

บทความวิจัย

การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ธาตุและสารประกอบ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เอกราช ตาแก้ว^{1,*}¹กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนรัตนราษฎร์บำรุง อ.บ้านโป่ง จ.ราชบุรี

*Email: Aekchem44@gmail.com

รับบทความ: 18 มกราคม 2564 แก้ไขบทความ: 27 เมษายน 2564 ยอมรับตีพิมพ์: 10 พฤษภาคม 2564

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ธาตุและสารประกอบ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น และ 3) เพื่อประเมินความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น โดยกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดราชบุรี ปีการศึกษา 2560 จำนวน 34 คน ได้มาจากการเลือกสุ่มอย่างง่าย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ แบบประเมินความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที ผลการวิจัยพบว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ธาตุและสารประกอบ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน ในครั้งนี้มีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.39/81.57 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ที่ 80/80 นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ($\bar{X}$ =24.47, S.D. =4.20) สูงกว่าก่อนเรียน ($\bar{X}$ =16.00, S.D. =2.64) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่อยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ =4.48, S.D. =0.22)

คำสำคัญ: ธาตุและสารประกอบ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ แนวคิดห้องเรียนกลับด้าน

อ้างอิงบทความนี้

เอกราช ตาแก้ว. (2564). การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ธาตุและสารประกอบ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วารสารวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ศึกษา, 4(1), 72-83.

Research Article

The development of learning activities packages on elements and compounds by inquiry based learning incorporated with flipped classroom for grade-10 students

Aekgaraj Tagaew^{1*}

¹Department of Science and Technology, Ratanaratbumrung School, Ban Pong, Ratchaburi

*Email: Aekchem44@gmail.com

Received <18 January 2021>; Revised <27 April 2021>; Accepted <10 May 2021>

Abstract

The purposes of this research were 1) to find out the efficiency of learning activities packages on elements and compounds by inquiry-based learning incorporated with flipped classroom, 2) to compare the learning achievement using the developed learning activities packages and 3) to study the students' satisfaction using the developed learning activities packages. The samples were 34 students of grade-10 students who studying in the academic year 2017 in a School of Ratchaburi province selected by cluster random sampling method. The research instruments were the learning activities packages, the learning achievement test, and the satisfaction evaluation form. The collected data were analyzed by mean, standard deviation, and t-test. The results revealed that the efficiency of the developed learning activities packages was of 81.39/81.57, higher than the committed of 80/80 criterion. The learning achievement of students on element and compounds unit after learning with using the developed learning activities packages ($\bar{X}$ =24.47, S.D. =4.20) was significantly higher than before learning ($\bar{X}$ =16.00, S.D. =2.64) at the level of .05. In addition, the students' satisfaction of learning via this approach was at high level ($\bar{X}$ =4.48, S.D. =0.22).

Keywords: Elements and compounds, learning activities package, inquiry-based learning, flipped classroom

Cite this article:

Tagaew, A. (2021). The development of learning activities packages on elements and compounds by inquiry based learning incorporated with flipped classroom for grade-10 students (in Thai). **Journal of Science and Science Education**, 4(1), 72-83.

บทนำ

จุดมุ่งหมายของการจัดการศึกษาในยุคแห่งการเรียนรู้ ที่จะทำให้คนไทยสามารถอยู่ในสังคมโลกได้อย่างมีความสุข การศึกษาไทยต้องก้าวไปสู่เป้าหมาย “ยุคความรู้” โดยการจัดการศึกษาควรเป็นไปในทิศทางของความสุขในการทำงานอย่างมีเป้าหมายเพื่อชีวิตที่ดีของศิษย์ ครูควรกระตุ้นให้ศิษย์เรียนรู้ตลอดชีวิต ครูจึงต้องยึดหลัก “สอนน้อย เรียนมาก” ด้วยการจัดกิจกรรมต่าง ๆ ให้ผู้เรียนประสบผลสำเร็จได้นั้น ครูต้องเพิ่ม “ทักษะเพื่อการดำรงชีวิตในศตวรรษที่ 21” (21st Century Skills) โดยออกแบบการเรียนรู้และอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ ให้ศิษย์ได้เรียนรู้จากการเรียนรู้แบบลงมือทำแล้วการเรียนรู้ก็จะเกิดจากภายในใจและสมองของตนเอง จากการค้นคว้าและลงมือทำด้วยตนเองของศิษย์ โดยมีครูช่วยแนะนำ และช่วยออกแบบกิจกรรมที่ช่วยให้นักเรียนแต่ละคนสามารถประเมินความก้าวหน้าของการเรียนรู้ของตนเองได้ (Panich, 2012) และการศึกษาก็ได้รับการคาดหวังให้ทำหน้าที่ต่าง ๆ มากมายทั้งในทางสังคม การเมืองและเศรษฐกิจ และถ้าการศึกษาที่ไม่มีคุณภาพจึงก่อให้เกิดทรัพยากรบุคคลที่ด้อยคุณภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในศตวรรษที่ 21 นักเรียนต้องมีทักษะการคิดและกระบวนการดำรงชีวิตที่แตกต่างจากอดีตที่ผ่านมาอย่างมีนัยสำคัญ การแก้ปัญหาคุณภาพการศึกษาไทยโดยเฉพาะการศึกษาระดับขั้นพื้นฐานเป็นเรื่องที่ยากแม้จะมีความพยายามปฏิรูปการศึกษามากกว่า 10 ปี ตั้งแต่การปฏิรูปรอบแรกเมื่อปี 2542 จนมาถึงการปฏิรูปรอบที่สองเมื่อปี 2552 ก็ยังไม่สามารถทำให้คุณภาพการศึกษาของประเทศดีขึ้นได้อย่างทั่วถึง เพราะหลักสูตรและตำราเรียนของไทยยังไม่สอดคล้องกับการพัฒนาทักษะในศตวรรษที่ 21 ซึ่งมีผลทำให้การเรียนการสอน และการวัดประเมินผลการเรียนรู้อย่างจริงจังเน้นการจดจำเนื้อหา มากกว่าการเรียนรู้ เพื่อให้เกิดความรู้ ความเข้าใจอย่างแท้จริง (Thailand Development Research Institute, 2014) และเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปแล้วว่าการศึกษาคือเครื่องมือสำคัญในการพัฒนาคนและสังคมกล่าวคือ การศึกษาจะพัฒนาคนให้มีคุณลักษณะตามที่สังคมต้องการ เพื่อให้คนเป็นปัจจัยในการพัฒนาสังคมต่อไป ดังนั้นการศึกษาจึงต้องแสดงบทบาทให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมโดยรวม ซึ่งปัจจุบันสังคมโลกและสังคมไทยกำลังก้าวสู่ศตวรรษที่ 21 อันเป็นยุคที่มีความซับซ้อนและมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว (Wangsrikoorn, 2014) ดังนั้นการศึกษาของไทยถึงเวลาที่ต้องปรับเปลี่ยนเพื่อให้การศึกษาสามารถสร้างผลผลิตได้สอดคล้องกับความต้องการและบริบทของสังคมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560-2564) ยุทธศาสตร์ที่ 8 มีแนวทางการพัฒนาสถานะแวดล้อมของการพัฒนาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิจัย และ นวัตกรรม ด้านบุคลากรวิจัยที่ต้องเร่งการผลิตบุคลากรสายวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีคุณภาพและ สอดคล้องกับความต้องการโดยเฉพาะในสาขา STEM วิทยาศาสตร์ (Science : S) เทคโนโลยี (Technology : T) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering : E) และคณิตศาสตร์ (Mathematics : M) ด้วยการสร้างสิ่งจูงใจสร้างแรงบันดาลใจ และสนับสนุนทุนการศึกษา เพื่อเพิ่มจำนวนผู้สำเร็จการศึกษาในสายวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและพัฒนาระบบการเรียนการสอนที่เชื่อมโยงระหว่างวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ในสถานศึกษา รวมทั้งเร่งผลิตกำลังคนและครูวิทยาศาสตร์ที่มีคุณภาพ (Office of the National Economic and Social Development Council, 2016) แต่จากรายงานผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ที่ใช้การสอบวัดความรู้และความคิดของนักเรียนในปีสุดท้ายของระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนทั่วประเทศ พบว่าคะแนนเฉลี่ยวิชาวิทยาศาสตร์ ปีการศึกษา 2555-2559 เท่ากับ 33.10, 30.48, 32.54, 33.40 และ 31.62 ตามลำดับ (National Institute of Education Testing Service, 2017) ซึ่งมีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าร้อยละ 50 จากผลการทดสอบดังกล่าวสะท้อนให้เห็นปัญหาในการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ที่อยู่ในระดับต่ำ

จากสถานะดังกล่าวจึงเป็นสิ่งจำเป็นที่ครูและนักเรียนจะต้องปรับเปลี่ยนรูปแบบการเรียนการสอนให้สอดคล้องและสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของโลกที่นับวันจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรุนแรงมากขึ้น (Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2012) จากการศึกษาแนวคิดทฤษฎี รูปแบบการสอนและเทคนิคการสอนต่าง ๆ พบว่ามีหลายแนวคิด ทฤษฎีรูปแบบการสอน และเทคนิคการสอนที่สามารถส่งเสริมทักษะกระบวนการคิด การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองได้เผชิญกับสถานการณ์จริง ใช้การคิดอย่างมีวิจารณญาณในการแก้ปัญหา การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism) ที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะในการศึกษาค้นคว้า เช่น การสังเกต การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้น การอภิปราย การอธิบาย การรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ การเปรียบเทียบ เป็นต้น การจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (Inquiry Cycle) เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวการสร้างสร้งความรู้โดยให้ผู้เรียนค้นหาความรู้ได้ด้วยตนเอง หรือสร้างสรรค์ ความรู้ด้วยตนเอง (Dechakupt, 2011) ดังนั้น การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้จะสามารถพัฒนาความสามารถในด้านกระบวนการคิดและทำให้เกิดการเรียนรู้ทางด้านความรู้ ความจำ ด้านความเข้าใจและการนำไปใช้ได้และงานวิจัยของ Sriphon (2013) ได้นำรูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น ซึ่งเห็นได้ว่าการจัดการ

เรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ช่วยให้นักเรียนได้แสวงหาความรู้ด้วยตนเอง จะได้รับประสบการณ์ตรงในการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และกระบวนการทางความคิด ค้นพบความรู้หรือแนวทางวิทยาศาสตร์และแนวทางแก้ปัญหาได้เอง

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้าน (Flipped Classroom) เป็นการเรียนรู้ที่ครูจะเน้นให้นักเรียนเข้าใจหลักการมากกว่าท่องจำ หัวใจคือ ครูทำหน้าที่ช่วยแนะนำการเรียนรู้ของนักเรียน มากกว่าทำหน้าที่ถ่ายทอดความรู้ ดังนั้น ครูจึงเป็นผู้มีบทบาทสำคัญ ในการส่งเสริมและสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ให้กับนักเรียนจึงต้องหาวัตกรรมการใหม่ ๆ เพื่อนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ที่เอื้อต่อนักเรียน ให้นักเรียนทุกคนมีส่วนร่วม ได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง สามารถพัฒนานักเรียนได้เต็มตามศักยภาพ เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ยึดผู้เรียนเป็นสำคัญ เน้นการฝึกใช้ทักษะการคิดขั้นสูงต่าง ๆ แลกเปลี่ยนความคิดเห็นร่วมกันระหว่างนักเรียนด้วยกันหรือกับครูผู้สอน (Panich, 2012) ผลจากการวิจัยการใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านในการจัดการเรียนรู้ส่งผลให้นักเรียนพัฒนาทักษะการคิด เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและงานวิจัยของ Rachatatnakul (2015) ได้ทำการพัฒนาชุดการสอนสื่อประสมเรื่องปฏิกิริยาเคมีด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับเทคนิค KWLH Plus โดยใช้แนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบกลับด้านชั้นเรียน เพื่อพัฒนาความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ ชุดการสอนสื่อประสม เรื่อง ปฏิกิริยาเคมี แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้เรื่องปฏิกิริยาเคมี แบบประเมินความสามารถในการทำโครงงานวิทยาศาสตร์ และแบบสอบถามจิตวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่าชุดการสอนสื่อประสมเรื่องปฏิกิริยาเคมี มีประสิทธิภาพ (E_1/E_2) เท่ากับ 80.267/82.351 ผลการเรียนรู้เรื่องปฏิกิริยาเคมี ของนักเรียนหลังเรียนด้วยชุดการสอนสื่อประสม มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าผลการเรียนรู้อ่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากประสบการณ์การสอนของผู้วิจัยในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในรายวิชาเคมี ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตลอดระยะเวลา 11 ปี ที่ผ่านมา พบว่า เนื้อหาในหนังสือเรียนนักเรียนได้เรียนรู้เฉพาะหลักการหรือทฤษฎี โดยที่นักเรียนไม่ได้ทำกิจกรรมเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดลอง ซึ่งสาเหตุหลักมาจากการขาดแคลนอุปกรณ์สารเคมีหรือความไม่พร้อมของสภาพห้องเรียนสำหรับปฏิบัติการทดลองทางเคมีอาจจะด้วยความปลอดภัยหรือจำนวนนักเรียนต่อห้องที่มีจำนวนมากต่อครูผู้สอนเพียง 1 คน หรือในบางครั้งโรงเรียนมีการจัดกิจกรรมให้นักเรียนทุกระดับชั้นเข้าร่วมกิจกรรม ส่งผลให้การเรียนรู้ขาดความต่อเนื่องและไม่มีความพอที่จะสอนให้ครบตามตัวชี้วัด จึงทำให้ครูจัดการเรียนรู้แบบบรรยายโดยส่วนใหญ่ หรือแจกใบความรู้ให้นักเรียนศึกษาด้วยตนเองแล้วให้นักเรียนทำใบงานมาส่ง บางหัวข้อที่ยาก มีโมเดลเป็นนามธรรม นักเรียนไม่สามารถเรียนรู้ด้วยตนเองหรือเรียนรู้ได้ต้องใช้เวลา และถ้าผู้สอนเน้นการบรรยายเนื้อหามากเกินไป ไม่มีการปฏิบัติการทดลอง จะทำให้บรรยากาศในห้องเรียนไม่สนุก และนักเรียนเบื่อหน่ายต่อการเรียนวิชาเคมี ข้อมูลดังกล่าวข้างต้นน่าจะเป็นสาเหตุที่ทำให้นักเรียนส่วนหนึ่งไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินในรายวิชาเคมี ภาคเรียนที่ 1 คิดเป็นร้อยละ 5.72 เนื่องจากนักเรียนไม่ส่งภาระงานหรือใบงานที่ได้รับมอบหมายจากครูผู้สอน (Academic Department, Ratanaratbumrung School, 2016) ผู้วิจัยจึงได้ค้นหาสาเหตุ และหาวิธีการแก้ไขการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนมีความรู้ความสามารถในการเรียนวิชาเคมี เรื่อง ธาตุและสารประกอบอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด โดยพบว่าหากทำการสอนในรูปแบบเดิมที่ยังให้ครูเป็นศูนย์กลางในการจัดการเรียนรู้ เน้นการบรรยายสำหรับวิชาเคมี ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จะส่งผลให้นักเรียนส่วนมากไม่สามารถจัดการความรู้ ไม่เข้าใจเนื้อหา ขาดการคิดวิเคราะห์และวิธีการนำไปใช้ในการแก้ปัญหาโจทย์ และงานวิจัยของ Namso et al. (2013) การพัฒนาชุดการเรียนรู้ เรื่อง ธาตุและสารประกอบที่เน้นความสามารถในการวิเคราะห์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า 1) ชุดการเรียนรู้ เรื่องธาตุและสารประกอบ ที่เน้นความสามารถในการคิดวิเคราะห์มีประสิทธิภาพ 82.55/81.71 2) นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 และ 3) นักเรียนมีความคงทนในการเรียนรู้ทั้งด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังจากเรียนด้วยชุดกิจกรรมเรื่อง ธาตุและสารประกอบที่เน้นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และงานวิจัยของ Meela and Artdej (2017) จากการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนในการเรียนวิชาเคมี เมื่อเปรียบเทียบระหว่างการเรียนแบบบรรยายตามทฤษฎีกับกิจกรรมการทดลอง พบว่านักเรียนมีความกระตือรือร้นและสนใจในการทดลองมาก เพราะมีการเปลี่ยนแปลงที่สังเกตได้ชัดเจน เช่น การเปลี่ยนแปลงสี การเกิดฟองแก๊ส และตะกอน และนักเรียนจะถามเสมอว่าเกิดขึ้นได้อย่างไร ดังนั้นการจัดการเรียนรู้เคมีด้วยการใช้สื่อประกอบ เช่น แบบจำลองและภาพเคลื่อนไหวจากอินเทอร์เน็ตสามารถตอบคำถามและสามารถพัฒนาทักษะทางวิทยาศาสตร์ในชั้นบูรณาการของผู้เรียนได้และเหมาะสำหรับการเรียนวิชาเคมี

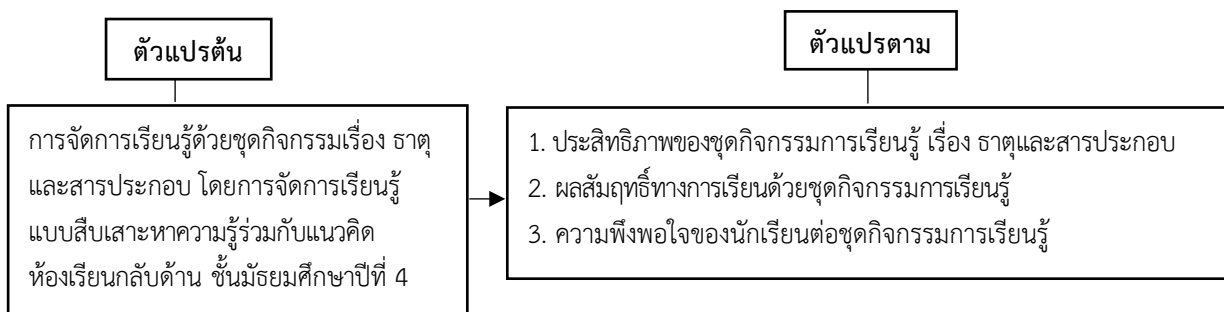
จากการศึกษาเอกสารงานวิจัยต่าง ๆ ดังกล่าวผู้วิจัยเชื่อว่าการนำการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ธาตุและสารประกอบ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน มาใช้กับการเรียนวิชาเคมี จะทำให้นักเรียนสนใจเรียนวิชาเคมีมากขึ้นเพราะมีการนำเทคโนโลยีเข้ามาใช้เป็นเครื่องมือหนึ่งทางการศึกษาที่จะสนับสนุนการเรียนรู้และสามารถพัฒนาทักษะกระบวนการคิด ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนได้ทุกที่และทุกเวลา เหมาะกับสภาพสังคมที่เปลี่ยนไปในศตวรรษที่ 21

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ธาตุและสารประกอบ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ธาตุและสารประกอบ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
3. เพื่อประเมินความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้ ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ธาตุและสารประกอบ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

กรอบแนวคิดในการวิจัย

กรอบแนวคิดในการวิจัยครั้งนี้ เป็นการใชชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ธาตุและสารประกอบ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นชุดกิจกรรมการเรียนรู้สำหรับนักเรียน ซึ่งอาศัยการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ตามแนวทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism) (Dechakupt, 2011) ร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน หมายถึงการจัดการกระบวนการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนศึกษาเนื้อหาสาระด้วยตนเองที่บ้านจากห้องเรียนออนไลน์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปที่ผู้วิจัยจัดสร้างขึ้นก่อนเข้าชั้นเรียน แล้วมาฝึกปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ในห้องเรียนด้วยการนำการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้มาเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ เรื่อง ธาตุและสารประกอบ ทั้งนี้เนื้อหาสาระที่ให้นักเรียนศึกษาที่บ้านจากห้องเรียนออนไลน์และในห้องเรียนเป็นเนื้อหาเดียวกัน องค์ประกอบของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ประกอบด้วย คู่มือนักเรียน คำสั่งหรือการมอบหมายงาน เนื้อหาสาระและสื่อวีดิทัศน์ออนไลน์ การประเมินผล ขั้นตอนการผลิตชุดกิจกรรมการเรียนรู้ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ 1) ขั้นการวิเคราะห์เนื้อหา การวิเคราะห์หลักสูตรในเรื่องเนื้อหาจุดประสงค์ 2) ขั้นวางแผนการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ กำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง 3) ขั้นตอนการผลิตสื่อ จัดทำชุดกิจกรรมการเรียนรู้หาประสิทธิภาพ ทดลองใช้ ปรับปรุงแก้ไข 4) ขั้นตอนการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมที่พัฒนาขึ้น กรอบแนวคิดการวิจัย แสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัยในครั้งนี้จำแนกรายละเอียดได้ดังนี้

แบบแผนการวิจัย การวิจัยครั้งนี้เป็นแบบกลุ่มตัวอย่างเดียวมีการทดสอบก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ธาตุและสารประกอบ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน

กลุ่มตัวอย่างและประชากร กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 34 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย ด้วยวิธีการจับฉลากโดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม จากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 โรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดราชบุรี จำนวน 218 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

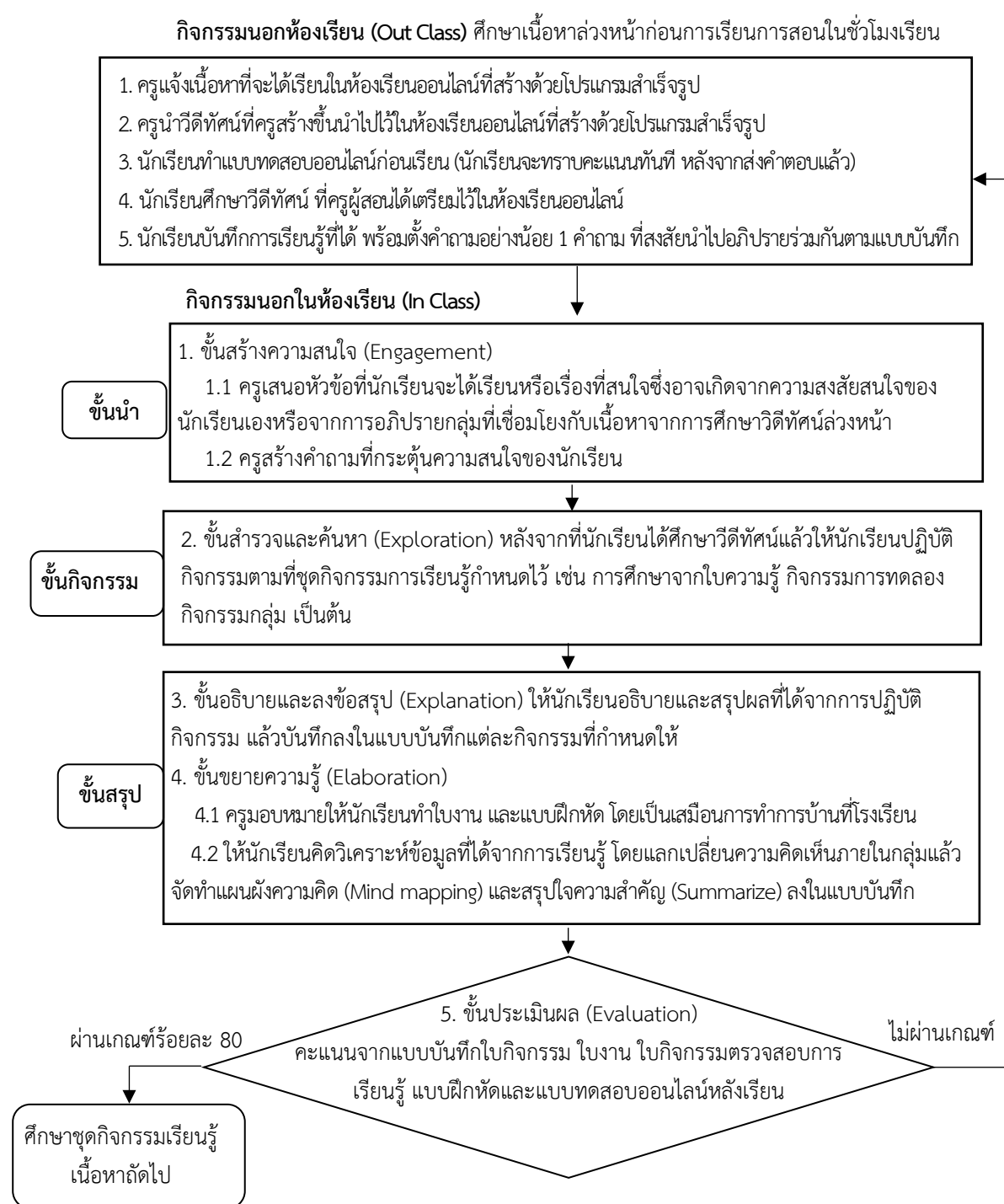
1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ธาตุและสารประกอบ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 8 ชุด ใช้เวลา 2 ชั่วโมงต่อชุดกิจกรรม รวม 16 ชั่วโมง นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ตรวจสอบความเหมาะสมขององค์ประกอบต่าง ๆ จากนั้นนำกลับมาปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ นำไปหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรม ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 โดยมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 แบบเดี่ยว (1:1) ทดลองกับนักเรียน 3 คน โดยทดลองใช้กับนักเรียนเก่ง ปานกลางและอ่อน อย่างละ 1 คน พบว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 64.19/62.22 ซึ่งอยู่ในระดับต่ำ ทำการปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้น แล้วจึงนำไปใช้ทดสอบประสิทธิภาพในขั้นที่ 2 ต่อไป

ขั้นตอนที่ 2 แบบกลุ่มเล็ก (1:10) เป็นการนำชุดกิจกรรม ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียน 9 คน โดยทดลองใช้กับนักเรียนเก่ง ปานกลางและอ่อน พบว่า ชุดกิจกรรมมีประสิทธิภาพเท่ากับ 71.51/70.74 มีแนวโน้มของประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ สูงขึ้นจึงได้ดำเนินการปรับปรุงพัฒนาเพื่อให้มีประสิทธิภาพในขั้นตอนที่ 3 ต่อไป

ขั้นตอนที่ 3 แบบภาคสนาม (1:100) นำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียน 40 คน พบว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้มีประสิทธิภาพเท่ากับ 80.17/80.42 แสดงให้เห็นว่าประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

จากนั้นจึงนำชุดกิจกรรมไปใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่างเพื่อหาประสิทธิภาพ มีขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

สำหรับตัวอย่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละชุดประกอบด้วย 1) คู่มือครูประกอบการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ 2) ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ และ 3) วิดีทัศน์สำหรับเรียนออนไลน์ ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ตัวอย่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้

2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ธาตุและสารประกอบ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก (ตอบถูกได้ 1 และตอบผิดได้ 0) วัดพฤติกรรมด้านความรู้ความสามารถทางสติปัญญา 5 ด้าน ได้แก่ ความจำ จำนวน 3 ข้อ ความเข้าใจ จำนวน 10 ข้อ ประยุกต์ใช้ จำนวน 10 ข้อ วิเคราะห์ จำนวน 5 ข้อ และประเมินค่า จำนวน 2 ข้อ รวมจำนวน 30 ข้อ ใช้เวลา 55 นาที มีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.30 - 0.65 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.34 - 0.76 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้สูตร KR-20 (Sukpiti, 2004) เท่ากับ 0.91 ดังตัวอย่างแบบทดสอบในภาพที่ 4

มาตรฐาน/ตัวชี้วัด	แบบทดสอบ
ว 3.1 ม 4-6/1 สืบค้นข้อมูลและอธิบายโครงสร้างอะตอม และสัญลักษณ์นิวเคลียร์	6. อะตอมคูใดเป็นอะตอมของธาตุชนิดเดียวกัน 1. $^{18}_7\text{A}$ และ $^{18}_9\text{B}$ 2. ^9_8B และ $^{18}_9\text{C}$ 3. $^{17}_9\text{C}$ และ $^{18}_9\text{D}$ 4. $^{27}_9\text{D}$ และ $^{27}_7\text{A}$

ภาพที่ 4 ตัวอย่างแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก

3. แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ธาตุและสารประกอบ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน ซึ่งผู้วิจัยสร้างแบบประเมินชนิดมาตราส่วนประมาณค่า (Rating scale) ตามวิธีของ Likert (Anegasukha, 2011) กำหนดค่าคะแนนเป็น 5 ระดับ คือ มากที่สุด (4.51-5.00) มาก (3.51-4.50) ปานกลาง (2.51-3.50) น้อย (1.51-2.50) และน้อยที่สุด (1.00-1.50) โดยพิจารณาประเด็นคำถาม 4 ด้าน ดังนี้ 1) ด้านการจัดการเรียนรู้ จำนวน 6 ข้อ 2) ด้านบรรยากาศในการเรียน จำนวน 3 ข้อ 3) ด้านการวัดและประเมินผล จำนวน 2 ข้อ และ 4) ด้านประโยชน์ จำนวน 4 ข้อ รวมจำนวน 15 ข้อ ซึ่งได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบประเมินความพึงพอใจเท่ากับ 0.89

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยดำเนินการรวบรวมข้อมูล ดังต่อไปนี้

1. ก่อนทำการวิจัย ผู้วิจัยได้ทำความเข้าใจกับนักเรียนเกี่ยวกับข้อตกลงในการเรียนการสอน และชี้แจงรายละเอียดเกี่ยวกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ธาตุและสารประกอบ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

2. ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน เรื่อง ธาตุและสารประกอบจำนวน 30 ข้อ ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 55 นาที

3. ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามชุดกิจกรรมการเรียนรู้ จำนวน 8 ชุด ดังนี้ ชุดที่ 1 เรื่อง วิวัฒนาการของแบบจำลองอะตอม ชุดที่ 2 เรื่อง อนุภาคมูลฐานของอะตอมและสัญลักษณ์นิวเคลียร์ ชุดที่ 3 เรื่อง การจัดเรียงอิเล็กตรอนในระดับพลังงานหลัก ชุดที่ 4 เรื่อง การเกิดไอออนของธาตุ ชุดที่ 5 เรื่อง ตารางธาตุ ชุดที่ 6 เรื่อง พันธะไอออนิก ชุดที่ 7 เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ และชุดที่ 8 เรื่อง พันธะโลหะ โดยแต่ละชุดกิจกรรมการเรียนรู้ใช้เวลา 2 ชั่วโมง รวม 16 ชั่วโมง

4. ทดสอบหลังเรียน (Post-test) โดยให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน เรื่อง ธาตุและสารประกอบ ซึ่งเป็นแบบทดสอบชุดเดิมแต่มีการสลับข้อคำถามและสลับตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 55 นาที

5. สอบถามความพึงพอใจของนักเรียนต่อชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ธาตุและสารประกอบ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้านโดยใช้แบบประเมินความพึงพอใจที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยมีการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

1. หาค่าสถิติ ได้แก่ ค่าคะแนนเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนที่ได้จากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและประเมินความพึงพอใจของนักเรียนต่อชุดกิจกรรมการเรียนรู้

2. หาค่าประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ธาตุและสารประกอบ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้ค่าคะแนนรวมจากการทำกิจกรรมระหว่างเรียนแต่ละชุดกิจกรรมการเรียนรู้เป็นคะแนนประสิทธิภาพกระบวนการ (E_1) และใช้ค่าคะแนนการทดสอบหลังเรียนเป็นคะแนนประสิทธิภาพผลลัพธ์ (E_2)

3. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยการทดสอบค่าทีแบบตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน (dependent samples t-test)

4. ประเมินความพึงพอใจของนักเรียนต่อชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ธาตุและสารประกอบ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ประสิทธิภาพชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ธาตุและสารประกอบ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน

จากการวิเคราะห์ประสิทธิภาพชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ธาตุและสารประกอบ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน โดยใช้คะแนนรวมการทำกิจกรรมระหว่างเรียน (E_1) แต่ละชุดกิจกรรมการเรียนรู้ และคะแนนจากแบบทดสอบหลังเรียน (E_2) จากชุดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมด รวม 8 ชุด ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การวิเคราะห์ประสิทธิภาพชุดกิจกรรมการเรียนรู้จากคะแนนรวมการทำกิจกรรมระหว่างเรียนแต่ละชุดกิจกรรมการเรียนรู้ และคะแนนจากแบบทดสอบหลังเรียน

จำนวนนักเรียน	ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1)								รวม 310 คะแนน	คะแนนหลังเรียน (E_2) 30 คะแนน
	ชุดที่ 1 (40)	ชุดที่ 2 (40)	ชุดที่ 3 (45)	ชุดที่ 4 (40)	ชุดที่ 5 (40)	ชุดที่ 6 (35)	ชุดที่ 7 (40)	ชุดที่ 8 (30)		
34	1094	1105	1180	1110	1094	1048	1129	818	8578	832
ค่าเฉลี่ย	32.18	32.50	34.71	32.65	32.18	30.82	33.21	24.06	31.54	24.13
E_1/E_2 (ร้อยละของคะแนนเฉลี่ย)									81.39	81.57

จากผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามตารางที่ 1 พบว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ธาตุและสารประกอบ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.39/81.57 ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 80/80 โดยที่ร้อยละ 81.39 คือ คะแนนเฉลี่ยจากการทำกิจกรรมระหว่างเรียนแต่ละชุดกิจกรรมการเรียนรู้ (E_1) และร้อยละ 81.57 คือ คะแนนเฉลี่ยร้อยละจากการทำแบบทดสอบ

หลังเรียน (E₂) จากผลที่ได้กล่าวมาแล้วแสดงให้เห็นว่า ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยนำเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้กับ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ทำให้มีความสะดวกในการใช้งานส่งผลให้การจัดการเรียนรู้เข้าใจง่าย และประหยัดเวลาในการอธิบายเนื้อหาในชั้นเรียน เนื่องจากนักเรียนได้ศึกษาเนื้อหาล่วงหน้ามาแล้ว นักเรียนสามารถทำความเข้าใจด้วยตนเองได้ ทำให้มีเวลาในชั้นเรียนเพิ่มที่สามารถนำมาจัดกิจกรรมการทดลองในชั้นเรียนได้มากยิ่งขึ้น มีเวลาในการตรวจสอบ และช่วยเหลือในการทำแบบฝึกหัดของนักเรียน สอดคล้องกับ Office of the National Education Commission (2016) ที่ต้องการเตรียมนักเรียนให้พร้อมในโลกที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างพลวัต จะต้องส่งเสริมและพัฒนาให้มีทักษะในศตวรรษที่ 21 ทั้งทักษะการทำงาน ทักษะการดำรงชีวิต และที่สำคัญจะต้องเป็นผู้ที่มีคุณธรรม จริยธรรม และมีสุขภาพ โดยครูผู้สอนต้องออกแบบกิจกรรมให้มีความเชื่อมโยงระหว่างกิจกรรมลดเวลาเรียนและกิจกรรมเพิ่มเวลารู้ โดยกิจกรรมลดเวลาเรียน เป็นการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนานักเรียนให้มีความรู้ ความสามารถตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ที่ลดบทบาทผู้สอนในการบรรยายหรือให้ความรู้เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยการลงมือปฏิบัติจริง และกิจกรรมเพิ่มเวลารู้เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยเน้นเป้าหมายหลัก 4H ได้แก่ กิจกรรมที่มุ่งพัฒนาสมอง (Head) กิจกรรมที่มุ่งพัฒนาจิตใจ (Heart) กิจกรรมที่มุ่งพัฒนาทักษะการปฏิบัติ (Hand) และกิจกรรมที่มุ่งพัฒนาสุขภาพ (Health) ซึ่งนักเรียนจะได้ฝึกทักษะและเสริมสร้างคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่เชื่อมโยงจากกิจกรรมลดเวลาเรียนสอดคล้องกับงานวิจัยของ Lakat (2016) สร้างชุดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทาง เรื่อง มัลติมีเดียเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการศึกษา ค้นคว้าพบว่าประสิทธิภาพเท่ากับ 81.78/82.13 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดเท่ากับ 80/80 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Supkul et al. (2020) ได้วิจัยเรื่องการพัฒนาการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทางรวมกับการใช้เพชบุ๊กในรายวิชา คณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่าแผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทางด้วยชุดกิจกรรมมีประสิทธิภาพ 81.16/84.38

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ธาตุและสารประกอบ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน

จากการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การวิเคราะห์คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	N	คะแนนสูงสุด	คะแนนต่ำสุด	$\bar{X}$	S.D.	t
ก่อนเรียน	34	21	13	16.00	2.64	10.84*
หลังเรียน	34	29	16	24.47	4.20	

* มีระดับนัยสำคัญที่ระดับ .05

จากตารางที่ 2 ผลการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ธาตุและสารประกอบ พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียน ($\bar{X}$ = 24.47, S.D. = 4.20) สูงกว่าก่อนเรียน ($\bar{X}$ = 16.00, S.D. = 2.64) เมื่อเปรียบเทียบแล้วมีความแตกต่างกันเท่ากับ 8.47 คะแนน และจากการทดสอบค่าทีแบบกลุ่มตัวอย่างไม่อิสระต่อกัน พบว่า ค่าเฉลี่ยของนักเรียนหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ในครั้งนี้อยู่สูงกว่าค่าเฉลี่ยก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยที่คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อาจเนื่องมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีเนื้อหาเรียงลำดับจากง่ายไปยาก ใช้ภาษาอ่านเข้าใจง่ายชัดเจน ครูอธิบายเสริมและยกตัวอย่างในระหว่างการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียนเข้าใจเพิ่มขึ้นและมีการทดสอบออนไลน์ก่อน-หลังการจัดการเรียนรู้ เป็นการกระตุ้นให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นที่จะพัฒนาตนเอง และเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ซึ่งนักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ด้วยวิธีการที่หลากหลาย ทำให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจเนื้อหาในชุดกิจกรรมการเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี ทำกิจกรรมที่จัดไว้ในชุดกิจกรรมการเรียนรู้มีความสอดคล้องกับพัฒนาการของผู้เรียน โดยผู้เรียนสามารถศึกษาเนื้อหาล่วงหน้าจากวีดิทัศน์ออนไลน์ประกอบชุดกิจกรรมการเรียนรู้ในห้องเรียนออนไลน์ ซึ่งวีดิทัศน์ที่เป็นสื่อประกอบการเรียนรู้ที่มีความเหมาะสมและสอดคล้องกับเนื้อหาที่อัปโหลด (Upload) ไว้ในห้องเรียนออนไลน์ มีความยาวไม่เกิน 17 นาที โดยให้นักเรียนศึกษานอกชั้นเรียน (Out Class) เพื่อเตรียมความรู้พื้นฐานก่อนทำกิจกรรมในห้องเรียน (In Class) ทั้งนี้การจัดเตรียมวีดิทัศน์สอดคล้องกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้ที่นักเรียนจะได้เรียนรู้ในห้องเรียน ซึ่งนักเรียนสามารถเข้าไปศึกษาทำความเข้าใจ โดยจะดูซ้ำกี่รอบก็ได้ตามความต้องการเพื่อทำความเข้าใจในเนื้อหานั้น และผู้วิจัยได้สร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 8 ชุด โดยจัดทำเป็นรูปเล่มอย่างสวยงามมีภาพประกอบการเรียนรู้ ตลอดจนได้สร้างใบกิจกรรมที่หลากหลาย จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้นจึงทำให้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

สอดคล้องกับงานวิจัยของ Dengwansri et al. (2018) การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือกับแอปพลิเคชันในระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เรื่อง ตารางธาตุ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยให้นักเรียนไปร่วมกันศึกษาแอปพลิเคชันตารางธาตุต่าง ๆ บนระบบแอนดรอยด์บนโทรศัพท์มือถือหรือแท็บเล็ต มาใช้ในการอธิบายเนื้อหาและหัวข้อที่จะเรียน พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Kheawpra-in (2017) การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาชีววิทยาและทักษะการวิจัยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่จัดการเรียนรู้โดยใช้การวิจัยเป็นฐานร่วมกับแนวคิดการกลับด้านชั้นเรียน พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้การวิจัยเป็นฐานร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้านหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และทักษะการวิจัยระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้การวิจัยเป็นฐานร่วมกับแนวคิดการกลับด้านชั้นเรียน โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Tipchai et al. (2019) การจัดการเรียนรู้ เรื่อง พันธะโคเวเลนต์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะด้วยแบบจำลองเชิงกายภาพ ทำให้นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองโดยลงมือปฏิบัติ ทำให้นักเรียนมีความเข้าใจมโนมติอย่างเป็นรูปธรรมมากขึ้น และส่งผลให้นักเรียนมีการเปลี่ยนแปลงจากมโนมติที่ถูกต้อมน้อยหรือผิดไปเป็นความเข้าใจมโนมติที่ถูกต้อมากขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งผลการวิจัยในครั้งนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Pananchai and Supasorn (2020) ศึกษาผลการพัฒนาความเข้าใจมโนมติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องสารประกอบไอออนิก พบว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับโมเดลระดับอนุภาค สามารถช่วยพัฒนาความเข้าใจมโนมติของนักเรียนให้ดีขึ้นได้ ตลอดจนช่วยลดความเข้าใจมโนมติที่ผิดลงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้ ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ธาตุและสารประกอบ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน

ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนต่อชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ธาตุและสารประกอบ ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ธาตุและสารประกอบ เฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.48$, $S.D = 0.22$) ดังตารางที่ 3 พบว่านักเรียนมีความพึงพอใจต่อชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ธาตุและสารประกอบ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน เฉลี่ยอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.48$, $S.D = 0.22$) และเมื่อประเมินแต่ละด้านพบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจด้านบรรยากาศในการเรียนอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.68$, $S.D = 0.42$) เนื่องจากนักเรียนได้ค้นคว้าด้วยตนเอง ลงมือปฏิบัติ ร่วมกิจกรรม ร่วมคิดแก้ปัญหาแลกเปลี่ยนความรู้และทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม และมีโอกาสได้อภิปรายร่วมกับเพื่อน ๆ เมื่อนักเรียนไม่เข้าใจจะถามเพื่อนหรือครูได้เพราะครูเป็นกันเองกับนักเรียนทำให้นักเรียนไม่เกรงทำให้เรียนวิชาเคมีสนุก ไม่น่าเบื่อ และไม่เครียด ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้มีความสุข และในการออกแบบกิจกรรมในชุดกิจกรรมเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนแต่ละคนสามารถประเมินความก้าวหน้าในการเรียนรู้ของตนเองได้ หลังจากการทำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ทำให้สามารถพัฒนาผลการเรียนรู้ของตนเอง เป็นการใช้ทักษะและเพิ่มพูนความสามารถในการใช้เทคโนโลยี และได้ฝึกฝนทักษะจากเทคโนโลยีอันหลากหลายซึ่งเป็นทักษะที่สำคัญและเป็นการสร้างนักเรียนให้มีวินัยในตนเอง สอดคล้องกับงานวิจัยของ Seubsom and Meeplate (2017) การพัฒนาการจัดการกิจกรรมเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทางด้วยการบูรณาการการเรียนการสอนรายวิชาเทคโนโลยีมีผลดีมีเดียผ่าน Google Classroom ผลการวิจัยพบว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทางในระดับมาก เพราะผู้เรียนสามารถสร้างสรรค์ชิ้นงาน ผ่านวิธีการเรียนรู้แบบโครงการรวมทั้งสามารถพูดคุยหรือสอบถามครูผู้สอนได้ เมื่อมีปัญหาในการเรียน และ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Muangmek (2016) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนและเจตคติต่อการเรียนวิชาเคมี เรื่อง กรด-เบส โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดปทุมธานี ผลการวิจัยพบว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้ นักเรียนส่วนใหญ่มีเจตคติต่อการเรียนวิชาเคมีในระดับปานกลาง โดยคิดเป็นค่าเฉลี่ยรวมได้ 3.79 จากคะแนนเต็ม 5.00 หลังการจัดการเรียนรู้พบว่า นักเรียนมีเจตคติต่อการเรียนวิชาเคมีที่ดีขึ้น โดยนักเรียนที่เลือกคะแนน 5 คะแนน จะมีจำนวนเพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 11.35 และจากคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพบว่า นักเรียนห้องเก่งมีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด 13.54 รองลงมาคือห้องอ่อนที่มีผลคะแนนเฉลี่ยสูงถึง 13.04 ซึ่งใกล้เคียงกับห้องเก่ง แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบค้นพบร่วมกับเทคนิคแบบร่วมมือมีความเหมาะสมกับนักเรียนที่ค่อนข้างจะมีความสามารถไปทางด้านอ่อน และสามารถเพิ่มเจตคติต่อการเรียนวิชาเคมีให้ดียิ่งขึ้นได้ จึงอาจกล่าวได้ว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียนเป็นกระบวนการที่ครูผู้สอนต้องออกแบบให้เหมาะสมกับธรรมชาติของวิชา โดยเน้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้จากการลงมือทำ

ตารางที่ 3 ความพึงพอใจของนักเรียนต่อชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ธาตุและสารประกอบ

ข้อ	รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับ
ด้านการจัดการเรียนรู้		4.43	0.50	มาก
1	เนื้อหาในชุดการเรียนรู้ทำให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับธาตุและสารประกอบและสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.32	0.47	มาก
2	เนื้อหาในชุดกิจกรรมการเรียนรู้สามารถทำให้นักเรียนศึกษาแล้วเข้าใจง่าย	4.35	0.49	มาก
3	ชุดกิจกรรมการเรียนรู้เรื่องเนื้อหาจากง่ายไปยาก	4.41	0.50	มาก
4	การจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ มีขั้นตอนที่ช่วยกระตุ้น และส่งเสริมให้นักเรียนสืบเสาะหาความรู้ มีความต้องการที่จะเรียนรู้ คิดหาคำตอบและแสดงความคิดเห็นด้วยตนเอง	4.59	0.50	มากที่สุด
5	สื่อ และวีดิทัศน์ประกอบการเรียนรู้จากห้องเรียนออนไลน์เหมาะสมกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยให้เข้าใจการเรียนรู้เร็วยิ่งขึ้น	4.38	0.55	มาก
6	แบบบันทึก Flipped Classroom ใบกิจกรรม ใบงาน ใบตรวจสอบการเรียนรู้ และแบบฝึกหัดในชุดกิจกรรมการเรียนรู้ทำให้นักเรียนประเมินความรู้ของตัวเองได้เป็นระยะ ๆ ในทุก ๆ ชุดกิจกรรมการเรียนรู้	4.53	0.51	มากที่สุด
ด้านบรรยากาศในการเรียน		4.68	0.42	มากที่สุด
7	การจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนได้ค้นคว้าด้วยตนเอง	4.94	0.24	มากที่สุด
8	การจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ช่วยให้นักเรียนมีโอกาสได้อภิปรายร่วมกับเพื่อน	4.53	0.51	มากที่สุด
9	การจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีความสุข	4.56	0.50	มากที่สุด
ด้านการวัดและประเมินผล		4.59	0.48	มากที่สุด
10	การวัดและประเมินผลสอดคล้อง เหมาะสม ชัดเจน	4.44	0.50	มาก
11	นักเรียนทราบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของตนเองได้ทันทีหลังการเรียนรู้	4.74	0.45	มากที่สุด
ด้านประโยชน์		4.34	0.49	มาก
12	การจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ช่วยให้นักเรียนพัฒนาทักษะการคิด การสืบค้นหาความรู้ การทำงานร่วมกับคนอื่น	4.41	0.50	มาก
13	การจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สามารถใช้หาความรู้ได้ทุกที่ทุกเวลา	4.26	0.51	มาก
14	การจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้สามารถพัฒนาจิตวิทยาศาสตร์	4.35	0.49	มาก
15	นักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้จากชุดกิจกรรมการเรียนรู้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวันได้	4.32	0.47	มาก
ค่าเฉลี่ยรวมทุกด้าน		4.48	0.22	มาก

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะจากการวิจัย

จากผลการวิจัยในครั้งนี้ สามารถสรุปผลการวิจัย ได้ดังนี้

- ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ธาตุและสารประกอบ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.39/81.57
- นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ธาตุและสารประกอบ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05
- ระดับความพึงพอใจของนักเรียนต่อชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ธาตุและสารประกอบ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในภาพรวมและรายด้านมีระดับความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัย
ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้ในมุมของจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน ดังนี้

1. ครูและนักเรียนจะต้องเตรียมความพร้อม วางแผนการจัดการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับเนื้อหา สำนวณความพร้อมของนักเรียน ครูจะต้องทราบข้อมูลและความรู้พื้นฐานของนักเรียนก่อนที่จะนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้การจัดการเรียนรู้สามารถพัฒนาและส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้เต็มตามศักยภาพของนักเรียนแต่ละคน และเพื่อจัดเตรียมสื่อให้นักเรียนสามารถเข้าถึงได้ ซึ่งนักเรียนแต่ละคนมีความสามารถในการเข้าถึงข้อมูลได้ไม่เท่ากัน และนักเรียนจะต้องมีหลักฐานการศึกษาข้อมูลมาก่อนล่วงหน้า ซึ่งครูจะต้องมีข้อตกลงเบื้องต้นกับนักเรียน ในการทำกิจกรรมนอกห้องเรียนสู่การทำกิจกรรมในชั้นเรียน การชี้แจงข้อตกลงอย่างชัดเจนจึงเป็นสิ่งสำคัญในการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้ให้นักเรียนเข้าใจรูปแบบและวัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนรู้อย่างถ่องแท้

2. การทำกิจกรรมในชั้นเรียนครูควรส่งเสริมให้นักเรียนได้เรียนรู้อย่างหลากหลายโดยเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ครูจึงควรจัดการเรียนรู้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น สะเต็มศึกษา (STEM Education) การเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based learning) การเรียนรู้แบบโครงงาน (Project based learning) โดยให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการร่วมคิดกิจกรรม ซึ่งจะช่วยให้เพิ่มพูนทักษะการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนได้มากยิ่งขึ้น เพื่อเตรียมความพร้อมให้กับผู้เรียนในการเรียนรู้ในยุคศตวรรษที่ 21

ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยในครั้งต่อไป ดังนี้

1. ควรมีการศึกษาค้นคว้าผลการเรียนแบบห้องเรียนกลับด้านที่มีต่อทักษะอื่น ๆ เช่น การให้เหตุผล การคิดวิจารณ์ ความคิดสร้างสรรค์ การแก้ปัญหา ความรับผิดชอบ เป็นต้น

2. ควรศึกษาการพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้านกับนักเรียนระดับอื่นหรือรายวิชาอื่น เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลที่เกิดขึ้นกับนักเรียน

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.เอมอัชมา วัฒนบุรานนท์ ข้าราชการบำนาญ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นงนุช โรจนเลิศ ข้าราชการบำนาญ มหาวิทยาลัยศิลปากร และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รัชนี ชัยสุขสันต์ ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร เป็นผู้เชี่ยวชาญที่กรุณาให้ความรู้ คำปรึกษา แนวคิดและข้อเสนอแนะ ในการจัดทำชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ธาตุและสารประกอบ โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน

เอกสารอ้างอิง

- Academic Department, Ratanaratbumrung School. (2016). **Student achievement analysis report Academic year 2016** (in Thai). Ratchaburi: Ratanaratbumrung School.
- Anegasukha, S. (2011). **Statistical methods for research. 4th ed.** (in Thai). Chon Buri: Education, Burapha University.
- Dechakupt, P. (2011). **Learner-focused teaching is key: concept teaching methods and techniques 1** (in Thai). Bangkok: Academic Quality Development (PW).
- Dengwansri, N., Suntarak, P., Phonchaiya, S., and Wuttisela, K. (2018). Effects of cooperative learning incorporated with application on the Android operating system to learning achievement on periodic table for grade 10 students (in Thai). **Journal of Science and Science Education**, 1(1), 61-73.
- Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2012). **Science Evaluation Assessment**. Bangkok: Se-Education.
- Kheawpra-in, D. (2017). The development of learning achievement in biology and research skills for 10th grade student taught by research-based learning with flipped classroom (in Thai). **Veridian E-Journal**, 10(2), 392-408.
- Lakat, P. (2016). Construction of learning activity package for the flipped classroom entitled “Basic Multimedia” for Mathayomsuksa 5 students, Wiangjedeewittaya school (in Thai). **Kasalongkham Research Journal**, 10(1), 147-160.
- Meela, P. and Artdej, R. (2017). Model based inquiry and scientific explanation: Promoting meaning -making in classroom (in Thai). **Journal of Education Naresuan University**, 19(3), 1-15.
- Muangmek, S. (2016). The study of science learning result and attitudes toward chemistry learning on acid-base for Matthayomsuksa 5 students by discovery method and cooperative techniques (in Thai). **Master's Thesis**. Pathumthani: Rangsit University.

- Namso, V., Jansawang, N. and Kudthalang, N. (2013). The development of instructional analytical thinking packages on element and compound of science learning substance for Mathayomsuksa 4 student (in Thai). **Graduate Studies Journal**, 10(50), 79-85.
- National Institute of Education Testing Service, (2017). Summary of basic national education test results (O-NET), grade 12, Academic year 2017(in Thai). Retrieved 20 April 2017, from **NIETS**: <https://bit.ly/35Cbr9C>.
- Office of the National Economic and Social Development Council. (2016). National Economic and Social Development Plan No. 12 (2017-2021) (in Thai). Retrieved 20 April 2017, from **NESDB**: <https://bit.ly/3i9K7ES>.
- Pananchai, K. and Supasorn, S. (2020). Development of grade-10 students' conceptual understanding of ionic compound by using inquiry learning in conjunction with particulate models (in Thai). **Journal of Science and Science Education**, 3(2), 165-176.
- Panich, V. (2012). **The way to create learning for 21st century students** (in Thai). Bangkok: Sodsri-Saritwong Foundation.
- Rachatanakul, P. (2015). The development of multimedia instruction package on chemical reactions by inquiry based learning and KWLH Plus with flipped classroom to development science project ability and scientific mind for tenth grade students (in Thai). **Veridian E-Journal**, 8(1), 319-332.
- Seubsom, K. and Meeplate, N. (2017). The development of a flipped classroom with the integration of multimedia classroom teaching through google classroom (in Thai). **APHEIT Journal**, 6(2), 118-127.
- Sriphon, P. (2013). The study of learning achievement and scientific attitude in chemistry for grade 10 Students using the Inquiry cycle (5E) learning method together with the cooperative learning method STAD technique (in Thai). **Journal of Education and Social Development**, 9(1), 71-81.
- Sukpiti, B. (2004). **Evaluation of new learning** (in Thai). Nakhon Pathom: Education, Nakhon Pathom Rajabhat University.
- Supkul, K., Sahatsathatsana, C. and Sungsrikaew, P. (2020). The development of Flipped Classroom learning activities integrated with the Facebook of mathematics for grade-8 students (in Thai). **Journal of Science and Science Education**, 3(2), 125-133.
- Thailand Development Research Institute. (2014). The strategy for basic education reform to be responsible (in Thai). Retrieved 20 April 2017, from **TDRI**: <https://bit.ly/2LP20wu>.
- Tipchai, A., Meewong, C., Wuttisela, K. and Supasorn, S. (2019). Grade-10 students' conceptual understanding of covalent bonding and molecular shapes from inquiry learning by using physical models (in Thai). **Journal of Science and Science Education**, 2(1), 43-56.
- Wangsrikoon, A. (2014). Thailand education for 21st century: productivity and development guidelines (in Thai). **Humanities and Sciences Journal of Graduate School**, 8(1), 1-17.