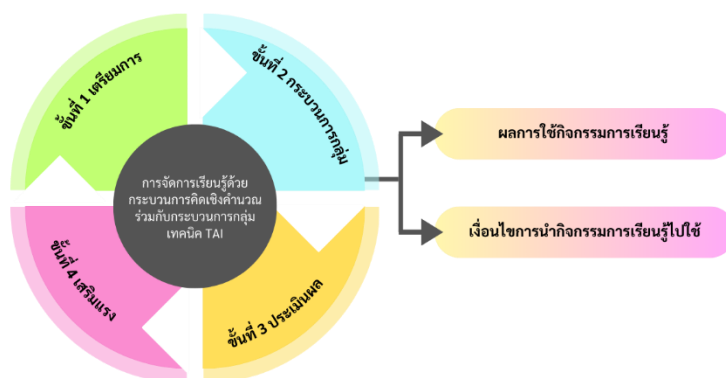


2.1 ผลการเปรียบเทียบผลการเรียนรู้สาระเทคโนโลยี ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่จัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงคำนวณร่วมกับกระบวนการกลุ่มเทคนิค TAI เพื่อส่งเสริมความรู้เกี่ยวกับทักษะการคิดเชิงระบบและทักษะการคิดเชิงสร้างสรรค์ พบว่า นักเรียนมีผลการเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้เป็นเพราะว่าการจัดการเรียนรู้กระบวนการคิดเชิงคำนวณร่วมกับกระบวนการกลุ่มเทคนิค TAI มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ทำงานร่วมกัน เพื่อให้ผู้เรียนได้ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ส่งเสริมความสามารถทางการคิดเพื่อการแก้ไขปัญหา โดยพิจารณาจากข้อมูลและรายละเอียดของปัญหา วิเคราะห์ และเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพและสร้างสรรค์อย่างเป็นลำดับขั้นตอนที่ชัดเจนร่วมกัน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของวนิดา เจาะจันทร์ (2557, หน้า 120-125) ที่พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI เรื่อง การวัดความยาว ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสอดคล้องกับงานวิจัยของภัทรลดา ประมาณพล (2560) ได้ศึกษาการพัฒนาชุดกิจกรรม เรื่อง จำนวนนับ และการบวก การลบ การหาร สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้เทคนิค TAI พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.2 ผลการเปรียบเทียบทักษะการคิดเชิงระบบ ก่อนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่จัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงคำนวณร่วมกับกระบวนการกลุ่มเทคนิค TAI เพื่อส่งเสริมความรู้เกี่ยวกับทักษะการคิดเชิงระบบและทักษะการคิดสร้างสรรค์ พบว่า นักเรียนมีทักษะการคิดเชิงระบบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้เป็นเพราะว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงคำนวณร่วมกับกระบวนการกลุ่มเทคนิค TAI สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีขั้นตอนการเรียนรู้ในแต่ละบทเรียน ส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดพิจารณาแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอน สอดคล้องกับจิรนนท์ ชาติชัยนันทน์ (2557, หน้า 240) ศึกษาการพัฒนาแบบการสอนเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงระบบของนักศึกษาสาธารณสุขศาสตร์ ได้รูปแบบการสอนเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงระบบของนักศึกษาสาธารณสุขศาสตร์ มีชื่อว่า “FIEDCDR Model” มี 8 ประกอบ ได้แก่ 1) หลักการเน้นที่การมองภาพรวมของปรากฏการณ์ที่เชื่อมโยงและสัมพันธ์กัน 2) วัตถุประสงค์ เพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงระบบของนักศึกษาสาธารณสุขศาสตร์ 3) กระบวนการจัดการเรียนรู้ ประสิทธิภาพของรูปแบบพบว่า นักศึกษามีทักษะการคิดเชิงระบบหลังการทดลองสูงกว่าก่อนทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.3 ผลการพัฒนาทักษะการคิดเชิงสร้างสรรค์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงคำนวณร่วมกับกระบวนการกลุ่มเทคนิค TAI พบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 23 คน ผ่านเกณฑ์การประเมิน โดยมีคะแนนไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 ทั้งนี้เป็นเพราะว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิดเชิงคำนวณร่วมกับกระบวนการกลุ่มเทคนิค TAI เสริมพลังในการคิดสร้างสรรค์ให้มากยิ่งขึ้นซึ่งองค์ประกอบหลักของความคิดเชิงสร้างสรรค์ มี 4 ด้าน คือ ความคิดริเริ่ม คือความคิดที่แปลกใหม่ ความคิดคล่องแคล่ว คือ ความคิดที่ไม่ซ้ำกันในเรื่องหนึ่ง ความคิดละเอียดลออ คือ ความคิดในรายละเอียดอธิบายภาพให้เห็นชัดเจน และความคิดยืดหยุ่น คือ ความสามารถในการดัดแปลงความรู้หรือประสบการณ์ให้เกิดได้หลาย ๆ ด้าน สอดคล้องกับงานวิจัยของจรัสพร บัวเรือง (2562) ได้ศึกษาผลการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ โดยการเรียนรู้แบบนำตนเอง ในวิชาคอมพิวเตอร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า นักเรียนมีคะแนนความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนทั้งหมดโดยภาพรวมของ 4 หน่วยการเรียนรู้ นักเรียนมีคะแนนไม่น้อยกว่าร้อยละ 80 ผ่านเกณฑ์การประเมิน จำนวน 23 คน คิดเป็นร้อยละ 100 โดยมีค่าคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 93.74

องค์ความรู้ใหม่จากการวิจัย



ภาพที่ 2 สรุปองค์ความรู้ในการวิจัย

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้กระบวนการคิดเชิงคำนวณร่วมกับกระบวนการกลุ่มเทคนิค TAI 1) ขั้นเตรียมการ 2) ขั้นกระบวนการกลุ่ม 2.1) กำหนดปัญหาที่ต้องการแก้ไขแบ่งปัญหาใหญ่ให้เป็นปัญหาย่อย 2.2) การคิดหารูปแบบ 2.3) การคิดเชิงนามธรรม 2.4) ออกแบบขั้นตอนวิธี 3) ขั้นประเมินผล 4) ขั้นเสริมแรงมีเงื่อนไขการนำกิจกรรมการเรียนรู้ไปใช้ ดังนี้

ครูผู้สอนศึกษาแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้กระบวนการคิดเชิงคำนวณร่วมกับกระบวนการกลุ่มเทคนิค TAI เพื่อส่งเสริมความรู้เกี่ยวกับทักษะการคิดเชิงระบบและทักษะการคิดเชิงสร้างสรรค์ ควรให้คำแนะนำควบคุมดูแล เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและลงมือปฏิบัติกิจกรรมตามบทบาทหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย อำนวยความสะดวก สรุปขั้นตอนที่ใช้ในการแก้ปัญหาหรือการทำงานต่าง ๆ ทำการทดสอบและอาจต้องซ่อมเสริมในส่วนที่ยังขาดตกบกพร่องให้กับผู้เรียน

นักเรียนสามารถปฏิบัติกิจกรรมร่วมกับผู้อื่นตามที่ได้รับมอบหมาย ศึกษา ทำงานร่วมกัน แลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างเพื่อนในกลุ่มรับผิดชอบและช่วยเหลือซึ่งกันและกันเพื่อความสำเร็จของกลุ่ม นักเรียนสามารถสร้างสรรค์ชิ้นงานจากการวิเคราะห์ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอน สรุปความรู้จากเนื้อหาที่เรียนได้

สรุป

การพัฒนาและหาประสิทธิภาพแผนการจัดการเรียนรู้สาระเทคโนโลยี ด้วยการจัดการเรียนรู้กระบวนการคิดเชิงคำนวณร่วมกับกระบวนการกลุ่มเทคนิค TAI ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้สาระเทคโนโลยีด้วยการจัดการเรียนรู้กระบวนการคิดเชิงคำนวณร่วมกับกระบวนการกลุ่มเทคนิค TAI ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีผลการเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน มีทักษะการคิดเชิงระบบหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน มีผลการพัฒนาทักษะการคิดเชิงสร้างสรรค์ ผ่านเกณฑ์การประเมินโดยมีคะแนนไม่น้อยกว่าร้อยละ 80



ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัย ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

1.1 ควรศึกษาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ซึ่งเนื้อหาที่ใช้เป็นการเขียนโปรแกรมอย่างง่ายบนโปรแกรม Scratch และควบคุมเวลาในการทำกิจกรรมของแต่ละแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

1.2 ในระหว่างดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ครูควรให้คำแนะนำ ควบคุมดูแล เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและลงมือปฏิบัติกิจกรรมตามบทบาทหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย รวมถึงการระดมสมอง การตั้งคำถาม วิเคราะห์ปัญหาการจัดระเบียบข้อมูล ออกแบบวิธีแก้ปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นตอน และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันระหว่างครูและนักเรียน

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 การจัดการเรียนรู้ในครั้งนี้ ดำเนินกิจกรรมโดยการสร้างประสบการณ์ผ่านกระบวนการกลุ่มซึ่งอาจมีบางขั้นตอนที่นักเรียนบางบุคคลไม่สามารถแสดงความสามารถของตนเองได้อย่างเต็มที่ ดังนั้นในการวิจัยครั้งต่อไป ควรมีการศึกษาแนวคิดในการออกแบบการจัดการเรียนรู้และสร้างประสบการณ์ให้นักเรียนได้ฝึกคิดและปฏิบัติการแก้ปัญหาด้วยตนเองเป็นรายบุคคล

2.2 ควรมีการศึกษาวิจัยการจัดการเรียนรู้กระบวนการคิดเชิงคำนวณร่วมกับกระบวนการกลุ่มเทคนิค TAI เรื่องอื่น ๆ ที่ยังไม่ได้ทำการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง 2560) หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- จรัสพร บัวเรือง. (2562). *การพัฒนาความคิดสร้างสรรค์โดยการเรียนรู้แบบนำตนเองวิชาคอมพิวเตอร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 (วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต)*. มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.
- จิรนนท์ ซาติชัยนานนท์. (2557). *การพัฒนารูปแบบการสอนเพื่อส่งเสริมทักษะการคิดเชิงระบบของนักศึกษาสาธารณสุขศาสตร์ (วิทยานิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต)*. มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- ทิตนา แคมมณี. (2554). *ศาสตร์การสอน องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ*. พิมพ์ครั้งที่ 21. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทิตนา แคมมณีและคณะ. (2545). *กระบวนการเรียนรู้: ความหมาย แนวทางการพัฒนา และปัญหาข้อใจ*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.).
- นิยม กิมนวรัตน์. (2559). *การพัฒนารูปแบบการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดเชิงระบบ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา (วิทยานิพนธ์การศึกษาดุษฎีบัณฑิต)*. มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ภัทรลดา ประมาณพล. (2560). *การพัฒนาชุดกิจกรรม เรื่อง จำนวนนับ และการบวก การลบ การหาร สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้เทคนิค TAI (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต)*. มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี.
- มนตรี แยมกสิกร. (2546). *การพัฒนารูปแบบการสอนเพื่อพัฒนากระบวนการคิดเชิงระบบของ นิสิตระดับปริญญาตรี สาขาเทคโนโลยีทางการศึกษา (วิทยานิพนธ์การศึกษาดุษฎีบัณฑิต)*. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.



- วนิดา เจะจันทร์. (2557). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI เรื่อง การวัดความยาวที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 (วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยบูรพา.
- วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์. (2554). นวัตกรรมเพื่อการเรียนรู้. พิมพ์ครั้งที่ 3. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ. (2562). หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ฉบับ อยุธยา. (หลักสูตรฯ 2551 ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560). พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพวิชาการ (พว.).
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี (วิทยาการคำนวณ) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สมบัติ กาญจนารักษ์. (2547). 29 เทคนิคการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลายการเรียนรู้แบบร่วมมือ. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: ธารอักษร.
- สมปอง สระหนองห้าง. (2558). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความคงทนในการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้ การงานอาชีพและเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ประกอบการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์.
- สุธาสนี สีแจ่ม. (2554). ผลของการจัดกิจกรรมส่งเสริมการใช้ห้องสมุดที่มีต่อการรู้สารสนเทศของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยขอนแก่น ระดับประถมศึกษา (วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- สุพจน์ สานนท์. (2557). การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสอนแบบร่วมมือด้วยเทคนิค TAI ร่วมกับวิธีการสอนแบบเปิดกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 (วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
- สุชาติ ผุดผ่อง. (2542). การวัดและการประเมินผลการเรียนวิชาคณิตศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 1. จันทบุรี: มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี.
- เสาวคนธ์ สกุลศรี. (2560). การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- อัจฉราวรรณ กัลป์ยานสิทธิ. (2561). หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีวิทยาการคำนวณ พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: แม็คเอ็ดดูเคชั่น.
- อาทิตยา ภูมิคอนสาร. (2560). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- Slavin, R. E. (1990). Cooperative Learning Models for the 3 R'S. *Journal of Educational leadership*, 47(4), 22-28.