

การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาเคมี โดยใช้วิธีการสอนแบบ STEM Education
ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงอภิปัญญาที่มีผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
การคิดอย่างมีวิจารณญาณและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
Development of activity Package learning based on Chemistry using STEM Education in conjunction
Metacognitive strategy affecting Scientific process skills, Critical thinking skills and
Learning achievements in Mathayom 6

พิมพร อุ้นแก้ว¹ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มารศรี กลางประพันธ์² ดร.สมเกียรติ พลละจิตต์³

Phimphon unkaew¹ Asst. Prof. Dr.Marsri Klangpraphan² Dr.Somkiat Palajit³

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อ 1) หาประสิทธิผลของชุดกิจกรรมการเรียนรู้และคู่มือครู 2) เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้และตามคู่มือครูระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน 3) เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนกับจิตวิทยาศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้และตามคู่มือครู 4) หาปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิธีการสอน 2 วิธีกับตัวแปรจิตวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ในครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสกลนคร เขต 23 จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 672 คน ซึ่งได้มาโดยวิธีการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชา เคมี โดยใช้วิธีการสอนแบบ STEM Education ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงอภิปัญญา 2) แบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ 3) แบบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 4) แบบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และ 5) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าดัชนีประสิทธิผล สถิติทดสอบค่าที การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมพหุคูณทางเดียว การวิเคราะห์ ความแปรปรวนร่วมทางเดียว และการวิเคราะห์แปรปรวนพหุคูณสองทาง ผลการวิจัยพบว่า

1. ค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.) ของชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชา เคมี โดยใช้วิธีการสอนแบบ STEM Education ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงอภิปัญญาและคู่มือครู เป็นไปตามเกณฑ์ดัชนีประสิทธิผล 0.70 และ 0.57 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้

คำสำคัญ: ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ STEM Education อภิปัญญา จิตวิทยาศาสตร์ ทักษะทางวิทยาศาสตร์ การคิดเชิงวิจารณญาณ ผลสัมฤทธิ์

¹ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและพัฒนาการศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

¹Master of Education Program in Research and Development for Education Sakon Nakhon Rajabhat University

²อาจารย์ประจำหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและพัฒนาการศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

²Course teacher in Education Program in Research and Development for Education Sakon Nakhon Rajabhat University

³ข้าราชการบำนาญ

³Pensioner

*ผู้ติดต่อ, อีเมล: พิมพร อุ้นแก้ว, phimphon.un@gmail.com

รับเมื่อ 3 มีนาคม 2564 แก้ไข 23 เมษายน 2564 ตอรับ 27 เมษายน 2564

2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการสอนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชา เคมี โดยวิธีการสอนแบบ STEM Education ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงอภิปัญญา และการตามคู่มือครู หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีจิตวิทยาศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ เมื่อได้รับการสอนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชา เคมี โดยวิธีการสอนแบบ STEM Education ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงอภิปัญญา และการสอนตามคู่มือครู ก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. ปฏิสัมพันธ์ (Interaction) ระหว่างตัวแปรวิธีการสอน 2 วิธีและตัวแปรจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ที่มีผลต่อค่าเฉลี่ยของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ABSTRACT

The purposes of this study were to 1) find out the effectiveness of the activity package learning and teacher manual 2) compare scientific process Skills, Critical thinking Skills And the Learning achievements of students being managed to learn with activity packages based and according to the teacher manual during before and after class 3) compare scientific process Skills, Critical thinking Skills And post-learning achievements with high, medium and low psychology of the students managed to learn with activity packages based and according to the teacher manual 4) find the interaction between teaching methods 2 methods with the psycho-scientific variables, the first semester, academic year 2561 of Triamudomsuksa School of The North East under Secondary Education Service Area Official 23. The instruments of this research were 1) activity packages based on Chemistry using Stem education in conjunction Metacognitive strategy method 2) the scale of Scientific mind, 3) the scale of Scientific process skills, 4) the scale of Critical thinking, 5) the Learning achievements test. The data analysis were mean, standard deviation, t-test for Dependent Samples, t-test for Independent Samples, One-Way ANOVA, One-Way MANCOVA, One-Way ANCOVA, One-Way MANOVA and Two-Way MANOVA.

The finding of the study were as follows:

1. The overall Index Efficiency Aactivity package learning Chemistry on STEM Education in conjunction Metacognitive strategy affecting scientific process Skills, Scientific process, Critical thinking Skills and Learning achievements equalled 0.70 and 0.57 Higher than the set standard.
2. The Scientific process skills, the Ccritical thinking Skills, and Learning achievements of the students in Mattayom 6 taught Aactivity package learning Chemistry on STEM Education method conjunction Metacognitive strategy and Teacher Manual were After studying, higher than before learning which before and after learning, the differences were statistically significant at the level of .05.
3. The Scientific process skills, the Critical thinking, and the Learning achievements of the students in Mattayom 6 which high, medium and low scale of Scientific mind, taught Activity package learning Chemistry on

STEM Education in conjunction Metacognitive strategy and Teacher Manual of Teaching Science and Technology before and after learning, the differences were statistically significant at the level of .05.

4. The interaction between teaching methods and scale of Scientific mind affecting the Scientific process skills, the critical thinking, and the learning achievements significantly differed at the level of .05.

Keywords: Activity package learning, STEM education, Metacognitive, Scientific mind, Scientific process skills, Critical thinking skills, Learning achievements

ภูมิหลัง

ในศตวรรษที่ 21 การจัดการกระบวนการเรียนรู้ เปลี่ยนบทบาทครูจากผู้บรรยายมาเป็นคณะครูร่วมกันออกแบบกิจกรรมในการจัดการกระบวนการเรียนรู้ ให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก ผู้วิจัยจึงได้ศึกษามิติวิธีการสอนที่ทันสมัยควบคู่ไปกับศึกษามิติของการคิด โดยพบว่าวิธีการสอนแบบ STEM Education คือ การสอนแบบบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชาระหว่างศาสตร์สาขาต่าง ๆ ได้แก่ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ โดยนำมาผสมผสานกันอย่างลงตัว เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ทุกแขนงมาใช้ในการแก้ปัญหา (พรทิพย์ ศิริภัทรราชย์, 2556, หน้า 50) ส่วนการศึกษามิติของการคิด พบว่า อภิปัญญา ซึ่งนำไปฝึกผู้เรียนเพื่อใช้ในการควบคุมความคิด ความสามารถในการกำกับควบคุมตนเองรวมถึงวางแผนประเมินและตรวจสอบวิธีการคาดคะเนคำตอบได้ล่วงหน้าในการแก้ปัญหา (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2553, หน้า 365) นอกจากการสอนแบบ STEM Education ควบคู่กับการใช้อภิปัญญาแล้ว ยังมีจิตวิทยาศาสตร์เข้ามาเกี่ยวข้องกับนักเรียนโดยตรง ปัญหา แสันทวี และคณะ (2551) กล่าวว่า จิตวิทยาศาสตร์เป็นความรู้สึกที่นักเรียนมีต่อการทำกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ด้วยกิจกรรมที่หลากหลาย ซึ่งจะส่งผลต่อการเรียนของนักเรียนทำให้นักเรียนสนใจการเรียนมากยิ่งขึ้น

จากรายงานสถิติผลการประเมินคุณภาพการศึกษาระดับชาติ (O-NET) ผู้วิจัยพบว่า สถิติผลการประเมินคุณภาพการศึกษาระดับชาติ (O-NET) ในมาตรฐาน ว 3.1 คือ นักเรียนต้องเข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและ แรงแยัดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค ซึ่งกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในระดับประเทศ ปีการศึกษา 2558, 2559 และ 2560 มีผลการประเมินเฉลี่ยร้อยละ 25.67, 28.65 และ 29.06 ตามลำดับ ส่วนผลการประเมินคุณภาพระดับชาติ ระดับสถานศึกษาของโรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีผลการประเมินในมาตรฐาน ว 3.1 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เฉลี่ยร้อยละ 25.49, 28.52 และ 31.39 ตามลำดับ (รายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินำพื้นฐาน (O-NET) ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2558, 2559, 2560 ฉบับที่ 2 ค่าสถิติแยกตามมาตรฐานการเรียนรู้สำหรับโรงเรียน) ซึ่งพบว่าในปีการศึกษา 2558 และ 2559 คะแนนเฉลี่ยยังต่ำกว่าระดับประเทศ จะเห็นได้ว่าคะแนนเฉลี่ยระดับโรงเรียนต่ำกว่าร้อยละ 50 จากผลการประเมินดังกล่าว สะท้อนให้เห็นว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของครูไม่สามารถพัฒนาให้นักเรียนมีความคิดและความรู้เป็นไปตามเป้าหมายที่ตั้งที่อดีตได้ (สิงห์สีโว, 2549, หน้า 4 – 5 อ้างอิงใน พันธ์ ทองปาน, 2558, หน้า 3) กล่าวว่าในส่วนของวิชาเคมี พบว่าหลักสูตรขาดการนำความรู้ไปใช้ในชีวิตจริง การสอนเคมีไม่สามารถกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจและเชื่อมโยงเนื้อหาวิชาเข้ากับชีวิตจริงได้ นักเรียนไม่เข้าใจโมเมนต์ในวิชาเคมี รวมทั้งกระบวนการแก้ปัญหาทางเคมี และไม่สามารถประยุกต์โมเมนต์ไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ กระบวนการแก้ปัญหานั้นต้องการให้ผู้เรียนสามารถใช้ทักษะการคิดขั้นสูงและเป็นกระบวนการสำคัญที่สุดในการเรียนเคมี ความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้และเมื่อพิจารณาถึงหัวข้อ ในวิชาเคมี พบว่า เรื่อง เคมีอินทรีย์ เป็นเรื่องหนึ่งที่มี

ความสำคัญและเป็นเรื่องที่น่าสนใจที่นักเรียนเข้าใจยาก โดยเฉพาะในส่วน ที่มีเนื้อหาของสาระเคมีรวมอยู่กับสาระชีววิทยา ที่จำเป็นต้องใช้ทักษะการคิดขั้นสูงในการแก้ปัญหา

จากเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงพัฒนาการเรียนการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เนื่องจาก เป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น ฝึกการตัดสินใจของผู้เรียน มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ด้วยตนเอง และผู้วิจัยสนใจที่จะนำรูปแบบการสอนแบบ STEM Education ซึ่งเป็นกระบวนการสอนแบบบูรณาการ ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีวิศวกรรม และคณิตศาสตร์ และรูปแบบการสอนโดยใช้กระบวนการคิดเชิงอภิปัญญา เป็นความสามารถของผู้เรียนในการตรวจสอบความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการคิดของตนเอง มีการวางแผน การจัดระบบความคิดของตนเอง และรู้ว่า จะใช้กลวิธีใดของการเรียนรู้จึงจะเหมาะสม รวมทั้งประเมินผล เพื่อตรวจสอบความก้าวหน้าของตนเอง อันจะนำไปสู่การบรรลุจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้ เป็นความรู้ที่เหนือกว่าระดับปัญญา ได้ใช้ทั้งสองวิธีการสอนเข้ามาจัดการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

คำถามการวิจัย

1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชา เคมี โดยวิธีการสอนแบบ STEM Education ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงอภิปัญญา และคู่มือครู มีดัชนีประสิทธิผลตามเกณฑ์ 0.5 หรือไม่ อย่างไร
2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการสอนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชา เคมี โดยวิธีการสอนแบบ STEM Education ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงอภิปัญญาและการสอนตามคู่มือครู หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร
3. จิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เมื่อได้รับการสอนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชา เคมี โดยวิธีการสอนแบบ STEM Education ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงอภิปัญญา และการสอนตามคู่มือครู มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร
4. การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชา เคมี โดยวิธีการสอนแบบ STEM Education ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงอภิปัญญาและการสอนตามคู่มือครู และตัวแปรจิตวิทยาศาสตร์ มีปฏิสัมพันธ์กัน ที่ส่งผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

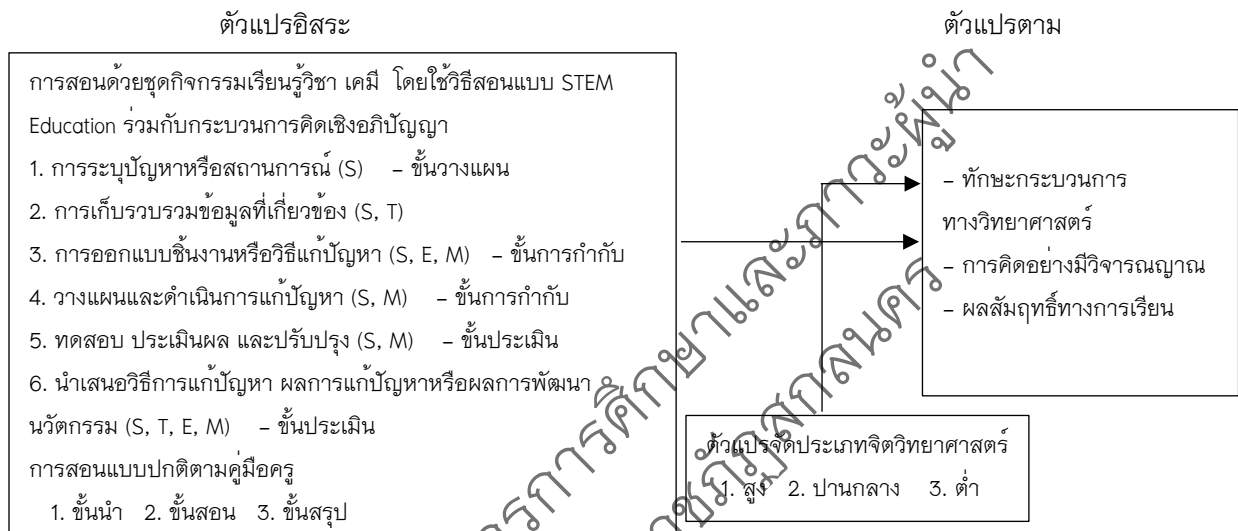
ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชา เคมี โดยวิธีการสอนแบบ STEM Education ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงอภิปัญญา และคู่มือครู มีดัชนีประสิทธิผล ตามเกณฑ์มาตรฐาน
2. เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการสอนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชา เคมี โดยวิธีการสอนแบบ STEM Education ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงอภิปัญญาและการสอนตามคู่มือครู ระหว่างก่อนเรียนหลังเรียน และความแตกต่างกันของวิธีการสอน
3. เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีจิตวิทยาศาสตร์สูง ปานกลางและต่ำ เมื่อได้รับการสอนด้วย

ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชา เคมี โดยวิธีการสอนแบบ STEM Education ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงอภิปัญญา และการสอนตามคู่มือครู

4. เพื่อศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ ด้านวิธีการสอน 2 วิธี คือ วิธีการสอนที่ใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชา เคมี โดยวิธีการสอนแบบ STEM Education ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงอภิปัญญาและการสอนตามคู่มือครู ตัวแปรจิตวิทยาศาสตร์ ที่ส่งผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

- ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสกลนคร เขต 23 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 4 ห้องเรียน มีนักเรียนทั้งหมด 144 คน
- กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาสกลนคร เขต 23 ปีการศึกษา 2561 จำนวน 72 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Random Sampling) ใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย 5 ชนิด ได้แก่

- ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชา เคมี โดยใช้วิธีการสอนแบบ STEM Education ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงอภิปัญญา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 11 ชุด ใช้เวลาเรียน ชุดละ 3 ชั่วโมง รวมเวลา 33 ชั่วโมง ซึ่งมีค่าความตรงของเนื้อหาทั้ง 5 ด้าน เฉลี่ยรวมทุกด้านเท่ากับ 4.7

2. แบบทดสอบวัดจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ซึ่งมีความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.79 มีความเชื่อถือได้สูง
3. แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ ซึ่งมีความตรงตามเนื้อหาที่มีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.8–1.00 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.78 มีความเชื่อถือได้สูง
4. แบบทดสอบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 48 ข้อ ซึ่งมีความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.98 เชื่อถือได้สูง
5. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เคมีอินทรีย์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เป็นแบบทดสอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ซึ่งค่าความตรงตามเนื้อหาที่มีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.8–1.00 และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.74 มีความเชื่อถือได้สูง

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ผู้วิจัยติดต่อขอหนังสือขอความอนุเคราะห์จากบัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ถึงผู้อำนวยการโรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 23 เพื่อขออนุญาตทดลองใช้เครื่องมือวิจัยและเก็บข้อมูลการวิจัย
2. ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้
 - 2.1 ทดสอบก่อนเรียน (Pre Test) กลุ่มทดลอง และกลุ่มปกติ ด้วยแบบทดสอบวัดจิตวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
 - 2.2 จัดกระบวนการเรียนรู้เรื่องเคมีอินทรีย์ วิชาเคมี ให้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ทั้ง 2 กลุ่มละ 33 ชั่วโมง ระหว่างวันที่ 16 พฤษภาคม 2561 ถึง 16 สิงหาคม 2561
 - 2.3 ทดสอบหลังเรียน (Post Test) กลุ่มทดลอง และกลุ่มปกติ ด้วยแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่อง เคมีอินทรีย์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 และนำผลคะแนนที่ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมด มาวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบตามสมมติฐานการวิจัยที่ตั้งไว้

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)
2. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์หาค่าคุณภาพเครื่องมือ ได้แก่ ค่าความตรง โดยสูตรดัชนีความสอดคล้อง (IOC) และค่าความเที่ยง (Reliability) โดยใช้สูตร KR-20 ของ Kudre–Richardson (IOC) ค่าความยากง่าย (Difficulty) เป็นรายข้อ และค่าอำนาจจำแนก (Discrimination)
3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน ได้แก่ 1) ดัชนีประสิทธิผล เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ t-test แบบ Dependent Samples เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 2) จิตวิทยาศาสตร์ (สูง ปานกลาง และต่ำ) ใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-Way ANOVA) ก่อนเรียนและหลังเรียน และการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมพหุคูณทางเดียว (One-Way MANCOVA) และ 3) การศึกษา

ปฏิสัมพันธ์ (Interaction) ระหว่างตัวแปรวิธีการสอนและตัวแปรจิตวิทยาศาสตร์ โดยใช้สถิติวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณสองทาง (Two-Way ANOVA)

สรุปผลการวิจัย

1. ค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.) ของชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชา เคมี โดยวิธีการสอนแบบ STEM Education ร่วมกับการกระบวนการคิดเชิงอภิปัญญาและคู่มือครู เป็นไปตามเกณฑ์ดัชนีประสิทธิผล 0.70 และ 0.57 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้
2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการสอนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชา เคมี โดยวิธีการสอนแบบ STEM Education ร่วมกับการกระบวนการคิดเชิงอภิปัญญา และการสอนตามคู่มือครู หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
3. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีจิตวิทยาศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ เมื่อได้รับการสอนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชาเคมี โดยวิธีการสอนแบบ STEM Education ร่วมกับการกระบวนการคิดเชิงอภิปัญญาและการสอนตามคู่มือครู แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
4. ตัวแปรวิธีการสอน 2 วิธีคือ การสอนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชา เคมี โดยวิธีการสอนแบบ STEM Education ร่วมกับการกระบวนการคิดเชิงอภิปัญญา และการสอนตามคู่มือครู ตัวแปรจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนซึ่งแบ่งเป็น 3 ระดับ คือ จิตวิทยาศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ มีปฏิสัมพันธ์กัน ส่งผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผลการวิจัย

1. ดัชนีประสิทธิผลของชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชา เคมี โดยวิธีการสอนแบบ STEM Education ร่วมกับการกระบวนการคิดเชิงอภิปัญญา ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีค่าเท่ากับ 0.70 และค่าดัชนีประสิทธิผลของการสอนตามคู่มือครู มีค่าเท่ากับ 0.57 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ .50 ขึ้นไป เนื่องจากชุดกิจกรรมการเรียนรู้นี้ ผู้วิจัยใช้รูปแบบชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับการเรียนที่ต้องแก้ปัญหาสถานการณ์ ไม่ว่าจะแก้ปัญหาคนเดียวหรือเป็นกลุ่ม เนื่องจากมีกิจกรรมให้นักเรียนเลือกแก้ปัญหาที่เหมาะสมและความถนัดของนักเรียนสอดคล้องกับ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2551, อ้างใน ศักดา พิมพ์แก้ว, 2552, หน้า 10 – 11) ทำให้ผู้เรียนได้ค้นพบการเรียนรู้ด้วยและเกิดการเรียนรู้ได้ดี ซึ่งผลการวิจัยเป็นไปในทิศทางเดียวกัน คือ นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน มีเจตคติทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และชุดกิจกรรมที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นมีค่าดัชนีประสิทธิผลเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ (กนกวลี แสงวิจิตรประชา, 2550, หน้า 91 – 92) เมื่อเปรียบเทียบค่าดัชนีประสิทธิผลของคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชา เคมี โดยวิธีการสอนแบบ STEM Education ร่วมกับการกระบวนการคิดเชิงอภิปัญญา จะมีค่าดัชนีประสิทธิผลสูงกว่านักเรียนที่เรียนแบบปกติตามคู่มือครู

2. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการสอนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชา เคมี โดยวิธีการสอนแบบ STEM Education ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงอภิปัญญา และการสอนตามคู่มือครู หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งก่อนเรียนและหลังเรียนแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน แสดงว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัย สร้างขึ้นและคู่มือครู สามารถพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และผลสัมฤทธิ์ การการเรียนรู้ ทั้งนี้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างมีขั้นตอนและมีการจัดการเรียนรู้ที่กระชับเข้าใจง่าย รู้จักการวางแผน การแก้ปัญหา การทดสอบปรับปรุงแก้ไข การคิดค้นหาแนวทางที่หลากหลาย เพื่อแก้ปัญหาหรือ สร้างสรรค์นวัตกรรมใหม่ (อภิสิทธิ์ ธงไชย, 2556, หน้า 35 – 36) ส่วนคู่มือครูได้รับการพัฒนาจากสถาบันส่งเสริมการ สอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้ดำเนินการสร้างคู่มือครู ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ซึ่งคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนที่ได้รับการสอนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชา เคมี โดยวิธีการสอนแบบ STEM Education ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงอภิปัญญา และการสอนตามคู่มือครู โดยมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อน เรียนและหลังเรียนไม่แตกต่างกัน แสดงว่า กระบวนการจัดการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดย ใช้ STEM Education โดยมนตรี จุฬาวัดนทล (2556, หน้า 16) กล่าวว่า สะเต็มศึกษาเป็นวิธีการจัดการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์ที่ฝึกให้ผู้เรียน รู้จักวิธีคิด การตั้งคำถาม แก้ปัญหา และสร้างทักษะการหาข้อมูล และการวิเคราะห์ เพื่อมุ่ง แก้ปัญหาสำคัญที่พบในชีวิตจริง ส่วนการคิดอย่างมีวิจารณญาณก่อนเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แสดงว่า นักเรียน มีพื้นฐานการคิดอย่างมีวิจารณญาณที่แตกต่างกัน ทั้งนี้เป็นผลเนื่องมาจาก การคิดอย่างมี วิจารณญาณ เป็นการแสดงออกทางด้านการคิด เป็นกระบวนการคิดที่ผู้คิดต้องคิดกว้าง คิดลึก คิดถูกทาง คิดชัดเจน คิดถูกต้อง อย่างมีเหตุผล การคิดอย่างมีวิจารณญาณมีความสัมพันธ์กับการคิดแก้ปัญหา และหลังเรียนไม่แตกต่างกัน แต่มีคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มปกติ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนไม่แตกต่างกัน ซึ่งหลังเรียน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งกลุ่มทดลองมีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มปกติ แสดงว่า ความรู้พื้นฐาน ของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่มนี้ไม่แตกต่างกัน แต่เมื่อเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชา เคมี โดยวิธีการสอนแบบ STEM Education ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงอภิปัญญาและเรียนตามคู่มือครู ทำให้คะแนนผลสัมฤทธิ์แตกต่างกัน โดยค่าเฉลี่ย ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชา เคมี โดยวิธีการสอนแบบ STEM Education ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงอภิปัญญาสูงกว่านักเรียนที่เรียนตามคู่มือครู ทั้งนี้เป็นผลเนื่องมาจากรูปแบบการ สอน STEM Education ร่วมกับอภิปัญญา ซึ่งจะมีขั้นตอนและมีการจัดการเรียนรู้ที่กระชับเข้าใจง่าย และขั้นตอนการ จัดการเรียนรู้เป็นกระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม ซึ่งเป็นกระบวนการที่จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจถึงการทำงานอย่างเป็น ขั้นตอน รู้จักการวางแผน การแก้ปัญหา ทำให้ผู้เรียนเห็นความสำคัญของการเรียนรู้ทฤษฎี และสามารถนำองค์ความรู้ จากศาสตร์ต่าง ๆ มาบูรณาการกันเพื่อแก้ปัญหาหรือสร้างสรรค์นวัตกรรมใหม่ (อภิสิทธิ์ ธงไชย, 2556, หน้า 35 – 36)

3. ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่มีจิตวิทยาศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ เมื่อได้รับการสอนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชา เคมี โดยวิธีการสอนแบบ STEM Education ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงอภิปัญญา โดยมีทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 พบว่า นักเรียนที่มีจิตวิทยาศาสตร์สูงจะมี ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีจิตวิทยาศาสตร์ต่ำ และนักเรียนที่มีจิตวิทยาศาสตร์ปานกลาง จะมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่มีจิตวิทยาศาสตร์ต่ำ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน พบว่า จะส่งผลดีมากที่สุด เมื่อนำไปสอนกับนักเรียนที่มีจิตวิทยาศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจาก นักเรียนที่มีจิตวิทยาศาสตร์สูง จะสามารถแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (สถาบันส่งเสริมการสอน

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2546, อ้างอิงใน ธวัชรัตน์ สีหاناจ, 2557 หน้า 20 – 21) และผู้วิจัยได้เสริมกระบวนการคิดเชิงอภิปัญญา เพื่อให้นักเรียนได้กำกับตนเองในกิจกรรมการคิด ตั้งแต่การเข้าสู่สถานการณ์ในการคิดจนกระทั่งสามารถบรรลุเป้าหมาย ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบย่อยซึ่งเป็นกิจกรรมทางการคิดคือ การวางแผน (planning) การกำกับ (monitoring) การประเมิน (evaluation) แก์ไช่ปรับปรุง (Flavell, 1979, pp. 103 – 110, อ้างอิงใน พันัส ทองปาน, 2558, หน้า 77) ส่วนการคิดอย่างมีวิจารณญาณไม่แตกต่างกัน แสดงว่าชุดกิจกรรมการเรียนรู้สามารถนำไปใช้ได้กับนักเรียนทั้งกลุ่มสูง ปานกลาง และกลุ่มต่ำ ตามลำดับเป็นวิธีสอนที่ดี เหมาะสมสำหรับนักเรียนที่มีจิตวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน เพราะผลที่ได้มีการพัฒนาตัวแปรเท่ากัน ทั้งนี้เพราะในชุดกิจกรรมการเรียนรู้ได้นำกระบวนการอภิปัญญาเข้ามาช่วยในเรื่อง การคิดเกี่ยวกับความคิดของตนเอง สามารถกำกับและควบคุมกระบวนการคิดของตนเอง (McGuire, 2003, unpagged อ้างอิงใน ศิริกัญญา ตรีครุฑ, 2550, หน้า 42) และเมื่อนักเรียนได้รับการสอนด้วยคู่มือครู มีการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน แสดงว่าคู่มือครูที่ทางสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนั้น เมื่อนำไปสอนกับนักเรียนที่มีจิตวิทยาศาสตร์จิตวิทยาศาสตร์ ปานกลาง และต่ำ ตามลำดับ จะเป็นวิธีสอนที่ดี เหมาะสมสำหรับนักเรียนที่มีจิตวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกัน เพราะผลที่ได้มีการพัฒนาตัวแปรเท่ากัน

4. ตัวแปรวิธีการสอนซึ่งมีอยู่ 2 วิธีคือ วิธีการสอนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชา เคมี โดยวิธีการสอนแบบ STEM Education ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงอภิปัญญา และวิธีการสอนตามคู่มือครู ตัวแปรจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนซึ่งแบ่งเป็น 3 ระดับ คือ จิตวิทยาศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ มีปฏิสัมพันธ์กัน ที่ส่งผลต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นั้นพบว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิชา เคมี โดยวิธีการสอนแบบ STEM Education ร่วมกับกระบวนการคิดเชิงอภิปัญญาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนั้น เมื่อนำไปใช้สอนกับนักเรียนที่มีจิตวิทยาศาสตร์สูง ปานกลาง และต่ำ ตามลำดับ และในกรณีกลุ่มปกติ คือ กลุ่มที่เรียนตามคู่มือครู พบว่า จะส่งผลดีกับนักเรียนที่มีจิตวิทยาศาสตร์สูง ต่ำ และปานกลางตามลำดับ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่า นักเรียนกลุ่มที่มีจิตวิทยาศาสตร์สูงของทั้งสองกลุ่มจะสามารถแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2546, อ้างอิงใน ธวัชรัตน์ สีหاناจ, 2557, หน้า 20 – 21) ดังงานวิจัยของวรรณธนะ ปัตษา (2559, หน้า 830) ได้ทำการวิจัยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติกลุ่มตัวอย่าง ผลการวิจัยพบว่า (1) กลุ่มนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์สามารถออกแบบจัดกระบวนการเรียนรู้ที่นำการสอนแบบ STEM Education ขึ้นตอนการสอนแบบ STEM Education เป็นการระบุปัญหาหรือสถานการณ์ เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องนำมาออกแบบชิ้นงานหรือวิธีแก้ปัญหา วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหา เพื่อใช้ทดสอบ ประเมินผล และปรับปรุง นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา ผลการแก้ปัญหาหรือผลการพัฒนานวัตกรรมได้ชัดเจนขึ้น จึงเหมาะสมกับการสอนวิทยาศาสตร์ เพื่อพัฒนาทักษะทางวิทยาศาสตร์ และการคิดได้เป็นอย่างดี

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัย ครั้งต่อไป

ควรมีการวิจัยโดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบ STEM Education และการคิดเชิงอภิปัญญา โดยบูรณาการเข้ากับวิธีการสอนแบบอื่น ๆ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาอื่น ๆ และตัวแปรด้านการคิดแบบอื่น เช่น การคิดสร้างสรรค์ การคิดวิเคราะห์ การคิดเชิงระบบ การคิดแก้ปัญหา เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

- กนกวลี แสงวิจิตรประชา. (2550). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามกระบวนการสืบเสาะหาความรู้วิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง หน่วยของชีวิตและชีวิตพืช สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2553). การจัดการเรียนรู้แนวใหม่. นนทบุรี: สหมิตรพรินต์ติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง.
- ธวัชรัตน์ สีหานาจ. (2557). การพัฒนาแบบวัดจิตวิทยาสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 8 จังหวัดกาญจนบุรี. วิทยานิพนธ์ ค.ม. กาญจนบุรี: มหาวิทยาลัยราชภัฏกาญจนบุรี.
- ปัญญา แสนทวิ และคณะ. (2551). หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต ม. 4 – 6. กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิช.
- พนัส ทองปาน. (2558). การพัฒนาชุดกิจกรรมวงจรกิจกรรมเรียนรู้แบบ XE ทวนการคิดเชิงอภิปัญญา ร่วมกับเทคนิค STAD และชุดกิจกรรมวงจรกิจกรรมเรียนรู้แบบ 5E ที่มีต่อการคิดแก้ปัญหาวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ ค.ม. สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- พรทิพย์ ศิริภัทรราชย์. (2556). STEM Education กับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21. วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 33(2), 50 – 55.
- มนตรี จุฬาวัดทนทล. (2556). สะเต็มศึกษาประเทศไทยและพุทธสะเต็ม, นิตยสาร สสวท., 42(185), 14 – 16.
- วรรณธนะ บัดชา. (2559). ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เรื่อง อัตราส่วนตรีโกณมิติ. วารสารสาขามนุษยศาสตร์ สังคมศาสตร์และศิลปะ, 9(3), 830 – 839.
- ศักดิ์ พิภพแก้ว. (2552). การสร้างชุดกิจกรรมกลุ่มสาระสุขศึกษาและพลศึกษา เรื่อง ครอบครัว และเพศศึกษาสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. อุตรดิตถ์: บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์.
- ศิริกัญญา ดรครุฑม. (2550). การเปรียบเทียบผลการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น โดยใช้เทคนิคการรูคิดและการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ชั้น ที่มีต่อแนวคิดเลือกเกี่ยวกับมโนคติพิลึกพลังงานพลังงานและโมเมนตัมและเจตคติเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีผลการเรียนต่างกัน. วิทยานิพนธ์ ศษ.ม. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- อภิสิทธิ์ ธงไชย. (2556). เทคโนโลยีและวิศวกรรมคืออะไรในสะเต็มศึกษา, นิตยสาร สสวท., 42(185), 35 – 37.