

การพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ
5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิค TAI ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4
**The Development of Grade 4 Students' Analytical Thinking Ability
through 5E's Learning Activities and TAI Technique**

อนุดรา อินทสอน และ ดุจเดือน ไชยพิชิต

มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

Anutra Ainthason and Dudduan Chaipichit

Northeastern University, Thailand

Corresponding Author, E-mail : fanganutra14@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิค TAI ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ให้มีคะแนนเฉลี่ยไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด 2) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิค TAI เป็นการวิจัยแบบการทดลองขั้นต้น (Pre-Experimental Design) โดยเป็นการทดลองแบบ One shot Case Study กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/5 โรงเรียนวรราชวิทยา ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 39 คน โดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ (1) แผนการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ทศนิยม ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิค TAI จำนวน 5 แผน (2) แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่อง ทศนิยม ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิค TAI แบบทดสอบเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ (3) แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิค TAI เป็นแบบมาตราประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 15 ข้อ และวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยพบว่า

1. ผลการทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิค TAI ในภาพรวมพบว่า นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์เฉลี่ยเท่ากับ 32.12 คิดเป็นร้อยละ 80.32 และมีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 34 คน คิดเป็นร้อยละ 87.17 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

2. ผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิค TAI พบว่า 1) ด้านครูผู้สอนมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.82$, S.D. = 0.34) 2) ด้านสภาพแวดล้อมทางการเรียนมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.85$, S.D. = 0.32) 3) ด้านการจัดการเรียนการสอนมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.89$, S.D. = 0.29) 4) ด้านสื่อการเรียนรู้มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.83$, S.D. = 0.22) 5) ด้านการวัดและประเมินผลมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.92$, S.D. = 0.31)

คำสำคัญ: ความสามารถในการคิดวิเคราะห์; การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น (5E); เทคนิค TAI

Abstracts

The objectives of this study were 1) to develop grade 4th students' analytical thinking ability through 5E's Learning Activities and TAI Technique in order that the students made a mean achievement score of 70% or better and that at least 70% of the student group passed the criterion and 2) to study grade 4th students' satisfaction with the 5E's learning activities together with TAI Technique. The study applied the One-Shot Case Study Model for the experiment. The sample group consisted of 39 grade 4th students in Classroom No. 4/5 at Woraraj Wittaya School who were purposively selected during the second semester of the 2020 academic year. The school is under the Office of Private Education Promotion Board. Research instruments included 1) 5 lesson plans on the mathematics subject of the decimal system based on the 5E's Learning Activities and TAI Technique which took 10 instructional periods to complete, 2) a 40-item objective learning achievement test on the analytical thinking ability and 3) a questionnaire for eliciting the students' opinions about the learning activities based on the 5E's Learning together with TAI Technique. The questionnaire consisted of 15 items with a 5-level rating scale. The collected data were analyzed by means of percentage, arithmetic mean and standard deviation.

The findings show that:

1. The students made a mean learning achievement score of 32.12 or 80.32% of the full marks in analytical thinking ability, and 34 students or 87.17% of the sample group passed the 70% criterion which is higher than the prescribed criterion,

2. The students' satisfaction with the learning activities based on the 5E's Learning and the TAI Technique, overall, was ranked at "the highest" level. However, when each of the 5 aspects was scrutinized separately, it was found that the aspect of measurement and evaluation was ranked "the highest" level ($\bar{X} = 4.92$, S.D. = 0.34), the learning activities was ranked "the highest" level ($\bar{X} = 4.89$, S.D. = 0.32), the learning atmosphere was ranked "the highest" level ($\bar{X} = 4.85$, S.D. = 0.29), the instructional media was ranked "the highest" level ($\bar{X} = 4.83$, S.D. = 0.22), and the teacher's action was also ranked "the highest" level ($\bar{X} = 4.82$, S.D. = 0.31).

Keywords: Analytical Thinking Ability; 5E's Learning Activities; TAI Technique

บทนำ

การจัดการศึกษาในศตวรรษที่ 21 ที่ส่งผลต่อการดำเนินชีวิตการเรียนรู้ในกลุ่มสาระวิชา (Content หรือ Subject matter) ควรเป็นการเรียนจากการค้นคว้าด้วยตนเองของศิษย์ โดยมีครูเป็นผู้แนะนำ และช่วยออกแบบกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักเรียนแต่ละคนสามารถประเมินความก้าวหน้าการเรียนรู้ของตนเองได้ โดยเน้นที่องค์ความรู้ ทักษะความเชี่ยวชาญ และสมรรถนะที่เกิดขึ้นกับตัวผู้เรียน (วิจารณ์ พานิช, 2555 : 24) สอดคล้องกับเจตนารมณ์ของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดีมีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อและประกอบอาชีพ ผู้เรียนต้องมีความรู้อันเป็นสากล และมีความสามารถในการสื่อสารการคิดแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยี และมีทักษะชีวิต เพื่อนำไปสู่การสร้างสรรค์ความรู้เพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560 : 24)

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคน ซึ่งเป็นกำลังของชาติให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งทางร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกความเป็นพลเมืองไทย และเป็นพลโลก ยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีความรู้และทักษะพื้นฐานรวมทั้งเจตคติที่จำเป็นต่อการศึกษา การประกอบอาชีพและการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่าทุกคนสามารถ เรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ตามศักยภาพ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานได้กำหนดให้สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โดยมุ่งให้เยาวชนทุกคนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่องตามศักยภาพ นำความรู้ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาการดำเนินชีวิตและศึกษา การมีเหตุผล มีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ พัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบ และสร้างสรรค์โดยกำหนดสาระ หลักที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคน ดังนี้ จำนวนและการดำเนินการ การวัด เรขาคณิต พีชคณิต การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น ทักษะ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560 : 43) ซึ่งตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 จัดทำขึ้นโดยคำนึงถึงการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เป็นสำคัญ คือการเตรียมผู้เรียนให้มีทักษะด้านการคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การแก้ปัญหา การคิดสร้างสรรค์ การใช้เทคโนโลยี การสื่อสารและการร่วมมือ ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนรู้เท่าทัน การเปลี่ยนแปลงของระบบเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม และสภาพแวดล้อม สามารถแข่งขันและอยู่ร่วมกับประชาคมโลกได้ ทั้งนี้การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ประสบความสำเร็จนั้น จะต้องเตรียมผู้เรียนให้มีความพร้อมที่จะเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ พร้อมทั้งประกอบอาชีพเมื่อจบการศึกษา หรือสามารถศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น ดังนั้นสถานศึกษาควรจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมตามศักยภาพของผู้เรียน (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560 : 34-37)

สภาพปัจจุบันการสอนคณิตศาสตร์ในโรงเรียนนรรราชสีมา สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน จากผลรายงานการทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ประจำปีการศึกษา 2560 – 2561 พบว่า คะแนนเฉลี่ยรายวิชาคณิตศาสตร์ ระดับประเทศ เฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 37.12 และ 37.50 ในส่วนของระดับโรงเรียนนรรราชสีมา อำเภอสว่างพูน จังหวัดเลย ปีการศึกษา 2560 – 2561 โดยพบว่า คะแนนเฉลี่ยรายวิชาคณิตศาสตร์ เฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 34.98 และ 32.67 ซึ่งระดับคะแนนเฉลี่ยของโรงเรียนต่ำกว่าระดับประเทศ พิจารณาจากผลการทดสอบมีคะแนนลดลง ทั้งนี้อาจมีสาเหตุจากปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการคำตอบที่ชัดเจน คำถามทางคณิตศาสตร์ที่ต้องอาศัยไหวพริบ ความช่างคิด และความสามารถในกระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ขึ้นอยู่กับครูผู้สอนเป็นหลัก จึงมีการปรับเปลี่ยนให้ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางแทน จะทำให้ผู้เรียนมีการเรียนรู้ด้วยตัวเองมากขึ้น ทำให้เกิดทักษะการคิดวิเคราะห์และกระบวนการแก้ปัญหา การให้เหตุผลได้อย่างมีประสิทธิภาพ (โรงเรียนนรรราชสีมา, 2562 : 12)

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น (5E) เป็นแนวคิดจากนักการศึกษาในกลุ่ม BSCS (Biological Science Curriculum Study) ได้นำวิธีการสอนแบบ Inquiry มาใช้ในการพัฒนาหลักสูตรวิทยาศาสตร์ โดยเสนอขั้นตอนในการเรียนการสอนเป็น 5 ขั้นตอน เรียกว่า การเรียนการสอนแบบ Inquiry Cycle หรือ 5E ได้แก่ Engage, Explore Explain, Elaborate และ Evaluate เป็นรูปแบบกิจกรรมที่ช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาผลสัมฤทธิ์และพัฒนากระบวนการคิดวิเคราะห์ โดยเสนอขั้นตอนในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็น 5 ขั้นตอน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2550 : 31) ได้สร้างขั้นตอน ดังนี้ ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement Plane) เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนซึ่งอาจเกิดความสนใจ ความสงสัย จากเหตุการณ์ที่กำลังเกิดขึ้น เป็นการกระตุ้นให้เกิดความสนใจใฝ่รู้ นำไปสู่ประเด็นที่จะศึกษาค้นคว้าให้ชัดเจนยิ่งขึ้น ขั้นที่ 2 สำรวจและค้นหา (Exploration Plane) เป็นการทำความเข้าใจในประเด็นที่ศึกษาวิธีการศึกษา อาจเป็นการตรวจสอบ การทดลอง การปฏิบัติ การสืบค้นความรู้ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลอย่างพอเพียงในการที่จะใช้ในขั้นต่อไป ขั้นที่ 3 อธิบายและลงข้อสรุป (Explanation Plane) เป็นการนำข้อมูลข้อสนเทศที่ได้มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอในรูปแบบของภาพวาด ตาราง แผนภูมิ การค้นพบในขั้นนี้อาจเป็นการสนับสนุนหรือโต้แย้งสมมติฐานก็ได้ ผลที่ได้สามารถสร้างความรู้และปฏิกิริยาให้เกิดการเรียนรู้ได้ ขั้นที่ 4 ขยายความรู้ (Elaboration Plane) เป็นการนำความรู้ที่สร้างขึ้นไปเชื่อมโยงกับความรู้เดิม หรือแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติม หรือนำข้อสรุปไปอธิบายสถานการณ์เหตุการณ์ต่าง ๆ ทำให้เกิดความรู้ที่กว้างขึ้น ขั้นที่ 5 ประเมิน (Evaluation Plane) เป็นการประเมินการเรียนรู้ด้วยกระบวนการต่าง ๆ ว่ามีความรู้อะไรบ้าง รู้มากน้อยเพียงใดและนำไปประยุกต์ความรู้สู่เรื่องอื่น ๆ การสอนอีกรูปแบบหนึ่งที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดความคิด และลงมือเสาะแสวงหาความรู้ เพื่อนำมาประมวลหาคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเองโดยการที่ครูผู้สอนช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ในด้านต่าง ๆ ให้แก่ผู้เรียน เช่น ในด้านการสืบค้นหาแหล่งความรู้ การศึกษาข้อมูล การ

วิเคราะห์ การสรุปข้อมูล การอภิปรายโต้แย้งทางวิชาการ และการทำงานร่วมกับผู้อื่น (ทศนา แหมมณี, 2545 : 56)

การเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค TAI (Team Assisted Individualization) เป็นเทคนิคการจัดการเรียนรู้ที่ผสมผสานระหว่างการเรียนแบบร่วมมือ (**Cooperative learning**) ลักษณะเพื่อนช่วยเพื่อน และการสอนรายบุคคล (**Individualized Instruction**) เข้าด้วยกัน โดยให้นักเรียนทำการศึกษาและเรียนรู้ร่วมกัน ช่วยกันดำเนินการเรียนและมีการตรวจสอบร่วมกัน มีการร่วมมือช่วยเหลือกันเพื่อบรรลุเป้าหมายของการเรียน (Slavin, 1990, อ้างถึงใน วลัย เลื่อนภักดี, 2554 : 54) การเรียนแบบกลุ่มร่วมมือ TAI เป็นอีกวิธีหนึ่งซึ่งเป็นการเรียนแบบร่วมมือที่ผสมผสาน ระหว่างการเรียนแบบร่วมมือกับการเรียนรายบุคคล กระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจที่จะเรียน ประหยัดเวลาทั้งผู้เรียนและผู้สอน และยังช่วยส่งเสริมความร่วมมือในการทำงาน ซึ่งจะเกิดผลดีต่อผู้เรียนและผู้สอน (สุริพร ศิรินามมนตรี, 2552 : 23-34) การเรียนแบบกลุ่มร่วมมือสามารถนำมาใช้กับการเรียนทุกวิชาและทุกระดับชั้นและจะมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นกับกิจกรรมการเรียนรู้ที่มุ่งพัฒนาผู้เรียนในด้าน การแก้ปัญหา การกำหนดเป้าหมายในการเรียนรู้ การคิดแบบหลากหลาย การปฏิบัติภารกิจที่ซับซ้อน การเน้นคุณธรรม จริยธรรม การเสริมสร้างประชาธิปไตยในชั้นเรียน ทักษะทางสังคม นักเรียนมีความพึงพอใจต่อชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค TAI (ธนาภรณ์ โคตรนารา, 2556) ซึ่งสอดคล้องกับ สลาบิน (Slavin, 1995 อ้างถึงใน สุริพร ศิรินามมนตรี, 2552 : 78) สรุปข้อดีของการสอนแบบกลุ่มร่วมมือกันเรียนรู้ (**Teams Assisted Individualization**) หรือ TAI ดังนี้ (1) ช่วยให้เกิดแรงจูงใจและกระตุ้นให้ผู้เรียนได้เรียนตามความสามารถของตนเอง (2) ส่งเสริมและกระตุ้นให้เกิดความช่วยเหลือ (3) แก้ปัญหาเด็กก่อนในห้องเรียนได้ (4) สนองความสามารถและความแตกต่างระหว่างบุคคลได้เป็นอย่างดีเด็กที่เรียนช้า มีเวลาศึกษาและฝึกฝนเรื่องที่ไม่ว่างใจมากขึ้นและเด็กที่เรียนเร็วใช้เวลาศึกษาน้อย (5) ช่วยให้เกิดการยอมรับในกลุ่ม โดยเด็กเก่งยอมรับเด็กก่อนและเด็กก่อนเห็นคุณค่าของเด็กเก่ง (6) ช่วยแบ่งเบาภาระของครูทำให้ครูมีเวลาสร้างสรรค์งานสอน ปรับปรุงการสอนมากขึ้น (7) ปลุกฝังนิสัยที่ดีในการอยู่ร่วมกันในสังคม (8) เสริมแรงให้เกิดขึ้น ทั้งรายกลุ่มและรายบุคคล

การคิดวิเคราะห์ (Analytical Thinking) เป็นธรรมชาติของคนที่มีความคิด ตรึกตรองอย่างละเอียด ใช้ความรู้ความคิดในการแก้ปัญหา นำไปสู่ข้อสรุปอย่างมีเหตุผล การคิดเป็นพื้นฐานสำคัญของผู้เรียนที่มีสติปัญญาดี เพราะทักษะกระบวนการในการคิด ทำให้ผู้เรียนเก่งและมีความสามารถในการคิด การเรียนรู้ก็จะมีมากขึ้น (สุวัฒน์ วิวัฒนานนท์, 2552 : 56) กล่าวว่า คุณลักษณะการคิดวิเคราะห์เป็นสิ่งที่สามารถพัฒนาได้ จึงต้องฝึกฝนพัฒนา เพื่อทำให้ผู้เรียนมองปัญหาได้ละเอียดยิ่งขึ้น ประเมินค่าได้อย่างมีเหตุผล มีความคิดรวบยอด เพื่อนำไปสู่การตัดสินใจแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้อย่างถูกต้องเหมาะสม ปัจจุบันนักเรียนไทยกำลังประสบปัญหาในการพัฒนา กระบวนการคิดวิเคราะห์ ซึ่งจะต้องได้รับการแก้ไขอย่างเร่งด่วน ปัญหาดังกล่าวเกิดจากการจัดการเรียนรู้ของครูในปัจจุบันไม่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนากิจกรรมการคิดวิเคราะห์เพราะยังเน้น

การให้ความรู้แบบครูคอยป้อน ด้วยการให้ผู้เรียนจำ ทำ ใช้ มากกว่าการสร้างและพัฒนาการสอนของครูส่วนใหญ่ยังมีลักษณะการให้ความรู้มากกว่าการส่งเสริมให้ผู้เรียนได้คิดอย่างมีเหตุผล รู้จักคิด วิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ แก้ปัญหา รู้จักวิธีแสวงหาความรู้และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง จะเห็นได้จากรายงานผลการประเมินภายนอก ของสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (สมศ.) ที่พบว่า ภาพรวมระดับประเทศ มาตรฐานที่มีผลการประเมินต่ำที่สุดหรือมาตรฐานที่เป็นปัญหามากที่สุด คือ มาตรฐานด้านผู้เรียน มาตรฐานที่ 4 (ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ มีวิจารณญาณ มีความคิดสร้างสรรค์ คิดไตร่ตรองและมีวิสัยทัศน์) กล่าวคือ ผลการประเมินสถานศึกษาชั้นพื้นฐานส่วนใหญ่อยู่ในระดับปรับปรุง มีสถานศึกษาชั้นพื้นฐานที่ได้ระดับดี คิดเป็นร้อยละ 10.4 (สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (สมศ., 2546 : 42) จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการคิดวิเคราะห์ เช่น พิชิตทองล้าน (2553 : 154) ได้ศึกษารูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ที่เน้นกระบวนการคิดวิเคราะห์ พบว่า เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติและสำรวจค้นหาความรู้ด้วยตนเอง มีกิจกรรมกลุ่มที่เปิดโอกาสให้แสดงความคิดเห็น เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ และช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการพัฒนาทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ และกระบวนการคิดวิเคราะห์

จากความสำคัญและปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีความจำเป็นในการพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เพื่อเป็นการพัฒนาและส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนและเป็นความต้องการของสถานศึกษา โดยการจัดทำวิจัยเรื่องการพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิค TAI ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิค TAI ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ให้มีคะแนนเฉลี่ยไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด
2. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิค TAI

ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยครั้งนี้จะดำเนินการตามแบบแผนการทดลองขั้นต้น (Pre-Experimental Design) โดยเป็นการทดลองแบบ One shot Case Study โดยมีลักษณะการวิจัย ดังนี้

Treatment	Post-test
X	O

กำหนดให้

X แทน การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิค TAI

O แทน 1) ความสามารถในการคิดวิเคราะห์
และ 2) ความพึงพอใจ ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิค TAI

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนนวมราชวิทยา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 7 ห้อง รวม 276 คน

1.2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/5 โรงเรียนนวมราชวิทยา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการศึกษาเอกชน ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 39 คน ซึ่งได้มาโดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

2. เครื่องมือการวิจัย ได้แก่

2.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิค TAI ชื่อหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ทศนิยม จำนวน 1 หน่วยการเรียนรู้ แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิค TAI จำนวน 5 แผน แผนละ 2 ชั่วโมง รวมเวลา 10 ชั่วโมง

2.2 แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนโรงเรียนนวมราชวิทยา ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/5 เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ

2.3 แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 (5E) ร่วมกับเทคนิค TAI เป็นแบบมาตราประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 15 ข้อ

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัยมีขั้นตอนในการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

3.1 ปฐมนิเทศนักเรียนกลุ่มเป้าหมายเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาคณิตศาสตร์

3.2 ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 5 แผน เวลา 10 ชั่วโมง

3.3 เมื่อเรียนเนื้อหาครบทั้งหลักสูตรแล้ว ดำเนินการทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ทศนิยม ซึ่งเป็นข้อสอบแบบปรนัย ประกอบด้วย คำถามที่เป็นโจทย์ปัญหา จำนวน 40 ข้อ

3.4 ประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิค TAI โดยใช้แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิค TAI เป็นแบบมาตราประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 15 ข้อ

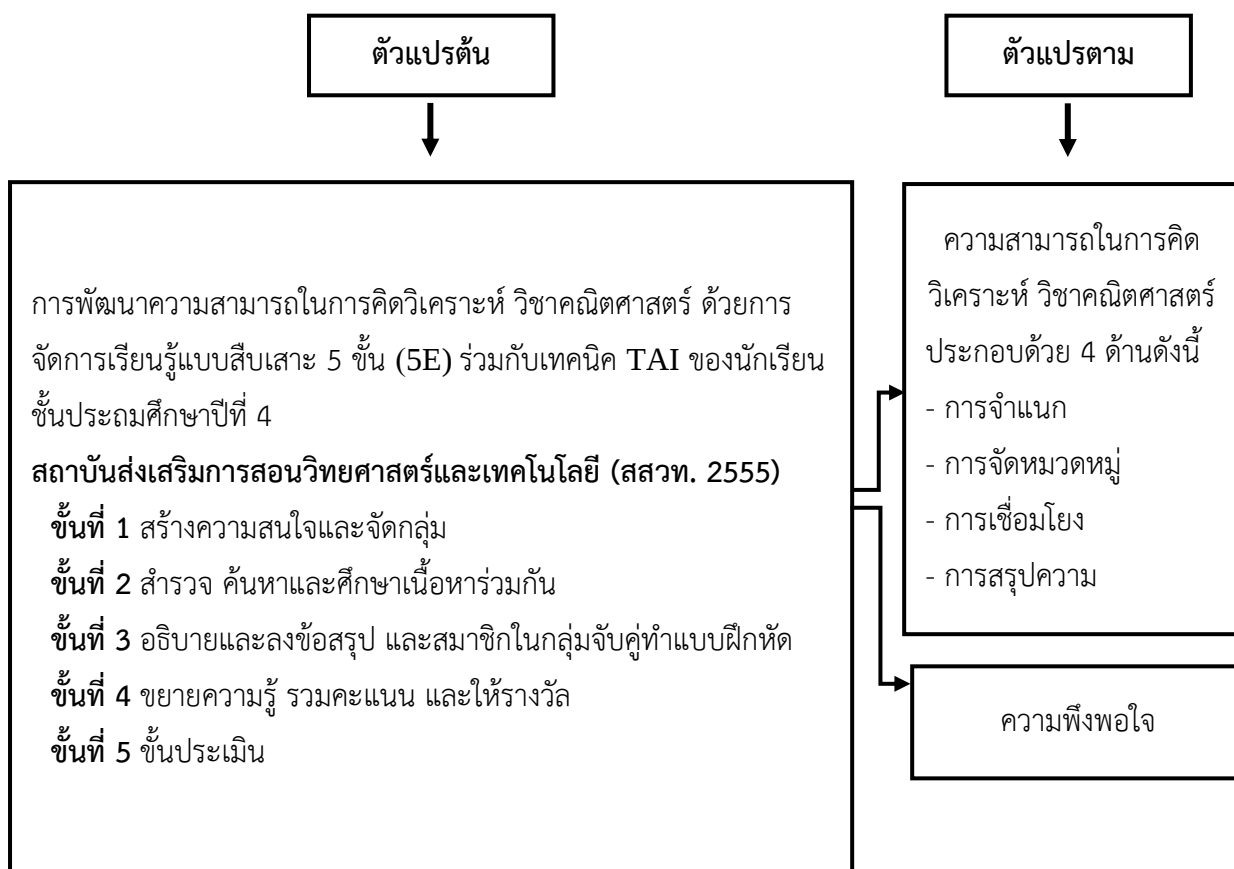
4. การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนนำคะแนนที่ได้จากการทดสอบวัดทักษะปฏิบัติของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิค TAI นำมาวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติพื้นฐาน คือ ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ร้อยละ (Percentage) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด คือนักเรียนมีคะแนนความสามารถสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของนักเรียนทั้งหมด

4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิค TAI นำผลที่ได้จากการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิค TAI มาวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติพื้นฐาน คือ ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ร้อยละ (Percentage) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และสรุปผลการประเมิน

กรอบแนวคิดในการวิจัย

ผู้วิจัยได้ศึกษาวิธีการในการวิจัยในครั้งนี้ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิค TAI เพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4



แผนภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ผลการวิจัย

1. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ((5E) ร่วมกับเทคนิค TAI ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ให้มีคะแนนเฉลี่ยไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด พบว่า ผลการทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิค TAI ในภาพรวมพบว่า นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์เฉลี่ยเท่ากับ 32.12 คิดเป็นร้อยละ 80.32 และมีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 34 คน คิดเป็นร้อยละ 87.17 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

ตารางที่ 1 สรุปผลการทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิค TAI ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

รายการ ประเมิน	คะแนน เต็ม	คะแนน เฉลี่ย	ร้อยละ	ส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน	จำนวนที่ผ่าน		จำนวนที่ไม่ผ่าน	
					เกณฑ์	คน	ร้อยละ	ผ่านเกณฑ์
ความสามารถ ในการคิด วิเคราะห์	40	32.12	80.32	7.32	34	87.17	5	12.82

2. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิค TAI พบว่า ผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิค TAI พบว่า 1) ด้านครูผู้สอนมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.82$, S.D. = 0.34) 2) ด้านสภาพแวดล้อมทางการเรียนมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.85$, S.D. = 0.32) 3) ด้านการจัดการเรียนการสอนมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.89$, S.D. = 0.29) 4) ด้านสื่อการเรียนรูมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.83$, S.D. = 0.22) 5) ด้านการวัดและประเมินผลมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.92$, S.D. = 0.31)

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิค TAI

ข้อ	รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
1. ด้านครูผู้สอน				
1.1	ครูอธิบายสิ่งที่นักเรียนต้องรู้ก่อนการเริ่มเรียน	4.61	0.49	มากที่สุด
1.2	ครูสอนเนื้อหาตรงตามวัตถุประสงค์	4.97	0.16	มากที่สุด
1.3	ครูมีคุณธรรมจริยธรรมและจิตสำนึกในความเป็นครู	4.79	0.4	มากที่สุด
1.4	ครูกระตุ้นให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นอย่างสร้างสรรค์	4.89	0.3	มากที่สุด

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิค TAI (ต่อ)

ข้อ	รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	แปลผล
2. ด้านสภาพแวดล้อมทางการเรียน				
2.1	ห้องเรียนมีอุปกรณ์การเรียน ที่เพียงพอต่อการใช้งานในการเรียน	4.79	0.4	มากที่สุด
2.2	ห้องเรียนมีการจัดโต๊ะเหมาะสมกับวิชาเรียนและเหมาะสมขณะทำกิจกรรมการเรียนรู้	4.97	0.4	มากที่สุด
2.3	ไม่มีสิ่งแวดล้อมภายนอกมารบกวนการเรียน	4.97	0.16	มากที่สุด
3. ด้านการจัดการเรียนการสอน				
3.1	ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าความรู้ในวิธีที่หลากหลาย	4.94	0.22	มากที่สุด
3.2	ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตลอดการเรียน	4.84	0.36	มากที่สุด
4. ด้านสื่อการเรียนรู้				
4.1	มีเทคโนโลยีสื่อการสอนประกอบการเรียนการสอน	4.53	0.5	มาก
4.2	สื่อการเรียนมีความหลากหลาย	4.97	0.16	มากที่สุด
4.3	สื่อการเรียนเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน	5	0	มากที่สุด
5. ด้านการวัดและประเมินผล				
5.1	ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการให้คะแนนชิ้นงาน	4.92	0.27	มากที่สุด
5.2	ครูแจ้งเกณฑ์และวิธีการให้คะแนนแต่ละแบบ	4.89	0.44	มากที่สุด
5.3	มีการวัดประเมินผลที่หลากหลาย	4.94	0.22	มากที่สุด
ภาพรวม		4.86	0.30	มากที่สุด

อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิค TAI ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนวรราชวิทยา สามารถนำมอภิปรายผลการวิจัย ดังนี้

1. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิค TAI ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ให้มีคะแนนเฉลี่ยไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด พบว่า ผลการทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับ

เทคนิค TAI ในภาพรวมพบว่า นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์เฉลี่ยเท่ากับ 32.12 คิดเป็นร้อยละ 80.32 และมีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 34 คน คิดเป็นร้อยละ 87.17 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

เมื่อพิจารณาเป็นความสามารถแต่ละด้าน พบว่าด้านที่ได้คะแนนสูงที่สุดคือ 4) การสรุปความ ที่เรียนรู้จากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ((5E) ร่วมกับเทคนิค TAI พบว่า ในภาพรวม นักเรียนมีความสามารถในการสรุปความ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 8.61 คิดเป็นร้อยละ 86.15 รองลงมาคือ 1) การจำแนก ในภาพรวมนักเรียนมีความสามารถในการจำแนก มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 8.02 คิดเป็นร้อยละ 80.25 และด้านที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ 3) การเชื่อมโยง พบว่า ในภาพรวมนักเรียนมีความสามารถในการเชื่อมโยง มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 7.69 คิดเป็นร้อยละ 76.92

เหตุที่เป็นเช่นนี้เพราะการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น (5E) การสอนที่เน้นกระบวนการ แสวงหาความรู้ ที่จะช่วยให้นักเรียนได้ค้นพบความจริงต่าง ๆ ด้วยตนเองให้นักเรียนได้มีประสบการณ์ตรงใน การเรียนรู้เนื้อหาวิชา ครูวิทยาศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการเตรียมสภาพแวดล้อมในการเรียนรู้ ศึกษาโครงสร้าง ของกระบวนการสอน การจัดลำดับเนื้อหาโดยครูทำหน้าที่คล้ายผู้ช่วย และนักเรียนทำหน้าที่คล้ายผู้จัดการวางแผนการเรียน นักเรียนเป็นผู้เริ่มต้นในการจัดการเรียนการสอนด้วยตนเอง มีความกระตือรือร้นที่จะศึกษาหา ความรู้ โดยวิธีการเช่นเดียวกับการทำงานของนักวิทยาศาสตร์ และเปลี่ยนแนวความคิดจากการเป็นผู้รับ ความรู้มาเป็นผู้แสวงหาความรู้และใช้ความรู้ (ภพ เลหาไพบุลย์, 2542 : 29) เช่นเดียวกับ (ทิตนา แคมมณี, 2545 : 67) ที่กล่าวว่า การดำเนินการเรียนการสอนโดยผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดคำถาม เกิดความคิดและลง มือแสวงหาความรู้ เพื่อนำมาประมวลหาคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเอง โดยที่ผู้สอนช่วยอำนวยความสะดวกใน การเรียนรู้ในด้านต่าง ๆ ให้แก่ผู้เรียน ผสมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI เป็นวิธีสอนที่ ผสมผสานระหว่างการเรียนแบบร่วมมือกับการเรียนรายบุคคลเหมาะสำหรับพัฒนาความสามารถหรือเพิ่ม อัตราเร็วในการเรียน การทำงานให้นักเรียนแต่ละคน ในขณะเดียวกันก็ฝึกให้เป็นคนรับผิดชอบ ให้พึ่งระลึกอยู่ เสมอว่าเป็นส่วนหนึ่งของกลุ่มคน สมาชิกแต่ละคนต้องดูแลช่วยเหลือซึ่งกันและกันเพื่อให้งานกลุ่มก้าวหน้าและ ทำให้กลุ่มได้รับรางวัล เนื่องจากรางวัลที่ครูให้เป็นรางวัลการพัฒนา นั่นคือ ถ้ากลุ่มใดมีคะแนนมากกว่าครั้ง ก่อน จะได้รับรางวัลทุกกลุ่มซึ่งสามารถกระตุ้นให้ร่วมมือกันเพื่อช่วยให้กลุ่มสำเร็จผลจะทำให้สมาชิกกลุ่ม ช่วยเหลือกันอย่งดีที่สุด ช่วยกันเขียนไม่ว่าจะเรียนเก่ง ฉลาดหรือเรียนไม่เก่งก็ตามเป็นการฝึกคุณลักษณะอัน พึงประสงค์ทั้งด้านความรับผิดชอบของตนเองและต่อกลุ่ม ฝึกการมีน้ำใจ ช่วยเหลือกันมีเมตตาต่อเพื่อนที่ เรียนอ่อนกว่า (ทิตนา แคมมณี, 2556 : 54) ซึ่งกระบวนการคิดวิเคราะห์คือกระบวนการทางความคิดที่ให้ผู้เรียนคิดอย่างมีระบบและมีเหตุผลเข้าใจต้นเหตุของปรากฏการณ์ในชีวิตและผลกระทบที่จะได้รับตามหลัก วิทยาศาสตร์โดยประมวลจากข้อเท็จจริงอย่างมีระบบไม่คิดอย่างคาดคะเน ถ้าคนในชาติมีความคิดอย่างมี เหตุผลและเป็นระบบ ประเทศนั้นก็พัฒนาเร็วในทางตรงกันข้าม ถ้าคนภายในชาติใดขาดเหตุผลไม่ใช้ไหวพริบ หรือวิจารณ์ญาณในการใช้ชีวิตประเทศนั้นก็จะพัฒนาอย่างเชื่องช้าเพราะคนส่วนใหญ่คิดไม่เป็นพลอยทำให้

ประเทศชาติเต็มไปด้วยปัญหาความดีของกระบวนการคิดก็คือทำให้คนในชาติมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์เป็นนักคิดค้นไม่ชอบลอกเลียนแบบใครใช้ชีวิตอย่างมีเหตุผลประหยัดและรู้จักพอเพียงกระบวนการคิดต้องเริ่มสอนทั้งที่บ้านและโรงเรียนต้องสอนตั้งแต่เด็ก ๆ สุพักตร์ พิบูลย์ และคณะ (2555 : 176) โดยผู้วิจัยได้ศึกษาหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนนวมราชวิทยาทาน พุทธศักราช 2553 (ฉบับปรับปรุง 2561) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เพื่อนำมาวิเคราะห์หามาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด หน่วยการเรียนรู้ แนวทางการจัดการเรียนรู้ แนวทางการวัดและประเมินผล สื่อการเรียนรู้และการเรียนรู้ เพื่อเป็นข้อมูลในการนำมาพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิค TAI ซึ่งมีขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจและจัดกลุ่ม ขั้นที่ 2 ศึกษาเนื้อหาพร้อมกัน ขั้นที่ 3 สมาชิกในกลุ่มจับคู่ทำแบบฝึกหัด ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน ดูพัฒนาการและเสริมแรง ที่ผู้วิจัยได้ผนวกรูปแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิค TAI เข้าด้วยกัน แล้วประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่า ภาพรวมของแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.32$, S.D. = 0.81) สอดคล้องกับงานวิจัยของ (พิมสิริ แก้วสีหา, 2554 : 214) ได้ศึกษางานวิจัยเรื่อง การศึกษากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ที่เน้นทักษะการคิดวิเคราะห์เรื่องความน่าจะเป็นชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่านักเรียน ได้คะแนนทักษะการคิดวิเคราะห์ เรื่องความน่าจะเป็น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้(5Es) ผ่านเกณฑ์ ร้อย 70 ขึ้นไป ตามเกณฑ์ที่กำหนด จำนวน 33 คน จากนักเรียนทั้งหมด 41 คน คิดเป็นร้อยละ 80.5 นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด มีคะแนนความคิดริเริ่มสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดเช่นกัน และจากการสอนของผู้วิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิค TAI มีผลการประเมินความสามารถในการคิดวิเคราะห์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ (สิริกุล อินพานิช, 2550 : 78) ได้ศึกษาการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามปกติพบว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้สูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ตามปกติ และสอดคล้องกับงานวิจัยของ (เบญจมาศ เกตุแก้ว, 2548 : 57) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ เรื่องแสงกับทัศนูปกรณ์ คิดเป็นร้อยละ 74.29 ผ่านเกณฑ์ความรอบรู้ ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

2. ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิค TAI พบว่า ผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิค TAI พบว่า ภาพรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.86$, S.D. = 0.3) พิจารณารายด้านพบว่า 1) ด้านครูผู้สอนมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.82$, S.D. = 0.34) 2) ด้านสภาพแวดล้อมทางการเรียนมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.85$, S.D. = 0.32) 3) ด้านการจัดการเรียนการสอนมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.89$, S.D. = 0.29) 4) ด้านสื่อการเรียนรู้มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.83$, S.D. = 0.22) 5) ด้านการวัดและประเมินผลมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.92$, S.D. = 0.31) ตามลำดับ

เหตุที่เป็นเช่นนี้เพราะการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (Student-centered learning) เน้นให้ผู้เรียนได้กระทำหรือลงมือปฏิบัติสิ่งต่าง ๆ ด้วยตัวผู้เรียนเอง (Learning by doing) และสร้างความรู้ด้วยตนเองผ่านกระบวนการสำรวจตรวจสอบ การทดลอง และการสร้างแบบจำลองทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้งเกี่ยวกับแนวคิด หลักการ และทฤษฎี และเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมาย เริ่มจากการตั้งคำถาม ครูผู้สอนมักจะใช้คำถามหรือสื่อการสอนต่าง ๆ ให้ผู้เรียนเกิดการสังเกตหรือเกิดข้อสงสัยขึ้นภายในตนเอง เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดทักษะและฝึกกระบวนการตั้งคำถามซึ่งจะนำไปสู่การดำเนินการสำรวจตรวจสอบเพื่อหาคำตอบผ่านกระบวนการทดลอง จากนั้นลงมือปฏิบัติการทดลองแล้วนำผลการทดลองมาวิเคราะห์และใช้เป็นหลักฐานในการสร้างคำอธิบาย และสังเคราะห์ออกมาเป็นแบบจำลองและคำอธิบายของตนเอง โดยมีครูผู้สอนคอยทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวก และคอยให้คำแนะนำในการเรียนรู้ ครูผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนทุกคนได้ฝึกตั้งคำถาม แสดงความคิดเห็น และรับฟังความคิดเห็นของผู้เรียนโดยเท่าเทียมกัน ทำให้ผู้เรียนมีความมั่นใจและกล้าแสดงความคิดเห็นของตนเอง ในการจัดการเรียนการสอนหากนักเรียนคนใดมีข้อสงสัยหรือคำถามใด ๆ ที่ยังไม่เข้าใจครูมักจะเดินไปหาและใช้คำถามกลับกับผู้เรียน ให้ผู้เรียนพยายามคิดหาคำตอบด้วยตัวผู้เรียนเองและช่วยกันภายในกลุ่มแทนการตอบคำถามนั้นโดยตรง มีการแลกเปลี่ยนความรู้ร่วมกันระหว่างผู้เรียนกับครูและระหว่างผู้เรียนด้วยกันเอง ช่วยให้ปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูผู้สอนกับผู้เรียน และระหว่างผู้เรียนด้วยกันเองเพิ่มขึ้น ผู้สอนรู้จักผู้เรียนเป็นรายบุคคลมากขึ้น ทำให้บรรยากาศการเรียนรู้เป็นไปมีความเป็นกันเองและเกิดความสุขสนุกสนานในการเรียนรู้ สามารถสังเกตได้จากสีหน้า มีเสียงหัวเราะ ความกระตือรือร้นในการเรียนรู้และการปฏิบัติการทดลอง การกล้าแสดงความคิดเห็นหรือตั้งคำถามและยอมรับความคิดเห็นของคนอื่น ความร่วมมือภายในกลุ่มและนอกเวลาเรียนหากผู้เรียนคนใดหรือกลุ่มใดมีข้อสงสัยหรือคำถามเกี่ยวกับการเรียนการสอนผู้เรียนมักจะมาถามครูผู้สอนเสมอ นอกจากนี้มีการประเมินผลที่ชัดเจน มีการแจ้งเกณฑ์การประเมินผลแก่ผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาชิ้นงานของตนเองให้มากที่สุด อีกทั้งผู้สอนมีการเปิดเผยคะแนน พร้อมทั้งบอกข้อผิดพลาดจากชิ้นงานทำให้ผู้เรียนสามารถนำข้อเสนอแนะดังกล่าวไปใช้ในการปรับปรุงชิ้นงานชิ้นต่อไปได้ จากเหตุผลดังกล่าว

ข้างต้นจะเห็นได้ว่าผู้สอนมีการสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ของนักเรียน และเตรียมสภาพแวดล้อมที่เอื้อต่อการเรียนรู้ของนักเรียน เพื่อตอบสนองความต้องการของนักเรียน รวมถึงการที่นักเรียนปฏิบัติกิจกรรมแล้วประสบผลสำเร็จตามความต้องการของนักเรียน เกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้เนื่องจากนักเรียนได้รับการตอบสนองเบื้องต้นตามทฤษฎีแรงจูงใจของมาสโลว์ (Maslow) และการเรียนรู้ที่มีความหมายสำหรับนักเรียน ทำให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยความสุข เกิดความพึงพอใจในการเรียน (วันเพ็ญ พิศาลพงศ์, 2540 : 45 ; อีรพงศ์ แก่นอินทร์, 2545 : 74 ; อัมพวา รักบิดา, 2549 : 64 ; สุภารัตน์ อะห์ลีแอ, 2558 : 87 และ Scott, 1970 : 124) สอดคล้องกับงานวิจัยของ(อุไรรัก พันโกฏ 2551 : 89) ได้ศึกษาการพัฒนาผลการจัดการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค TAI กลุ่มตัวอย่าง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4/3 โรงเรียนจุฬาภรณวิทยาลัยมุกดาหารตำบลบางทรายใหญ่ อำเภอเมือง จังหวัดมุกดาหาร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2550 จำนวน 33 คน เครื่องมือที่ใช้ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระคณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบวัดความพึงพอใจ ผลการศึกษาพบว่า แผนการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือ เทคนิค TAI มีประสิทธิภาพ 89.62/83.00 ประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้มีค่าเท่ากับ .7673 มีความพึงพอใจในระดับมาก และสอดคล้องกับงานวิจัยของอภิมุข สິงษ์กุล (2551 : 36) ได้ทำการวิจัยเพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดสื่อประสม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง แสง ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า 1) กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดสื่อประสม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง แสง ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.78/80.17 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80/80 2) กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดสื่อประสม กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง แสง ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีค่าดัชนีประสิทธิผล เท่ากับ 0.637 ซึ่งแสดงว่านักเรียนมีความก้าวหน้าในการเรียน ร้อยละ 63.71 3) นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดสื่อประสมกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เรื่องแสง ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยรวมอยู่ในระดับมาก

ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะที่จะเป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้และการศึกษาค้นคว้าต่อไป ประกอบด้วย ข้อเสนอแนะเพื่อนำไปใช้ และข้อเสนอแนะสำหรับครั้งต่อไป

1. ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลวิจัยไปใช้

1.1 ครูผู้สอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สามารถนำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิค TAI ไปใช้สำหรับนักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์ ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้ในรายวิชาพื้นฐาน และกิจกรรมการเรียนรู้ต่างๆ ที่ต้องการพัฒนาทักษะได้ เนื่องจากแผนการจัดการเรียนรู้ได้ผ่านการตรวจสอบคุณภาพความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญ สามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้และบูรณาการให้เข้ากับบริบทของแต่ละโรงเรียนเพื่อให้เกิดประสิทธิผลแก่นักเรียนมากยิ่งขึ้น

1.2 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิค TAI สามารถนำไปใช้จัดการเรียนการสอนกับนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาได้ เพราะรูปแบบการสอนที่ช่วยพัฒนาให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงความรู้และทักษะได้เป็นอย่างดี และสามารถพัฒนาผู้เรียนได้ในระยะเวลาสั้น

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการศึกษารูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิคอื่น ๆ ที่จะพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์หาคณิตศาสตร์ให้ดียิ่งขึ้น

2.2 ควรมีการวิจัยและติดตามผลระยะยาว เพื่อศึกษาว่าความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนมีความคงทนเพียงใด

2.3 ควรมีการวิจัยและพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น (5E) ร่วมกับเทคนิค TAI ในรายวิชาอื่น ๆ เช่น วิทยาศาสตร์ ภาษาไทย สังคมศึกษา ฯลฯ หรือในรายวิชาที่เน้นความสามารถในการคิดวิเคราะห์

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560*. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- ทิศนา ขัมมณี. (2545). *ศาสตร์การสอน*. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทิศนา ขัมมณี. (2556). *รูปแบบการเรียนการสอน : ทางเลือกที่หลากหลาย*. (พิมพ์ครั้งที่ 8). กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธนาภรณ์ โคตรนารา. (2556). *รายงานวิจัยในชั้นเรียน เรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค TAI เรื่อง เมทริกซ์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์*. ระยอง: โรงเรียนระยองวิทยาคม.
- ธีรพงศ์ แก่นอินทร์. (2545). ผลของวิธีสอนแบบโครงการต่อเจตคติ ความพึงพอใจ คุณลักษณะอื่นและระดับผลการเรียนของนักศึกษาระดับปริญญาตรี. *วารสารสงขลานครินทร์ ฉบับสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์*. 8 (1), 33-45
- เบญจมาศ เกตุแก้ว. (2548). *การพัฒนาทักษะการคิดขั้นสูง และผลสัมฤทธิ์ในทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้*. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน. บัณฑิตวิทยาลัย: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

- พิชิต ทองลั่น. (2553). การพัฒนาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ที่เน้นทักษะการคิดวิเคราะห์เรื่องการแปลงทางเรขาคณิตและใช้โปรแกรม *the geometer's sketchpad* เป็นเครื่องมือประกอบการเรียนรู้ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน. บัณฑิตวิทยาลัย: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- พิมสิริ แก้วศรีหา. (2554). การศึกษากิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้รูปแบบการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) ที่เน้นทักษะการคิดวิเคราะห์เรื่องความน่าจะเป็นชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน. บัณฑิตวิทยาลัย: มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2542). แนวการสอนวิทยาศาสตร์. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพมหานคร: ไทยวัฒนาพานิช.
- โรงเรียนนรราชวิทยา (2562). รายงานประจำปีของสถานศึกษา ปีการศึกษา 2562. เลย: โรงเรียนนรราชวิทยา.
- วันเพ็ญ พิศาลพงศ์. (2540). การถ่ายทอดทางสังคมกับการพัฒนาการของมนุษย์. กรุงเทพมหานคร: สถาบันวิจัยพฤติกรรม มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- วัลยา เลื่อนกลิ่น. (2554). การใช้กระบวนการเรียนการสอนแบบ “TAI (Team Assisted Individualization)” เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ลักษณะทางพันธุกรรมนอกกฎเมนเดลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. ชลบุรี: โรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย.
- วิจารณ์ พานิช. (2555). วิธีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่ 21. กรุงเทพมหานคร: มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2550). เอกสารสำหรับผู้รับการอบรมคณิตศาสตร์ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน หลักสูตรที่ 1. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์กรมหาชน). (2546). ประกาศสำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (องค์กรมหาชน) เรื่องการเป็นผู้ประเมินภายนอกระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน โดยการรับรองผู้สำเร็จการศึกษา (เอกสารแผ่นพับ). กรุงเทพมหานคร.
- สิริกุล อินพานิช. (2550). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์และเจตคติ ต่อวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหา ความรู้และกิจกรรมการเรียนรู้ตามปกติ เรื่อง ความน่าจะเป็น. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน. บัณฑิตวิทยาลัย: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

- สุดารัตน์ อะหลีแอ. (2558). ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมี ความสามารถในการแก้ปัญหา และความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา. บัณฑิตวิทยาลัย: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- สุพักตร์ พิบูลย์ และคณะ. (2552). เอกสารประกอบการอบรมหลักสูตรการวิจัยและพัฒนางานวิชาการ. กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- สุริพร ศิรินามนตรี. (2552). ผลการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง อสมการมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือ. วิทยานิพนธ์ ค.ม. บัณฑิตวิทยาลัย: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- สุวัฒน์ วิวัฒนา. (2552). ทักษะการอ่าน คิดวิเคราะห์ และเขียน. (พิมพ์ครั้งที่ 3). นนทบุรี: ซี.ซี.นอลลิติจึลิ่งส์.
- อภิมุข ลีพงษ์กุล. (2551). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุดสื่อประสมกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง แสง ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา. บัณฑิตวิทยาลัย: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- อัมพา รักบิดา. (2549). ผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนความสามารถในการคิดแก้ปัญหา และความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต. บัณฑิตวิทยาลัย: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี.
- อุไรรัก พันโกฏ. (2551). การพัฒนาผลการจัดเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ตรรกศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือ เทคนิค TAI. การศึกษาค้นคว้าอิสระการศึกษามหาบัณฑิต. บัณฑิตวิทยาลัย: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- Scott, P. (1970). *The Process of Conceptual Change in Science*. New York : Cornell University.