

การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทางเพื่อพัฒนานวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

The Flipped Classroom Learning to Develop Scientific Concepts of heat and Gas-kinetic Theory in Upper Secondary School Students

บุษรินทร์ กุณามา และ สุทธิดา จำรัส

สาขาวิชาการศึกษา (วิทยาศาสตร์ศึกษา) คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Boodsarin kunama and Suthida Chamrat

Program Education (Science Education) Faculty of Education, Chiang Mai University

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส โดยใช้แนวคิดแบบห้องเรียนกลับทางของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 และ 2) เพื่อพัฒนานวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ ในรายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้แนวคิดแบบห้องเรียนกลับทาง กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/14 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนองค์การบริหารส่วนจังหวัดเชียงราย จำนวน 25 คน ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้แบ่งเป็น 3 ประเภท คือ 1) เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทาง ในรายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 7 แผนการจัดการเรียนรู้รวมระยะเวลาทั้งสิ้น 13 คาบเรียน 2) เครื่องมือที่ใช้ในการสะท้อนผลการปฏิบัติการวิจัย ได้แก่ แบบบันทึกหลังสอนของครู แบบสังเกตพฤติกรรมการจัดการเรียนรู้ ใบงาน/ใบกิจกรรมเสริมการเรียนรู้ อนุทินแบบสะท้อนคิด 3) เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผลการวิจัย ได้แก่ แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊สที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นซึ่งเป็นแบบทดสอบชนิด 2 ลำดับ (2-tier conceptual test)

คือ ลำดับที่ 1 สร้างคำถามที่มีคำตอบให้เลือก 1, 2, 3 หรือ 4 ตัวเลือก โดยมีคำตอบที่ถูกต้องเพียง 1 คำตอบที่เหลือ คือ คำตอบที่เป็นมโนคติที่คลาดเคลื่อน ลำดับที่ 2 ให้นักเรียนเขียนอธิบายเหตุผลว่าทำไมถึงเลือกคำตอบดังกล่าว สถิติที่ใช้ในการวิจัย คือ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส โดยใช้แนวคิดแบบห้องเรียนกลับทางของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 แสดงให้เห็นว่าขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทางประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอนคือ (1) การนำเข้าสู่ประสบการณ์ (2) การสำรวจความรู้เพื่อสร้างมโนทัศน์ (3) การสร้างความรู้ที่มีความหมาย (4) การสาธิตและประยุกต์ใช้ควมมีแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนั้น การวางแผนและปฏิบัติการทำกิจกรรมด้วยตนเอง การนำความรู้ไปถ่ายทอดให้กับผู้อื่น การทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม การนำเสนอผลการทำกิจกรรมเพื่อแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและนักเรียนกับครู การได้ค้นคว้าเพิ่มเติมเพื่ออธิบายสิ่งที่ได้เรียนรู้จากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ และการถามคำถามเพื่อให้แสดงความคิดเห็น

2) ผลการพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ก่อนเรียนและหลังเรียน ที่ได้จากแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ก่อนเรียน นักเรียนมีความเข้าใจแนวคิดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ในระดับที่คลาดเคลื่อน (AC) เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส คิดเป็นร้อยละ 2.67 นักเรียนมีความเข้าใจแนวคิดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) คิดเป็นร้อยละ 44.67 นักเรียนมีความเข้าใจแนวคิดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) คิดเป็นร้อยละ 51.33 และนักเรียนมีความเข้าใจแนวคิดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ในระดับที่สมบูรณ์ (CU) คิดเป็นร้อยละ 1.33 แต่หลังจากการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทาง นักเรียนมีความสามารถเข้าใจมโนทัศน์ที่ถูกต้องมากขึ้นและมีความเข้าใจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนน้อยลง ซึ่งจะเห็นได้จากความเข้าใจมโนทัศน์ที่สมบูรณ์ (CU) คิดเป็นร้อยละ 61.33 ระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) คิดเป็นร้อยละ 29.33 ระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) คิดเป็นร้อยละ 9.33 และระดับที่คลาดเคลื่อน (AC) คิดเป็นร้อยละ 0.00

คำสำคัญ : การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทาง, การพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์, ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส

Abstract

The purposes of this research were 1) to study the guidelines for the learning management processes of heat and gas kinetic theory of gas by using the Flipped Classroom Learning concept of Mattayomsuksa 5, 2) to develop scientific concepts of physics subject on heat and the kinetic theory of gas of Mattayomsuksa 5 students by implementing the Flipped Classroom Learning concept. The samples were selected by cluster random and were 40 students of Mattayomsuksa 5 of Chiang Rai Provincial Administrative Organization School, Muang District, Chiang Rai

Province. Those students are in the second semester of the Academic year 2019. Tools were classified into three types 1) The experimental tools were the seven guidelines for the learning management processes by Flipped Classroom Learning concept of physics subjects on heat and the kinetic theory of gas of Mattayomsuksa 5. The total classes were 13 times. 2) The tools used to reflect the research results, i.e. learning records of teacher, learning behavior observation record 3) The tools used to evaluate the research results are the own created tests of heat and gas kinetic theory of gas; 2-tier conceptual test and the explanation of the student's answers.

The results of the research indicated that 1) there are four 4 steps of learning physics in the topic of heat and gas-kinetic theory by the Flipped Classroom Learning of Mathayomsuksa 5 students, including experiential engagement, concept exploration, creating of meaningful knowledge, demonstration and application. The learning activities should be organized as follow; self planning and practicing of activities, knowledge sharing, working in group, and knowledge exchanging among students and students, and students and teachers, additional researching from other sources, and questioning for feedbacks. The research results obtained by applying the Flipped Classroom Learning Concepts in physic class on heat and gas kinetic theory of gas of students at upper secondary school showed that before implementation students understand the scientific concepts of heat

and gas kinetic theory of gas in different levels i.e. 2.67% for alternative conception (AC), 44.67% for partial understanding with specific alternative conception (PS), 51.33% for partial understanding (PU), and 1.33% for complete understanding (CU). The results of the application of the Flipped Classroom Learning Concepts demonstrated differently which are 61.33% of students understand the scientific concepts of heat and gas kinetic theory of gas in completed understanding (CU), 29.33% for partial understanding (PU), 9.33% for partial understanding with specific alternative conception (PS) and none of students understand in the level of alternative conception (AC).

บทนำ

การจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มีเป้าหมายสำคัญ คือ ให้นักเรียนได้เรียนรู้มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Conception) อย่างมีความหมาย โดยศึกษาเกี่ยวกับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ ซึ่งสามารถช่วยให้นักเรียนมีพัฒนาการด้านความคิดให้สอดคล้องกับความเป็นจริงของสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่บนโลกตามแนวคิดของ Rogers et al. (2009) ซึ่งความรู้เดิมนั้น จะสอดคล้องกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์หรือไม่นั้น มีความเกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอย่างแน่นอน ความรู้เดิมของนักเรียนที่แตกต่างจากความรู้ที่ได้จากการพิสูจน์ทางวิทยาศาสตร์เรียกว่า มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อน (Alternative Conception) ซึ่งเป็นความคิดที่ถูกสร้างขึ้นมาจากผลของความคลาดเคลื่อนทางทฤษฎีหรือรูปแบบการจัดการเรียนการสอน ตามแนวคิดของ Hewson et al. (1992) เพื่อพัฒนาการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น กระบวนการเรียนการสอน

วิทยศาสตร์นั้น ควรเน้นให้ผู้เรียนเป็นผู้ลงมือกระทำ ผึกคิดด้วยตนเองเป็นสำคัญ ผู้สอนควรทำหน้าที่เป็นผู้จัดกิจกรรมให้นักเรียนได้ศึกษาด้วยตนเองมากกว่าที่จะเป็นผู้บอกเล่าให้นักเรียนจดจำเนื้อหาสาระ โดยควรคำนึงถึงวุฒิภาวะ ประสบการณ์เดิม และสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ที่นักเรียนมีความรู้เดิม (Preconception) มาก่อนเข้าสู่ห้องเรียน (Boonklurb, 1997)

โรงเรียนองค์การบริหารส่วนจังหวัดเชียงราย อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย เป็นโรงเรียนที่เปิดสอนตั้งแต่ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จนถึงระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยทางโรงเรียนได้เปิดโปรแกรมหลักสูตรทั้งหมด 19 หลักสูตร ซึ่งโปรแกรมหลักสูตรความเป็นเลิศทางด้านกีฬาเป็นหนึ่งในโปรแกรมหลักสูตร ที่นักเรียนจะต้องเดินทางไปแข่งขันกีฬาอยู่บ่อยครั้ง จึงทำให้ยากต่อการเรียนรู้ในห้องเรียนปกติ ส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำและเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนไปด้วยจึงต้องมีการใช้เครื่องมือหรือสื่อการเรียนรู้ที่สามารถถ่ายทอดข้อมูลสู่ผู้เรียนได้ ผู้วิจัยได้ค้นพบว่าการสอนแบบห้องเรียนกลับทางจะเป็นการเปลี่ยนแปลงบทบาทของครูอย่างสิ้นเชิง กล่าวคือ ครูไม่ใช่ผู้ถ่ายทอดความรู้ แต่จะมีบทบาทเป็นติวเตอร์ (Tutors) หรือโค้ช (Coach) ที่จะเป็นผู้จุดประกายและสร้างความสนุกสนานในการเรียน รวมทั้งเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการเรียน (Facilitators) ในชั้นเรียนนั้น ๆ โดยให้นักเรียนศึกษาเนื้อหาสื่อวีดิทัศน์ที่ครูได้สร้างขึ้นผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตด้วยตนเองที่บ้าน จากนั้นในคาบเรียนครูกับนักเรียนร่วมทำกิจกรรมเพื่อต่อยอดความรู้ในเนื้อหาที่ตนเองได้ไปศึกษามา เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีความสนใจในการเรียนมากขึ้น รู้จักสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง รู้จักการบริหารเวลาของตนเองใช้เทคโนโลยีอย่างเหมาะสม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามความสนใจทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ได้นานและคงทน (Tongsookdee, 1978; Wongchusiri, 1984; Khemmani, 2013)

จากความสำคัญที่ได้กล่าวมาข้างต้น และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง อีกทั้งผลการวิจัยมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียน จึงมีความจำเป็นต้องมีการพัฒนาการสอน เพื่อพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์และการแก้ปัญหาในรายวิชาฟิสิกส์ โดยการพัฒนารูปแบบการเรียนการสอน ผู้วิจัยจึงสนใจนำแนวคิดแบบห้องเรียนกลับทางมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนองค์การบริหารส่วนจังหวัดเชียงราย เพื่อศึกษาผลที่มีต่อนโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส โดยเล็งเห็นประโยชน์ของแนวคิดแบบห้องเรียนกลับทางว่าจะส่งผลให้นักเรียนมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องและเป็นแนวทางในการจัดรูปแบบการเรียนการสอนวิชาฟิสิกส์ต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาแนวทางจัดกระบวนการจัดการเรียนรู้ เรื่องความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส โดยใช้แนวคิดแบบห้องเรียนกลับทางของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5
2. เพื่อพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ในรายวิชาฟิสิกส์ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้แนวคิดแบบห้องเรียนกลับทาง

วิธีดำเนินการวิจัย

1. กลุ่มที่ศึกษา

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/14 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนองค์การบริหารส่วนจังหวัดเชียงราย จำนวน 25 คน ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองปฏิบัติการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการ

จัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทาง เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 7 แผนการจัดการเรียนรู้ รวมระยะเวลาทั้งสิ้น 13 คาบเรียน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการสะท้อนผลการปฏิบัติการวิจัย ได้แก่ แบบบันทึกหลังสอนของครูแบบสังเกตพฤติกรรมการจัดการเรียนรู้ ใบงาน/ใบกิจกรรมเสริมการเรียนรู้ อนุทินสะท้อนคิดหลังการสอนและแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส หลังเรียน

3. เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผลการวิจัย ได้แก่ แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งมีรูปแบบคือ แบบทดสอบชนิด 2 ลำดับ (2-tier conceptual test) ประกอบด้วย ลำดับที่ 1 สร้างคำถามที่มีคำตอบให้เลือก 1, 2, 3 หรือ 4 ตัวเลือก โดยมีคำตอบที่ถูกต้องเพียง 1 คำตอบที่เหลือ คือ คำตอบที่เป็นมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อน และลำดับที่ 2 ให้นักเรียนเขียนอธิบายเหตุผลว่าทำไมถึงเลือกคำตอบดังกล่าว

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างเครื่องมือประกอบไปด้วย แผนการจัดการเรียนรู้แบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และสื่อการเรียนการสอน
2. ผู้วิจัยทำการขอหนังสือขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูล จากคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ไปเสนอต่อ ผู้อำนวยการ โรงเรียนองค์การบริหารส่วนจังหวัดเชียงราย เพื่อขอความร่วมมือในการทดลองสอนและเก็บรวบรวมข้อมูลในการทำวิจัย
3. ผู้วิจัยสร้างความคุ้นเคยกับนักเรียน แจ้งจุดประสงค์การจัดการเรียนการสอนและแนะนำการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบห้องเรียนกลับทางให้นักเรียนทราบ

4. ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยโดยเริ่มจากการให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/14 จำนวน 25 คน ทำแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ก่อนเรียน จำนวน 25 ข้อ

5. ผู้วิจัย จัดการเรียนการสอนในชั้นเรียนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างไว้ และให้นักเรียนเขียนบันทึกก่อนทบทวนการเรียนรู้ของตนเอง หลังจากการจัดการเรียนรู้ทุกกิจกรรม

6. หลังจากที่ได้ดำเนินการจัดการเรียนการสอนครบทุกแผนการจัดการเรียนรู้แล้วนั้น ผู้วิจัยให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/14 จำนวน 25 คน ทำแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส หลังเรียน จำนวน 25 ข้อ

7. ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียน สรุปข้อมูล เพื่อนำไปสู่การวิเคราะห์ข้อมูลและแปลผลต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัย โดยใช้ค่าสถิติ ดังนี้

1. การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC) โดยใช้สูตรในการวิเคราะห์ตามแนวทางของ Kaemkate (2012)

2. การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ซึ่งสามารถจำแนกออกเป็นดังนี้

2.1 การวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC) โดยใช้

ใช้สูตรในการวิเคราะห์ตามแนวทางของ Kaemkate (2012)

2.2 วิเคราะห์หาความยากง่าย (p) เป็นการวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ เกณฑ์ความยากง่ายที่ยอมรับได้มีค่าอยู่ระหว่าง 0.20 - 0.80 ถ้าค่า p มีค่า นอกเกณฑ์ที่กำหนดจะต้องปรับปรุงข้อสอบนั้น หรือตัดทิ้งไป

3. การเปรียบเทียบคะแนนสอบก่อนเรียนและคะแนนสอบหลังเรียนจากแบบวัดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส โดยใช้ค่าสถิติส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความถี่ และคำนวณด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป

4. การวิเคราะห์ข้อมูล โดยการวิเคราะห์ความเข้าใจมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยจัดกลุ่มความเข้าใจมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ของผู้เรียนออกเป็น 5 ระดับ ได้แก่

1) ความเข้าใจมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ในระดับที่สมบูรณ์ (Complete Understanding: CU) ให้ 3 คะแนน

2) ความเข้าใจมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding: PU) ให้ 2 คะแนน

3) ความเข้าใจมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (Partial Understanding with Specific Alternative Conception: PS) ให้ 1 คะแนน

4) ความเข้าใจแนวความคิดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ในระดับที่คลาดเคลื่อน (Alternative Conception: AC) ให้ 0 คะแนน

5) ความไม่เข้าใจมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ (No Understanding: NU) ให้ 0 คะแนน

ผลการวิจัย

1) ผลการศึกษาแนวทางจัดกระบวนการจัดการเรียนรู้ เรื่องความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส โดยใช้แนวคิดแบบห้องเรียนกลับทางของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 4 ขั้นตอนดังนี้ ขั้นที่ 1 การนำเข้าสู่ประสบการณ์ (Experiential Engagement) คือ ขั้นตอนที่ครูผู้สอนเป็นผู้ชี้แนะวิธีการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนเพื่อเรียนเนื้อหาโดยอาศัยวิธีการที่หลากหลาย ขั้นที่ 2 การสำรวจความรู้ เพื่อสร้างมโนทัศน์ (Concept Exploration) ครูผู้สอนเป็นผู้คอยชี้แนะให้กับผู้เรียนจากสื่อหรือกิจกรรมหลายประเภท เช่น สื่อประเภทวิดีโอ ขั้นที่ 3 การสร้างความรู้ที่มีความหมาย (Meaning Making) ผู้เรียนเป็นผู้บูรณาการสร้างทักษะองค์ความรู้จากสื่อที่ได้รับจากการเรียนรู้ด้วยตนเองในชั้นเรียน เป็นการที่ครูเป็นผู้ชี้แนะ ขั้นที่ 4 การสาธิตและประยุกต์ใช้ (Demonstration & Application) เป็นการสร้างองค์

ความรู้โดยผู้เรียนเองในเชิงสร้างสรรค์ผ่านกระบวนการนำเสนอผลงาน ซึ่งแต่ละขั้นตอนผู้วิจัยได้ใช้เทคนิคหรือวิธีการที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทางเพื่อพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทางเพื่อพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ทั้ง 7 แผนการจัดการเรียนรู้ โดยดำเนินการตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทาง โดยในทุกแผนการจัดการเรียนรู้ นักเรียนจะต้องกลับไปศึกษาบทเรียนออนไลน์ในขั้นตอนที่ 2 เมื่อกลับมาในชั้นเรียน จะช่วยให้สามารถทำการทดลองและแบบฝึกหัดต่าง ๆ ตามขั้นตอน 4 ขั้นตอน ของการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทาง แต่ละแผนสามารถส่งต่อความรู้และทักษะ เพื่อให้นักเรียนได้เกิดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแนวทางการจัดการเรียนรู้จากอนุทินสะท้อนคิดของนักเรียนและเทคนิคหรือวิธีการที่ครูใช้ในการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทาง เพื่อพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทาง	เทคนิคหรือวิธีการที่ครูใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์	แนวทางการจัดการเรียนรู้จากอนุทินสะท้อนคิดของนักเรียน
1) การนำเข้าสู่ประสบการณ์ (Experiential Engagement)	- ใช้คำถามหรือกำหนดสถานการณ์ให้นักเรียนสังเกต เปรียบเทียบสิ่งที่ครูสร้างขึ้นกับความรู้เดิมของนักเรียน - ใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับสาเหตุหรือผลของเรื่องราวในสถานการณ์ที่กำหนดให้เพื่อกำหนดประเด็นในการสืบค้นต่อไป - สืบค้นข้อมูลที่หลากหลายเพื่อจะช่วยให้ นักเรียนเกิดความสนใจในการเรียน	- การถามคำถามเพื่อให้แสดงความคิดเห็น - การได้ค้นคว้าเพิ่มเติมเพื่ออธิบายสิ่งที่ได้เรียนรู้จากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างแนวทางการจัดการเรียนรู้จากอนุทินสะท้อนคิดของนักเรียนและเทคนิคหรือวิธีการที่ครูใช้ในการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทาง เพื่อพัฒนานวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส (ต่อ)

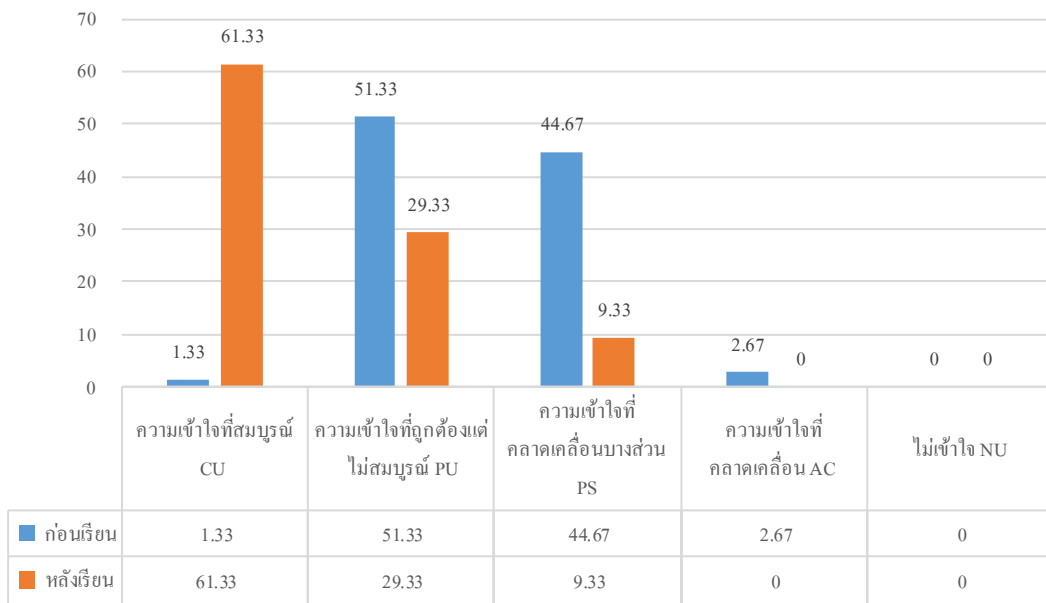
ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทาง	เทคนิคหรือวิธีการที่ครูใช้ในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนานวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์	แนวทางการจัดการเรียนรู้จากอนุทินสะท้อนคิดของนักเรียน
2) การสำรวจความรู้เพื่อสร้างมโนทัศน์ (Concept Exploration)	- ใช้คำถามเพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของเนื้อหาที่นักเรียนศึกษา - การจัดกิจกรรมที่ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจในการนำความรู้เดิมหรือจากการสืบค้นความรู้ใหม่ไปใช้ในการเรียนในห้องเรียน	- การเรียนแบบใหม่ได้ศึกษา ความรู้จากที่บ้านพอเมื่อมาที่โรงเรียนครูให้ทำกิจกรรมต่าง ๆ และการทดลองด้วยตัวเอง - การถามคำถามเพื่อให้แสดงความคิดเห็น - การทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม - การนำเสนอผลการทำกิจกรรมเพื่อแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและนักเรียนกับครู การได้ค้นคว้าเพิ่มเติมเพื่ออธิบายสิ่งที่ได้เรียนรู้จากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ
3) การสร้างความรู้ที่มีความหมาย (Meaning Making)	- การอภิปรายข้อมูลจากที่นักเรียนได้ไปศึกษามาจากที่บ้าน - การแลกเปลี่ยนข้อมูลและแสดงความคิดเห็นที่ได้จากข้อมูล - การนำความรู้ไปลงมือปฏิบัติจริง	- การถามคำถามเพื่อให้แสดงความคิดเห็น - การทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม - การได้ค้นคว้าเพิ่มเติมเพื่ออธิบายสิ่งที่ได้เรียนรู้จากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ
4) การสาธิตและประยุกต์ใช้ (Demonstration & Application)	- ใช้คำถามเพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของเนื้อหาต่างๆ ที่นักเรียนศึกษาเพื่อนำไปสู่การสรุปเป็นหลักการ - การอภิปรายข้อมูล เพื่อนำไปสู่การสรุปเป็นหลักการ - ใช้วิธีการประเมินการเรียนรู้ของนักเรียนด้วยวิธีการที่หลากหลายและให้ข้อมูลย้อนกลับแก่นักเรียน - การแลกเปลี่ยนข้อมูลและแสดงความคิดเห็นที่ได้จากข้อมูลระหว่างครูกับนักเรียนและนักเรียนกับนักเรียน - การสรุปกิจกรรมด้วยวิธีที่หลากหลายเพื่อจะช่วยให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในกิจกรรมของการเรียน	- การถามคำถามเพื่อให้แสดงความคิดเห็น - การทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม - การนำเสนอผลการทำกิจกรรมเพื่อแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและนักเรียนกับครู - เกิดความรู้และเข้าใจในบทเรียนนั้น ๆ

2) ผลการพัฒนานวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทาง เพื่อพัฒนานวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผลการเปรียบเทียบนวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ก่อนเรียน และหลังเรียน การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทางทั้งก่อนเรียนนักเรียนมีความเข้าใจแนวคิดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ในระดับที่คลาดเคลื่อน (AC) เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส คิดเป็นร้อยละ 2.67 นักเรียนมีความเข้าใจแนวคิดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ในระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) คิดเป็นร้อยละ 44.67 นักเรียนมีความเข้าใจแนวคิดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ในระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) คิดเป็นร้อยละ 51.33 นักเรียนมีความเข้าใจแนวคิดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ในระดับที่สมบูรณ์ (CU) คิดเป็นร้อยละ 1.33 แต่หลังจากการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทาง นักเรียนมีความสามารถเข้าใจในมโนทัศน์ที่ถูกต้องมากขึ้นและมีความเข้าใจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนน้อยลง ซึ่งจะเห็นได้จากความเข้าใจมโนทัศน์ที่สมบูรณ์ (CU) คิดเป็นร้อยละ 61.33 ระดับที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ (PU) คิดเป็นร้อยละ 29.33 ระดับที่คลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) คิดเป็นร้อยละ 9.33 และระดับที่คลาดเคลื่อน (AC) คิดเป็นร้อยละ 0.009 ตามแผนภูมิที่ 1

อภิปรายผล

จากการศึกษาผลการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทางเพื่อพัฒนานวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ผู้วิจัยสามารถและอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

1) ลักษณะแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทาง ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเลือกการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทางของ School wires (2013) ซึ่งได้กล่าวถึงลักษณะและองค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้ดังนี้ การจัดการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน (Flipped Classroom) เป็นนวัตกรรมการเรียนการสอนรูปแบบใหม่ในการสร้างผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้แบบรอบด้านหรือ Mastery Learning นั้น จะมีองค์ประกอบสำคัญที่เกิดขึ้น 4 องค์ประกอบที่เป็นวัฏจักรซึ่งองค์ประกอบทั้ง 4 ที่เกิดขึ้น ได้แก่ 1) การกำหนดยุทธวิธีเพิ่มพูนประสบการณ์ 2) การสืบค้นเพื่อให้เกิดมโนทัศน์รวบยอด 3) การสร้างองค์ความรู้ที่มีความหมาย และ 4) การสาธิตและประยุกต์ใช้ โดยในส่วนของผู้วิจัยหลังจากสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ในทุกแผนการเรียนรู้ ให้นักเรียนเขียนอนุทินสะท้อนคิดเกี่ยวกับกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ และวิเคราะห์ข้อมูลโดยการนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต แบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ของครู และการเขียนอนุทินสะท้อนคิดของนักเรียนเกี่ยวกับ



แผนภูมิที่ 1 แผนภูมิแท่งแสดงร้อยละผลการเปรียบเทียบโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ก่อนเรียนและหลังเรียนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทาง

กิจกรรมการเรียนรู้มาประมวลข้อมูล โดยนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกตในแบบบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ของครูและการเขียนบันทึกสะท้อนคิดของนักเรียนเกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนรู้มาทำการประมวลข้อมูล โดยเริ่มจากการวิเคราะห์หาค่าสะท้อนคิดของนักเรียน ซึ่งผลการวิเคราะห์หาค่าสะท้อนคิดของนักเรียน สอดคล้องกับบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยได้ทำการบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ทุกคาบเรียน โดยสรุปแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้ดังนี้ คือ มีการวางแผนและปฏิบัติการทำกิจกรรมด้วยตนเอง การนำความรู้ไปถ่ายทอดให้กับผู้อื่น การทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม การนำเสนอผลการทำกิจกรรมเพื่อแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างนักเรียนกับนักเรียน และนักเรียนกับครู การได้ค้นคว้าเพิ่มเติมเพื่ออธิบายสิ่งที่ได้เรียนรู้จากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ และการถามคำถามเพื่อให้แสดงความคิดเห็น ดังนั้น แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทางจะช่วยพัฒนาโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ได้ ซึ่งสามารถอธิบายได้จากขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทาง ทั้ง 4 ขั้นตอน ได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นการกำหนดยุทธวิธีเพิ่มพูนประสบการณ์ เป็นขั้นการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ของนักเรียนก่อนเพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้พื้นฐาน กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจต้องการที่จะศึกษาเรื่องดังกล่าว ใช้คำถามหรือกำหนดสถานการณ์ให้นักเรียนสังเกตเปรียบเทียบสิ่งที่ครูสร้างขึ้นกับความรู้เดิมของนักเรียน ใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับสาเหตุหรือผลของเรื่องราวในสถานการณ์ที่กำหนดให้เพื่อกำหนดประเด็นในการสืบค้นต่อไป การจัดการเรียนรู้ดังกล่าวครูอธิบายประโยชน์ของการเรียนแบบใหม่ และให้นักเรียนดูวีดิทัศน์อธิบาย วิธีการเรียนว่าดีต่อนักเรียนอย่างไร ใช้เทคโนโลยีการเรียนที่เด็กสมัยใหม่ชอบ โดยใช้สื่อ ICT ซึ่งกล่าวได้ว่าเป็นการนำโลกของโรงเรียนเข้าสู่โลกของนักเรียนซึ่งเป็นโลกยุคดิจิทัล (Brame, 2013; Pahe, 2013; Panich, 2013)

ขั้นที่ 2 ขั้นการสืบค้นเพื่อให้เกิดมโนทัศน์รวบยอด เป็นขั้นตอนที่ใช้คำถามเพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของเนื้อหาที่นักเรียนศึกษา การจัดกิจกรรมที่ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจ

ในการนำความรู้เดิมหรือจากการสืบค้นความรู้ใหม่ไปใช้ในการเรียนในห้องเรียน และเป็นการเรียนแบบใหม่ที่สามารถศึกษาความรู้จากที่บ้านก่อนผ่านทางเว็บไซต์ Google Classroom เมื่อมาในห้องเรียนได้ทำกิจกรรมต่าง ๆ และการทดลองด้วยตัวเอง โดยครูผู้สอนเป็นผู้คอยชี้แนะให้กับผู้เรียนจากสื่อหรือกิจกรรมหลายประเภท เช่น สื่อประเภทวิดีโอบันทึกการบรรยาย การใช้สื่อ Websites หรือสื่อออนไลน์ ตามแนวคิดของ Pahe (2013) การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางดังกล่าวเป็นการลดบทบาทของครูผู้สอนจากการเป็นผู้บอกเล่าบรรยาย สานิตเป็นการวางแผนจัดกิจกรรมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ กิจกรรมต่าง ๆ จะต้องเน้นที่บทบาทของนักเรียนตั้งแต่เริ่ม คือ ร่วมวางแผนการเรียน การวัดผล ประเมินผล และต้องคำนึงว่ากิจกรรมการเรียนนั้นเน้นการพัฒนากระบวนการคิด วางแผน ลงมือปฏิบัติ ศึกษา ค้นคว้า รวบรวมข้อมูลด้วยวิธีการต่าง ๆ จากแหล่งเรียนรู้หลากหลาย ตรวจสอบ วิเคราะห์ ข้อมูล การแก้ปัญหา การปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน การสร้างคำอธิบายเกี่ยวกับข้อมูลที่สืบค้นได้เพื่อนำไปสู่คำตอบของปัญหาหรือคำถามต่าง ๆ ในที่สุดจึงเกิดการสร้างองค์ความรู้ (The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2008)

ขั้นที่ 3 ขั้นการสร้างองค์ความรู้ย่อมมีความหมาย เป็นขั้นตอนที่เป็นการจัดการเรียนรู้ที่จะนำเข้าสู่บทเรียน โดยครูใช้คำถามหรือกำหนดสถานการณ์ เพื่อให้นักเรียนสังเกต เปรียบเทียบสิ่งที่ครูสร้างขึ้นกับความรู้เดิมของนักเรียน และให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อกำหนดประเด็นในการสืบค้นข้อมูล การจัดกิจกรรมที่ให้นักเรียนมีส่วนร่วมนั้นจะทำให้ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการใช้ความคิดและการแก้ไขปัญหา ร่วมกัน เพื่อฝึกทักษะ กระบวนการคิด การจัดการ การเผชิญสถานการณ์และการประยุกต์ความรู้แก้ไขปัญหา (The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2008)

นอกจาก นั้นการใช้คำถามของครูจะทำให้ครูทราบแนวคิดของนักเรียน นักเรียนได้ร่วมกันแสดง

ความคิดเห็นได้คิดอย่างต่อเนื่องเพื่อหาคำตอบ ได้ถามคำถามอย่างอิสระในสิ่งที่อยากรู้เพิ่มเติมซึ่งการถามคำถามจัดเป็นกระบวนการที่นำไปสู่การเพิ่มพูนขยายความรู้ โดยถามในสิ่งที่สงสัยหรืออยากรู้และสืบค้นข้อมูลเกี่ยวกับข้อสงสัยที่มีอยู่ เพื่อเป็นการจัดข้อสงสัยเหล่านั้น รวมทั้งการพยายามอธิบายคำตอบของข้อสงสัยให้เป็นที่เข้าใจได้หรือสามารถปรับเปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนให้ถูกต้องได้ตามแนวคิดของ Budnitz (2003) อีกทั้งการจัดการเรียนรู้ที่ครูให้นักเรียนได้มีโอกาสทำกิจกรรมร่วมกันเป็นกลุ่ม นักเรียนจะมีโอกาสได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันภายในกลุ่ม และมีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างครูกับนักเรียน ในขณะปฏิบัติกิจกรรมตลอดเวลา สมาชิกทุกคนในแต่ละกลุ่มต้องมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมมีการกำหนดบทบาทหน้าที่ของสมาชิกแต่ละคนอย่างชัดเจน ซึ่งการทำกิจกรรมกลุ่มนี้ จะช่วยฝึกทักษะการคิดและทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นทักษะสำคัญของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สอดคล้องกับงานวิจัยของ Ra-ngubtook (1999) ที่ว่านักเรียนมีความภูมิใจที่ได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง ในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะได้นำความรู้ที่ได้ศึกษามาจากที่บ้านมาทำงานที่โรงเรียนปฏิบัติการทำกิจกรรมด้วยตนเอง การทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม การนำเสนอผลการทำกิจกรรมเพื่อแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและนักเรียนกับครู การได้ค้นคว้าเพิ่มเติมเพื่ออธิบายสิ่งที่ได้เรียนรู้จากแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ

ขั้นที่ 4 ขั้นการสาธิตและประยุกต์ใช้ เป็นขั้นตอนที่เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในการอธิบายความคิดรวบยอดด้วยตนเอง โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิด เชื่อมโยงความรู้ร่วมกัน และขยายความรู้เป็นขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้ขยายหรือเพิ่มเติมความรู้ความเข้าใจจากขั้นการสร้างผลการทดลอง นักเรียนนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์อื่น ๆ ได้ การจัดการเรียนรู้ในขั้นตอนนี้จึงควรใช้แนวทางการถามคำถามเพื่อให้

นักเรียนแสดงความคิด การจัดกิจกรรม ที่นักเรียนได้มีส่วนร่วม การทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มและการนำเสนอผลการทำกิจกรรมเพื่อแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างนักเรียนกับนักเรียนและครูกับนักเรียน ครูควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ถกเถียงข้อสงสัยกันอย่างเต็มที่ ในขณะที่นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันภายในกลุ่ม นักเรียนแต่ละคนจะแสดงความคิดเห็นตามที่ตนเองเข้าใจ ซึ่งบางครั้งอาจจะไม่ตรงกับความคิดเห็นของเพื่อนในกลุ่ม ทำให้เกิดการอภิปรายร่วมกันจนนำไปสู่ข้อสรุปของกลุ่มซึ่ง Moonkham & Moonkham (2003) ได้กล่าวถึงผลของการจัดกิจกรรมในลักษณะนี้ว่านักเรียนในกลุ่มมีความกระตือรือร้น มีความรับผิดชอบ และจะมีการเปิดโอกาสให้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน และยังเป็นการถ่ายทอดสิ่งที่ผู้เรียนได้ดำเนินการไปทั้งหมด รวมทั้งผลจากการดำเนินการนั้นให้ผู้อื่นทราบและเข้าใจ และยังเป็น การแลกเปลี่ยนประสบการณ์ซึ่งกันและกันด้วยในการสรุปกิจกรรมโดยการรายงาน หรืออภิปรายนี้อาจใช้การพูดปากเปล่า หรืออาจมีแผนภูมิ กราฟ ตาราง สมการทางคณิตศาสตร์ ประกอบเพื่อให้เข้าใจชัดเจนยิ่งขึ้นซึ่ง Panich (2015) กล่าวว่าผู้เรียนจะได้รับข้อมูลย้อนกลับเกี่ยวกับการอธิบายความรู้ความเข้าใจของตนเอง ระหว่างการเรียนการสอนในชั้นนี้ ครูจะต้องกระตุ้นหรือส่งเสริมให้ผู้เรียน ประเมินความรู้ความเข้าใจและความสามารถของตนเอง และยังเปิดโอกาสให้ครูได้ประเมินความรู้ ความเข้าใจและพัฒนาทักษะของผู้เรียนด้วย สอดคล้องกับ The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (2011) โดยครูจะประเมินนักเรียนจากการตั้งคำถาม แล้วให้นักเรียนตอบคำถามเพื่อสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ร่วมกัน อีกทั้งนักเรียนแต่ละคนจะต้องบันทึกผลการเรียนรู้และการพัฒนาตนเอง ลงในอนุทินสะท้อนคิด เพื่อประเมินการเรียนรู้ และสุดท้ายคือการสะท้อนกลับ เป็นการให้โอกาสผู้เรียนได้คิดวิเคราะห์เกี่ยวกับประสบการณ์ การบริการสังคม การสรุปผลของการปฏิบัติกิจกรรม และการนำเสนอผลของการจัด

กิจกรรมของผู้เรียนในรูปแบบต่าง ๆ (Boonjam et al., 2015)

2) การสะท้อนผลการปฏิบัติการวิจัย การสรุปผลการปฏิบัติกิจกรรม การนำเสนอผลของการจัดกิจกรรมของผู้เรียนในรูปแบบต่าง ๆ เป็นการให้โอกาสผู้เรียนได้คิดวิเคราะห์เกี่ยวกับประสบการณ์การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทาง สอดคล้องกับแนวคิดของ Jeerungsuwan (2015) ซึ่งขั้นตอนนี้ผู้สอนต้องกระตุ้นหรือส่งเสริมให้ผู้เรียนประเมินความรู้ความเข้าใจและความสามารถของตนเองโดยครูจะประเมินนักเรียนจากการตั้งคำถาม แล้วให้นักเรียนตอบคำถามเพื่อสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ร่วมกันอีกทั้งนักเรียนแต่ละคนจะต้องบันทึกการเรียนรู้และพัฒนาตนเองลงในอนุทินสะท้อนคิด เพื่อประเมินการเรียนรู้ ซึ่งการจัดการเรียนรู้ในขั้นตอนนี้จึงควรใช้แนวทางการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม การนำเสนอกิจกรรมกลุ่ม เพื่อแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างนักเรียนกับนักเรียน และนักเรียนกับครู และการถามคำถามเพื่อให้แสดงความคิดเห็น

3) การพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊สหลังจากการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทางและการศึกษาผลของพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ทั้ง 6 เรื่อง ได้แก่ 1) ความร้อน (สถานะและการเปลี่ยนแปลงสถานะ) 2) ความร้อน (การถ่ายโอนความร้อน) 3) สมดุลความร้อน 4) แก๊สอุดมคติ 5) ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส (พลังงานจลน์ในโมเลกุลของแก๊ส) และ 6) ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส (ความสัมพันธ์ระหว่างความดัน ปริมาตร และอุณหภูมิของแก๊ส) จากผลการวิจัย แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทางสามารถพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ของนักเรียนได้

โดยนักเรียนส่วนใหญ่มีพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความร้อนและทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ในหัวข้อเรื่อง แก๊สในอุดมคติ มากที่สุด โดยมี

นักเรียนที่มีการพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น 24 คน คิดเป็นร้อยละ 96.00 และนักเรียนมีการพัฒนามโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ในหัวข้อเรื่อง ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส (พลังงานจลน์โมเลกุลของแก๊ส) น้อยที่สุดโดยมีนักเรียนที่พัฒนาเพิ่มขึ้น 9 คน คิดเป็นร้อยละ 36.00 ของนักเรียนทั้งหมด ซึ่งการจัดการเรียนรู้ในครั้งนี้ได้มีการใช้การเรียนการสอนผ่านระบบออนไลน์ สื่อวีดิทัศน์ต่าง ๆ และกิจกรรมการทดลองในทุกแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อให้ นักเรียนได้ออกแบบกิจกรรมการทดลอง และลงมือปฏิบัติกิจกรรมการทดลองด้วยตนเองในทุก ๆ กิจกรรม พร้อมทั้งมีการกระตุ้นผู้เรียน ด้วยการใช้คำถาม จะเห็นได้ว่ากิจกรรมการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทาง จะมีการกระตุ้นความสนใจของนักเรียนให้เกิดข้อสงสัย เกิดความอยากรู้และอยากคิดหาคำตอบด้วยการลงมือปฏิบัติ เพื่อค้นหาหลักฐานมาใช้ในการอธิบาย ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Joyce & Weil (1980) ที่กล่าวถึงการตรวจสอบมโนทัศน์ที่สร้างขึ้น ว่าเป็นขั้นตอนหนึ่งของการเกิดการสร้างมโนทัศน์ โดยได้เสนอว่าเมื่อนักเรียนเกิดการสร้างมโนทัศน์แล้ว จำเป็นต้องมีการตรวจสอบมโนทัศน์ที่นักเรียนสร้างขึ้น ซึ่งอาจใช้การตรวจสอบลักษณะของสิ่งต่าง ๆ หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ว่าสอดคล้องหรือไม่สอดคล้องกับมโนทัศน์ที่ได้สร้าง ซึ่งจะเป็นการเรียนรู้ว่านักเรียนเกิดการสร้างมโนทัศน์แล้วนั่นเองและยังสอดคล้องกับแนวคิดของ Lawson (2005) ที่กล่าวว่าการนำความรู้ความเข้าใจหรือมโนทัศน์ที่สร้างขึ้นมาใช้ในสถานการณ์ใหม่ส่งผลให้นักเรียนเกิดความเข้าใจมโนทัศน์นั้นมากขึ้น เช่นเดียวกับแนวคิดของ Posner et al. (1998) ที่กล่าวว่าเมื่อผู้เรียนนำมโนทัศน์ที่สร้างขึ้นไปใช้เพื่ออธิบายสถานการณ์ต่าง ๆ จะทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในมโนทัศน์และคุณค่าของมโนทัศน์ใหม่ ที่สร้างขึ้น (fruitful) รวมทั้งมีการสรุปสิ่งที่ได้เรียนรู้ ทำให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน ช่วยให้นักเรียนลดความเข้าใจในมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อน สามารถเกิดความเข้าใจในมโนทัศน์ทาง

วิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง นำไปใช้ในการสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ใหม่ ส่งผลให้นักเรียนสามารถปรับเปลี่ยนเป็นมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง สอดคล้องกับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น

อย่างไรก็ตามหลังจากการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทาง นักเรียนมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องเกี่ยวกับเรื่อง ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส (พลังงานจลน์โมเลกุลของแก๊ส) น้อยที่สุด อยู่ที่ร้อยละ 36.00 สามารถอธิบายได้ว่านักเรียนให้ความสำคัญกับการท่องจำกฎต่าง ๆ ของทฤษฎีจลน์ของแก๊สมากกว่า การทำความเข้าใจในเชิงมโนทัศน์เกี่ยวกับพฤติกรรมของแก๊สซึ่งจะนำมาสู่ความเข้าใจว่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องนั้น มีความสัมพันธ์กันอย่างไรปัญหาดังกล่าวข้างต้นอาจเกิดจากสาเหตุดังต่อไปนี้

1. มโนทัศน์เรื่องดังกล่าวเป็นมโนทัศน์เชิงทฤษฎี ที่มีลักษณะเป็นนามธรรมและไม่สามารถลงมือปฏิบัติได้ การสอนเน้นการบรรยายประกอบสื่อเคลื่อนไหวเพื่ออธิบายลักษณะการเคลื่อนที่ของโมเลกุลแก๊สที่เป็นไปตามกฎต่าง ๆ ที่สรุปออกมาอยู่ในรูปแบบของสมการเป็นหลัก จึงทำให้นักเรียนไม่ได้ลงมือปฏิบัติ และเรียนรู้ด้วยตนเอง สอดคล้องกับ The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (2011) ที่กล่าวว่าการสอนที่เน้นการบรรยายเพื่อการถ่ายโอนความรู้ให้แก่ผู้เรียน เน้นการท่องจำสูตรการแทนค่าในสมการให้ถูกต้อง ทำให้ผู้เรียนไม่สามารถสร้างคำอธิบายในการตอบคำถามเชิงเหตุผลได้หรือคำตอบที่แสดงเหตุผลประกอบมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนรวมอยู่ด้วย

2. เนื้อหาเรื่อง ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส โดยธรรมชาติของการทดสอบและการวัดผล ในเรื่องดังกล่าวเน้นการท่องจำ คำนวณหาคำตอบตามกฎ และไม่เน้นการประเมินด้านมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ จึงทำให้นักเรียนให้ความสำคัญกับการท่องจำและ

คำนวณทางคณิตศาสตร์ เพื่อแก้โจทย์ปัญหามากกว่า
การทำความเข้าใจในมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์

จากผลการวิจัย แสดงให้เห็นว่า การจัดการ
การเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับทาง สามารถพัฒนา
นักเรียน ให้มีแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง ความร้อนและ
ทฤษฎีจลน์ของแก๊สได้ ซึ่งขั้นตอนการจัดการเรียนรู้
แบบห้องเรียนกลับทางทั้ง 4 ขั้นตอน ที่สำคัญนั้นคือ
ควรให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติจริงด้วยตนเองใน ขั้นตอน
ที่ 3 คือการสร้างความรู้ที่มีความหมาย (Meaning
Making) เทคนิคหรือวิธีการที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้
คือ ให้ผู้เรียนได้อภิปรายข้อมูลจากที่นักเรียนได้ไป
ศึกษามาจากที่บ้าน แลกเปลี่ยนข้อมูลและแสดง
ความเห็นที่ได้จากข้อมูลรวมไปถึงการนำความรู้ไปลง
มือปฏิบัติจริง ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนนำองค์ความรู้ไป
ประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิด
ของ Rogers et al. (2009) ที่กล่าวว่าก่อนที่นักเรียน
จะเข้ามาในห้องเรียนนั้น เดิมนักเรียนมีความรู้และ
ประสบการณ์เดิมอยู่แล้ว ซึ่งประสบการณ์เดิมนั้นเป็น
สิ่งสำคัญในการเชื่อมโยงกับเนื้อหาที่กำลังจะได้ศึกษา
และเป็นการกระตุ้น สร้างแรงจูงใจให้นักเรียนอยากที่
จะค้นคว้าหาคำตอบด้วยตนเอง ทั้งนี้เนื่องจากก่อนจัด
กิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้มีการตรวจสอบความ
เข้าใจของนักเรียนที่เคยเรียนผ่านมาแล้ว ว่ามีมโนทัศน์
ทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อน เกี่ยวกับเรื่องที่เรียน
อย่างไร มีสิ่งใดที่ควรปรับปรุงเปลี่ยนแปลง เพื่อให้
นักเรียนเรียนรู้มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่าง
ถูกต้อง ส่งผลให้ผู้วิจัยสามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้
แบบห้องเรียนกลับทางได้อย่างถูกต้อง สามารถเน้นย้ำ
เนื้อหาสาระที่นักเรียนเกิดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์
ที่คลาดเคลื่อนได้อย่างเหมาะสม ทำให้นักเรียนสามารถ
สร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ใหม่ให้สอดคล้องกับ
มโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น กิจกรรมการเรียนรู้
มีการกระตุ้นความสนใจของนักเรียนให้เกิดข้อสงสัย

และอยากเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้เน้นให้ผู้เรียนได้
เป็นผู้ออกแบบการทดลอง ผู้ลงมือปฏิบัติใช้ทักษะการคิด
ในการวางแผนออกแบบกิจกรรมเปิดโอกาสให้นักเรียน
ได้อธิบาย อภิปราย รวมทั้งสรุปและประเมินสิ่งที่เรียนรู้
ร่วมกัน ส่งผลให้นักเรียนมีการพัฒนามโนทัศน์ทาง
วิทยาศาสตร์มากยิ่งขึ้น

ข้อเสนอแนะจากการทำวิจัย

1. จากการวิจัยพบว่า ระยะเวลาของการ
นำเสนอในวิดีโอที่บันทึกบนสื่อสังคมออนไลน์ตามแนวคิด
ห้องเรียนกลับทางในแต่ละช่วงควรที่จะกำหนดเวลาให้
เหมาะสมกับเนื้อหาไม่มากหรือน้อยจนเกินไป เพราะ
จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนไม่ทันหรือเบื่อหน่ายหาก
เวลาไม่พอเหมาะ โดยคำนึงถึงปัจจัยต่าง ๆ เช่น วิทยุ
ของผู้เรียน สภาพแวดล้อมของห้องเรียน ความพร้อม
ของผู้เรียน

2. จากการวิจัยพบว่า เนื้อหาความรู้ใน
วิดีโอที่บันทึกจากแหล่งข้อมูลทางอินเทอร์เน็ตที่นำมาใช้
สมควรที่จะสร้างในรูปแบบออนไลน์และออฟไลน์เพื่อ
ความสะดวกในการสอนและการเผยแพร่สู่ชุมชน

ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยในครั้งต่อไป

1. การศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบ
ห้องเรียนกลับทางสามารถใช้ในการพัฒนาด้านอื่น ๆ
เช่น ความสามารถในการนำความรู้วิทยาศาสตร์ไปใช้
ในชีวิตประจำวัน ความสามารถในการตัดสินใจและ
แก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

2. ในการสร้างแบบวัดมโนทัศน์ทาง
วิทยาศาสตร์แบบเลือกตอบนั้นอาจเพิ่มจำนวนตัวเลือก
มากขึ้น เช่นจากจำนวนตัวเลือก 5 ตัวเลือกอาจเป็น 6
ตัวเลือก โดยตัวเลือกที่ 6 อาจเป็นการให้นักเรียนเขียน
อธิบายคำตอบอย่างอิสระ เพื่อจะได้ตรวจสอบมโน
ทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่หลากหลายยิ่งขึ้น

References

- Boonjam, S., Nuangchalem, P., & Wongchantra, P. (2015). Inquiry-based Learning and Service Learning of Mathayomsueksa 3 Students, Entitled Environment and Natural Resources to enhancing Learning Achievement, Analytical Thinking, and Public Mind. *Journal of faculty of Education Mahasarakham university*. 9(2), 152-153. [in Thai].
- Boonklurb, N. (1997). learning process according by Constructivism. *Journal of The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology*, 25(96), 13-14. [in Thai].
- Budnitz, N. (2003). *What do We Mean by Inquiry?*. Retrieved from http://www.biology.duke.edu/cibl/inquiry/what_is_inquiry.htm
- Brame, C. (2013). *Flipping the classroom*. Vanderbilt University Center for Teaching. Retrieved from <http://cft.vanderbilt.edu/guides-subpages/flipping-the-classroom/>.
- Hewson, P. W., Zeichner, K. M., Tabachnick, B. R., Blomker, K. B., & Toolin, R. (1992). *A conceptual change approach to science teacher education at the University of Wisconsin-Madison. Paper presented at the Annual Meeting of the American Education. Research Association*, San Francisco, CA.
- Jeerungsuwan, N. (2015). Google for Education and the Reform of Thai education. *Journal of Educational techniques*, 28(96), 14-20. [in Thai].
- Joyce, B & Weil, M. (1980). Marsha. Conceptual Complexity, *Teaching Style and Models of Teaching*. Nov 72. 25,5-12
- Kaemkate, W. (2012). *Research methodology in behavioral sciences*. Bangkok: Educational Research and Psychology Chulalongkorn University. [in Thai].
- Khemmani, T. (2013). *Subject of Teaching: Knowledge for efficacy of Organizing the learning process*. (17th ed). Bangkok: Publisher of Chulalongkorn University. [in Thai].
- Lawson, A. E. (1994). *Research on the acquisition of science knowledge: Epistemological foundations of cognition*. In D. Gabel (Ed.), *Handbook of research on science teaching and learning* (pp. 131–176). New York: Macmillan.
- Moonkham, S & Moonkham, O. (2003). *21 Method design for leaning to Develop Thinking process*. Bangkok: Phappim. [in Thai].
- Pahe, S. (2013). *The Flipped Classroom : New classrooms*. Dimension in the 21st Century. Retrieved from <http://www.mbuisc.ac.th/phd/academic/flipped%20classroom2.pdf>. [in Thai].

- Panich, V. (2013). *Kruphersit sranghongreanklubthang* S.R.Printing S. R. PRINTING MASSPRODUCTS COMPANY LIMITED. [in Thai].
- Panich, V. (2015). *Assessment to Authorize of leaming (Embedded formative assessment)*. Bangkok: SAAN AKSORN COMPANY LIMITED. [in Thai].
- Posner, M. (1998). Asymmetries in hemispheric control of attention in Schizophrenia. *Arch. Gen. Psychiatry* 45, 814–821
- Ra-ngubtook, W. (1999). *lesson planning of Student – centered learning*. Bangkok: L.T. Place. [in Thai].
- Rogers, M. A., Plassman, B. L., Kabeto, M., Fisher, G. G., McArdle, J. J., Llewellyn, D. J., & Langa, K. M. (2009). Parental education and late-life dementia in the United States. *Journal of geriatric psychiatry and neurology*, 22(1), 71-80.
- School wires. (2013) *The Flipped Classroom : A New Way to Look at Schools*. Retrieved from http://www.schoolwires.com/cons/lip3/flipped_classroom_0612.pdf.
- The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2008). *Manual of lesson planning in Science department*. Bangkok: Express Transport Organization. [in Thai].
- The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2011). *Textbook in Science Subject Matthayom 5 Science department Consistent by Syllabus Basic education Core 2018*. Bangkok: Kurusapha ladprao. [in Thai].
- Tongsookdee, M. (1978). *Structure of Science Subject. Educational supervision Document (201)*. Bangkok: Kurusaphaladprao. [in Thai].
- Wongchusiri, P. (1984). “*Grading of Content and experience*”, *Subject of Teaching in Science Document*. Bachelor of Education Program Sukhothai Thammathirat University. [in Thai].