การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชา เคมี ด้วยปฏิบัติการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด - เบส โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้ร่วมกันสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

Development Mathayomsuksa 5 Students' Chemistry Learning Achievement in The Topic of Acid-Base Using Laboratories of Inquiry Learning Method and Learning Together Technique

Received : 29 January 2023
Revised : 3 December 2023
Accepted : 28 December 2023

อุทิศาวดี คำจุมพล[1]*
Utisawadee Khamjumphol

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการทำวิจัยครั้งนี้เพื่อ 1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง กรด-เบส โดยใช้ปฏิบัติการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ (5E) และเทคนิค Learning Together ระหว่างแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน เรื่อง กรด-เบส โดยใช้ปฏิบัติการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ (5E) และเทคนิค Learning Together ระหว่างผลการเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 ตัวอย่างของการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียน จำนวน 28 คน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์) ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนท่าลี่วิทยา อำเภอท่าลี่ จังหวัดเลย การตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบ ได้แก่ ความเที่ยงตรงของเนื้อหา ค่าความยาก และอำนาจการจำแนก สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าดัชนีความสอดคล้อง ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบ t-test ผลการศึกษา พบว่า 1) การทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 7.00 คะแนน และ 15.21 คะแนน ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างแบบทดสอบก่อนและหลังเรียน พบว่า คะแนนสอบหลังเรียนของนักเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนผ่านเกณฑ์หลังการจัดการเรียนรู้เรื่อง กรด-เบส มีค่าสูงกว่าร้อยละ 70 ร้อยละ 71.42 ผลการวิจัยแสดงว่านักเรียนมีความเข้าใจวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส

คำสำคัญ : ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี; กรด-เบส; วิธีปฏิบัติการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์; เทคนิคการเรียนรู้ร่วมกัน

---

[1] โรงเรียนพานพร้าว สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาหนองคาย

* Corresponding author, E-mail: utisawadeekham@gmail.com

Abstract

The purposes of this research were to: 1) compare Mathayomsuksa 5 students' learning achievements in the topic of Acid-Base using laboratories of inquiry learning method (5E) and cooperative learning with learning together technique between a pre-test and post-test; 2) compare students' learning achievements in the topic of Acid-Base using laboratories of inquiry learning method (5E) and cooperative learning with learning together technique between students' grade and 70% of the criteria. The samples of this research were 28 Mathayomsuksa 5 students (Sciences and Mathematics Program) in semester 2/2021 at Thaliwittaya School, Thali District, Loei Province. The validation of the quality tests was to approve its as content validity, difficulty and discrimination. The data were analyzed statistically through the index of item objective congruence, means, standard deviations, and t-test statistics (one sample t-test). The findings were: 1) The pre-test and post-test of Mathayomsuksa 5 students had an average score of 7.00 points and 15.21 points, respectively. The comparison between pre-test and post-test, it was found that the post-test scores of the students were significantly higher than before with statistically at the level of .05 and 2) the students' learning achievements with the established passing criteria after learning management in the topic of Acid-Base exceeded the 70% with the average score of 71.42 percent. The results showed that students understood of Chemistry in the topic of Acid-Base.

Key words: Learning Achievement in Chemistry; Acid-Base; Laboratories of Inquiry Learning Method; Learning Together Technique

[1] Panpraow School, Nongkhai Secondary Educational Service Area Office

* Corresponding author, E-mail: utisawadeekham@gmail.com

บทนำ

วิทยาศาสตร์เป็นทั้งความรู้และกระบวนการซึ่งไม่สามารถแยกออกจากกันได้อย่างสิ้นเชิง การจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์จึงควรมุ่งเน้นให้นักเรียนมีการเชื่อมโยงความรู้กับกระบวนการวิทยาศาสตร์ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2560) ซึ่งเน้นการมีทักษะสำคัญในการค้นคว้าและสามารถสร้างองค์ความรู้ผ่านการลงมือสำรวจ ตรวจสอบ และมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน ทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงด้วยตนเอง การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นการจัดการเรียนรู้แบบหนึ่งที่นักวิชาการสนใจที่จะนำมาใช้ในชั้นเรียนเพื่อให้นักเรียนเกิดการรู้วิทยาศาสตร์เพราะการสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีที่นักวิทยาศาสตร์นำมาใช้ในการศึกษาปรากฏการณ์ตามธรรมชาติ และใช้นำเสนอคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์เพื่อสื่อสารให้บุคคลอื่นเข้าใจความรู้วิทยาศาสตร์ กระบวนการสบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพื่อรวบรวมข้อมูลวิเคราะห์ผลนำไปสู่คำตอบของคำถาม สามารถตัดสินใจด้วยการใช้ข้อมูลอย่างมีเหตุผล (สุธี ผลดี และศักดิ์ศรี สุภาษร, 2554)

วิชาเคมีเป็นวิทยาศาสตร์สาขาหนึ่งที่ศึกษาเกี่ยวกับความเป็นไปของทั้งสสารและพลังงาน ทั้งในระดับมหัพภาคและจุลภาค ในปัจจุบันมีการใช้ความรู้ทางด้านเคมีมาใช้ในชีวิตประจำวันอย่างมากมายต่อมนุษย์ สิ่งของเครื่องใช้ต่างๆล้วนเกี่ยวข้องกับความรู้ทางเคมี เช่น น้ำมัน พลังงานปิโตรเลียมที่ใช้ในการขับเคลื่อนยานพาหนะต่าง ๆ ยารักษาโรค พลาสติกที่นำมาผลิตข้าวของเครื่องใช้เป็นผลมาจากความรู้เกี่ยวกับพอลิเมอร์ สารเคมีที่ใช้เป็นสารตั้งต้นในโรงงานอุตสาหกรรมชนิดต่างๆ นอกจากนี้วิชาเคมียังช่วยทำให้มนุษย์เข้าใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน ในมุมมองของนักเคมีจะพิจารณาสิ่งต่างๆในโลก แบ่งออกเป็น 3 แบบ คือ โลกที่มองเห็นด้วยตาเปล่า (มหัพภาค) โลกของอะตอม (จุลภาค) และโลกของสัญลักษณ์ (โครงการตำราวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ มูลนิธิ สอวน., 2553) เนื้อหาส่วนมากประกอบด้วยนามธรรม ไม่สามารถมองเห็นได้ ต้องใช้ความรู้ความเข้าใจในด้านการทดลอง เนื่องจากปัญหาการขาดแคลนงบประมาณในการจัดหาอุปกรณ์การทดลองที่ไม่เพียงพอสำหรับนักเรียน ทำให้นักเรียนไม่ค่อยได้ฝึกใช้หรือมีทักษะการทดลองที่ดี นอกจากนี้นักเรียนส่วนมากจึงยังขาดความกระตือรือร้น หรือสนใจในการเรียนรายวิชาเคมี เนื่องจากเป็นรายวิชาที่มีเนื้อหาซับซ้อนและยาก (ภักดี คันธี, 2550) สอดคล้องกับรายงานผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาเคมี 3 (ว30223) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 คะแนนสอบกลางภาคเฉลี่ย เท่ากับ 7.0 คะแนน เต็ม 20 คะแนน ซึ่งมีคะแนนสอบในเรื่องกรด-เบสน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อหาส่วนอื่นๆ ซึ่งเป็นคะแนนที่ไม่ถึงร้อยละ 50 จากคะแนนเต็ม จากรายงานรายงานสรุปผลการจัดกิจกรรม การสร้างชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพ (PLC) คะแนน O-NET เฉลี่ยของโรงเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ ม.6 มีค่าเท่ากับ 24.11 ซึ่งต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยระดับจังหวัด ซึ่งมีค่าเท่ากับ 27.80 และต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 29.20 จากผลคะแนนพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีต่ำ (อุทิศาวดี คำจุมพล, 2564)

การจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง โดยผ่านกระบวนการคิดและปฏิบัติ และใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือ ซึ่งการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle)

มีขั้นตอนที่สำคัญ 5 ขั้นตอน คือขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) ข้ออธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) และขั้นประเมินผล (Evaluation) เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนสืบเสาะหาความรู้ด้วยวิธีการต่างๆจนทำให้นักเรียนเข้าใจอย่างมีความหมาย สามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเองและเก็บเป็นข้อมูลไว้ในสมองได้อย่างยาวนาน สามารถนำมาใช้ได้เมื่อเผชิญกับสถานการณ์ใดๆแล้วใช้การคิดอย่างมีวิจารณญาณไตร่ตรองกับปัญหา สำรวจและค้นคว้าหาสาเหตุจนสามารถแก้ปัญหานั้นได้ (ศักดิ์ศรี สุภาษร, 2554)

การจัดการเรียนการสอนแบบร่วมมือ (Co-operative Learning) เป็นวิธีการจัดการเรียนการสอนรูปแบบหนึ่ง ที่เน้นให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติงานเป็นกลุ่มย่อย โดยมีสมาชิกกลุ่มที่มีความสามารถที่แตกต่างกัน เพื่อเสริมสร้างสมรรถภาพทางการเรียนรู้ของแต่ละคน สนับสนุนให้มีการช่วยเหลือซึ่งกันและกัน จนบรรลุตามเป้าหมายที่วางไว้ นอกจากนี้ยังส่งเสริมการทำงานร่วมกันเป็นหมู่คณะ หรือทีมตามระบอบประชาธิปไตย และเป็นการพัฒนาความฉลาดทางอารมณ์ ทำให้สามารถปรับตัวอยู่กับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (ชนินทร์ พุ่มบัณฑิต, 2563). การเรียนรู้แบบร่วมมือที่น่าสนใจรูปแบบหนึ่ง คือ กลุ่มเรียนรู้ร่วมกัน (Learning Together, LT) เป็นเทคนิคการจัดกิจกรรมให้สมาชิกในกลุ่มได้รับผิดชอบ มีบทบาทหน้าที่ทุกคน เช่น เป็นผู้เตรียมอุปกรณ์สารเคมีสำหรับทดลอง เป็นผู้อ่านขั้นตอนการทดลอง เป็นผู้บันทึกผลการทดลอง และเป็นผู้นำเสนอผลการทดลองและสรุปผล กลุ่มจะได้ผลงานที่เกิดจาการทำงานของทุกคน ซึ่งเป็นการเรียนที่เหมาะสมกับธรรมชาติของวิชาการทำงานลักษณะนี้จะเป็นประโยชน์แก่การเรียนรู้สำหรับเขาเหล่านั้น (ไอดา ยาคอ, 2560)

จากที่มาและความสำคัญของปัญหาดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยซึ่งเป็นครูผู้สอนรายวิชาเคมี 3 จึงสนใจที่จะพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง กรด-เบส โดยใช้ปฏิบัติการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับเทคนิค Learning Together ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เพื่อจะทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้นและมีเจตคติที่ดีในการเรียนวิชาเคมี อันจะช่วยส่งผลให้การสอนมีประสิทธิภาพและประสบผลสำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ เพื่อช่วยกระตุ้นการเรียนรู้ให้กับนักศึกษา ให้นักเรียนได้พัฒนาการเรียนรู้ด้วยตนเอง นอกจากนี้การเรียนรู้แบบร่วมมือนำไปสู่การทำงานเป็นกลุ่มอย่างมีประสิทธิภาพและมีความสุข

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างก่อนและหลังการจัดเรียนรู้ เรื่อง กรดเบส ด้วยปฏิบัติการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค Learning Together โดยใช้สถิติ t-test for one sample โดยกำหนดนัยสำคัญที่ระดับ 0.05

2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง กรดเบส ด้วยปฏิบัติการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับเทคนิค Learning Together ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) หลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ผู้มีผลการเรียนระดับดีขึ้นไป (เกรด 3 ขึ้นไป) ร้อยละ 70

วิธีดำเนินการวิจัย

1. กลุ่มเป้าหมาย

การวิจัยนี้มีเป็นแบบกลุ่มตัวอย่างเดียวมีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน (One-Group Pretest Posttest Design) โดยมีรายละเอียดของวิธีดำเนินการวิจัย ดังนี้

ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนท่าลี่วิทยา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 50 คน

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 ห้องแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 28 คน ได้จากการเลือกแบบเจาะจง

2. ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น ได้แก่ การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5E เรื่อง กรด-เบส โดยใช้ปฏิบัติการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับเทคนิค Learning Together ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2

ตัวแปรตาม ได้แก่ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5E เรื่อง กรด-เบส โดยใช้ปฏิบัติการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับเทคนิค Learning Together ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ที่จัดการเรียนโดยปฏิบัติการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส วิชา เคมี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 6 แผน ใช้เวลา 18 ชั่วโมง

3.2 สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวัดประเมิน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องกรด-เบส ก่อนและหลังเรียน แบบเลือกตอบ ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ (เริ่มต้นสร้าง 35 ข้อ แล้วคัดเหลือ 20 ข้อ) โดยผ่านการเห็นชอบจากผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) และพิจารณาค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป มีค่า IOC แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ระหว่าง 0.67-1.00 มีค่าความยากง่ายรายข้อ (p) ระหว่าง 0.23–0.91 มีค่าอำนาจการจำแนก ระหว่าง 0.33–0.91

3.3 จัดการเรียนรู้โดยใช้ปฏิบัติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ วิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส ใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิค Learning Together (LT) มาจัดกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ดังนี้

1) ขั้นสร้างความสนใจ ในขั้นนี้ครูจะกระตุ้นความสนใจของนักเรียน ด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น การตั้งคำถามที่กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดข้อสงสัย หรือการใช้สื่อต่าง ๆ แล้วกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดข้อคำถามขึ้น เป็นต้น โดยครูเปิดโอกาสให้ผู้เรียนทุกคนเท่าเทียมกันในการตั้งคำถาม แล้วให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน จำนวน 20 ข้อ

2) ขั้นสำรวจและค้นหา ในขั้นนี้ครูจะให้นักเรียนลงมือปฏิบัติการทดลองเป็นกลุ่ม แบ่งสมาชิกกลุ่มละ 5 คน แบบคละ เก่ง ปานกลาง อ่อน (พิจารณาจากผลการเรียนวิชาเคมี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564) โดยกำหนดให้สมาชิกแต่ละคนภายในกลุ่มมีบทบาทหน้าที่ของตนเอง ดังนี้

• สมาชิกคนที่ 1: ทำหน้าที่เตรียมวัสดุ-อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง
• สมาชิกคนที่ 2: ทำหน้าที่อ่านวิธีการทดลอง ทำความเข้าใจ และอธิบายให้สมาชิกในกลุ่มฟัง
• สมาชิกคนที่ 3: ทำหน้าที่บันทึกผลการทดลอง
• สมาชิกคนที่ 4 และ 5: ทำหน้าที่นำเสนอผลการทดลองโดยสมาชิกทุกคนในกลุ่มช่วยกันลงมือทำการทดลอง ครูมีหน้าที่อำนวยความสะดวกในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ตารางที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปฏิบัติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส

เนื้อหา/สาระการเรียนรู้	ปฏิบัติการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์	ชั่วโมง
1. อินดิเคเตอร์สำหรับกรด-เบส	-การหาค่า pH ของสารละลายด้วยอินดิเคเตอร์ -อินดิเคเตอร์จากพืชในท้องถิ่น	4
2. ปฏิกิริยาของกรดเบสกับสารบางชนิด	-ปฏิกิริยาระหว่าง HCl กับ Mg และ Zn -ปฏิกิริยาระหว่าง KOH กับโลหะชนิดต่างๆ	2
3. ปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส	-ปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส	2
4. การไทเทรตกรด-เบส	-การไทเทรตหาจุดสมมูลของปฏิกิริยากรด-เบส -การหาร้อยละของ CH_3COOH ในกรดน้ำส้มสายชู -การหาความเข้มข้นของวิตามินซีในน้ำผลไม้	5
5. การเลือกอินดิเคเตอร์สำหรับการไทเทรต	-การเลือกอินดิเคเตอร์สำหรับการไทเทรต	2
6. สารละลายบัฟเฟอร์	-การเปลี่ยนแปลง pH ของสารละลายบางชนิด -การเตรียมสารละลายบัฟเฟอร์	3
	รวม	18

จากตารางที่ 1 แสดงเนื้อหาสาระที่จัดการเรียนรู้โดยใช้ปฏิบัติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส รวม 18 ชั่วโมง

3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ในขั้นนี้นักเรียนแต่ละกลุ่มต้องนำข้อมูลที่ได้ จากการทดลองมาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ตาราง รูปภาพ เป็นต้น จากนั้นครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายผลการทดลอง โดยครูคอยตั้งคำถามเพื่อให้นักเรียนตอบ

4) ขั้นขยายความรู้ ในขั้นนี้ครูจะยกตัวอย่างหรือสถานการณ์อื่น ๆ เพื่อที่นักเรียนจะได้นำองค์ความรู้ที่ค้นพบจากการศึกษามาประยุกต์ใช้กับสถานการณ์อื่น ๆ ได้ ดังนั้นในขั้นนี้นอกจากที่นักเรียนจะได้นำองค์ความรู้ที่ค้นพบไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์อื่น ๆ แล้ว

5) ขั้นประเมินผล ขั้นนี้ครูจะให้นักเรียนทำใบกิจกรรมการทดลองและตอบคำถามท้ายการทดลองเพื่อตรวจสอบว่านักเรียนมีความเข้าใจที่ถูกต้อง เกี่ยวกับเรื่องที่เรียนหรือไม่ โดยใบกิจกรรมดังกล่าวมีการเขียนสมการเคมีอธิบายเหตุผลประกอบ การวาดแบบจำลองการเกิดปฏิกิริยาเคมี เพื่อเชื่อมโยงความรู้ทั้งระดับมหัพภาค และระดับอนุภาค โดยผู้วิจัยจะคอยสังเกต นักเรียนในขณะดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ ตรวจผลงานของนักเรียน บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ทุกครั้ง แล้วนำข้อมูลที่ได้จากการจัดการเรียนรู้มาวิเคราะห์ เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ให้มีคุณภาพมากยิ่งขึ้น

4. เมื่อเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้ครบตามแผนที่กำหนดไว้ ผู้วิจัยให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้ โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีเรื่อง กรด-เบส จำนวน 20 ข้อ

5. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนโดยใช้ปฏิบัติการการเรียนรู้แบบ (5E) ร่วมกับเทคนิค Learning Together กับเกณฑ์ผู้ที่มีระดับผลการเรียนระดับดีขึ้นไป (เกรด 3 ขึ้นไป) ร้อยละ 70

ภาพที่ 1 ภาพการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยปฏิบัติการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด - เบส ร่วมกับเทคนิค Learning Together ครูมีหน้าที่อำนวยความสะดวกในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

ภาพที่ 1 แสดงการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยปฏิบัติการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 18 ชั่วโมง ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บข้อมูลด้วยตนเอง ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนเรื่อง กรด-เบส จำนวน 20 ข้อ

2. ดำเนินการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะ ใช้ปฏิบัติการแบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ วิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส ใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิค Learning Together จำนวน 6 แผน รวม 18 ชั่วโมง

3. เมื่อสิ้นสุดการเรียนรู้ ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบทดสอบเรื่อง กรด-เบส ซึ่งเป็นแบบทดสอบชุดเดียวกันกับแบบทดสอบก่อนเรียน

ผลการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยปฏิบัติการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด - เบส โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค Learning Together สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนท่าลี่วิทยา ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมี จากแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง กรด-เบส

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบคะแนนจากแบบทดสอบ ก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยปฏิบัติการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด - เบส โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค Learning Together ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 (แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์) จำนวน 28 คน

เลขที่	ก่อนเรียน		หลังเรียน	
	คะแนน	ร้อยละ	คะแนน	ร้อยละ
1	6	30	18	90
2	8	10	14	70
3	7	15	16	80
4	8	10	18	90
5	8	15	15	75
6	7	20	16	80
7	6	15	15	75
8	8	20	16	80
9	8	15	16	80
10	8	20	14	70
11	5	25	15	75
12	8	20	18	90
13	7	25	15	75
14	5	10	19	95
15	7	15	16	80
16	7	10	15	75
17	8	15	15	75
18	7	25	15	75
19	6	15	16	80
20	6	15	15	75
21	7	35	14	70
22	6	30	15	75
23	7	35	14	70
24	6	30	13	65
25	7	35	15	75

ตารางที่ 2 (ต่อ)

เลขที่	ก่อนเรียน		หลังเรียน	
	คะแนน	ร้อยละ	คะแนน	ร้อยละ
26	8	40	13	65
27	7	35	12	60
28	8	40	13	65
คะแนนเฉลี่ย	7.00	22.32	15.21	76.07
S.D.	0.94	9.67	1.64	8.21

หมายเหตุ : S.D. แทนค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

จากตารางที่ 2 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน เท่ากับ 7.00 คิดเป็นร้อยละ 22.32 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน เท่ากับ 15.21 คิดเป็นร้อยละ 76.07 ซึ่งไม่น้อยกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสถิติทดสอบที และระดับนัยสำคัญทางสถิติของการทดสอบเปรียบเทียบคะแนนสอบก่อนและหลังเรียนของนักเรียน (n =28) ทางสถิติที่ระดับ .05

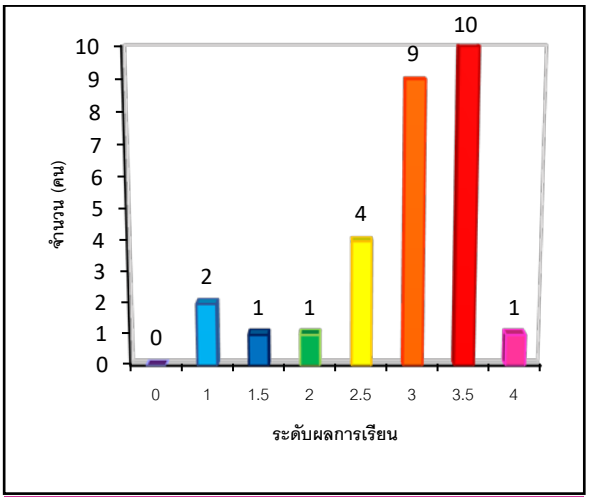
การทดสอบ	คะแนนเฉลี่ย	S.D.	ร้อยละ	t-test	Sig.(1-tailed)
ก่อนเรียน	7.00	0.94	22.32	21.27	0.000
หลังเรียน	15.21	1.64	76.07		

*มีนัยสำคัญ p<.05

หมายเหตุ : S.D. แทนค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน, t-test แทนค่าคะแนนที, p แทนผลของการทดสอบของสมมุติฐาน

จากตารางที่ 3 พบว่า การทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 7.00 คะแนน และ 15.21 คะแนน ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างคะแนนก่อนและหลังเรียน พบว่า คะแนนสอบหลังเรียนของนักเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา เคมี 3 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5



ภาพที่ 2 แสดงระดับผลการเรียนรายวิชาเคมี 3

จากภาพที่ 2 แสดงระดับผลการเรียน หรือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรานวิชาเคมี จากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 28 คน มีผลการเรียนระดับดีขึ้นไป จำนวน 20 คน

ตารางที่ 4 แสดงร้อยละของผลการเรียนวิชาเคมี 3

ระดับผลการเรียน	ความหมาย	ชาย	หญิง	รวม	ร้อยละ
0	ต่ำกว่าเกณฑ์	0	0	0	0.00
1	ผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำ	0	2	2	7.14
1.5	พอใช้	0	1	1	3.57
2	ปานกลาง	1	0	1	3.57
2.5	ค่อนข้างดี	1	3	4	14.29
3	ดี	2	7	9	32.14
3.5	ดีมาก	1	9	10	35.71
4	ดีเยี่ยม	0	1	1	3.57

จากตารางที่ 4 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีระดับผลการเรียนหรือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชา เคมี 3 ว30223 ระดับดีขึ้นไป ได้แก่ผลการเรียน เกรด 3, 3.5 และ 4 ร้อยละ 71.42 ซึ่งมีค่าสูงกว่าเป้าหมายเชิงปริมาณ ร้อยละ 70 ตามที่ตั้งไว้

อภิปรายผลการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยปฏิบัติการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด - เบส โดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับเทคนิค Learning Together สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนท่าลี่วิทยา ซึ่งสามารถสรุปและอภิปรายผลตามลำดับ ดังนี้

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5Es) มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาเคมีหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิจัย พบว่า เมื่อเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปฏิบัติการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส มีคะแนนสอบหลังเรียนของนักเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ส่งเสริมให้ผู้เรียนค้นคว้าหาความรู้ด้วยตัวเอง กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดข้อคำถามหรือข้อสงสัย เกิดความคิด และแสวงหาคำตอบหรือข้อเท็จจริงด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และสามารถนำมาประมวลคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเอง ทำให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรง และเกิดการเรียนรู้มากขึ้น ครูเป็นเพียงผู้อำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ของผู้เรียน (สุคนธ์ สินธพานนท์, 2558) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของและสอดคล้องกับ อรรจนา วิชาลัย และสุวัตร นานันท์ (2561) ได้ทำการศึกษาการสืบเสาะหาความรู้แบบเปิดร่วมกับการใช้แบบจำลองทางกายภาพ: ความเข้าใจมโนมติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การแตกตัวของกรดและเบส การสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์แบบเปิดร่วมกับการใช้แบบจำลองทางกายภาพเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นสำคัญ เครื่องมือที่ใช้แบบสอบถามและแบบทดสอบ นอกจากนี้พบว่าผู้เรียนแสดงความคิดเห็นว่า การใช้การจัดการเรียนรู้เรื่อง กรด-เบส การเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ โดยการใช้ปฏิบัติการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์เรื่อง กรด-เบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในรายวิชาเคมี ช่วยให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ การทำความเข้าใจและฝึกฝนในทักษะการทดลองที่ถูกต้อง มีความกระตือรือร้นในการเรียนจากการทดลอง เห็นผลการทดลองที่สอดคล้องกับทฤษฎีที่ได้เรียน มีการวางแผน การคิดอย่างเป็นระบบ และการแก้ไขปัญหาจากการทดลอง สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Uyanik (2016) ได้ทำการศึกษาการทำกิจกรรมในชั้นเรียนโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์สามารถเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างมีนัยสำคัญ

2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง กรด-เบส ด้วยปฏิบัติการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ร่วมกับเทคนิค Learning Together ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) หลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ผู้มีผลการเรียนระดับดีขึ้นไป มากกว่าร้อยละ 70

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีความรู้ความเข้าใจ วิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส มากขึ้น ระดับผลการเรียนหรือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระดับดีขึ้นไป ได้แก่ผลการเรียน เกรด 3, 3.5 และ 4 ร้อยละ 71.42 ซึ่งมีค่าสูงกว่าเป้าหมายเชิงปริมาณ ร้อยละ 70 ตามที่ตั้งไว้

ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหา (5E) ความรู้ของผู้เรียนจะเกิดขึ้นจากตัวของผู้เรียนเองในการเป็นผู้สืบเสาะหาความรู้ซึ่งสอดคล้องกับพิชญาภา พัฒน์รดากุล (2563) ที่กล่าวว่าการเรียนการสอนที่ให้ผู้เรียนรู้ด้วยการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry) ซึ่งเป็นกระบวนการเรียนการสอนที่ต่อเนื่องกันในลักษณะของวัฏจักร (Cycle) โดยการสอนเริ่มขึ้นที่ขั้นนำเข้าสู่บทเรียนและจบลงด้วยการประเมินผล ผลที่ได้ก็จะนำไปใช้เป็นพื้นฐานในการเรียนการสอนในครั้งต่อไป ทำให้ผู้เรียนได้รับการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์อย่างต่อเนื่องเป็นระบบ โดยเริ่มตั้งแต่ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน นักเรียนจะได้ทบทวนความรู้เดิมให้สัมพันธ์กับความรู้ใหม่ เพื่อนำไปสู่ขั้นการ สำรวจ ผู้เรียนจะได้รับการฝึกทักษะ

กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น การสังเกต การจัด การคำนวณ การจำแนก การทดลอง การตีความหมายจากข้อมูล ผู้เรียนจะเริ่มมีความเข้าใจสละสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง จากนั้นผู้เรียนทุกคนจะร่วมกันแสดงความคิดเห็นเพื่อลงข้อสรุปนำข้อมูลมาจัดกระทำในรูปสบบต่าง ๆ เช่น ตาราง เป็นต้น ผู้เรียนก็จะได้รับการฝึกทักษะทางวิทยาศาสตร์ เช่น การจำแนก การจัดกระทกข้อมูลและการสื่อความหมายข้อมูล เป็นต้น

นอกจากนี้ เทคนิค Learning Together ยังช่วยในการเรียนรู้เป็นกลุ่ม ผู้เรียนรู้จักบทบาทหน้าที่ของตนเอง สามารถกำกับตนเองได้ขณะทำกิจกรรม สามารถทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม การเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจากบทบาทหน้าที่ของทุกคน จะทำให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติกิจกรรม ฝึกหาประสบการณ์ด้วยตนเอง มีบรรยากาศการเรียนที่ไม่เข้มงวด ผู้เรียนได้ลงมือทำการทดลอง บันทึกผลการทดลอง และสรุปผลเอง ทำให้ผู้เรียนสนุกและสามารถแก้ปัญหาและนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตได้

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะเพื่อนำไปใช้

จากการวิเคราะห์ข้อค้นพบจากบันทึกผลหลังสอนในแผนการจัดการเรียนรู้ได้เสนอแนะ ดังนี้

1. การจัดการเรียนรู้สบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ครูผู้สอนควรมีการวางแผนและเตรียมความพร้อมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน ควรศึกษาเนื้อหาให้ละเอียด และควรมีความรู้ในเรื่องที่สอนและเข้าใจในขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นอย่างดี เมื่อผู้เรียนเกิดปัญหาขึ้นมาในระหว่างจัดกิจกรรมการเรียนรู้ครูต้องสามารถให้คำปรึกษาได้ทันที เพื่อให้การดำเนินกิจกรรมการจัดการเรียนรู้เป็นไปอย่างราบรื่น

2. แหล่งเรียนรู้และสื่อการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เรียนใช้ในการศึกษาค้นคว้าความรู้จะต้องจัดหาให้เพียงพอ โดยคำนึงถึงความถูกต้อง สะดวกในการใช้ ปลอดภัยและเหมาะสมกับเนื้อหาในบทเรียน

ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรใช้เทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบอื่นๆผสมผสานแนวการสอนแบบเดิม เพื่อทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่หลากหลาย

2. ควรมีการพัฒนาชุดการสอนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเอง

3. ควรมีการวิจัยเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ โดยใช้ชุดการสอนกับวิธีการสอนในรูปแบบอื่นๆ เพื่อประโยชน์ในการนำไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนให้เหมาะสมต่อไป

เอกสารอ้างอิง

โครงการตำราวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ มูลนิธิ สอวน. (2553). *เคมี : เคมีคำนวณ อะตอม ตารางธาตุ พันธะเคมี*. สำนักพิมพ์มูลนิธิ สอวน.

ชนินทร์ พุ่มบัณฑิต. (2563). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยเทคนิคการสอนแบบร่วมมือ (Learning Together: LT) สำหรับการเรียนการสอนวิชาการคิดสร้างสรรค์และนวัตกรรมทางธุรกิจ ในยุคไทยแลนด์ 4.0. *วารสารจันทรเกษมสาร*, *26*(1) , 61-73.

พิชญาภา พัฒน์รดากุล. (2563). การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) ที่มุ่งพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะในศตวรรษที่ 21 เรื่องสารบริสุทธิ์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. *รายงานการวิจัยในชั้นเรียน* [เอกสารไม่ได้ตีพิมพ์]. โรงเรียนสุรศักดิ์มนตรี, สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 2.

ภักดี คันธี. (2550). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่อง กรด-เบส โดยการสอนบูรณาการแบบสอดแทรก [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต] มหาวิทยาลัยขอนแก่น)

ศักดิ์ศรี สุภาษร. (2554). กระบวนการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ในการทดลองเคมีระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย : การทบทวนงานวิจัยด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาจากมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี*, *22*(3), 331-343.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560)*. สำนักพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทยจำกัด.

สุคนธ์ สินธพานนท์. (2558). *การจัดการเรียนรู้ของครูยุคใหม่..เพื่อพัฒนาทักษะของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21*. ห้างหุ้นส่วนจำกัด 9119 เทคนิคพริ้นติ้ง.

สุธี ผลดี และศักดิ์ศรี สุภาษร. (2554). การเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง กรด-เบส ด้วยชุดการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน. *วารสารวิจัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น*. *1*(2), 45-66.

อรรจนา วิชาลัย และสุวัตร นานันท์. (2561). การสืบเสาะหาความรู้แบบเปิดร่วมกับการใช้แบบจำลองทางกายภาพ : ความเข้าใจมโนมติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง การแตกตัวของกรดและเบส. *วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, *1*(1) ,121-134.

อุทิศาวดี คำจุมพล. (2564). *รายงานรายงานสรุปผลการจัดกิจกรรม การสร้างชุมชนการเรียนรู้ทางวิชาชีพ (PLC) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564* [เอกสารไม่ได้ตีพิมพ์]. โรงเรียนท่าลี่วิทยา, สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเลย หนองบัวลำภู.

ไอดา ยาคอ. (2560). การจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค LT (Learning Together) เพื่อพัฒนาทักษะ การคิดและเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *วารสารนวัตกรรมการเรียนรู้ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์*, *3*(1), 31-42.

Uyanik, G. (2016). Effect of Learning Cycle Approach-based Science Teaching on Academic Achievement, Attitude, Motivation and Retention, *Universal Journal of Educational Research*, *4*(5), 1223-1230.