

Research Article

การพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
เรื่อง ความร้อนและแก๊ส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
โดยการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน

DEVELOPMENT OF ANALYTICAL THINKING ABILITY
AND ACADEMIC ACHIEVEMENT ABOUT HEAT AND GAS OF GRADE 12ND
STUDENTS THROUGH PROBLEM-BASED LEARNING

อติติยา บัวชู* และ พัดชา ดอกไม้
วิทยาลัยการฝึกหัดครู มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

Atitiya Buachoo* and Patcha Dokmai
Teacher Education College, Phranakhon Rajabhat University

*E-mail: patcha.d@pnru.ac.th

Received: 03-09-2021

Revised: 29-08-2022

Accepted: 13-09-2022

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และหาแนวปฏิบัติที่ดีในการพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา ฟิสิกส์ เรื่อง ความร้อนและแก๊ส ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน กลุ่มที่ศึกษา คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 27 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 ของโรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดปทุมธานี การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน เครื่องมือที่ใช้ได้แก่ แบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน อนุทินของนักเรียน และบันทึกหลังสอนของผู้วิจัย วิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพโดยการวิเคราะห์อุปนัย และวิเคราะห์เชิงปริมาณโดยการหาค่าเฉลี่ย ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานช่วยพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนอยู่ในระดับดีมาก ($\bar{X} = 30.19$ คะแนน) และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับดี ($\bar{X} = 22.63$ คะแนน) แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ 1) การสร้างสถานการณ์ที่น่าสนใจและเป็นเรื่องใกล้ตัวร่วมกับการสร้างข้อจำกัดในการแก้ปัญหา 2) การใช้คำถามซักไซ้ไล่เรียงร่วมกับการใช้แบบบันทึกการแก้ปัญหาที่ 3) การแก้ปัญหาด้วยตนเองเป็นกลุ่มร่วมกับการใช้แรงเสริมทางบวก และ 4) การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาและการแลกเปลี่ยนเรียนรู้

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความร้อนและแก๊ส

ABSTRACT

The purposes of this study are 1) to develop grade 12 students' analytical thinking ability and learning achievements and 2) to investigate ways to develop problem-based learning in the physics lesson on heat and gas. The participants were 27 grade 12 students from a secondary school in the second semester of academic year 2020. The research methodology is a classroom action research. The research tools consist of 1) analytical thinking ability questionnaires 2) learning achievement tests 3) student journal writing (Students' journal entry), and 4) teacher's reflective journals. The qualitative data was analyzed by an inductive process, and quantitative data was analyzed with statistics including percentage, arithmetic mean, and standard deviation. The results indicated that problem-based learning is able to enhance the students' analytical thinking ability and academic achievements in the lesson on heat and gas. After studying, most of students were able to achieve at a very good level (at the average score of 30.19) of analytical thinking ability; students' academic achievement was at a good level (at the average score of 22.63). Some effective ways of problem-based learning in the lesson included 1) creating situations that are relatable with the students and introducing constraints on the problem solving; 2) using the challenging question with the problem-solving activity sheet-sequential questioning; 3) introducing problem-solving group activities where students are encouraged to solve the problems among themselves with positive reinforcement; 4) giving the students an opportunity to present the solutions in front of the class and exchange the solutions within the classroom.

Keywords: Problem-based Learning, Analytical Thinking Ability, Academic Achievement, Heat and Gas

บทนำ

ความสามารถในการคิดวิเคราะห์วิชา ฟิสิกส์ เป็นทักษะการคิดที่จำเป็นต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (Ministry of Education, 2008) เนื่องจากทักษะการคิดส่งผลให้นักเรียนสามารถจำแนกแยกแยะองค์ประกอบต่าง ๆ ของบทเรียน เพื่อเชื่อมโยงความสัมพันธ์ เนื้อหา จนนำไปสู่ข้อสรุปของบทเรียนได้ (Khamanee, 2006) การจัดการเรียนรู้ที่ช่วยพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์จึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง ดังจะเห็นได้ว่าทักษะการคิดวิเคราะห์จะปรากฏอยู่ในเนื้อหาทุกรายวิชา และเป็นพื้นฐานในการเชื่อมโยงเนื้อหาหนึ่งไปสู่เนื้อหาอื่น นอกจากนี้นักเรียนยังต้องใช้ทักษะการคิดวิเคราะห์ในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ในชั้นเรียน โดยการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดวิเคราะห์มีลักษณะที่กระตุ้นให้นักเรียนเกิดความคิดต่อเนื่อง ได้ลงมือปฏิบัติจริงและสามารถนำความรู้เดิมที่มีต่อยอดสู่ความคิดใหม่ (Khamanee, 2001) อย่างไรก็ตามแม้ว่าปัจจุบันมีวิธีการจัดการเรียนรู้ในการส่งเสริมการคิดวิเคราะห์อย่างหลากหลาย แต่การเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ยังมีกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการบรรยายและท่องจำเป็นส่วนใหญ่ ส่งผลให้นักเรียนให้ความสำคัญกับคำตอบ

มากกว่ากระบวนการและที่มาของคำตอบ อีกทั้งยังไม่สามารถนำความรู้ที่ได้จากการท่องจำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ (Khamanee, 2006) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Nongkladlod (2011), Kota (2011), และ Sukhowatthanakit (2013) ที่พบว่าการจัดการเรียนรู้ที่เน้นการบรรยายของผู้สอนส่งผลให้นักเรียนมีระดับความสามารถในการคิดวิเคราะห์ต่ำ ส่งผลต่อเนื่องไปยังระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนด้วย

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นความรู้ พัฒนาการเรียน และความสามารถของบุคคลที่แตกต่างกัน หลังการจัดการเรียนรู้ (Laohaphai boon, 1999) การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนช่วยให้ผู้สอนทราบถึงระดับพัฒนาการของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้ อย่างไรก็ตามจากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่านักเรียนไทยมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิทยาศาสตร์ต่ำกว่าร้อยละ 50 และมีแนวโน้มที่ลดลงอีกเรื่อย ๆ โดยเฉพาะในระดับมัธยมศึกษาที่กระบวนการจัดการเรียนรู้มุ่งเน้นให้นักเรียนท่องจำเป็นหลัก เพื่อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สังเกตได้จากข้อมูลคะแนน O-NET ของนักเรียนที่คะแนนเฉลี่ยวิชาวิทยาศาสตร์ลดลงทุกปี อีกทั้งคะแนนวัดความสามารถทางวิทยาศาสตร์ PAT ของนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 28.69 (National Institute of Educational Testing, 2019) สอดคล้องกับ Huabloyfah (2015) ที่กล่าวว่า รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ครูผู้สอนเน้นการสอนแบบบรรยาย ส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถตอบคำถามที่ต้องใช้ทักษะการคิดวิเคราะห์ได้ และส่งผลทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกว่าเกณฑ์ ซึ่งผลการวิจัยดังกล่าว สอดคล้องกับผลการสังเกตพฤติกรรมนักเรียนและผลคะแนนของนักเรียนของผู้วิจัยในขณะปฏิบัติการสอน พบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำกว่าเกณฑ์ที่ผู้วิจัยตั้งไว้

จากการสังเกตการณ์สอนในรายวิชา ฟิสิกส์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 ณ โรงเรียนมัธยมศึกษา แห่งหนึ่งในจังหวัดปทุมธานี พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์อยู่ในระดับที่ต้องพัฒนา โดยสังเกตจากการตอบคำถามในชั้นเรียน เมื่อนักเรียนไม่สามารถตอบคำถามได้ นักเรียนมักจะรอให้ผู้สอนอธิบายและบอกคำตอบ จึงส่งผลให้นักเรียนให้ความสำคัญกับคำตอบมากกว่ากระบวนการคิดและที่มาของคำตอบ และเรียนรู้วิชาฟิสิกส์ด้วยการท่องจำมากกว่าการใช้กระบวนการคิด นอกจากนี้จากการที่ผู้วิจัยได้ทำการตรวจสอบความรู้เดิมเรื่อง ความร้อนและแก๊ส พบว่า นักเรียนตอบคำถามอย่างรวดเร็วโดยไม่ได้พิจารณาอย่างถี่ถ้วน ยกตัวอย่างเช่น ผู้วิจัยถามว่าความร้อนคืออะไร นักเรียนตอบว่า “อากาศร้อน” นอกจากนี้ผู้วิจัยยังพบว่านักเรียนจะถามเสมอว่า “เรียนฟิสิกส์เรื่องนี้ไปทำไม ไม่เห็นได้ใช้เลย” แสดงให้เห็นว่านักเรียนมองว่าฟิสิกส์เป็นเรื่องยาก ไกลตัว และพบเห็นได้ยากในชีวิตประจำวันทั้ง ๆ ที่เรื่อง ความร้อนและแก๊สเป็นเนื้อหาที่ใกล้ตัว ซึ่งจากการวิเคราะห์การสอนของตนเองผู้วิจัยพบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ของผู้วิจัยเป็นการจัดการเรียนรู้แบบบรรยายเป็นส่วนใหญ่ ไม่ได้มีกิจกรรมส่งเสริมการพัฒนาการคิดเท่าที่ควร จึงทำให้นักเรียนไม่ได้ฝึกทักษะการคิดและการเชื่อมโยงความรู้แนวคิดหรือทฤษฎีการเรียนรู้เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันสู่ชีวิตประจำวัน โดยการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมสามารถช่วยพัฒนาทักษะการคิด (Songthiengchai, 2008) และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเรียนได้

จากปัญหาที่เกิดขึ้นข้างต้นผู้วิจัยจึงได้ทบทวนวรรณกรรมเพื่อหาแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะ การคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จึงพบว่ามีการสอนวิทยาศาสตร์ที่หลากหลายที่สามารถช่วยแก้ปัญหา ดังกล่าว อย่างไรก็ตามผู้วิจัยพบว่าจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-based Learning) สามารถช่วยให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดเพื่อการแก้ปัญหา เนื่องจากเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนมีความเข้าใจในบทเรียน มากกว่าการจดจำ (Huabloyfah, 2015) โดยการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียน เป็นสำคัญ นำปัญหาเข้ามาเป็นจุดเริ่มต้นของการเรียนรู้ (Potisart, 2014) เพื่อให้นักเรียนได้สร้างองค์ความรู้ใหม่

จากปัญหาที่เกิดขึ้นในจริงบริบทต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 6 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นตอนกำหนดปัญหา 2) ขั้นตอนทำความเข้าใจกับปัญหา 3) ขั้นตอนดำเนินการศึกษาค้นคว้า 4) ขั้นตอนวิเคราะห์ความรู้ 5) ขั้นสรุป และ 6) ขั้นนำเสนอและประเมินผลงาน (The Secretariat of the Education Council, 2007) โดยกิจกรรมทั้ง 6 ขั้นเน้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการตอบคำถาม การคิด การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา ส่งผลให้นักเรียนได้พัฒนากระบวนการคิดสามารถเข้าใจเชื่อมโยงเนื้อหาบทเรียน และส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้นไปด้วย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Prue-Ngam and Limyingcharoen (2011) พบว่า หลังการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานสามารถช่วยพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Daha and Chantarakantee (2014) พบว่า หลังจกานำกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานช่วยพัฒนาการคิดแก้ปัญหาของนักเรียนได้ อย่างไรก็ตามจากการทบทวนวรรณกรรมผู้วิจัยพบว่าการนำการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานมาพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในเรื่องความร้อนและแก๊สยังมีจำนวนค่อนข้างน้อย โดยส่วนใหญ่การพัฒนาทักษะการคิดและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในเรื่องวิทยาศาสตร์อื่น (Nuankratok et al., 2009; Wongaiam et al., 2016; Kota, 2011)

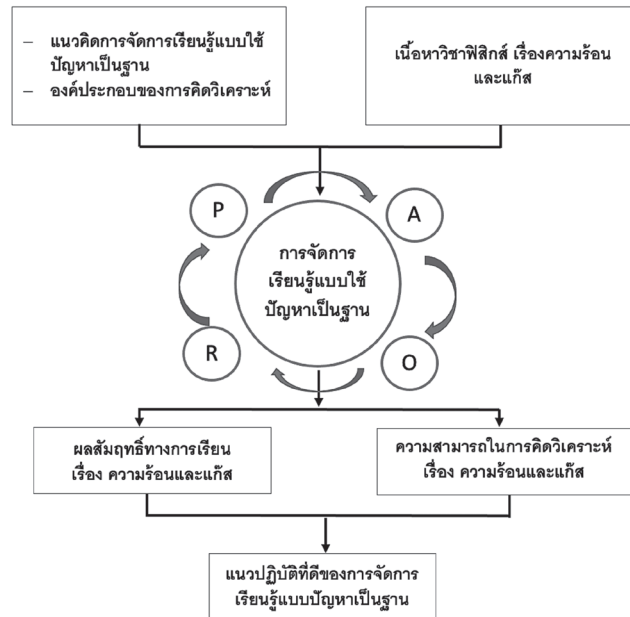
ดังนั้นเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานซึ่งเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้ลงมือแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยการนำปัญหาที่พบเจอในชีวิตประจำวันมาเป็นจุดเริ่มต้นของการเรียนรู้ ในเรื่อง ความร้อนและแก๊ส เพื่อช่วยพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากนั้นหาแนวปฏิบัติที่ดีจากกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานเพื่อเป็นแนวทางให้กับครูผู้สอนในรายวิชา ฟิสิกส์ ในการนำไปประยุกต์ใช้ต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์วิชา ฟิสิกส์ เรื่อง ความร้อนและแก๊สของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน
2. เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา ฟิสิกส์ เรื่อง ความร้อนและแก๊ส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน
3. เพื่อหาแนวปฏิบัติที่ดีของการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐานที่ช่วยพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา ฟิสิกส์ เรื่อง ความร้อนและแก๊ส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

กรอบแนวคิดของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จึงสามารถกำหนดกรอบแนวคิดในการทำวิจัย ดังนี้



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ขอบเขตของการวิจัย

กลุ่มที่ศึกษา นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ของโรงเรียนมัธยมศึกษาแห่งหนึ่งในจังหวัดปทุมธานี ปีการศึกษา 2563 จำนวน 27 คน แบ่งเป็น ชาย 12 คน และหญิง 15 คน ได้จากการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Selection) ซึ่งยินยอมเข้าร่วมการวิจัยด้วยความเต็มใจ โดยกลุ่มที่ศึกษาเป็นนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาฟิสิกส์ต่ำกว่าร้อยละ 50 และทักษะการคิดวิเคราะห์อยู่ในระดับที่ต้องได้รับการพัฒนาสังเกตได้จากการตอบคำถามในชั้นเรียน และการทำกิจกรรมต่าง ๆ ที่ผ่านมา

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย คือ เป็นเนื้อหาสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีวิชา ฟิสิกส์ เรื่อง ความร้อนและแก๊ส ประกอบด้วยเนื้อหาเรื่อง อุณหภูมิ ความจุความร้อนจำเพาะและความร้อนจำเพาะ ความร้อนแฝง การถ่ายโอนความร้อน และแบบจำลองแก๊สอุดมคติและกฎของแก๊สอุดมคติ

ระยะเวลาในการวิจัย ดำเนินการในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 ตามแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 5 แผน เป็นเวลา 10 ชั่วโมง

นิยามเชิงปฏิบัติการ

ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ หมายถึง การเขียน อธิบาย ตีความ บรรยาย และตอบคำถามในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ เรื่อง ความร้อนและแก๊ส แบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือ วิเคราะห์เนื้อหา วิเคราะห์หลักการ และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ซึ่งวัดได้จากแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ วิชา ฟิสิกส์ เรื่อง ความร้อนและแก๊ส

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง การเลือกตอบ การวิเคราะห์ข้อความ และการคำนวณ ในการเรียนรู้ เรื่อง ความร้อนและแก๊ส เพื่อวัดพฤติกรรมต่าง ๆ 4 ด้าน คือ การจำ ความเข้าใจ การปรับใช้ และการวิเคราะห์ ซึ่งวัดได้จากแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา ฟิสิกส์ เรื่อง ความร้อนและแก๊ส

ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) ตามแนวคิดของ Kemmis and McTaggart (1988) โดยดำเนินการตามวงจรปฏิบัติการในชั้นเรียนประกอบด้วย 4 ขั้นตอนที่เป็นวงจรต่อเนื่อง ดังต่อไปนี้

1) **ขั้นวางแผน (Plan)** ผู้วิจัยศึกษาเกี่ยวกับสภาพปัญหาของนักเรียนและการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน โดย รวบรวมข้อมูลจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง การสังเกต การสัมภาษณ์นักเรียนและครูผู้สอนรายวิชา ฟิสิกส์ เรื่องความร้อนและแก๊ส เพื่อนำข้อมูลมาออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน โดยพบปัญหา คือ นักเรียนยังขาดทักษะการคิดวิเคราะห์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาฟิสิกส์ต่ำ นอกจากนี้ยังพบว่า ตัวผู้วิจัยจัดกิจกรรมการเรียนรู้ฟิสิกส์โดยเน้นการบรรยายเป็นส่วนใหญ่ ไม่ได้มีกิจกรรมส่งเสริมการพัฒนาคิด และส่งเสริมการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองเท่าที่ควร ผู้วิจัยจึงได้ออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน เรื่อง ความร้อนและแก๊ส จำนวน 5 แผน ระยะเวลา 10 ชั่วโมง 2) **ขั้นปฏิบัติ (Act)** ผู้วิจัยจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน ได้แก่ 1) ขั้นกำหนดปัญหา 2) ขั้นทำความเข้าใจกับปัญหา 3) ขั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้า 4) ขั้นสังเคราะห์ความรู้ 5) ขั้นสรุป และ 6) ขั้นนำเสนอและประเมินผลงาน 3) **ขั้นสังเกต (Observe)** ขณะการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานผู้วิจัยสังเกตพฤติกรรมและความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการจัดการเรียนรู้โดยสังเกตจากการตอบคำถาม การปฏิบัติกิจกรรมแก้ปัญหาต่าง ๆ อนุทินของนักเรียน และจดบันทึกข้อมูลในบันทึกหลังสอนในทุก ๆ ครั้งที่สอน 4) **ขั้นสะท้อน (Reflect)** ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการสังเกต บันทึกหลังสอน อนุทินของนักเรียน ข้อเสนอแนะของครูที่เลี้ยง และชิ้นงานในแต่ละครั้ง มาวิเคราะห์เพื่อนำข้อมูลมาเป็นแนวทางในการพัฒนาและปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ในครั้งต่อไป

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

1) แบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เรื่อง ความร้อนและแก๊ส เป็นข้อสอบแบบอัตนัย จำนวน 7 ข้อ 36 คะแนน ใช้วัดก่อนเรียนและหลังเรียน สร้างขึ้นภายใต้กรอบองค์ประกอบการคิดวิเคราะห์ 3 ด้าน ได้แก่ การวิเคราะห์เนื้อหา การวิเคราะห์หลักการ และการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ใช้รวบรวมข้อมูลเพื่อตอบวัตถุประสงค์วิจัยข้อที่ 1

2) แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง ความร้อนและแก๊ส เป็นข้อสอบแบบปรนัยแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ 30 คะแนน ใช้วัดก่อนเรียนและหลังเรียน สร้างขึ้นภายใต้กรอบทฤษฎีการเรียนรู้ของ Bloom ฉบับปรับปรุง 2001 (Anderson, 2001) ได้แก่ การรู้จำ การเข้าใจ การปรับใช้ และการวิเคราะห์ โดยพฤติกรรมระดับการประเมินผล และการสร้างสรรค์ ไม่ได้นำมาวัดผลในงานวิจัยนี้เนื่องจากต้องการเน้นสังเกตทักษะการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน ใช้รวบรวมข้อมูลเพื่อตอบวัตถุประสงค์วิจัยข้อที่ 2

3) อนุทินของนักเรียน มีลักษณะเป็นข้อคำถามสั้น ๆ เพื่อให้นักเรียนเขียนสะท้อนสิ่งที่ได้ ความรู้สึก และความคิดเห็นต่าง ๆ ที่ได้จากการเรียนรู้ในแต่ละคาบ เป็นเครื่องมือเพื่อตอบวัตถุประสงค์วิจัยข้อที่ 3

4) บันทึกหลังสอนของผู้วิจัย ใช้สำหรับบันทึกสะท้อนการจัดการเรียนรู้ ความสำเร็จ ปัญหาและอุปสรรค เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้และหาแนวปฏิบัติที่ดี เป็นเครื่องมือที่ตอบวัตถุประสงค์วิจัยข้อที่ 3

ผู้วิจัยนำเครื่องมือวิจัยทั้งหมดไปตรวจสอบคุณภาพโดยการหาค่า IOC จากผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่าน ได้แก่ ครูผู้สอนรายวิชาฟิสิกส์จำนวน 1 ท่าน อาจารย์มหาวิทยาลัยที่มีความเชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาและฟิสิกส์ จำนวน 2 ท่าน โดยมีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.55-1.00 จากนั้นทำการปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ

การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 โดยดำเนินการดังนี้

1) ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชา ฟิสิกส์ เรื่อง ความร้อนและแก๊ส โดยให้เวลาในการทำแบบวัดฯ จำนวน 50 นาที ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน

2) ผู้วิจัยนำแผนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานที่สร้างขึ้นไปใช้จัดการเรียนรู้จำนวน 5 แผน รวมระยะเวลา 10 คาบ โดยในขณะการจัดการเรียนรู้แต่ละคาบผู้วิจัยทำการสังเกตพฤติกรรมการตอบคำถาม และการปฏิบัติกิจกรรมการแก้ปัญหาของนักเรียน และเก็บรวบรวมข้อมูลจากชิ้นงาน บันทึกกอนุทินของนักเรียน และบันทึกหลังสอนของผู้วิจัยในทุก ๆ คาบ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาการสอนในคาบถัดไป

3) เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ตามแผนผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชา ฟิสิกส์ เรื่อง ความร้อนและแก๊สอีกครั้ง เพื่อนำข้อมูลทั้งหมดมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อประเมินความสามารถและปฏิบัติทางการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน และนำเสนอข้อมูล โดยปกปิดชื่อและข้อมูลของกลุ่มที่ศึกษา

การวิเคราะห์ข้อมูล

1) วิเคราะห์ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนโดยนำข้อมูลที่ได้จากแบบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ มาอ่านวิเคราะห์ ตีความและจัดกลุ่มคำตอบของนักเรียนออกเป็น 4 ระดับ โดยมีเกณฑ์ดังนี้ ระดับคะแนน 4 หมายถึง นักเรียนสามารถตอบคำถามและอธิบายคำตอบได้ถูกต้อง ระดับคะแนน 3 หมายถึง นักเรียนสามารถตอบคำถามถูกต้อง แต่อธิบายคำตอบได้ถูกต้องบางส่วน ระดับคะแนน 2 หมายถึง นักเรียนสามารถตอบคำถามถูกต้อง แต่อธิบายคำตอบคลาดเคลื่อน และระดับคะแนน 1 หมายถึง นักเรียนไม่สามารถตอบคำถาม และไม่สามารถอธิบายคำตอบได้ จากนั้นทำการยืนยันความถูกต้องโดยกระบวนการ Cross Check โดยครูผู้สอน วิชาฟิสิกส์จำนวน 2 ท่าน จากนั้นรวมคะแนนทั้งหมดของนักเรียนแต่ละคนมาเทียบกับเกณฑ์ระดับประสิทธิภาพการคิดวิเคราะห์ (ตารางที่ 1) และหาความถี่ ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตารางที่ 1 เกณฑ์การประเมินการคิดวิเคราะห์ วิชา ฟิสิกส์ เรื่อง ความร้อนและแก๊ส

ช่วงคะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ (คะแนน)	ระดับความสามารถในการคิดวิเคราะห์
28 – 36	ดีมาก
19 – 27	ดี
10 – 18	พอใช้
0 – 9	ควรปรับปรุง

2. วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนจากแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยการตรวจให้คะแนนข้อที่ตอบถูกให้ 1 คะแนน ส่วนข้อที่ตอบผิดให้ 0 คะแนน จากนั้นหาความถี่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และนำคะแนนที่ได้เทียบกับเกณฑ์การประเมินตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 เกณฑ์การประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชา ฟิสิกส์ เรื่อง ความร้อนและแก๊ส

ช่วงคะแนนผลสัมฤทธิ์ (คะแนน)	ช่วงคะแนน (ร้อยละ)	ความหมาย
24 - 30	80 - 100	ดีมาก
21 - 23	70 - 79	ดี
18 - 20	60 - 69	ปานกลาง
15 - 17	50 - 59	ผ่านเกณฑ์มาตรฐานขั้นต่ำ
0 - 14	0 - 49	ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน

3. วิเคราะห์หาแนวปฏิบัติที่ดีโดยการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหา (Content Analysis) โดยตีความข้อมูลเพื่อสร้างข้อสรุปเชิงอุปนัย จากบันทึกหลังสอน อนุทินของนักเรียน รวมถึงบันทึกของอาจารย์นิเทศและครูพี่เลี้ยง ชี้แจงงานของนักเรียน โดยนำเสนอเป็นแนวปฏิบัติที่เหมาะสมเป็นรายข้อตามประเด็นที่ค้นพบ

4. ผู้วิจัยสร้างความน่าเชื่อถือของข้อมูลโดยการตรวจสอบข้อมูลแบบสามเส้า (Triangulation) จากแหล่งข้อมูลอย่างหลากหลายที่แตกต่างกัน

ผลการศึกษา

1. ผลการพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ในภาพรวมก่อนเรียน นักเรียนมีระดับความสามารถในการคิดวิเคราะห์อยู่ในเกณฑ์พอใช้ มีคะแนนเฉลี่ย 16.96 คะแนน แต่หลังเรียน นักเรียนมีระดับความสามารถในการคิดวิเคราะห์อยู่ในระดับดีมาก มีคะแนนเฉลี่ย 30.19 คะแนน โดยหลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 13.11 คะแนน ดังแสดงในตารางที่ 3 โดยผู้วิจัยขอนำเสนอรายละเอียดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ตามองค์ประกอบย่อย ดังแสดงในตารางที่ 4 ดังนี้

ตารางที่ 3 คะแนนเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก่อนและหลังเรียน เรื่อง ความร้อนและแก๊ส

จำนวนนักเรียน (คน)	ก่อนเรียน			หลังเรียน			คะแนนเฉลี่ย ที่เพิ่มขึ้น
	\bar{X}	S.D.	ระดับการคิด วิเคราะห์	\bar{X}	S.D.	ระดับการคิด วิเคราะห์	
27	16.96	3.08	พอใช้	30.19	2.13	ดีมาก	+13.11

ตารางที่ 4 ระดับความสามารถความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก่อนและหลังเรียน เรื่อง ความร้อนและแก๊ส

ความสามารถ ในการคิดวิเคราะห์	จำนวนนักเรียน (คน) (ร้อยละ) ในแต่ละระดับคะแนน							
	ระดับ 4		ระดับ 3		ระดับ 2		ระดับ 1	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง
ด้านหลักการ	0 (0.00)	14 (51.85)	2 (7.41)	10 (37.04)	21 (77.78)	3 (11.11)	4 (14.81)	0 (0.00)
ด้านเนื้อหา	20 (74.07)	24 (88.89)	0 (0.00)	1 (3.70)	2 (7.41)	2 (7.41)	5 (18.52)	0 (0.00)
ด้านความสัมพันธ์	0 (0.00)	6 (22.22)	4 (14.82)	20 (74.07)	15 (55.56)	1 (3.70)	8 (29.63)	0 (0.00)

จากการวิเคราะห์ความสามารถในการคิดวิเคราะห์แยกตามองค์ประกอบ ๆ พบว่า หลังจากการจัดการเรียนรู้แบบปัญหาเป็นฐาน องค์ประกอบที่นักเรียนส่วนใหญ่สามารถพัฒนาอยู่ระดับ 4 ได้แก่ องค์ประกอบด้านหลักการ ร้อยละ 51.85 ส่วนองค์ประกอบด้านเนื้อหา ก่อนเรียนและหลังเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถอยู่ในระดับ 4 โดยก่อนเรียนคิดเป็นร้อยละ 74.07 แต่หลังเรียนพบว่า จำนวนร้อยละของนักเรียนเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 88.89 อย่างไรก็ตาม องค์ประกอบด้านความสัมพันธ์พบว่าก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่ ร้อยละ 55.56 มีความสามารถอยู่ในระดับ 2 แต่หลังเรียนนักเรียนส่วนใหญ่พัฒนาความสามารถมาอยู่ที่ระดับ 3 คิดเป็นร้อยละ 74.07 โดยแต่ละองค์ประกอบมีรายละเอียดดังนี้

องค์ประกอบที่ 1 ด้านหลักการ ตัวอย่างคำถาม คือ “แมงป่ออ่านอุณหภูมิของของเหลวชนิดหนึ่งโดยใช้เทอร์โมมิเตอร์ 2 อัน อันหนึ่งมีสเกลเป็นเซลเซียส อีกอันหนึ่งมีสเกลเป็นเคลวิน ถ้าของเหลวนั้นมีอุณหภูมิสูงขึ้น 5 องศาเซลเซียส เทอร์โมมิเตอร์สเกลเคลวินจะเปลี่ยนแปลงจากเดิมกี่เคลวิน” ผลการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนพบว่า ก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถอยู่ระดับ 2 จำนวน 21 คน (ร้อยละ 77.78) ตัวอย่างคำตอบของนักเรียน เช่น “แปลงอุณหภูมิจากเคลวินเป็นองศาเซลเซียส มีค่าเท่ากับ 278 เคลวิน” (นักเรียนหมายเลข 16) ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถวิเคราะห์คำตอบถูกต้อง แต่อธิบายคำตอบคลาดเคลื่อนแต่หลังเรียนนักเรียนส่วนใหญ่พัฒนาอยู่

ในระดับ 4 จำนวน 14 คน (ร้อยละ 51.85) โดยนักเรียนอธิบายได้ว่า สเกลเคลวินเปลี่ยนแปลง 5 เคลวิน เพราะสเกลขององศาเซลเซียสและเคลวินมี 100 สเกลเหมือนกัน ตัวอย่างคำตอบเช่น “5 เคลวิน เพราะสเกลขององศาเซลเซียสและเคลวินมี 100 สเกลเหมือนกัน” (นักเรียนหมายเลข 7)”

องค์ประกอบที่ 2 ด้านเนื้อหา ตัวอย่างคำถามคือ “จากภาพ (วัฏจักรน้ำ) จุดมุ่งหมายของภาพต้องการสื่อถึงสิ่งใด” จากผลการวิเคราะห์คำตอบ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในระดับ 4 ทั้ง ก่อนเรียน จำนวน 20 คน (ร้อยละ 74.07) และหลังเรียน จำนวน 24 คน (ร้อยละ 88.89) แต่หลังจากการเรียนพบว่าจำนวนร้อยละของนักเรียนที่อยู่ในระดับ 4 มีจำนวนเพิ่มขึ้น ตัวอย่างคำตอบ “วัฏจักรการเกิดน้ำ” (นักเรียนหมายเลข 8) ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถวิเคราะห์รูปภาพ และเชื่อมโยงเนื้อหาได้ว่า จุดมุ่งหมายของภาพสื่อถึงวัฏจักรการเกิดน้ำ/ฝน

องค์ประกอบที่ 3 ด้านความสัมพันธ์ ตัวอย่างคำถามคือ “ฟ้าไปเที่ยวบาริสแล้วโทรมาบอกป้าว่าอากาศเย็นถึง 50 °C ส่วนแบ่งก็โทรมาบอกว่าที่ดอยสุเทพอากาศหนาวไม่แพ้กัน อากาศเย็นถึง 12 °C จากสถานการณ์หากปีต้องการทราบว่าสถานที่ใดมีอุณหภูมิต่ำกว่า ปีจะทราบได้อย่างไรว่าอุณหภูมิสถานที่ใดต่ำกว่ากัน” จากการวิเคราะห์คำตอบพบว่า ก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถอยู่ระดับ 2 จำนวน 15 คน (ร้อยละ 55.56) โดยนักเรียนสามารถตอบได้ว่าบาริสมีอุณหภูมิต่ำกว่า แต่เลือกใช้สมการในการคำนวณไม่ถูกต้อง ตัวอย่างคำตอบเช่น “ให้ปีเอา 273 มาบวกกับ 12 องศาเซลเซียส เพราะต้องการแปลงองศาเซลเซียสเป็นองศา ฟาเรนไฮต์ จะได้ว่า ดอยสุเทพมีอุณหภูมิ 285 องศาฟาเรนไฮต์ ดังนั้นบาริสอุณหภูมิน้อยกว่า” (นักเรียนหมายเลข 13) และหลังเรียนพบว่านักเรียนส่วนใหญ่พัฒนาความสามารถอยู่ในระดับ 3 จำนวน 20 คน (ร้อยละ 74.07) โดยนักเรียนสามารถวิเคราะห์เลือกใช้สูตรสมการได้ถูกต้อง แต่ยังมีบางส่วนสงสัยเรื่องการแปลงหน่วยอุณหภูมิ (ข้างสมการไม่ถูกต้อง) ยกตัวอย่างเช่น “แปลงอุณหภูมิจากองศาฟาเรนไฮต์เป็นองศาเซลเซียส จากสมการ $\frac{F - 32}{9} = \frac{C}{5}$ ” (นักเรียนหมายเลข 4)

2. ผลการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน จากผลการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า ในภาพรวมก่อนเรียนนักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานขั้นต่ำทุกหัวข้อเรื่อง โดยมีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน 8.26 คะแนน (ร้อยละ 27.53) และหลังเรียนนักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับดีมีคะแนนเฉลี่ย 22.63 คะแนน (ร้อยละ 75.43) โดยหัวข้อที่นักเรียนมีพัฒนาการด้านผลสัมฤทธิ์มากที่สุดเรียงจากมากไปน้อย ได้แก่ 1) การถ่ายโอนความร้อน 2) ความจุความร้อนและความร้อนจำเพาะ 3) อุณหภูมิ 4) ความร้อนแฝง และ 5) แบบจำลองแก๊สอุดมคติและกฎของแก๊สอุดมคติ ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ย ร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ความร้อนและแก๊ส

หัวข้อเรื่อง	คะแนนเต็ม (คะแนน)	ก่อนเรียน			หลังเรียน			ส่วนต่าง คะแนน \bar{X}		
		\bar{X}	ร้อยละ	S.D.	ระดับ คะแนน	\bar{X}	ร้อยละ		S.D.	
1. อุณหภูมิ	7	2.37	33.86	1.39	ไม่ผ่าน	5.52	78.84	1.09	ดี	+3.15
2. ความจุความร้อน และความร้อนจำเพาะ	5	0.93	18.52	0.83	ไม่ผ่าน	4.63	92.59	0.60	ดีมาก	+3.70
3. ความร้อนแฝง	3	0.70	23.46	0.61	ไม่ผ่าน	2.89	96.30	0.32	ดีมาก	+2.19
4. การถ่ายโอนความร้อน	9	2.33	25.93	1.39	ไม่ผ่าน	6.48	72.02	1.48	ดี	+4.15
5. แบบจำลองแก๊สอุดมคติ และกฎของแก๊สอุดมคติ	6	1.93	32.10	1.00	ไม่ผ่าน	3.11	51.85	0.80	ผ่านเกณฑ์ ขั้นต่ำ	+1.18
รวม	30	8.26	27.53	2.43	ไม่ผ่าน	22.63	75.43	2.40	ดี	+14.37

3. ผลของแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานที่ช่วยพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานในงานวิจัยนี้ ประกอบด้วยกระบวนการจัดการเรียนรู้ 6 ขั้น ได้แก่ 1) ขั้นกำหนดปัญหา 2) ขั้นทำความเข้าใจกับปัญหา 3) ขั้นดำเนินการศึกษาค้นคว้า 4) ขั้นสังเคราะห์ความรู้ 5) ขั้นสรุป และ 6) ขั้นนำเสนอและประเมินผลงาน จากนั้นผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อนำมาวิเคราะห์หาแนวปฏิบัติที่ดี จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบแนวปฏิบัติที่ดีทั้งหมด 4 ข้อ มีรายละเอียดดังนี้

การสร้างสถานการณ์ที่น่าสนใจและเป็นเรื่องใกล้ตัวร่วมกับการสร้างข้อจำกัดในการแก้ปัญหาสามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดคำถามและนำไปสู่การคิดวิเคราะห์

การสร้างสถานการณ์ที่น่าสนใจ มีลักษณะเป็นปริศนาเพื่อเร้าความสนใจของนักเรียนเป็นหัวใจของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน เนื่องจากสถานการณ์ที่น่าสนใจสามารถกระตุ้นให้เกิดคำถามนำไปสู่การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ เพื่ออธิบายสาเหตุของปรากฏการณ์นั้น ๆ เช่น การสาธิตการทดลอง การเปิดคลิปวิดีโอที่เกี่ยวกับปัญหาในชีวิตประจำวัน ทั้งนี้การใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนได้เกิดการคิดวิเคราะห์ต่อยอดจากคำถามแรกสามารถช่วยให้ผู้เรียนเกิดการคิดต่อยอดขยายแนวคิดได้อย่างหลากหลาย นอกจากนี้การสร้างข้อจำกัดในการแก้ปัญหา เช่น การเพิ่มเงื่อนไขของการแก้ปัญหา การจำกัดอุปกรณ์ในการแก้ปัญหา ช่วยเพิ่มความท้าทายของสถานการณ์และช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดมากยิ่งขึ้น ยกตัวอย่างเช่น ในแผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน ซึ่งมีจุดประสงค์ให้นักเรียนสามารถอธิบายหลักการถ่ายโอนความร้อนได้โดยผู้วิจัยเริ่มจากการสร้างสถานการณ์ให้นักเรียนหาวิธีการต้มบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปให้สุกโดยไม่ใช้กาต้มน้ำและหม้อ ภายใต้อุปกรณ์ที่มีอยู่อย่างจำกัด เช่น บะหมี่กึ่งสำเร็จรูปแบบถ้วย ตะเกียงแอลกอฮอล์ ตะแกรง และน้ำเปล่า หลังจากนั้นเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ตั้งคำถาม ตัวอย่างคำถามเช่น “ไม่มีหม้อแล้วจะต้มได้อย่างไร ด้วยกระดาษก็ไหม้สิ” จากนั้นครูใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดวิเคราะห์เพื่อแก้ปัญหา โดยใช้คำถาม “จากคำถามที่นักเรียนถามครู นักเรียนลองคิดและหาคำตอบว่าจะต้มบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปอย่างไร จากอุปกรณ์ที่มีอยู่ข้างต้น” (บันทึกหลังสอน วันที่ 15 ธันวาคม 2563) ซึ่งสอดคล้องกับบันทึกอนุทิน

ของนักเรียนที่ระบุว่า การจัดกิจกรรมสาดหรือปัญหาในชีวิตประจำวันก่อนเข้าเนื้อหาการเรียนของครูช่วยให้นักเรียนเกิดความสนใจที่จะเรียนมากขึ้น ยกตัวอย่างเช่น “ทำให้เกิดความอยากรู้เพิ่มขึ้น และทำให้เกิดข้อคำถามนอกเหนือจากกิจกรรมที่ครูจัดให้” (อนุทินนักเรียนคนที่ 20)

การใช้คำถามชักใช้ใ้เรียงร่วมกับการใช้แบบบันทึกการแก้ปัญหาที่มีข้อคำถามเป็นลำดับ ช่วยให้นักเรียนได้ฝึกการคิดวิเคราะห์อย่างเป็นลำดับนำไปสู่การแก้ปัญหา

การใช้คำถามถือเป็นอาวุธหนึ่งที่สำคัญที่ช่วยให้เกิดการคิดวิเคราะห์เพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา เมื่อนักเรียนเกิดคำถามขึ้นแล้ว ครูต้องมีการใช้คำถามกระตุ้นเพื่อช่วยให้นักเรียนได้เกิดการคิดวิเคราะห์เชื่อมโยงความสำคัญหลักการ และความสัมพันธ์อย่างเป็นลำดับตั้งแต่การทำความเข้าใจกับปัญหา การวิเคราะห์ปัญหา การออกแบบวิธีการแก้ปัญหา การลงข้อสรุปและอธิบาย ทั้งนี้การใช้คำถามที่เรียงลำดับตามคำถามในแบบบันทึกการแก้ปัญหาสามารถช่วยให้นักเรียนได้เกิดการคิดและทบทวนคำตอบของตนเองช่วยให้ง่ายต่อการเชื่อมโยงข้อมูลไปสู่การแก้ปัญหา โดยเมื่อครูเริ่มถาม 1 คำถามแล้วควรเว้นระยะเวลาเพื่อให้นักเรียนได้คิดวิเคราะห์และเขียนตอบลงในใบกิจกรรมก่อนที่จะเริ่มถามคำถามถัดไป (ภาพที่ 2) ตัวอย่างการใช้คำถามเพื่อนำไปสู่การลงข้อสรุป

ผู้วิจัย: จากกิจกรรมข้างต้น นักเรียนสามารถทำอะไรให้บะหมี่กึ่งสำเร็จรูปสุกได้

นักเรียน: กลับที่ก้นให้สามารถวางถ้วยบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปได้จากนั้นนำตะแกรงวางทับอีกครั้งหนึ่ง และนำเส้นบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปออกจากคัพ ต้มน้ำเพียงอย่างเดียว

ผู้วิจัย: ทำไมนักเรียนถึงนำเส้นบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปออกจากคัพก่อน

นักเรียน: ทำให้ความร้อนถ่ายเทไปที่น้ำ ทำให้น้ำร้อนเร็วขึ้น

ผู้วิจัย: นักเรียนคิดว่าเพราะอะไรเราจึงสามารถต้มบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปโดยไม่ใช้หม้อได้”

นักเรียน: เพราะความร้อนจากการถ่ายโอนไปที่น้ำ ทำให้กระดวยไม่ไหม้”

1. จากสถานการณ์ ปัญหาคืออะไร ต้มบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปให้สุก แต่ไม่พอง	
2. สิ่งที่นักเรียนรู้อแล้วจากเรื่องนี้คืออะไร มีอุปกรณ์ สีหม้อ มีตาชั่ง มีถ้วย แต่ไม่มีเส้นบะหมี่	3. สิ่งที่นักเรียนยังไม่รู้อแล้วจากเรื่องนี้คืออะไร ทำอย่างไร ให้ต้มบะหมี่ได้ ใช้ช้อน ตากบะหมี่

ภาพที่ 2 ตัวอย่างแบบบันทึกการแก้ปัญหาและตัวอย่างคำตอบของนักเรียน

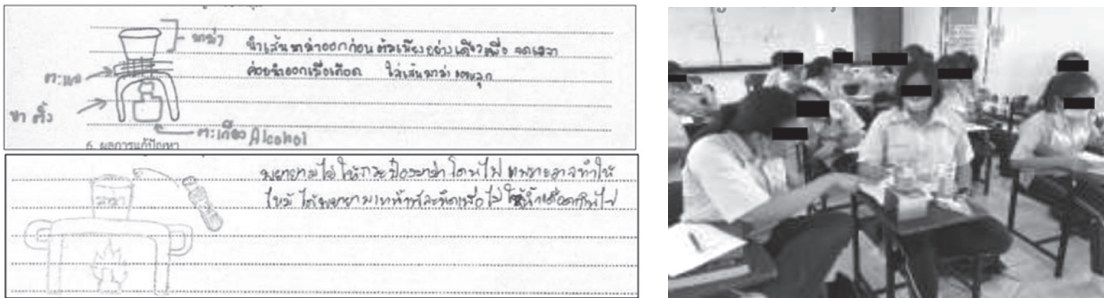
จากการสังเกตพฤติกรรมในห้องเรียน ผู้วิจัยพบว่านักเรียนมีสมาธิกับกิจกรรมได้เป็นอย่างดี สังเกตได้จากการที่นักเรียนพยายามที่จะตอบคำถามและหาวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับบันทึกอนุทินของนักเรียนที่ระบุว่า “กิจกรรมช่วยให้หนูได้คิดอย่างเป็นลำดับ ตามครูทัน และช่วยให้เข้าใจและสนใจเรียนมากขึ้น” (อนุทินนักเรียนคนที่ 21)

การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ลงมือแก้ปัญหาด้วยตนเองในลักษณะการทำงานเป็นทีมรวมกับการใช้แรงเสริมทางบวก ช่วยให้ผู้เรียนได้ลองผิดลองถูกคิดวิเคราะห์จุดบกพร่องไม่ย่อท้อต่อความผิดพลาดจนนำไปสู่การแก้ปัญหาได้สำเร็จ

กระบวนการนี้เกิดขึ้นหลังจากที่ผู้วิจัยให้นักเรียนได้วิเคราะห์ปัญหาจากสถานการณ์ หลังจากนั้นให้สืบค้นข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาออกแบบแนวทางการแก้ปัญหา โดยในขั้นนี้ผู้วิจัยเปิดโอกาสให้นักเรียนได้จัดบันทึกข้อความรู้และออกแบบวิธีการแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้อย่างเสรี จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่านักเรียนมีวิธีการจัดบันทึกที่หลากหลาย เช่น การวาดเป็นภาพ การเขียนบรรยายเป็นลำดับขั้นตอน การนำเสนอในลักษณะของแผนภาพ แสดงในภาพที่ 3 หลังจากนั้นสมาชิกในทีมนำวิธีการที่ตนเองได้ออกแบบมานำเสนอกันภายในกลุ่มเพื่อเลือกวิธีการที่มีความเป็นไปได้มากที่สุดในการแก้ปัญหา และร่วมกันลงมือแก้ปัญหา โดยในขั้นนี้ควรให้เวลานักเรียนได้ลองผิดลองถูกอย่างอิสระ ทั้งนี้ในการลงมือแก้ปัญหาผู้วิจัยพบว่านักเรียนบางส่วนเกิดความรู้สึกท้อแท้เนื่องจากไม่สามารถแก้ปัญหาได้ตามแนวทางที่ออกแบบไว้ ผู้วิจัยจึงมีหน้าที่ในการให้คำปรึกษาและแนะนำ รวมถึงการให้แรงเสริมทางบวกไม่ว่าจะเป็นการพูดให้กำลังใจ และการให้คะแนนกลุ่มที่สามารถแก้ปัญหาได้รวดเร็วและแม่นยำที่สุดสามารถช่วยให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นในการค้นคว้าหาคำตอบมากขึ้น

การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาและการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในชั้นเรียน ช่วยให้นักเรียนได้เห็นแนวทางการแก้ปัญหาที่หลากหลายนำไปสู่ข้อสรุปในการอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น

หลังจากที่นักเรียนแต่ละกลุ่มสามารถแก้ปัญหาได้สำเร็จแล้ว ผู้วิจัยเปิดโอกาสให้นักเรียนแต่ละกลุ่มได้นำเสนอวิธีการแก้ปัญหาของตนเอง โดยนักเรียนนำข้อมูลที่ได้มาจัดเรียงความรู้เป็นลำดับขั้นตอนหรือกระบวนการ และนำเสนอเป็นผลงานในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การเล่าบรรยาย การทำเป็น Poster โดยผู้วิจัยได้มีการใช้คำถามนำเพื่อให้เกิดการอภิปรายในชั้นเรียน เพื่อให้นักเรียนได้เกิดการคิดวิเคราะห์ข้อมูลของตนเองและของเพื่อน จนนำไปสู่ข้อมูลที่มีความถูกต้องและน่าเชื่อถือ ยกตัวอย่างเช่น “นักเรียนมีลำดับวิธีการคิดอย่างไรเพื่อให้สามารถแก้ปัญหาได้สำเร็จ” ซึ่งคำถามนี้มีจุดประสงค์เพื่อให้นักเรียนได้วิเคราะห์บทวนกระบวนการคิดของตนเอง “ทำไมนักเรียนจึงเลือกใช้วิธีการนี้ในการแก้ปัญหา” คำถามนี้มีจุดประสงค์เพื่อให้นักเรียนได้เชื่อมโยงหลักการ ความรู้ ความสัมพันธ์ของข้อมูลต่าง ๆ เพื่ออธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น “นักเรียนคิดว่าวิธีการแก้ปัญหาของเพื่อน เหมือนหรือแตกต่างจากกลุ่มเราอย่างไร” คำถามนี้มีจุดประสงค์เพื่อให้นักเรียนได้เกิดการคิดวิเคราะห์เปรียบเทียบแนวทางการแก้ปัญหาเพื่อทำไปข้อสรุปว่า แม้จะเป็นปัญหาเดียวกันแต่สามารถใช้วิธีการแก้ปัญหาได้อย่างหลากหลายวิธี ซึ่งสอดคล้องกับอนุทินของนักเรียน ที่ระบุว่า “การนำเสนอท้ายคาบ ทำให้เห็นว่าสามารถแก้ปัญหาได้หลายวิธี และเมื่อฟังเพื่อนกับครูอธิบาย ทำให้เข้าใจเนื้อหามากขึ้น” (อนุทินนักเรียนคนที่ 8)



ภาพที่ 3 ตัวอย่างการออกแบบและการลงมือแก้ปัญหาของนักเรียน

สรุปผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานสามารถช่วยพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ความร้อนและแก๊สได้ ผลการวิจัยพบว่า ก่อนเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์อยู่ระดับพอใช้ แต่หลังเรียนนักเรียนมีระดับความสามารถในการคิดวิเคราะห์อยู่ในเกณฑ์ดีมาก คะแนนเฉลี่ย 30.19 คะแนนเพิ่มขึ้นจากก่อนเรียน 13.11 คะแนน ซึ่งผลการวิจัยสอดคล้องกับงานวิจัยของ Prue-Ngam & Limyingcharoen (2011) ที่จัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานการพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาเคมี เรื่องกรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่านักเรียนร้อยละ 70 มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นกว่าก่อนเรียน อย่างไรก็ตามเมื่อวิเคราะห์ความสามารถในการคิดวิเคราะห์แยกตามองค์ประกอบ พบว่า องค์ประกอบด้านหลักการและด้านเนื้อหาหลังเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถอยู่ในระดับ 4 (ร้อยละ 51.85 และ ร้อยละ 88.89 ตามลำดับ) ส่วนด้านความสัมพันธ์พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถอยู่ในระดับ 3 (ร้อยละ 74.07) ทั้งนี้จะเห็นได้ว่าความสามารถในการคิดวิเคราะห์ด้านสัมพันธ์ นักเรียนยังมีระดับความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่ไม่สมบูรณ์ กล่าวคือ นักเรียนสามารถวิเคราะห์คำตอบของคำถามได้ถูกต้อง แต่อธิบายคำตอบได้ถูกต้องเพียงบางส่วน สาเหตุเนื่องมาจากกิจกรรมมุ่งเน้นให้นักเรียนแก้ปัญหาเพื่อนำไปสู่คำตอบเป็นส่วนใหญ่ ผู้วิจัยไม่ได้เน้นการเชื่อมโยงระหว่างหลักการกับเนื้อหาเท่าที่ควร ผนวกกับในการวิเคราะห์องค์ประกอบด้านสัมพันธ์ นักเรียนจะต้องมีความแม่นยำในเนื้อหาต่าง ๆ และมีองค์ความรู้ที่หลากหลายจึงจะสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ เพื่อนำไปสู่การลงข้อสรุปได้ จึงกล่าวได้ว่าเป็นองค์ประกอบที่มีความซับซ้อน ดังนั้นในการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ด้านสัมพันธ์จึงควรมีกิจกรรมการฝึกให้นักเรียนได้เชื่อมโยงความรู้ในลักษณะต่าง ๆ เช่น การเขียนแผนภาพ การเขียนแผนผังโน้ตค้น (Concept Mapping)

นอกจากนี้พบว่าหลังเรียนนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ความร้อนและแก๊ส มากขึ้น โดยก่อนเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 8.26 คะแนน (ร้อยละ 27.53) ซึ่งมีระดับต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน แต่หลังเรียนพัฒนาขึ้นมาอยู่ในระดับดี โดยมีคะแนนเฉลี่ย 22.63 คะแนน (ร้อยละ 75.43) ซึ่งสอดคล้องกับ Jirathonphakdi (2011) พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้น โดยหากวิเคราะห์รายละเอียดของแต่ละหัวข้อพบว่า เรื่องที่นักเรียนมีพัฒนาการมากที่สุดคือเรื่อง การถ่ายโอนความร้อน ส่วนเรื่องที่นักเรียนมีพัฒนาการน้อยที่สุดคือเรื่องแบบจำลองแก๊สอุดมคติและกฎของแก๊สอุดมคติ สาเหตุเนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้เรื่อง แบบจำลองแก๊ส

อุดมคติ เป็นเนื้อหาที่จับต้องไม่ได้ ต้องอาศัยจินตนาการทำให้นักเรียนมองเห็นภาพได้ไม่ชัดเจนผนวกกับในแผนการจัดการเรียนรู้ผู้วิจัยไม่ได้เน้นการเชื่อมโยงคำอธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์กับแบบจำลองเท่าที่ควร ทั้งนี้การสอนแนวคิดที่เป็นนามธรรมครูผู้สอนสามารถใช้ใช้การอุปมาอุปไมยในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยเลือกอุปมาอุปไมยที่เชื่อมโยงกับชีวิตประจำวันสามารถช่วยให้ผู้เรียนมองเห็นภาพได้มากขึ้น (Srichiangha, 2010)

จากการวิเคราะห์ข้อมูลสามารถสังเคราะห์แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานได้ 4 ข้อ ได้แก่ 1) การสร้างสถานการณ์ที่น่าสนใจและเป็นเรื่องใกล้ตัวร่วมกับการสร้างข้อจำกัดในการแก้ปัญหา 2) การใช้คำถามชักชวนให้ร่วมกับการใช้แบบบันทึกการแก้ปัญหาที่มีข้อความคำถามเป็นลำดับ 3) การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ลงมือแก้ปัญหาด้วยตนเองในลักษณะการทำงานเป็นทีมรวมกับการใช้แรงเสริมทางบวก และ 4) การนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาและการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ในชั้นเรียน เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นการจัดการเรียนรู้ที่มีลักษณะสำคัญ คือ การเริ่มต้นด้วยสถานการณ์ที่เป็นปัญหาแล้วนำไปสู่กระบวนการค้นคว้าหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นการเรียนรู้แบบบูรณาการโดยผู้เรียนจะเป็นผู้กำกับตนเอง ครูมีหน้าที่ในการอำนวยความสะดวกและจัดสถานการณ์ให้เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (Phaangkhanta, 2011) โดยผู้วิจัยจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับความร้อนและแก๊สเป็นจุดเริ่มต้น ซึ่งเป็นปัญหาที่พบเจอได้ในชีวิตประจำวัน กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความสงสัย เกิดคำถามจนนำไปสู่ความต้องการค้นคว้าหาที่มาและคำตอบ ซึ่งลักษณะของสถานการณ์ที่ดีควรเป็นปัญหาใกล้ตัว ทำทาย มีความเป็นปริศนาคลุมเครือ ไม่สามารถตอบคำถามได้ทันทีต้องมีการไปค้นคว้าเพิ่มเติม และมีวิธีการแก้ปัญหาได้หลากหลายวิธี (Phaangkhanta, 2011) โดยผู้วิจัยมีหน้าที่ใช้คำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิด และกระตุ้นให้นักเรียนพูดตอบคำถามด้วยตัวเอง เพราะการตอบคำถามจะทำให้เกิดการวิเคราะห์ เชื่อมโยงข้อมูลที่นักเรียนมีอยู่กับข้อมูลที่ศึกษาค้นคว้า ตลอดจนนำไปสู่ข้อสรุปของหลักการของบทเรียน ส่งผลให้นักเรียนเข้าใจบทเรียนมากกว่าการท่องจำ สอดคล้องกับ Potisart (2014) ที่กล่าวว่าจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานเป็นการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยให้นักเรียนสร้างองค์ความรู้ใหม่จากปัญหาที่เกิดขึ้นในบริบทจริงเพื่อให้นักเรียนได้เกิดการคิดวิเคราะห์และแก้ปัญหา นอกจากนี้เทคนิคการให้แรงเสริมทางบวกถือเป็นปัจจัยที่สำคัญที่ช่วยให้นักเรียนแก้ปัญหาได้ประสบความสำเร็จ เนื่องจากจะทำให้ผู้เรียนมีกำลังใจและมีแรงจูงใจที่จะทำภารกิจให้สำเร็จลุล่วง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Chuliratchanikorn (2009) ที่พบว่านักเรียนที่ได้รับการพัฒนาพฤติกรรมการเผชิญปัญหาด้วยเทคนิคการชี้แนะควบคู่กับการเสริมแรงทางบวกมีพฤติกรรมการเผชิญปัญหามากกว่านักเรียนเรียนกลุ่มที่ไม่ได้รับ นอกจากนี้จากการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยพบรายละเอียดเพิ่มเติมของกระบวนการที่นักเรียนแต่ละกลุ่มใช้ในการบริหารจัดการเพื่อการแก้ปัญหาภายในกลุ่ม ได้แก่ 1) นักเรียนเกิดคำถามจากสถานการณ์ที่ครูสร้างขึ้น 2) นักเรียนแต่ละคนนำสิ่งที่สงสัยมาคิดหาวิธีการแก้ปัญหา 3) นักเรียนนำวิธีการแก้ปัญหาของตนเองมาแลกเปลี่ยนกับสมาชิกในกลุ่มและตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหาร่วมกัน 4) นักเรียนร่วมกันออกแบบวิธีการแก้ปัญหาของกลุ่ม 5) นักเรียนลงมือแก้ปัญหาในลักษณะลองผิดลองถูก ซึ่งถือเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานจำนวน 6 ขั้นที่ผู้วิจัยใช้จัดการเรียนรู้ โดยขั้นตอนที่นักเรียนนำวิธีการแก้ปัญหาของตนเองมาแลกเปลี่ยนกับสมาชิกในกลุ่ม และตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหาร่วมกัน เป็นขั้นตอนที่นักเรียนเกิดกระบวนการคิดวิเคราะห์ที่ชัดเจน เนื่องจากนักเรียนมีการถกเถียงแลกเปลี่ยนแนวคิดในการแก้ปัญหาและสิ่งที่ตนได้สืบค้นมา เพื่อให้วิธีของตนได้รับการคัดเลือกจากเพื่อน ๆ ในกลุ่ม

ข้อเสนอแนะ

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่พบว่า เรื่องแบบจำลองแก๊สอุดมคติและกฎของแก๊สอุดมคติ นักเรียนมีผลการพัฒนาน้อยที่สุด เนื่องจากเนื้อหาแก๊สอุดมคติเป็นสิ่งที่ไม่สามารถจับต้องได้ ผู้วิจัยไม่สามารถนำตัวอย่างหรือสื่อที่นักเรียนเห็นภาพได้ซัดเข้ามาจัดการเรียนรู้ได้เท่าที่ควร ในการวิจัยครั้งถัดไปควรมานำสื่อต่าง ๆ ที่สามารถช่วยให้นักเรียนเห็นภาพได้ชัดเจนมากขึ้น จะสามารถทำให้พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ได้ดียิ่งขึ้น
2. ผู้วิจัยพบปัญหาจากขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่มีหลายขั้นส่งผลให้เวลาไม่เพียงพอ ไม่เหมาะสมกับตารางเวลาของโรงเรียน ดังนั้นการวิจัยครั้งต่อไปควรมีการสังเคราะห์จำนวนขั้นของกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐานให้มีลำดับขั้นตอนกระชับมากขึ้น และเหมาะสมกับตารางเรียนของโรงเรียนมากขึ้น
3. การวิจัยครั้งต่อไปควรมีการหาวิธีการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนพัฒนาความสามารถด้านความสัมพันธ์และการศึกษาเกี่ยวกับแรงเสริมทางบวกที่มีผลต่อการเอาชนะอุปสรรคในการจัดการเรียนรู้แบบใช้ปัญหาเป็นฐาน

กิตติกรรมประกาศ

ในการวิจัยครั้งนี้ขอขอบคุณอาจารย์ที่เลี้ยง และคณาจารย์สาขาวิชาฟิสิกส์ วิทยาลัยการฝึกหัดครู มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครที่มีส่วนร่วมในการให้คำปรึกษาและร่วมกิจกรรมในการวิจัย ณ ที่นี้

เอกสารอ้างอิง

- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: a revision of bloom's taxonomy of educational objectives*. New York: Addison Wesley Longman.
- Chuliratchanikorn, T. (2009). *Effects of verbal guiding techniques coupled with positive reinforcement on behavior coping with problems of students in Mathayom 1*. (Thesis, Master's Degree). Srinakharinwirot University. Bangkok.
- Daha K and Chantarakantee, E. (2014). *Developing the ability to think and solve problems on momentum and impulse of students in Mathayomsuksa 4 by providing problem-based learning management*. Continuation of the meeting Academic affairs of Kamphaeng Phet Rajabhat University Together with The Graduate Studies Network Rajabhat University (Northern Region). Kamphaeng Phet Rajabhat University. 147-155.
- Huabloyfah, P. (2015). *Developing analytical thinking skills of Prathomsuksa 6 students by using a quest for knowledge on the properties of substances*. (Thesis, Master's Degree). Kasetsart University. Bangkok.
- Jirathonphakdi, W. (2011). *A study of learning achievement in Biology and analytical thinking abilities of Mathayomsuksa 6 students who received problem-based learning*

- management. and learning management using the six-hat thinking technique.** (Thesis, Master's Degree). Srinakharinwirot University. Bangkok.
- Kemmis, S. and McTaggart, R. (1988). **The Action Research Reader.** Third edition. Deakin University Press, Victoria, 1988.
- Khamanee, T. (2006). **The science of thinking.** Bangkok: The Master Group Management.
- Khamanee, T. (2001). **Education and teaching.** Bangkok: Publisher of Chulalongkorn University.
- Kota, P. (2011). **A study on science learning and analytical thinking achievement of Matthayomsuksa i students by using science activities learning packages on inquiry process and concept mapping.** (Thesis, Master's Degree). Srinakharinwirot University. Bangkok.
- Laohaphaiboon, P. (1999) **Guidelines for teaching science. Third Edition.** Bangkok: Thai Wattana Panich.
- Ministry of Education. (2008). **Handbook of learning management of science learning subject groups according to the curriculum. 2008 B.E. Basic Education.** Bangkok: Department of Academic Affairs.
- National Institute of Educational Testing. (2019). **Average scores of O-NET test results of Mathayomsuksa 6, academic year 2019 classified by learning subject.** Retrieved from <https://data.go.th/sv/dataset/o-net-6-2019-by-content> [23 January 2064].
- Nongkladlud, T. (2011). **A study of science learning achievement and analytical thinking abilities of mathayomsuksa 1 students who received cyclical learning, 7-step learning, and management. Learn using your brain as a base.** (Thesis, Master's Degree). Srinakharinwirot University. Bangkok.
- Nuankratok, J., Chauvatchrin, N, and Sirisawat, C. (2019). The effects of learning management using problem-based learning with higher-order questions on learning achievement in science and problem-solving ability on food and livelihood of 8th grade students. **Journal of Education Naresuan University,** (21)4, 93-106. (In Thai).
- Phaangkhanta, C. (2011). **Methods of teaching science at elementary level.** Bangkok: April Rain Print Co., Ltd.
- Potisart, J. (2014). **Problem-based learning management of students in the bachelor of education program in physics (research report).** Phranakhon Rajabhat University. Bangkok
- Prue-Ngam, N and Limyingcharoen, N. (2011). Development of the ability to think critically and academic achievement in chemistry course on acid-base of students in Mathayom 5 by organizing problem-based learning activities. **Educational Journalism Graduate Research Edition Khon Kaen University,** 5(4), 12-20. (In Thai)

- Songthiengchai, P. (2008). **Economic development in the power of PBL**. Nakhon Ratchasima: Nakhon Ratchasima Rajabhat University.
- Srichiangha, C. (2010). **Developing the concept of chemical equilibrium and attitude towards Chemistry of grade 5 students with learning management activities by model-based learning**. (Thesis, Master of Education degree). Kasetsart University. Bangkok.
- Sukhowatthanakit, J. (2013). **The effect of examination teaching using learning resources on Physics learning achievement and analytical thinking ability of high school students**. (Thesis, Master of Education degree). Chulalongkorn University. Bangkok.
- The Secretariat of the Education Council. (2007). **A model of learning management to develop children's ability to read, think, analyze, write, and create knowledge by themselves with an emphasis on learners**. Bangkok: Sweet pepper Graphic.
- Wongaiam, S., Chaiprasert, P., and Srisangyong, S. (2016). The development of learning achievement and ability in problems solving thinking in life and environment for grade 10 students using problem-based learning. **Journal of Education Naresuan University, (18)2**, 194-201. (In Thai)
-