

บทความวิจัย

ผลของการใช้ Kahoot เป็นเครื่องมือช่วยวัดประเมินผลระหว่างเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบ 4E×2 ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์

เจษฎา ราชฤทธิ์นิม^{1*} กัญญาณัฐ จงพิงกลาง¹, มนมนัส สุดสิ้น¹, กรกมล ชูช่วย¹, สุมาลี เทียนทองดี¹ และอารยา ลี¹¹สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

*Email: jadsada.ra@ssru.ac.th

รับบทความ: 28 สิงหาคม 2564 แก้ไขบทความ: 15 ตุลาคม 2564 ยอมรับตีพิมพ์: 2 พฤศจิกายน 2564

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงานความร้อน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบ 4E×2 ร่วมกับ Kahoot 2) เปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบ 4E×2 ร่วมกับ Kahoot และ 3) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ต่อการจัดการเรียนรู้แบบ 4E×2 ร่วมกับ Kahoot กลุ่มตัวอย่างในงานวิจัยนี้คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่แห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 28 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้แบบ 4E×2 ร่วมกับ Kahoot แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ ข้อมูลสถิติวิเคราะห์โดยใช้ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าความก้าวหน้าทางการเรียนที่เพิ่มขึ้นจริง และการทดสอบค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มที่ข้อมูลไม่เป็นอิสระต่อกัน ผลการวิจัยพบว่า 1) คะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบ 4E×2 ร่วมกับ Kahoot สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 2) ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบ 4E×2 ร่วมกับ Kahoot สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และ 3) ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบ 4E×2 ร่วมกับ Kahoot ในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้แบบ 4E×2 Kahoot ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์

อ้างอิงบทความนี้

เจษฎา ราชฤทธิ์นิม กัญญาณัฐ จงพิงกลาง มนมนัส สุดสิ้น กรกมล ชูช่วย สุมาลี เทียนทองดี และอารยา ลี. (2564). ผลของการใช้ Kahoot เป็นเครื่องมือช่วยวัดประเมินผลระหว่างเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบ 4E×2 ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์. วารสารวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ศึกษา, 4(2), 264 - 278.

Research Article

The effect of using Kahoot as a formative assessment tool in 4Ex2 learning management on learning achievement and analytical thinking ability

Jadsada Ratniyom^{1,*}, Kanyanat Jongpungklang¹, Monmanus Sudsin¹, Kornkamol Chuchuoy¹,
Sumalee Tientongdee¹ and Araya Lee¹

¹General Science Program, Faculty of Education, Suan Sunandha Rajabhat University

*Email: jadsada.ra@ssru.ac.th

Received <28 August 2021>; Revised <15 October 2021>; Accepted <2 November 2021>

Abstract

The purposes of this research were to: 1) compare grade 7 students' learning achievement in science on the topic of thermal energy before and after the implementation of 4Ex2 learning management with Kahoot, 2) compare students' analytical thinking ability before and after the implementation of 4Ex2 learning management with Kahoot, and 3) investigate students' satisfaction towards 4Ex2 learning management with Kahoot. The samples of this study were 28 grade 7 students who enrolled in the second semester, academic year of 2020, at a large-size secondary school in Bangkok. These students were randomly selected by cluster random sampling method. The research instruments consisted of lesson plans, a learning achievement test, an analytical thinking ability test, and a students' satisfaction survey. The data were analyzed by means, standard deviation, normalized gain and t-test for dependent sample. The results of this study revealed as follow: 1) the average score of students' learning achievement after the implementation of 4Ex2 learning management with Kahoot was significantly higher than that before implementation at 0.01 level; 2) the average score of students' analytical thinking ability after the implementation of 4Ex2 learning management with Kahoot was significantly higher than that before implementation at 0.01 level; and 3) the students' satisfaction towards 4Ex2 learning management with Kahoot was at the highest level.

Keywords: 4Ex2 learning management, Kahoot, learning achievement, analytical thinking ability



Cite this article:

Ratniyom, J., Jongpungklang, K., Sudsin, M., Chuchuoy, K., Tientongdee, S. and Lee, A. (2021). The effect of using Kahoot as a formative assessment tool in 4Ex2 learning management on learning achievement and analytical thinking ability (in Thai). *Journal of Science and Science Education*, 4(2), 264 - 278.

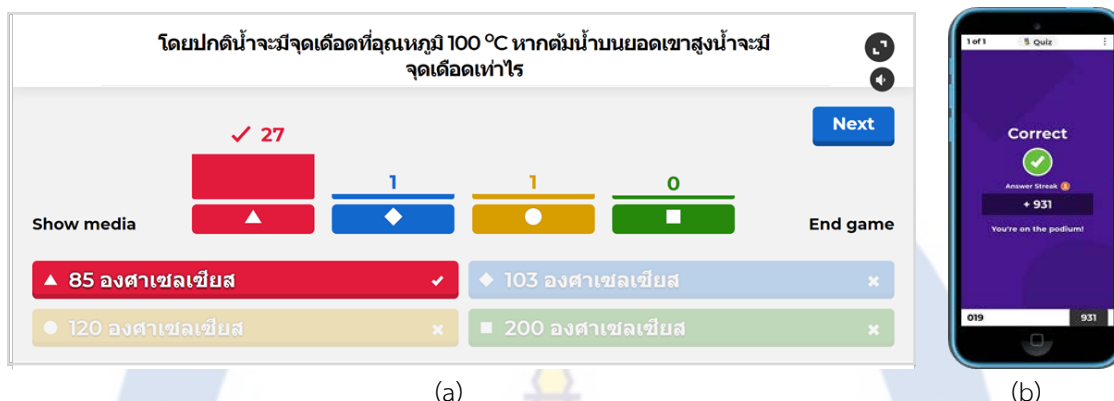
บทนำ

การจัดการเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ควบคู่ไปกับเนื้อหาในบทเรียน ความสามารถในการคิดวิเคราะห์นอกจากจะเป็นทักษะที่สำคัญอย่างหนึ่งที่ช่วยในการเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์แล้วยังเป็นหนึ่งในสมรรถนะสำคัญของผู้เรียนที่หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ตั้งเป็นเป้าหมายสำคัญในการพัฒนาผู้เรียน (Bureau of Educational Testing, 2012) สอดคล้องกับคำกล่าวของ Sutharat (2004) ที่ได้กล่าวถึงความสำคัญของการคิดวิเคราะห์ไว้ว่า การคิดวิเคราะห์มีความจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับการดำเนินชีวิตประจำวัน เป็นทักษะที่ทำให้ผู้คิดมีความชำนาญในการคิด สามารถก่อให้เกิดผลผลิตทางปัญญาที่ดีกว่า และส่งผลให้การกระทำด้านต่าง ๆ มีเหตุผลและประสิทธิภาพมากขึ้น จากการที่ประเทศไทยได้เข้าร่วมโครงการประเมินผลนักเรียนร่วมกับนานาชาติ หรือ Programme for International Student Assessment (PISA) ซึ่งเป็นการประเมินที่เน้นการวัดทักษะการคิดวิเคราะห์มากกว่าการท่องจำเนื้อหาในบทเรียน พบว่าผลการประเมิน PISA 2018 ในส่วนความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ย 426 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของ OECD (Organization for Economic Co-operation and Development, กลุ่มประเทศสมาชิกองค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา) ที่มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 489 คะแนน (The Institute For The Promotion Of Teaching Science And Technology, 2021) ผลนี้สะท้อนให้เห็นว่านักเรียนไทยส่วนใหญ่ยังมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์อยู่ในระดับต่ำ ซึ่งหากผู้เรียนขาดทักษะทางการคิดวิเคราะห์แล้วจะส่งผลถึงความสามารถในการเรียนรู้เนื้อหาในบทเรียนวิทยาศาสตร์ กล่าวคือ ผู้เรียนอาจไม่สามารถวิเคราะห์เนื้อหาหรือเชื่อมโยงเนื้อหาที่เรียนแต่ละส่วนเข้าด้วยกันได้ และอาจไม่สามารถวิเคราะห์รายละเอียดอื่นที่นอกเหนือจากในบทเรียน รวมถึงไม่สามารถใช้กระบวนการคิดอย่างเป็นขั้นตอนได้ ซึ่งอาจส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตกต่ำ ดังจะเห็นได้จากผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้ขั้นพื้นฐาน (O-NET) ปีการศึกษา 2562 (National Institute of Educational Testing Service, 2019) พบว่า นักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีคะแนนเฉลี่ยวิชาวิทยาศาสตร์เท่ากับ 30.07 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 ผลนี้สะท้อนให้เห็นว่านักเรียนยังมีความรู้ความเข้าใจในรายวิชาวิทยาศาสตร์ไม่เพียงพอ ซึ่งอาจจะส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับห้องเรียน ดังจะเห็นได้จาก การพิจารณาผลสอบของคะแนน O-NET จำแนกตามสาระพบว่า สาระที่ 5 พลังงาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 32.51 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยที่ต่ำกว่าร้อยละ 50 ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงหยิบยกบทเรียนเรื่อง พลังงานความร้อน ซึ่งอยู่ในสาระที่ 5 เป็นเนื้อหาในงานวิจัยครั้งนี้ เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนให้เพิ่มสูงขึ้น

จากการค้นคว้าและทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อจะพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบ 4E×2 สามารถช่วยพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ (Chuenban and Chanchusakun, 2020; Keawsingam, 2011; Marshall et al., 2009; Theeramethakul and Art-in, 2020) การจัดการเรียนรู้แบบ 4E×2 เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนามาจากรูปแบบการเรียนรู้แบบสืบเสาะ โดยนำมาบูรณาการกับการสะท้อนการรู้คิดและการประเมินผลระหว่างเรียน ซึ่งจะมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการคิด และทักษะความรู้เดิมในการสร้างความรู้ นำไปสู่การสรุปความรู้ใหม่ที่สามารถนำไปแก้ไขปัญหา โดยมีครูผู้สอนเป็นผู้ประเมินผลระหว่างเรียน (Marshall et al., 2009; Theeramethakul and Art-in, 2020) รูปแบบการเรียนการสอนแบบ 4E×2 ประกอบไปด้วยโครงสร้าง 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 รูปแบบการเรียนการสอนแบบสืบเสาะ ซึ่งเป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ค้นพบองค์ความรู้ด้วยตัวผู้เรียน ซึ่งมีขั้นตอน 4 ขั้นตอนคือ 1) ขั้นสร้างความสนใจ 2) ขั้นสำรวจและค้นหา 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป 4) ขั้นขยายความคิด ส่วนที่ 2 การสะท้อนการรู้คิด เป็นการตรวจสอบความคิดของนักเรียนผ่านการพูด เขียน หรือแสดงออก ส่วนที่ 3 การประเมินผลระหว่างเรียน ซึ่งจะทำในระหว่างการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยผู้สอนจะนำโครงสร้างทั้ง 3 ส่วนมาบูรณาการเข้าด้วยกันในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น แต่ในการปฏิบัติการสอนจริงในห้องเรียนการประเมินผลการเรียนรู้ระหว่างการจัดการเรียนรู้ทำได้ยาก ยกตัวอย่างเช่น ในขั้นการทบทวนความรู้เดิมของผู้เรียน หากครูใช้วิธีการสังเกตการตอบคำถามของนักเรียนทั้งห้องในภาพรวม จะทำให้มีเฉพาะนักเรียนที่เก่งตอบคำถาม ทำให้ไม่สามารถทราบได้ว่าภาพรวมของทั้งห้องมีความรู้เดิมเพียงพอที่จะนำมาต่อยอดการเรียนรู้ในหัวข้อถัดไปได้หรือไม่ ผู้วิจัยในฐานะผู้สอนจึงต้องแสวงหานวัตกรรมที่ช่วยประเมินผลระหว่างการจัดการเรียนรู้และเห็นภาพรวมของทั้งห้องเรียนได้ นวัตกรรมหนึ่งที่สามารถช่วยแก้ปัญหานี้ได้ คือ การใช้แพลตฟอร์มการเรียนรู้ออนไลน์อย่าง Kahoot มาร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบ 4E×2

Kahoot เป็นแพลตฟอร์มการเรียนรู้ออนไลน์ที่ช่วยสร้างเกมตอบคำถามแบบตัวเลือกที่สามารถใส่รูปภาพประกอบพิมพ์สูตรสารเคมีและสมการทางคณิตศาสตร์ได้ และใช้งานได้ง่ายผ่านทางเว็บเบราว์เซอร์และแอปพลิเคชัน (Chaiyo and Nokham, 2017) ข้อโดดเด่นประการหนึ่งของ Kahoot คือ เมื่อนักเรียนเข้าตอบคำถามเสร็จสิ้นในแต่ละข้อ หน้าจอฝั่งผู้สอนจะแสดงจำนวนนักเรียนที่เลือกตัวเลือกในแต่ละข้อคำถามนั้นโดยไม่ระบุชื่อใครเลือกตัวเลือกใด (แสดงในภาพที่ 1) ทำให้ผู้สอนสามารถประเมินภาพรวมของทั้งห้องเรียนได้ ณ ขณะทำการสอนว่านักเรียนยังไม่เข้าใจหัวข้อใด ผู้สอนจะได้ทบทวนหรือเน้นย้ำ

ในหัวข้อนั้น ๆ ได้ นอกจากนี้ Kahoot ยังมีประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้อีกหลายประการ อาทิ สามารถช่วยเพิ่มการมีส่วนร่วมของผู้เรียนในระหว่างการจัดการเรียนรู้ (Licorish *et al.*, 2018; Wang and Tahir, 2020) สามารถใช้เป็นเครื่องมือประเมินผลระหว่างการจัดการเรียนรู้ได้กับการเรียนในห้องเรียน การเรียนแบบออนไลน์ และการเรียนแบบผสมผสาน การเรียนแบบผสมผสานเป็นการเรียนที่แบ่งนักเรียนออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกเรียนในห้องเรียนและอีกส่วนเรียนแบบออนไลน์อยู่ที่บ้านไปพร้อมกัน ซึ่งการเรียนในลักษณะนี้เกิดขึ้นในประเทศไทยในช่วงสถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัส COVID-19 (Ismail *et al.*, 2019; Nkhoma, *et al.*, 2018) และยังช่วยเพิ่มความสนุกสนานในระหว่างการจัดการเรียนรู้ (Wang and Tahir, 2020; Yapici and Karakoyun, 2017)



ภาพที่ 1 (a) ตัวอย่างหน้าจอของ Kahoot ที่แสดงการตอบกลับของนักเรียนทั้งห้อง (b) หน้าจอฝั่งนักเรียน

ดังนั้นในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจะศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบ 4E×2 โดยใช้ Kahoot เป็นเครื่องมือช่วยวัดประเมินผลในระหว่างการจัดการเรียนรู้ในแต่ละขั้นของการจัดการเรียนรู้แบบ 4E×2 ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงานความร้อน และศึกษาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียน

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงานความร้อน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4E×2 ร่วมกับ Kahoot
2. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4E×2 ร่วมกับ Kahoot
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง พลังงานความร้อน ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4E×2 ร่วมกับ Kahoot

สมมติฐานการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4E×2 ร่วมกับ Kahoot สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01
2. ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4E×2 ร่วมกับ Kahoot สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01
3. ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ต่อการจัดการเรียนรู้แบบ 4E×2 ร่วมกับ Kahoot อยู่ในระดับมากที่สุด

นิยามศัพท์

1. การจัดการเรียนรู้แบบ 4E×2 ร่วมกับ Kahoot หมายถึง การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งจะมีการประเมินและการสะท้อนความคิดอย่างรู้คิดของผู้เรียนในทุกขั้นตอน โดยมีการบูรณาการการประเมินการสะท้อนความคิดอย่างรู้คิดเข้ากับเกมตอบคำถาม Kahoot แบ่งเป็น 4 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1.1 *ขั้นสร้างความสนใจ* เป็นการจัดกิจกรรมเพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียน เพื่อให้มีความพร้อมในการเรียน และเป็นการทบทวนพื้นฐานความรู้เดิมของนักเรียน โดยมีการประเมินและสะท้อนความคิดอย่างรู้คิดในระหว่างเรียน

การประเมิน

ผู้สอนจะใช้ Kahoot ในการสร้างเกมตอบคำถาม เพื่อวัดความรู้ความเข้าใจเดิม และประเมินความรู้เดิมที่คลาดเคลื่อน

การสะท้อนความคิดอย่างรู้คิด

พิจารณาจากคำตอบที่นักเรียนตอบ ว่านักเรียนมีความรู้เดิมเพียงพอที่จะเรียนรู้ในหัวข้อใหม่หรือไม่ และความรู้ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในประเด็นใด

1.2 *ขั้นสำรวจและค้นหา* เป็นขั้นที่นักเรียนทำการสำรวจ ค้นหา หาข้อมูลเพื่อตอบประเด็นคำถามที่ได้กำหนดไว้ โดยผู้สอนมีหน้าที่สนับสนุนให้ผู้เรียนค้นพบคำตอบด้วยตนเอง โดยมีการประเมินและสะท้อนความคิดอย่างรู้คิดในระหว่างเรียน

การประเมิน

ผู้สอนใช้เกม Kahoot ในการสร้างเกมตอบคำถาม จำนวน 3–5 ข้อ โดยมีเวลาข้อละ 30–60 วินาที

การสะท้อนความคิดอย่างรู้คิด

พิจารณาจากการคาดคะเนคำตอบของผู้เรียน และการรวบรวมข้อมูลที่สืบค้นมา ว่าสอดคล้องกับเนื้อหาที่ทำการศึกษาหรือไม่

1.3 *ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป* เป็นการนำข้อมูลที่ได้อธิบายวิเคราะห์ สังเคราะห์ แปลความหมายข้อมูลและสรุปข้อมูลเพื่อนำมาอธิบายข้อเท็จจริง โดยมีการประเมินและสะท้อนความคิดอย่างรู้คิดในระหว่างเรียน

การประเมิน

ประเมินจาก ข้อสรุปของการอภิปรายร่วมกัน การนำเสนอ ใบงานสรุปผลการทดลอง

การสะท้อนความคิดอย่างรู้คิด

พิจารณาจากคุณภาพและความถูกต้องของข้อมูลที่ได้นำมา

1.4 *ขั้นขยายความคิด* เป็นขั้นที่ครูนำเสนอปัญหา หรือสถานการณ์ต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้มีการเชื่อมโยงความรู้ หรือนำความรู้ที่ได้มาอธิบายปรากฏการณ์หรือสถานการณ์ที่กำหนด โดยมีการประเมินและสะท้อนความคิดอย่างรู้คิดในระหว่างเรียน

การประเมิน

ใช้เกม Kahoot ในการสร้างเกมตอบคำถาม จำนวน 3–5 ข้อ โดยมีเวลาข้อละ 30–60 วินาที

การสะท้อนความคิดอย่างรู้คิด

ผู้สอนประเมินการสะท้อนความคิดของนักเรียนโดยพิจารณาจากการประยุกต์ใช้ความรู้ และการเชื่อมโยงความรู้เข้าด้วยกันเพื่อตอบประเด็นปัญหา

2. *ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน* หมายถึง ผลการเรียนรู้ของผู้เรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงานความร้อน ที่ครอบคลุมทั้งด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ และความสามารถในการนำไปใช้ของผู้เรียน ซึ่งวัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

3. *ความสามารถในการคิดวิเคราะห์* หมายถึง ความสามารถในการจำแนก แยกแยะ เพื่อหาความเชื่อมโยงและความเกี่ยวข้องกันของข้อมูล นำไปสู่ข้อเท็จจริง ซึ่งสามารถวัดได้จากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ประกอบไปด้วย การคิดวิเคราะห์ความสำคัญ การคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์ และการคิดวิเคราะห์หลักการ

4. *ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้* หมายถึง ความรู้สึกหรือทัศนคติของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบ 4E×2 ร่วมกับ Kahoot ที่ครอบคลุม 3 ด้าน คือ ด้านบรรยากาศในการเรียนรู้ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และด้านประโยชน์ที่ได้รับ โดยวัดจากแบบสอบถามความพึงพอใจที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

วิธีดำเนินการวิจัย

1. *แบบแผนการวิจัย* การวิจัยครั้งนี้เป็นแบบ one-group pretest-posttest design ใช้กลุ่มตัวอย่างเพียงกลุ่มเดียวทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่แห่งหนึ่ง ในกรุงเทพมหานคร สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานประเภทสามัญศึกษา ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 12 ห้องเรียน รวม 360 คน

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนมัธยมศึกษาขนาดใหญ่แห่งหนึ่ง ในกรุงเทพมหานคร ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 1 ห้องเรียน รวม 28 คน ซึ่งได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (cluster random sampling)

3. ขอบเขตการศึกษา

เนื้อหาบทเรียนที่ใช้ในงานวิจัยนี้เป็นไปตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) เรื่อง พลังงานความร้อน เนื้อหาย่อยประกอบด้วย 1) ความร้อนกับการขยายหรือหดตัวของสาร 2) เทอร์โมมิเตอร์ 3) การนำความร้อน และ 4) การพาความร้อน

4. ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

ตัวแปรต้น ได้แก่ การจัดการเรียนรู้แบบ 4E×2 ร่วมกับ Kahoot

ตัวแปรตาม ได้แก่ 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 2) ความสามารถทางการคิดวิเคราะห์ และ 3) ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบ 4E×2 ร่วมกับ Kahoot

5. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย

5.1 แผนการจัดการเรียนรู้แบบ 4E×2 ร่วมกับ Kahoot เรื่อง พลังงานความร้อน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 8 แผน ใช้ระยะเวลาในการสอน 12 คาบ คาบเรียนละ 50 นาที ได้แก่

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 และ 2 เรื่อง ความร้อนและการขยายตัวของสาร

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 และ 4 เรื่อง เทอร์โมมิเตอร์และการเปลี่ยนหน่วยอุณหภูมิ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 และ 6 เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน (การนำความร้อน) และ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 และ 8 เรื่อง การถ่ายโอนความร้อน (การพาความร้อน)

โดยมีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพ ดังนี้ 1) ศึกษาสาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) 2) ศึกษาทฤษฎีและหลักการการจัดการเรียนรู้แบบ 4E×2 จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 3) จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 4E×2 ร่วมกับ Kahoot 4) นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน ตรวจสอบความถูกต้องและประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of item objective congruence: IOC) ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้และการวัดประเมินผล พบว่าผลการประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง มีค่าเท่ากับ 0.67–1.00 5) นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ตรวจสอบแล้วมาแก้ไขปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ 6) นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 4E×2 ร่วมกับ Kahoot เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญอีกครั้ง เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเรียบร้อย 7) นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 4E×2 ร่วมกับ Kahoot ที่ผ่านการประเมินค่าความสอดคล้องไปทดลองใช้กับกลุ่มที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง แต่มีความรู้ความเข้าใจในระดับใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง พบว่า ส่วนใหญ่มีปัญหาด้านเวลาในการดำเนินกิจกรรม และได้ปรับปรุงแก้ไขปัญหาด้านเวลาให้เหมาะสมยิ่งขึ้น 8) นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 4E×2 ร่วมกับ Kahoot ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ตัวอย่างการจัดกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง การเปลี่ยนหน่วยอุณหภูมิ แสดงในตารางที่ 1

5.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พลังงานความร้อน ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการสร้างและหาคุณภาพตามขั้นตอนต่อไปนี้ 1) ศึกษารายละเอียดจากคู่มือครูและหนังสือแบบเรียนวิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) เรื่อง พลังงานความร้อน 2) ศึกษาเนื้อหาและตัวชี้วัดหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) เพื่อวิเคราะห์ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของวิชาวิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 พลังงานความร้อน 3) สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พลังงานความร้อน จำนวน 60 ข้อ 4) นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างขึ้น ไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน ตรวจสอบประเมินค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) แบบทดสอบที่ถือว่ามีความเที่ยงตรงตามจุดประสงค์หรือเนื้อหาในระดับที่สามารถนำไปวัดผลได้จะต้องมีค่า IOC ระหว่าง 0.67 – 1.00 5) นำแบบทดสอบที่ผ่านการประเมินค่าความสอดคล้องไปทดลองใช้กับกลุ่มที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง แต่มีความรู้ความเข้าใจในระดับใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง 6) วิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นรายข้อ แล้วพิจารณาคัดเลือกข้อคำถามที่มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.20 – 0.80 ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับตั้งแต่ 0.7 ขึ้นไป 7) คัดเลือกข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 30 ข้อ โดยพบว่าข้อสอบมีค่าความยากง่าย อยู่ระหว่าง 0.21 – 0.72 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.37 – 0.70 และมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.93 8) จัดทำเป็น แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนฉบับจริง จำนวน 30 ข้อ แบ่งเป็นด้านความรู้ความจำ จำนวน 6 ข้อ ด้านความเข้าใจ จำนวน 13 ข้อ และด้านการนำไปใช้จำนวน 11 ข้อ เพื่อใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ตัวอย่างของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แสดงในภาพที่ 2(a)

ตารางที่ 1 ตัวอย่างการจัดกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้แบบ 4E×2 ร่วมกับ Kahoot เรื่อง การเปลี่ยนหน่วยอุณหภูมิ

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้	กิจกรรม
ขั้นสร้างความสนใจ	1) ครูแบ่งกลุ่มนักเรียนคละความสามารถ เก่ง ปานกลาง และอ่อน กลุ่มละ 4-5 คน แต่ละกลุ่ม รับสัญลักษณ์ธงประเทศต่าง ๆ เช่น ประเทศไทย ประเทศอังกฤษ ประเทศสหรัฐอเมริกา เป็นต้น 2) ครูอธิบายให้นักเรียนสืบค้นหน่วยวัดอุณหภูมิของประเทศที่ตนเองได้รับ และให้แต่ละกลุ่ม ช่วยกันอภิปรายเกี่ยวกับหน่วยวัดอุณหภูมิ เพื่อเชื่อมโยงไปสู่การเปลี่ยนหน่วยอุณหภูมิ 3) นักเรียนแต่ละคนร่วมกันตอบคำถามผ่าน Kahoot เพื่อเป็นการประเมินและสะท้อนความคิด ของผู้เรียนในประเด็นต่อไปนี้ - หน่วยวัดอุณหภูมิแต่ละหน่วยแตกต่างกันหรือไม่ - ข้อใดต่อไปนี้ไม่ใช่หน่วยวัดอุณหภูมิ
ขั้นสำรวจและค้นหา	1) นักเรียนในแต่ละกลุ่มร่วมกันศึกษาหน่วยวัดอุณหภูมิจากใบความรู้ หนังสือเรียน หรือสืบค้น จากอินเทอร์เน็ต โดยมีประเด็นศึกษา คือ หน่วยวัดอุณหภูมิ จุดอ้างอิงในการวัดอุณหภูมิ และ การเปลี่ยนหน่วยอุณหภูมิ แล้วทำการบันทึกข้อมูลที่สืบค้นได้ในใบงานที่มอบหมายให้ 2) นักเรียนร่วมกันตอบคำถามผ่าน Kahoot เพื่อเป็นการประเมินและสะท้อนความคิดของ ผู้เรียนในประเด็นต่อไปนี้ - หน่วยองศาเซลเซียส มีจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของน้ำมีค่ากี่องศาเซลเซียส - ข้อใดคือจุดอ้างอิงในการวัดอุณหภูมิ - หน่วยเคลวิน มีจุดเดือดและจุดเยือกแข็งของน้ำมีค่ากี่เคลวิน
ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป	1) นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายสรุปองค์ความรู้เกี่ยวกับหน่วยวัดอุณหภูมิ และจดบันทึกหาก มีแนวคิดที่คลาดเคลื่อน ครูจะให้คำแนะนำและปรับแก้ไขให้ถูกต้อง 2) นักเรียนร่วมกันตอบคำถามตามประเด็นต่อไปนี้ - การเปลี่ยนหน่วยวัดอุณหภูมิ เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยต่าง ๆ ทำได้อย่างไร - เพราะเหตุใดจึงต้องใช้ใช้น้ำเป็นจุดอ้างอิงในการวัดอุณหภูมิ 3) การประเมินและการสะท้อนความคิดของผู้เรียน จะพิจารณาจากความถูกต้องของข้อสรุปที่ ได้จากการอภิปราย
ขั้นขยายความคิด	1) ครูยกตัวอย่าง อุณหภูมิของอาหารแช่แข็งในร้านสะดวกซื้อ แล้วให้นักเรียนฝึกเปลี่ยนหน่วยเป็น เคลวิน และองศาฟาเรนไฮต์ จากนั้นให้นักเรียนฝึกเปลี่ยนหน่วยอุณหภูมิจากใบงานที่มอบหมาย 2) นักเรียนและครูร่วมกันอภิปรายประเด็นเกี่ยวกับจุดเดือดของน้ำเมื่อนำไปต้มบนภูเขาสูงและ จุดเดือดของน้ำเมื่อต้มที่ระดับน้ำทะเล ว่าจะมีจุดเดือดที่เท่ากันหรือไม่ จนได้ข้อสรุปว่าหากเรา ต้มน้ำบนพื้นราบที่ระดับน้ำทะเล น้ำจะมีจุดเดือดอยู่ที่ 100 องศาเซลเซียส แต่เมื่อขึ้นไปต้มบน ภูเขาสูง ความดันอากาศจะลดต่ำลง ทำให้จุดเดือดของน้ำต่ำลง 3) นักเรียนแต่ละคนร่วมกันตอบคำถามผ่าน Kahoot เพื่อเป็นการประเมินและสะท้อนความคิด ของผู้เรียนในประเด็นต่อไปนี้ - ปกติน้ำมีจุดเดือด 100 °C หากต้มน้ำบนยอดเขาสูงน้ำจะมีจุดเดือดเท่าไร (ตัวเลือกจะแสดง ในหน่วยองศาเซลเซียส คำตอบที่ถูกต้องคือ อุณหภูมิที่ต่ำกว่า 100 °C) - ปกติน้ำมีจุดเดือด 100 °C หากต้มน้ำบนยอดเขาสูงน้ำจะมีจุดเดือดเท่าไรในหน่วยเคลวิน (คำตอบที่ถูกต้องคือ อุณหภูมิที่ต่ำกว่า 373 เคลวิน) - ปกติน้ำมีจุดเดือด 100 °C หากต้มน้ำบนยอดเขาสูงน้ำจะมีจุดเดือดเท่าไรในหน่วยฟาเรนไฮต์ (คำตอบที่ถูกต้องคือ อุณหภูมิที่ต่ำกว่า 212 องศาฟาเรนไฮต์)

5.3 แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการสร้างและหาคุณภาพตามขั้นตอนดังต่อไปนี้ 1) ศึกษาหนังสือ เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการคิดวิเคราะห์และกำหนดนิยามความสามารถในการคิดวิเคราะห์ 2) ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ (Chareonwongsak, 2010; On-nangyai, 2012; Sutharat, 2004) 3) สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 60 ข้อ 4) นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ที่สร้างขึ้น ให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างข้อคำถามกับกรอบนิยามของความสามารถในการคิดวิเคราะห์แต่ละด้าน แบบทดสอบที่ถือว่ามีความเที่ยงตรงตามเนื้อหาในระดับดีจะต้องมีค่า IOC ระหว่าง 0.67 – 1.00 5) นำแบบทดสอบที่ผ่านการประเมินค่าความสอดคล้องไปทดลองใช้กับกลุ่มที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง แต่มีความรู้ความเข้าใจในระดับใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง 6) วิเคราะห์ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์เป็นรายข้อ 7) คัดเลือกข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 30 ข้อ โดยพบว่าข้อสอบมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.22 – 0.53 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.36 – 0.72 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.91 8) จัดทำเป็นแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ฉบับจริง จำนวน 30 ข้อ แบ่งเป็นการคิดวิเคราะห์ความสำคัญจำนวน 6 ข้อ การคิดวิเคราะห์ความสัมพันธ์จำนวน 10 ข้อ และการคิดวิเคราะห์หลักการจำนวน 14 ข้อ เพื่อใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ตัวอย่างของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์แสดงในภาพที่ 2(b)

5.4 แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบ 4E×2 ร่วมกับ Kahoot เป็นแบบประเมินค่า 5 ระดับ ข้อคำถามจำนวน 15 ข้อ มีขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพ ดังนี้ 1) ศึกษาเอกสาร ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบประเมินความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้และกำหนดนิยามความพึงพอใจที่ต้องการศึกษา 2) สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบ 4E×2 ร่วมกับ Kahoot เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) ตามแนวคิดของ Likert ข้อคำถามจำนวน 25 ข้อ 3) นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่ได้สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 คน ตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม และประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างรายการข้อคำถามกับนิยามศัพท์เฉพาะของพฤติกรรมที่จะวัด 4) นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบ 4E×2 ร่วมกับ Kahoot มาปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ 5) คัดเลือกข้อคำถามที่มีค่า IOC สูงกว่า 0.67 จำนวน 15 ข้อ ไปทดลองใช้กับกลุ่มที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างซึ่งเคยได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4E×2 ร่วมกับ Kahoot จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 30 คน เพื่อวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นโดยใช้วิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์อัลฟาของครอนบาค (Cronbach's alpha coefficient) ซึ่งพบว่าแบบสอบถามมีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.23 – 0.77 และมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.88 6) นำแบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบ 4E×2 ร่วมกับ Kahoot ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างเพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

(a) ตัวอย่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

พิจารณาสถานการณ์ต่อไปนี้

เด็กชาย ก ทดลองวางปลายเหล็กด้านหนึ่งไว้ในอ่างน้ำร้อน แล้วทิ้งไว้สักครู่ พบว่าปลายอีกด้านหนึ่งของแท่งเหล็กมีความร้อนเกิดขึ้นจนเด็กชาย ก ไม่สามารถจับแท่งเหล็กด้วยมือเปล่าได้

ถ้าหากเด็กชาย ก ไม่มีแท่งเหล็ก นักเรียนควรแนะนำให้เด็กชาย ก ใช้วัสดุใดแทนในการทดลอง เพื่อให้ได้ผลการทดลองเช่นเดิม

(การนำไปใช้)

- ก. กิ่งไม้
- ข. แท่งแก้ว
- ค. ขอนโลหะ
- ง. แท่งพลาสติก

(b) ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

ในการทำทดลองเกี่ยวกับการสังเคราะห์ด้วยแสงของต้นไม้ขนาดเล็ก 2 ต้น โดยต้น A คลุมด้วยถุงสีดำภายในถุงอัดอากาศที่มีแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ปริมาณมาก ส่วนต้น B คลุมด้วยถุงสีดำภายในอัดอากาศที่ไม่มีแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ แล้วนำทั้งสองต้นไปตั้งไว้กลางแดดเป็นเวลา 10 ชั่วโมง

นักเรียนคิดว่าจะได้ผลการทดลองอย่างไร (การคิดวิเคราะห์เชิงหลักการ)

- ก. ทั้งต้น A และต้น B มีการสังเคราะห์ด้วยแสง
- ข. ทั้งต้น A และต้น B ไม่มีการสังเคราะห์ด้วยแสง
- ค. ต้น A มีการสังเคราะห์ด้วยแสง ส่วนต้น B ไม่มีการสังเคราะห์ด้วยแสง
- ง. ต้น B มีการสังเคราะห์ด้วยแสง ส่วนต้น A ไม่มีการสังเคราะห์ด้วยแสง

ภาพที่ 2 (a) ตัวอย่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องพลังงานความร้อน และ (b) ตัวอย่างแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์

6. การเก็บรวบรวมข้อมูล

6.1 ผู้วิจัยจัดทำเอกสารโครงการวิจัยและชี้แจงจุดประสงค์ของการวิจัยให้กลุ่มตัวอย่างทราบและให้ลงนามยินยอมเข้าร่วมการวิจัยตามความสมัครใจ เพื่อพิทักษ์สิทธิของกลุ่มตัวอย่างและสอดคล้องกับข้อปฏิบัติของจริยธรรมการวิจัยในคน ข้อมูลที่ได้จากการวิจัยจะถูกเก็บเป็นความลับและเผยแพร่ผลการวิจัยในภาพรวมเท่านั้น

6.2 ดำเนินการให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก่อนการจัดการเรียนรู้ (Pre-test)

6.3 ดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ 4E×2 ร่วมกับ Kahoot เรื่อง พลังงานความร้อน ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างไว้ จำนวน 8 แผน ดำเนินการจัดการเรียนรู้ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 12 คาบ

6.4 ดำเนินการให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังการจัดการเรียนรู้ (Post-test) จำนวน 30 ข้อ และทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ จำนวน 30 ข้อ ซึ่งเป็นข้อสอบฉบับเดียวกับแบบทดสอบก่อนการจัดการเรียนรู้

6.5 ดำเนินการให้กลุ่มตัวอย่างประเมินความพึงพอใจจากแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบ 4E×2 ร่วมกับ Kahoot

6.6 นำข้อมูลที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ทั้งก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ และแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบ 4E×2 ร่วมกับ Kahoot มาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติต่อไป

6.7 ข้อมูลดิบที่ได้จากการเก็บข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างจะถูกทำลายหลังจากวิเคราะห์ข้อมูลในภาพรวมเสร็จสิ้นภายใน 60 วัน และจะนำเสนอข้อมูลในภาพรวมเท่านั้น เพื่อสอดคล้องกับแนวปฏิบัติของจริยธรรมการวิจัยในคน

7. การวิเคราะห์ข้อมูล

7.1 วิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและคะแนนของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้

7.2 ทดสอบความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและคะแนนของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้การทดสอบค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for dependent samples)

7.3 วิเคราะห์หาความก้าวหน้าทางการเรียนที่เพิ่มขึ้นจริงของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ โดยหาจากค่า normalized gain (Hake, 1998; Tongchai, *et al.*, 2007) ค่า normalized gain เป็นค่าที่แสดงถึงผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริงของผู้เรียนเป็นกึ่งหนึ่งของผลการเรียนรู้ที่มีโอกาสเพิ่มขึ้นได้ หาได้จากสูตร

$$\text{Normalized gain} = \frac{(\% \text{post-test} - \% \text{pre-test})}{(100 - \% \text{pre-test})}$$

เมื่อ %post-test คือ ร้อยละของคะแนนของแบบทดสอบหลังการจัดการเรียนรู้

%pre-test คือ ร้อยละของคะแนนของแบบทดสอบก่อนการจัดการเรียนรู้

ค่า normalized gain มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1.0 และถูกแบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ ระดับสูง (high gain) เมื่อค่า normalized gain > 0.7, ระดับปานกลาง (medium gain) เมื่อค่า normalized gain อยู่ระหว่าง 0.3 – 0.7 และระดับต่ำ (low gain) เมื่อค่า normalized gain < 0.3 ค่า normalized gain ในงานวิจัยนี้จะหาจากนักเรียนรายบุคคลและนำมาหาค่าเฉลี่ย ซึ่งจะเรียกว่า ค่า average normalized gain

7.4 วิเคราะห์ผลการวัดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้โดยวิธีการหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนจากแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบ 4E×2 ร่วมกับ Kahoot และแปลผลค่าเฉลี่ยของคะแนนความพึงพอใจเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนด

ผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบ 4Ex2 ร่วมกับ Kahoot

จากการวิเคราะห์คะแนนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พบว่า คะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนการจัดการเรียนรู้แบบ 4Ex2 ร่วมกับ Kahoot มีค่า 15.59 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.33 ส่วนคะแนนเฉลี่ยหลังการจัดการเรียนรู้ มีค่า 20.50 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 2.97 เมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบ 4Ex2 ร่วมกับ Kahoot โดยใช้การทดสอบผลต่างของค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มที่ข้อมูลไม่เป็นอิสระต่อกัน พบว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังการจัดการเรียนรู้แบบ 4Ex2 ร่วมกับ Kahoot สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 เมื่อทราบแล้วว่าคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้มีความแตกต่างกัน ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ค่า average normalized gain พบว่า มีค่าเท่ากับ 0.34 ซึ่งถือว่าผู้เรียนมีผลความก้าวหน้าทางการเรียนรู้อยู่ ในระดับปานกลาง (medium gain) ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่า average normalized gain ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบ 4Ex2 ร่วมกับ Kahoot

คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	S.D.	t-test	p-value	average normalized gain
ก่อนการจัดการเรียนรู้	30	15.59	3.33	10.89**	< 0.001	0.34
หลังการจัดการเรียนรู้	30	20.50	2.97			

** นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

2. ผลการศึกษาคะแนนของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบ 4Ex2 ร่วมกับ Kahoot

จากการวิเคราะห์คะแนนของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ พบว่า คะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก่อนการจัดการเรียนรู้แบบ 4Ex2 ร่วมกับ Kahoot มีค่า 16.88 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4.00 ส่วนคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังการจัดการเรียนรู้ มีค่า 21.60 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.52 เมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบ 4Ex2 ร่วมกับ Kahoot ผ่านการใช้การทดสอบผลต่างของค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มที่ข้อมูลไม่เป็นอิสระต่อกัน พบว่าคะแนนของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังการจัดการเรียนรู้แบบ 4Ex2 ร่วมกับ Kahoot สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และพบว่ามีค่า average normalized gain ของคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เท่ากับ 0.37 อยู่ในระดับปานกลาง (medium gain) ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ($\bar{x}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่า average normalized gain ของคะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบ 4Ex2 ร่วมกับ Kahoot

ความสามารถในการคิดวิเคราะห์	คะแนนเต็ม	$\bar{x}$	S.D.	t-test	p-value	average normalized gain
ก่อนการจัดการเรียนรู้	30	16.88	4.00	12.25**	< 0.001	0.37
หลังการจัดการเรียนรู้	30	21.60	3.52			

**นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

3. ผลการศึกษาคะแนนความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบ 4Ex2 ร่วมกับ Kahoot

ผลการศึกษา พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจในภาพรวมต่อการจัดการเรียนรู้แบบ 4Ex2 ร่วมกับ Kahoot อยู่ในระดับพึงพอใจมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.70 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.49 เมื่อพิจารณาผลการวัดความพึงพอใจรายด้าน พบว่า ด้านบรรยากาศในการเรียนรู้ มีระดับความพึงพอใจสูงสุด คือ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.78 (ระดับพึงพอใจมากที่สุด) และส่วน

เบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.45 รองลงมาคือ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.69 (ระดับพึงพอใจมากที่สุด) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.47 และด้านประโยชน์ที่ได้รับ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.57 (ระดับพึงพอใจมากที่สุด) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.55

อภิปรายผลการวิจัย

ผลจากการใช้ Kahoot เป็นเครื่องมือช่วยวัดประเมินผลระหว่างเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบ 4E×2 ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์ สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

1. จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบ 4E×2 ร่วมกับ Kahoot พบว่า คะแนนเฉลี่ยก่อนการจัดการเรียนรู้เท่ากับ 15.59 (S.D. = 3.33) ซึ่งเป็นคะแนนที่ได้ถึงร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม 30 คะแนน ที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะเนื้อหาในการเรียนรู้นั้นเชื่อมโยงกับบทเรียนก่อนหน้าที่ยังไม่ได้อ่านหรือได้ทำการศึกษาไปในภาคเรียนแรก อีกทั้งยังมีเนื้อหาที่เชื่อมโยงกับเหตุการณ์ในชีวิตประจำวัน ทำให้ผู้เรียนมีการเชื่อมโยงความรู้เก่าและความรู้ใหม่เข้าด้วยกัน เป็นผลให้ผู้เรียนมีคะแนนเฉลี่ยก่อนการจัดการเรียนรู้นั้นต่ำกว่าครึ่งของคะแนนเต็ม แต่อย่างไรก็ตามคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4E×2 ร่วมกับ Kahoot เพิ่มขึ้นสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ และมีค่าผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริง (normalized gain) เท่ากับ 0.34 อยู่ในระดับปานกลาง (ตารางที่ 2) ผลนี้แสดงให้เห็นว่า หลังจากนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4E×2 ร่วมกับ Kahoot นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เพิ่มสูงขึ้นกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้ อันเป็นผลมาจากกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบ 4E×2 ทั้ง 4 ขั้น ได้แก่ 1) ขั้นสร้างความสนใจ 2) ขั้นสำรวจและค้นหา 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป และ 4) ขั้นขยายความคิด ซึ่งในแต่ละขั้นจะต้องมีการประเมินและสะท้อนความคิดของผู้เรียนในทุกขั้นตอน โดยผู้วิจัยได้มีการนำ Kahoot มาใช้ในการประเมินและสะท้อนความคิดในการจัดการเรียนรู้แบบ 4E×2 ทำให้ผู้สอนทราบว่าผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในบทเรียนมากขึ้นเพียงใดหรือยังขาดความรู้ในเรื่องใดบ้าง ก่อนจะนำไปสู่การเรียนรู้ในขั้นต่อไป ซึ่งทำให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในบทเรียนไปทีละขั้นตอนอย่างละเอียด และจดจำเนื้อหาแต่ละส่วนได้มากขึ้น Kahoot เป็นแพลตฟอร์มการเรียนรู้ออนไลน์ผ่านเกมตอบคำถาม โดยนักเรียนจะสามารถเข้ามาตอบคำถามผ่านทางแอปพลิเคชันหรือบนหน้าเว็บไซต์ในขณะที่ทำการจัดการเรียนรู้ จึงช่วยส่งเสริมการมีส่วนร่วมในชั้นเรียนของผู้เรียน สร้างความสนุกสนานระหว่างการเรียนรู้และส่งเสริมบรรยากาศแห่งการเรียนรู้ (Chaiyo and Nokham, 2017; Licorish et al., 2018; Wang and Tahir, 2020; Yapici and Karakoyun, 2017) Kahoot สามารถสรุปจำนวนผู้ตอบถูกในการตอบคำถามแต่ละข้อ ช่วยสร้างการรับรู้ของครูผู้สอนว่าในข้อคำถามนั้น ๆ ผู้เรียนตอบตัวเลือกที่ถูกต้องจำนวนกี่คน และตอบตัวเลือกที่ผิดจำนวนกี่คน (Kahoot จะแสดงจำนวนนักเรียนที่เลือกตัวเลือกในแต่ละข้อคำถามทันทีเมื่อถึงเวลาที่กำหนด) ทำให้ผู้สอนสามารถประเมินความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนได้ ณ ขณะที่ทำการสอน โดยในขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ หลังจากผู้สอนกำหนดประเด็นปัญหาหรือสถานการณ์เพื่อกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนแล้ว ผู้สอนจะใช้คำถามผ่าน Kahoot เพื่อทบทวนความรู้เดิม หากนักเรียนเกินกว่าร้อยละ 80 ตอบถูก แสดงว่าส่วนใหญ่ยังมีความรู้เดิมที่พร้อมนำมาใช้ต่อยอดก่อนที่จะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นตอนต่อไป ทำให้ผู้สอนทราบว่าผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในความรู้พื้นฐานที่จะใช้ต่อยอดในบทเรียนมากขึ้นเพียงใดหรือยังขาดความรู้ในเรื่องใดบ้าง ก่อนจะนำไปสู่การเรียนรู้ในขั้นต่อไป นอกจากนี้ยังสามารถช่วยสรุปประเด็นคำตอบที่ถูกต้องในข้อคำถามแต่ละข้อ ช่วยให้ผู้เรียนที่ตอบผิดเกิดความเข้าใจในประเด็นเนื้อหาที่ถูกต้อง ก่อนจะไปสู่ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ขั้นต่อไป ซึ่งทำให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในบทเรียนไปทีละขั้นตอนอย่างละเอียด และเน้นย้ำในเนื้อหาแต่ละส่วนได้มากขึ้น ในขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา เมื่อนักเรียนค้นคว้าหาข้อมูล เพื่อตอบประเด็นปัญหาตามที่กำหนดไว้ ผู้สอนจะใช้ข้อคำถามใน Kahoot เพื่อตรวจสอบข้อมูลที่นักเรียนค้นคว้ามาว่าถูกต้องสมบูรณ์เพียงพที่จะลงข้อสรุปในขั้นต่อไปหรือไม่ ส่วนในขั้นที่ 3 ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป นักเรียนจะนำข้อมูลที่ค้นคว้ามาจากขั้นที่ 2 มาวิเคราะห์ แปลผลและสรุปผลโดยการอภิปรายร่วมกันในกลุ่มย่อย หรืออภิปรายร่วมกันทั้งชั้นเรียนเพื่อสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ครูผู้สอนจะประเมินจากความถูกต้องสมบูรณ์ของข้อสรุปที่ได้จากการอภิปรายและช่วยปรับแนวความคิดที่คลาดเคลื่อน และขั้นที่ 4 ขั้นขยายความคิด ผู้เรียนจะได้ฝึกการนำความรู้ที่สร้างขึ้นจากขั้นที่ 3 มาเชื่อมโยงกับความรู้เดิมเพื่อตอบคำถามจากประเด็นปัญหาหรือสถานการณ์ที่กำหนด หรือจากสถานการณ์ที่พบเจอในชีวิตประจำวัน ผ่านการตอบคำถามใน Kahoot ซึ่งจะทำให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเนื้อหาในบทเรียนและเห็นความสำคัญของเนื้อหาในบทเรียนที่สอดคล้องกับสิ่งที่พบเจอในชีวิตประจำวัน ด้วยเหตุผลเหล่านี้จึงส่งผลให้ผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4E×2 ร่วมกับ Kahoot มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ Keawsingam (2011) ที่ได้ค้นพบว่านักเรียนที่เรียนด้วยรูปแบบการเรียนการสอนแบบ 4E×2 มีคะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องแสงและการมองเห็น หลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และสอดคล้องกับงานวิจัยที่มีมาก่อนหน้านี้ (Fotaris et al., 2016; Sarkar et al., 2017; Wang and Tahir, 2020) ที่กล่าวว่า การใช้ Kahoot ร่วมกับการจัดการ

เรียนรู้จะช่วยส่งเสริมผลการเรียนรู้ของผู้เรียน เพิ่มการมีส่วนร่วมในห้องเรียน สร้างการรับรู้ในเนื้อหาที่ถูกต้องของผู้เรียน และสร้างบรรยากาศแห่งการเรียนรู้ ได้มากกว่าการจัดการเรียนรู้แบบปกติในห้องเรียน

2. จากการวิเคราะห์คะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบ 4E×2 ร่วมกับ Kahoot พบว่าคะแนนเฉลี่ยก่อนการจัดการเรียนรู้มีค่า 16.88 ซึ่งเป็นค่าที่มากกว่าร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม ผู้วิจัยคาดว่าอาจเป็นเพราะในภาคเรียนที่ 1 ผู้วิจัยในฐานะผู้สอนได้มีการจัดการเรียนรู้เชิงรุกที่เน้นให้ผู้เรียนเกิดการพัฒนาทักษะกระบวนการคิด และสอดแทรกกิจกรรมคำถามที่ให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิดวิเคราะห์มากขึ้น ทำให้คะแนนความสามารถในการคิดวิเคราะห์ก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ในภาคเรียนที่ 2 มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าครึ่งของคะแนนเต็ม แต่อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์ พบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4E×2 ร่วมกับ Kahoot มีคะแนนเฉลี่ยของแบบทดสอบวัดความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังการจัดการเรียนรู้ สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 และมีผลการเรียนรู้ที่เพิ่มขึ้นจริง (normalized gain) คิดเป็น 0.37 ซึ่งอยู่ในระดับ medium gain ผลนี้แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบ 4E×2 ร่วมกับ Kahoot สามารถช่วยพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนให้เพิ่มสูงขึ้นได้ ซึ่งอาจเป็นเพราะ การจัดการเรียนรู้แบบ 4E×2 มีขั้นตอนที่ช่วยส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ นั่นคือ ขั้นตอนที่ 3 การอธิบายและลงข้อสรุป ซึ่งเป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนจะต้องนำข้อมูลที่รวบรวมได้จากขั้นการสำรวจและค้นหา มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาความสัมพันธ์ ความสำคัญ เปรียบเทียบความเหมือนความแตกต่าง และลงข้อสรุปออกมาเป็นองค์ความรู้เพื่ออธิบายคำตอบในบทเรียน ยกตัวอย่างเช่น ในบทเรียนเรื่องเทอร์โมมิเตอร์ หลังจากนักเรียนทำกิจกรรม ศึกษาและค้นคว้าเกี่ยวกับ หลักการทำงานของเทอร์โมมิเตอร์ ประเภทและการใช้งานของเทอร์โมมิเตอร์ ในขั้นที่ 2 เสร็จสิ้นแล้ว นักเรียนจะร่วมกันอภิปราย เปรียบเทียบความแตกต่างของเทอร์โมมิเตอร์แต่ละประเภทว่าแบบใดเหมาะกับการใช้งานประเภทใด และฝึกวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของหลักการขยายและหดตัวของของเหลวกับหลักการทำงานของเทอร์โมมิเตอร์ จนกระทั่งได้ข้อสรุปเป็นองค์ความรู้ ครูจะประเมินจากข้อสรุปและองค์ความรู้ที่นักเรียนสรุปออกมา จะเห็นว่ากระบวนการจัดการเรียนรู้ในขั้นที่ 3 นี้ จะช่วยพัฒนาให้ผู้เรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์สูงขึ้น สอดคล้องกับคำกล่าวของ Pornkul (2011) และ Lemlech (1994) ที่กล่าวว่า ขั้นการอธิบายและลงข้อสรุป เป็นขั้นตอนสำคัญที่จะช่วยพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนได้ โดยนักเรียนจะได้นำความรู้ที่ตนเองสำรวจและรวบรวมมา มาตรวจสอบ วิเคราะห์ และหาข้อสรุป ซึ่งอาจจัดกระทำข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ตาราง กราฟ แผนภาพ เป็นต้น แล้วอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน ซึ่งทำให้ผู้เรียนเกิดการคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ หาข้อสรุปของข้อมูลจากขั้นนี้ได้ ผลที่ได้จากการวิจัยนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Theeramethakul and Art-in (2020) ที่ค้นพบว่าการจัดการเรียนรู้แบบ 4E×2 สามารถช่วยพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนได้ และมีจำนวนนักเรียนที่มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด คิดเป็นร้อยละ 75 ของนักเรียนทั้งหมด นอกจากนี้อาจเป็นเพราะข้อคำถามใน Kahoot ที่ผู้วิจัยใช้เพื่อประเมินการเรียนรู้และสะท้อนความคิดในแต่ละขั้นของการจัดการเรียนรู้แบบ 4E×2 ยังเป็นอีกแรงผลักดันหนึ่งที่ช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการคิดวิเคราะห์เพื่อหาคำตอบของข้อคำถามในขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ตัวอย่างคำถาม เช่น “เพราะเหตุใดของเหลวที่บรรจุในเทอร์โมมิเตอร์วัดไข้ต้องใช้ปรอท” ผู้เรียนจะได้ฝึกวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของคุณสมบัติของปรอทว่ามีคุณสมบัติอย่างไรจึงสามารถนำมาใช้เป็นของเหลวบรรจุในปรอทวัดไข้ได้ หรือคำถามที่ว่า “เทอร์โมมิเตอร์วัดไข้แตกต่างจากเทอร์โมมิเตอร์ธรรมดาอย่างไร” ผู้เรียนจะได้ฝึกจำแนก และเชื่อมโยงข้อมูลของเทอร์โมมิเตอร์ทั้งสองประเภท เป็นต้น สอดคล้องกับคำกล่าวของ Chareonwongsak (2010) ที่กล่าวว่า เมื่อสมองของมนุษย์ได้รับข้อมูลหรือข้อคำถาม สมองจะทำการตีความข้อมูลที่ได้รับ โดยนำไปเปรียบเทียบกับข้อมูล ความทรงจำ หรือประสบการณ์ในอดีตที่เก็บสะสมไว้ จนกระทั่งเกิดการตัดสินใจที่จะเลือกคำตอบที่ถูกต้อง ซึ่งโดยธรรมชาติแล้วสมองจะคิดวิเคราะห์อย่างอัตโนมัติเมื่อต้องตัดสินใจเลือกอะไรบางอย่าง ดังนั้นการนำ Kahoot มาใช้ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบ 4E×2 จึงส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ให้ผู้เรียนได้

3. จากผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบ 4E×2 ร่วมกับ Kahoot มีความพึงพอใจในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด จากการประเมินความพึงพอใจแยกรายด้าน พบว่าทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านบรรยากาศในการเรียนรู้ ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และด้านประโยชน์ที่ได้รับ มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุดทุกด้าน การที่ความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้มีอยู่ในระดับมากที่สุด อาจเป็นเพราะมีการใช้ Kahoot มาบูรณาการร่วมกับการจัดการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนทุกคนมีส่วนร่วมกับการจัดการเรียนรู้ นักเรียนได้ใช้สมาร์ตโฟนเพื่อการเรียนรู้อย่างสนุกสนานผ่านการตอบคำถาม ไม่รู้สึกเบื่อหน่ายในกรณีที่ต้องฝึกเพราะนักเรียนสามารถใช้นามแฝงในการเข้ามาตอบคำถามได้ นอกจากนี้ Kahoot ยังแสดงจำนวนของนักเรียนที่เลือกตัวเลือกในแต่ละข้อคำถาม ทำให้ในกรณีที่นักเรียนส่วนใหญ่เลือกตัวเลือกผิด ผู้สอนจะทราบได้ทันทีว่านักเรียนยังไม่เข้าใจประเด็นคำถามใด ผู้สอนจะได้อธิบายและสรุปถึงประเด็นคำตอบของเนื้อหานั้นให้ถูกต้อง เมื่อนักเรียนเรียนรู้ในเนื้อหาวิชาอย่างมีความสุขก็จะเกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้หัวข้ออื่นต่อไป สอดคล้องกับข้อค้นพบในงานวิจัยของ Bundasak et

al. (2017) และ Ratniyom et al. (2020) ที่พบว่า เมื่อผู้เรียนเกิดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ ผู้เรียนจะมีความรู้สึกที่ดีต่อการเรียนและการมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ มีความสนุกสนานเพลิดเพลินในการเรียน เมื่อผู้เรียนมีความสุขก็จะมีผลการเรียนดีในสมอง เช่น โดปามีน นอร์เอพิเนเฟริน ซึ่งจะไปเพิ่มกระบวนการเรียนรู้ในสมอง จะทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น ผลของงานวิจัยนี้ยังสอดคล้องกับข้อค้นพบในงานวิจัยของ Chaiyo and Nokham (2017) ที่พบว่าผู้เรียนกว่าร้อยละ 84 มีความพึงพอใจในภาพรวมต่อ Kahoot มากกว่าแพลตฟอร์มออนไลน์อื่น และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Ounlamai (2019) ที่พบว่าความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้โปรแกรม Kahoot ในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

สรุปผลการวิจัย

การจัดการเรียนรู้แบบ 4Ex2 ร่วมกับ Kahoot เป็นการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีการนำ Kahoot มาช่วยประเมินการสะท้อนการรู้คิดของผู้เรียนในระหว่างการจัดการเรียนรู้ Kahoot จะเป็นเสมือนเครื่องมือที่ทำให้ครูผู้สอนทราบความรู้ความเข้าใจของนักเรียนทั้งห้องในขณะที่ทำการสอน นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบ 4Ex2 ร่วมกับ Kahoot จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง พลังงานความร้อน และความสามารถในการคิดวิเคราะห์หลังการจัดการเรียนรู้สูงกว่าก่อนการจัดการเรียนรู้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 นอกจากนี้ยังค้นพบว่า ผู้เรียนมีความพึงพอใจในภาพรวมต่อการจัดการเรียนรู้แบบ 4Ex2 ร่วมกับ Kahoot อยู่ในระดับมากที่สุด

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

การวิจัยในครั้งนี้มีข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ ดังนี้

- 1) ในการจัดการเรียนรู้แบบ 4Ex2 ร่วมกับ Kahoot ผู้สอนต้องควบคุมเวลาในการทำกิจกรรมแต่ละช่วง เนื่องจากเนื้อหาในบางบทเรียนนั้น มีความยากง่ายที่ต่างกัน ซึ่งบางบทเรียนอาจจะใช้เวลานานในการวิเคราะห์หาคำตอบ ดังนั้นควรมีการจัดสรรเวลาให้เหมาะสม เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ
- 2) คำถามที่นำมาใช้ใน Kahoot ควรมีจำนวนที่เหมาะสมและเป็นข้อคำถามที่ช่วยพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์ เพื่อเป็นการส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของผู้เรียนอีกทางหนึ่ง
- 3) ในการจัดการเรียนรู้แบบ 4Ex2 ร่วมกับ Kahoot ผู้สอนควรตรวจสอบว่านักเรียนทุกคนมีสมาร์ตโฟนและสัญญาณอินเทอร์เน็ตพร้อมสำหรับการจัดการเรียนรู้

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

จากข้อสังเกตของผู้วิจัยในระหว่างดำเนินการวิจัย พบว่า การนำ Kahoot มาช่วยประเมินในระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบ 4Ex2 ช่วยทำให้ผู้สอนประเมินความรู้ความเข้าใจและการสะท้อนความคิดของนักเรียนทั้งห้องเรียนได้อย่างรวดเร็ว ทำให้สามารถประเมินผู้เรียนในภาพรวมของทั้งห้องได้ ณ ขณะทำการสอน ดังนั้นประเด็นในการวิจัยครั้งต่อไป คือ อาจนำแพลตฟอร์มการเรียนรู้ออนไลน์รูปแบบอื่น เช่น Blooket หรือ เกม Time to climb ในเว็บไซต์ Nearpod มาร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบ 4Ex2 เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในบทเรียนอื่น หรืออาจศึกษาผลของตัวแปรอื่น ๆ เช่น ทักษะการตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป หรือสมรรถนะตามแนวทาง PISA ด้านการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้สร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผล เป็นต้น

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ที่ได้ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยในครั้งนี้ และขอขอบคุณคณาจารย์ทุกท่านในคณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ที่ช่วยให้คำแนะนำอันมีค่าจนทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงมาได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- Bundasak, T., Chaowiang, K. and Jangasem, N. (2017). Happily learning among nursing students (in Thai). *Journal of MCU Peace Studies*, 5(1), 357–369.
- Bureau of Educational Testing, Office of the basic Education Commission. (2012). *Handbook of a competency appraisal for basic education students based on the basic education core curriculum B.E. 2551 (A.D. 2008)* (in Thai). Bangkok: National Office Of Buddhism Press.

- Chaiyo, Y. and Nokham, R. (2017). The effect of kahoot, quizizz and google forms on the student's perception in the classrooms response system. **2017 International Conference on Digital Arts, Media and Technology (ICDAMT)**, 178–182.
- Chareonwongsak, K. (2010). **Analytical thinking** (in Thai). Bangkok: Success Media Co., Ltd.
- Chuenban, T. and Chanchusakun, S. (2020). The development of mathematics problem solving using 4ex2 instructional model with games technique for sixth grade students (in Thai). **Silpakorn Educational Research Journal**, 12(1), 147–160.
- Fotaris, P., Mastoras, T., Leinfellner, R. and Rosunally, Y. (2016). Climbing up the leaderboard: an empirical study of applying gamification techniques to a computer programming class. **Electronic Journal of E-Learning**, 14, 95–110.
- Hake, R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: a six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. **American Journal of Physics**, 66(1), 64–74.
- Ismail, M. A., Ahmad, A., Mohammad, J. A., Fakri, N., Nor, M. and Pa, M. (2019). Using Kahoot as a formative assessment tool in medical education: a phenomenological study. **BMC Medical Education**, 19(1), 230.
- Keawsingam, T. (2011). Effects of using the 4ex2 instructional model on concepts about light and vision and skills in interpreting data and making conclusion of lower secondary school students (in Thai). **Master's Thesis**. Bangkok: Chulalongkorn University.
- Lemlech, J. K. (1994). **Curriculum and instructional methods for the elementary and middle school**. New York: Macmillan College Publishing Company.
- Licorish, S. A., Owen, H. E., Daniel, B. and George, J. L. (2018). Students' perception of Kahoot's influence on teaching and learning. **Research and Practice in Technology Enhanced Learning**, 13(9), 1–23.
- Marshall, J. C., Horton, B. and Smart, J. (2009). 4Ex2 instructional model: uniting three learning constructs to improve praxis in science and mathematics classrooms. **Journal of Science Teacher Education**, 20(6), 501–516.
- National Institute of Educational Testing Service. (2019). Summary on o-net test results of grade 6 in the academic year 2019 (in Thai). Retrieved 6 June 2021, from **NIETS**: http://www.newonetestresult.niets.or.th/AnnouncementWeb/PDF/SummaryONETM3_2562.pdf.
- Nkhoma, C., Nkhoma, M., Thomas, S., Tu, L. K. and Le, N. Q. (2018). Gamifying a flipped first year accounting classroom using Kahoot. **International Journal of Information System and Engineering**, 6(2), 93–115.
- On-nangyai, P. (2012). Construction of analytical thinking ability test for prathomsuksa VI students of education division bangkok metropolitan administration (in Thai). **Master's Thesis**. Bangkok: Srinakharinwirot University.
- Ounlamai, P. and Boonprajak, D. (2019). The application of kahoot program in trigonometry learning enhancement activity for mathayom suksa 4 students in pramoch wittaya ramintra school (in Thai). **Phranakhon Rajabhat Research Journal (Humanities and Social Sciences)**, 14(1), 176-191.
- Pornkul, C. (2011). **Teaching the thinking process: theory and adoption** (in Thai). Bangkok: Chulalongkorn University press.
- Ratniyom, J., Nampa, S., Sudsin, M. and Lee, A. (2020). The effects of cooperative learning management using learning together (lt) technique with mind maps on grade 7 students' learning achievement and analytical thinking abilities on process of weather change (in Thai). **Walailak Journal of Learning Innovations**, 6(1), 37–64.
- Sarkar, N., Ford, W. and Manzo, C. (2017). Engaging digital natives through social learning. **Systemics, Cybernetics and Informatics**, 15(2), 1–4.
- Sutharat, W. (2004). **Thinking and creative thinking** (in Thai). Bangkok: Suweerivasarn Press.

- The Institute For The Promotion Of Teaching Science And Technology. (2021). Pisa 2018 results: reading, maths and science (in Thai). Retrieved 6 June 2021, from **PISA THAILAND**: <https://pisathailand.ipst.ac.th/pisa2018-fullreport/>.
- Theeramethakul, S. and Art-in, S. (2020). The development of mathematics problem solving and analytical thinking abilities for grade 8 students using 4x2 instructional model (in Thai). **Journal of Graduate MCU KhonKaen Campus**, 7(3), 210–225.
- Tongchai, A., Arayathanitkul, K., Soankwan, C., Emarat, N. and Chitaree, R. (2007). A new assessment method by using pre-test and post-test scores (in Thai). **HCU Journal**, 11(21), 86–94.
- Wang, A. I. and Tahir, R. (2020). The effect of using Kahoot for learning—a literature review. **Computers & Education**, 149, 103818.
- Yapici, I. and Karakoyun, F. (2017). Gamification in biology teaching: a sample of kahoot application. **Turkish Online Journal of Qualitative Inquiry**, 8, 396–414.

