

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนา
แบบจำลองทางความคิด เรื่อง พลังงานความร้อน
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

**Model-Based Inquiry to develop mental model of 7th grade students
on thermal energy Topic**

อมรรัตน์ ปานเพชร และ ธิติยา บงกชเพชร

มหาวิทยาลัยนเรศวร

Amornrat Panphet and Thitiya Bongkotphet

Naresuan University, Thailand

Corresponding Author, E-mail: am0987655095am@gmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานในการพัฒนาแบบจำลองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง พลังงานความร้อน และศึกษาผลการพัฒนาแบบจำลองทางความคิด เรื่อง พลังงานความร้อน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน รูปแบบการวิจัยเป็นวิจัยเชิงปฏิบัติการ กลุ่มเป้าหมายที่ใช้คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดพิจิตร ประจำปีการศึกษา 2565 จำนวน 26 คน เครื่องมือที่ใช้เก็บข้อมูลประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง พลังงานความร้อน แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้ แบบวัดแบบจำลองทางความคิด แบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับภาพตัวอย่างเรื่อง พลังงานความร้อน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ และการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่สามารถพัฒนาแบบจำลองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง พลังงานความร้อนได้ มีขั้นตอนดังนี้ คือ ครูนำเสนอสถานการณ์ที่เชื่อมโยงถึงพลังงานความร้อนเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้สร้างแบบจำลองทางความคิดให้ผู้อื่นเข้าใจ นักเรียนทดสอบแบบจำลองโดยการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งที่มีความน่าเชื่อถือหรือทำการทดลองเพื่อให้ได้แบบจำลองที่ถูกต้อง นักเรียนเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้ออกแบบจำลองของตนเอง ปรับเปลี่ยนแบบจำลองของตนเองให้สอดคล้องกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องและนำความรู้ที่ได้ไปให้อธิบายปรากฏการณ์อื่นๆ ส่วนผลการพัฒนาแบบจำลองทางความคิดของนักเรียน พบว่า นักเรียนมีพัฒนาการแบบจำลองทางความคิดอยู่ในกลุ่มแบบจำลองทางความคิดที่ถูกต้องมากที่สุดและแบบจำลองทางคิดที่ไม่เชื่อมโยงน้อยที่สุด

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน; แบบจำลองทางความคิด; พลังงานความร้อน

Abstracts

The purposes of this research were to study the learning management approach of the model-based inquiry by using the model as the basis to develop a model 7th grade students on thermal energy and to study the results in the development of a mental model on thermal energy of 7th grade students who received the learning management approach of the model-based inquiry. The research methodology was action research. The target group was 7th grade students at one school in Phichit province during the academic year of 2022 in the total of 26. The research instrument used to collect data consisted of the learning management plan, thermal energy, the reflection form of learning management, the measurement form of mental model and the interview form regarding sample pictures on thermal energy. The data analysis employed the statistics of percentage, mean and content analysis. The result of this study showed that the learning management approach of the model-based inquiry by using the model as the basis to develop a model 7th grade students had several processes. A teacher presented the situation related to thermal energy in order to encourage students to create the mental model for understanding. Students tried out the model by searching information from reliable resources or did experiment to obtain the correct model. Students compared the received information with their own model and adapted their own model to conform to the correct scientific model and express their knowledge with other phenomenon. Besides, the development of mental model found that students had the most progress in a group correct mental model and the least progress Incoherent mental mode.

Keywords: Model-Based Inquiry; Mental Model; Thermal energy

บทนำ

วิทยาศาสตร์เป็นศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการอธิบายปรากฏการณ์ทางธรรมชาติซึ่ง นักวิทยาศาสตร์จะเป็นผู้สร้างแบบจำลอง (models) ขึ้นมาเพื่ออธิบายข้อมูล ทำนายเหตุการณ์และ ช่วยสร้างความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการและการเปลี่ยนแปลงของปรากฏการณ์ธรรมชาติเหล่านั้น โดยแบบจำลองที่นักวิทยาศาสตร์สร้างขึ้นมาจะเป็นตัวแทนของความคิดเพื่อที่จะสื่อความหมายของข้อมูล เหตุการณ์หรือปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นอาจเป็นในระดับมหภาค คือ ปรากฏการณ์ที่สามารถสังเกตเห็นได้ หรือระดับจุลภาค คือ ปรากฏการณ์ที่ไม่สามารถมองเห็น ได้ (ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2557 : 86-87)

แบบจำลองทางความคิด (mental model) ของผู้เรียนจึงถือว่าเป็นหัวใจสำหรับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เนื่องจากแบบจำลองทางความคิดของผู้เรียนเป็นพื้นฐานให้กับครูในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ อย่างไรก็ตามเพื่อให้ผู้เรียนมีแบบจำลองทางความคิดที่สอดคล้องกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ได้สร้างแบบจำลองขึ้นเพื่อใช้เป็นตัวแทนในการอธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ และช่วยให้มองเห็นภาพปรากฏการณ์ต่างๆ ทำให้เข้าใจแนวคิดต่างๆ ได้ง่ายขึ้น เช่น แบบจำลองลูกโลก เป็นต้น ในขณะที่

นักเรียนก็มีวิธีการสร้างแบบจำลองของตนเองเช่นเดียวกับนักวิทยาศาสตร์เพื่อนำมาใช้อธิบายกับปรากฏการณ์ธรรมชาติต่างๆ ที่เกิดขึ้นรอบตัวและใช้เป็นตัวแทนของปรากฏการณ์นั้น ซึ่งแบบจำลองที่นักเรียนแต่ละคนสร้างขึ้นนั้นเป็นแบบจำลองตามความเข้าใจและประสบการณ์เดิมของตนหรือที่เรียกว่า แบบจำลองทางความคิด นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายและกล่าวถึงความสำคัญของแบบจำลองทางความคิดว่า เป็นตัวแทนของความรู้ที่นักเรียนสร้างขึ้นเพื่อใช้อธิบายและการทำนายปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นในโลก โดยอาศัยเจตคติและประสบการณ์เดิม ซึ่งความรู้นั้นจะขึ้นอยู่กับความเข้าใจของแต่ละบุคคล (Barquero, 1995 as cited in Grece, & Moreira, 2000 : 1-11) โดยแบบจำลองนั้นจะมองเห็นเป็นนามธรรมมากกว่ารูปธรรม แบบจำลองจึงมีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในเนื้อหาที่เป็นนามธรรม ไม่สามารถมองเห็นและจับต้องได้ เช่น เนื้อหาเรื่อง พลังงานความร้อน ครูและนักเรียนจึงได้นำแบบจำลองทางความคิดมาใช้ในการอธิบายเพื่อเชื่อมโยงระหว่างทฤษฎีกับโลกของประสบการณ์จริง

รายวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในเรื่อง พลังงานความร้อน เป็นเนื้อหาหนึ่งในรายวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาที่มีความซับซ้อนและเน้นการอธิบายปรากฏการณ์ที่เกี่ยวกับสมบัติของสาร โครงสร้างของสาร แรงยึดเหนี่ยวระหว่าง อนุภาค และกระบวนการเปลี่ยนแปลงต่างๆเมื่อได้รับความร้อน เช่น การจัดเรียงอนุภาคของ ของแข็ง ของเหลว แก๊ส การถ่ายโอนความร้อนในแบบต่างๆ การพาความร้อน การนำความร้อน การแผ่รังสี เป็นต้น

สำหรับปัญหาในการเรียนรู้เนื้อหาที่มีลักษณะเป็นนามธรรม เกิดจากนักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถจินตนาการเนื้อหาที่อยู่ในระดับจุลภาคได้จะส่งผลให้นักเรียนมีแบบจำลองทางความคิดไม่ถูกต้องตามหลักทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากนักเรียนส่วนใหญ่เลือกที่จะเรียนรู้เนื้อหาด้วยวิธีการท่องจำแทนการทำความเข้าใจอย่างถ่องแท้ (ณัฐ ดิษเจริญ และคณะ, 2557 : 21-27) ซึ่งสอดคล้องกับปัญหาในห้องเรียนของผู้วิจัยจากประสบการณ์การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในลักษณะบรรยายเป็นส่วนใหญ่ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2564 และจากการสัมภาษณ์ โดยการสุ่มถามนักเรียนซึ่งมีระดับความสามารถ เก่ง ปานกลางและอ่อน เพื่อเก็บข้อมูลเกี่ยวกับแบบจำลองของนักเรียน พบว่านักเรียนตอบคำถามเกี่ยวกับเรื่องพลังงานความร้อนไม่ถูกต้อง เช่น ครูถามว่าแป้งสถานะเป็นอะไร นักเรียนตอบว่า ของเหลว ครูให้นักเรียนวาดภาพ 2 มิติการถ่ายโอนความร้อนโดยการพาความร้อน นักเรียนวาดภาพ 2 มิติ ลูกศรการถ่ายโอนไม่ถูกต้อง เมื่อผู้วิจัยวิเคราะห์คำตอบที่นักเรียนแต่ละคนเขียนตอบมาทำให้ผู้วิจัยพบว่า พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีแบบจำลองทางความคิดที่คลาดเคลื่อน เนื่องจากไม่สามารถอธิบายเกี่ยวกับเรื่องพลังงานความร้อนได้ และเมื่อให้นักเรียนสร้างแบบจำลองทางความคิดและอธิบายเรื่องพลังงานความร้อน โดยการวาดภาพ 2 มิติ และอธิบายรูปดังกล่าวเป็นข้อความที่ตนเองเข้าใจ นักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถวาดรูปแบบจำลองทางความคิดเรื่องพลังงานความร้อนได้ถูกต้อง

การสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ที่สามารถกระตุ้นการเรียนรู้ของนักเรียน ด้วยกิจกรรมที่เน้นการ ปฏิบัติการทดลอง เนื่องจากการปฏิบัติการทดลองเป็นกิจกรรมเปิดโอกาสให้นักเรียนดำเนินการสืบเสาะเพื่อค้นหาคำตอบและเป็นวิธีการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สำคัญอย่างหนึ่งซึ่งช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้จากประสบการณ์ตรงผ่านการทดลองด้วยตนเอง จนเกิดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาหรือดำเนินการแก้ปัญหาได้ตามขั้นตอนของวิธีการทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้การสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานยังได้แทรกขั้นตอนที่สนับสนุนให้นักเรียนได้สร้างแบบจำลองเพื่ออธิบายปรากฏการณ์ทางวิทยาศาสตร์จากการลงมือปฏิบัติการทดลองด้วยการสืบเสาะเพื่อแสดงถึงความเชื่อมโยงระหว่างขั้นตอนของการปฏิบัติการทดลองกับเนื้อหาความรู้ โดยเริ่มจากการนำเสนอปรากฏการณ์และการตั้งคำถามเพื่อรวบรวมสิ่งที่นักเรียนรู้นำนักเรียนไปสู่การสร้างแบบจำลองเพื่อใช้ในการตั้งสมมติฐาน การวางแผนและออกแบบวิธีการสำรวจตรวจสอบแบบจำลองเพื่อค้นหาข้อมูลหลักฐานและปรับแบบจำลองเดิมให้สอดคล้องกับหลักการทางวิทยาศาสตร์เพื่ออธิบายปรากฏการณ์หรือการตอบคำถามวิทยาศาสตร์นั้น (Neilson et al., 2010 : 38-43)

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะออกแบบกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนาแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง พลังงานความร้อน เพื่อให้ผู้เรียนได้พัฒนาแบบจำลองทางความคิดที่มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ซึ่งผลจากการวิจัยนี้สามารถนำไปเป็นแนวทางในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ในการสอนวิทยาศาสตร์ต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานในการพัฒนาแบบจำลองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง พลังงานความร้อน
2. เพื่อศึกษาการพัฒนาแบบจำลองทางความคิด เรื่อง พลังงานความร้อน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

ระเบียบวิธีวิจัย

รูปแบบงานวิจัย

ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยตามกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการตามแนวคิดของ Kemmis (1988 อ้างอิงสิรินภา กิจเกื้อกูล 2557 : 149-151) ประกอบด้วยกิจกรรมการวิจัยที่สำคัญ 4 ขั้นตอนหลัก คือ 1) ขั้นวางแผน 2) ปฏิบัติ 3) สังเกต 4) สะท้อนผล กระบวนการและผลการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น และปรับปรุงแผนปฏิบัติโดยดำเนินการจนครบ 4 วงจรปฏิบัติการ

กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายที่ต้องศึกษาในครั้งนี้คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนขยายโอกาสแห่งหนึ่งในจังหวัดพิจิตร ซึ่งกลุ่มเป้าหมายกำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 26 คน ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง ซึ่งเป็นนักเรียนชายจำนวน 13 คน และนักเรียนหญิงจำนวน 13 คน ซึ่งมีการจัดการเรียนรู้แบบบรรยายโดยนักเรียนส่วนใหญ่มีผลสัมฤทธิ์ทางด้านวิทยาศาสตร์ในระดับปานกลาง เกรดเฉลี่ย 2.00 – 3.00 มีความสามารถในการใช้เทคโนโลยี ซึ่งโรงเรียนมีสื่อการเรียนรู้ที่เอื้อต่อการจัดการเรียนรู้ เช่น คอมพิวเตอร์ ในการค้นหาข้อมูลผ่านระบบอินเทอร์เน็ต

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยสร้างและพัฒนาเครื่องมือวิจัยขึ้นโดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่อง พลังงานความร้อน แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ ส่วนเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบวัดแบบจำลองทางความคิด แบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับภาพตัวอย่าง เรื่อง พลังงานความร้อน ชิ้นงานของนักเรียน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้รับการตรวจสอบความเหมาะสมของเนื้อหา การใช้ภาษา รวมถึงได้รับข้อเสนอแนะในการพัฒนาเครื่องมือจากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ซึ่งผู้เชี่ยวชาญมีคุณสมบัติ ผู้เชี่ยวชาญในระดับอุดมศึกษา สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน ศึกษานิเทศก์ด้านการสอนวิทยาศาสตร์ จำนวน 1 ท่าน และครูชำนาญการในรายวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 1 ท่าน

1. แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน จำนวน 4 แผน แผนละ 3 ชั่วโมง โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็น 4 เรื่อง ได้แก่ อนุภาคของสสาร ในแต่ละสถานะ ความร้อนกับการขยายตัวและหดตัวของสสาร ความร้อนกับการเปลี่ยนสถานะของสสาร การถ่ายโอนความร้อนในชีวิตประจำวัน รวมทั้งหมด 12 ชั่วโมง เป็นเวลา 4 สัปดาห์ โดยแต่ละแผนมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 6 ขั้นตอนดังนี้ 1) ขั้นตอนการจัดเตรียมพารามิเตอร์ 2) ขั้นตอนการจัดเตรียมสิ่งที่รู้และสิ่งที่ต้องรู้ 3) ขั้นตอนทดสอบแบบจำลอง 4) ขั้นตอนค้นหาหลักฐาน 5) ขั้นตอนสร้างการโต้แย้งสำหรับการปรับเปลี่ยน 6) ขั้นตอนประยุกต์ใช้แบบจำลอง มาใช้ในการจัดการเรียนรู้ ผลการตรวจสอบ พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมาก (ค่าเฉลี่ย 4.50) และมีประเด็นปรับแก้จากผู้เชี่ยวชาญ คือ ขั้นตอนประยุกต์ใช้แบบจำลองควรเลือกสถานการณ์ที่ชัดเจนสามารถแสดงถึงการนำความรู้จากการสร้างแบบจำลองไปใช้ได้จริง ผู้วิจัยดำเนินการปรับแก้ไขตามคำแนะนำก่อนนำไปใช้จัดการเรียนรู้

2. แบบสะท้อนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนาแบบจำลองทางความคิด โดยเก็บรวบรวมข้อมูลขณะที่ผู้วิจัยจัดการเรียนรู้ บันทึกผลการจัดการเรียนรู้โดยผู้วิจัยและครูผู้ร่วมสังเกตที่มีประสบการณ์การสอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์มากกว่า 10 ปี ผู้วิจัยได้กำหนดข้อคำถาม ได้แก่ จุดเด่น จุดด้อย อุปสรรค/ ปัญหาที่เกิดขึ้น และแนวทางการปรับปรุงแก้ไขปัญหาเหล่านั้น เพื่อใช้สอนในครั้งต่อไป และนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาให้คำแนะนำเกี่ยวกับข้อคำถาม เมื่อผ่านการพิจารณาแล้ว นำมาแก้ไขปรับปรุงตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ และจัดพิมพ์ฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปใช้จริงในการเก็บรวบรวมข้อมูล โดยแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานผ่านการตรวจสอบคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญอยู่ในระดับดี

3. แบบวัดแบบจำลองทางความคิด เรื่อง พลังงานความร้อน เป็นแบบทดสอบอัตนัยจำนวน 6 ข้อ ที่มีข้อคำถามปลายเปิด ที่ให้นักเรียนวาดรูปและอธิบายคำตอบครอบคลุมเนื้อหา เรื่อง อนุภาคของสสารในแต่ละสถานะ ความร้อนกับการขยายตัวและหดตัวของสสาร ความร้อนกับการเปลี่ยนสถานะของสสาร การถ่ายโอนความร้อนในชีวิตประจำวัน เช่น จงอธิบายการจัดเรียงตัวของอนุภาคของแก๊สในลูกโป่งตามงานวัด พร้อมกับวาดภาพประกอบให้ชัดเจน เพื่อทดสอบแบบจำลองทางความคิดของนักเรียน และได้กำหนดเกณฑ์การตรวจให้คะแนนตามสภาพจริง (Rubric scoring) ตามแนวคิดของ Chi,& Roscoe (2000 as cited in Ogan-Bekiroglu,2007 : 555-593) ซึ่งมี 6 ระดับดังนี้ แบบจำลองทางความคิดที่ถูกต้อง แบบจำลองทางความคิดที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ แบบจำลองทางความคิดที่สมบูรณ์บางส่วนแต่ไม่ แบบจำลองทางความคิดที่ไม่ถูกต้อง แบบจำลองทางความคิดที่ไม่เชื่อมโยง และไม่แสดงแบบจำลองทางความคิด ผลจากการตรวจสอบพบว่า แบบวัดแบบจำลองทางความคิดมีดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับการแสดงออกของแบบจำลองทางความคิดของนักเรียน ระหว่าง 0.67-1 และมีประเด็นปรับแก้จากผู้เชี่ยวชาญ คือ สถานการณ์ที่นำมาใช้ในแบบวัดควรเป็นสถานการณ์ที่พบได้ในชีวิตจริงเพื่อให้นักเรียนนึกภาพออก

4. แบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับภาพตัวอย่าง เรื่อง พลังงานความร้อน ที่เกี่ยวกับแนวคิดย่อยทั้ง 4 แนวคิด คือ อนุภาคของสสารในแต่ละสถานะ ความร้อนกับการขยายตัวและหดตัวของสสาร ความร้อนกับการเปลี่ยนสถานะของสสาร การถ่ายโอนความร้อนในชีวิตประจำวัน ซึ่งเป็นแบบสัมภาษณ์ที่ใช้สัมภาษณ์ตัวแทนนักเรียนที่มีเกณฑ์มีแบบจำลองทางความคิดในระดับที่ถูกต้อง ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ และไม่ถูกต้องตามความคิดของนักเรียนตามแนวคิดของ (Chi,& Roscoe 2000 as cited in Ogan-Bekiroglu,2007 : 555-593) เป็นรายบุคคลใช้เวลาประมาณ 5 – 10 นาที เพื่อตรวจสอบว่านักเรียนมีแบบจำลองทางความคิดสอดคล้องกับการวิเคราะห์แบบวัดแบบจำลองทางความคิดความจริงหรือไม่

5. ชิ้นงานของนักเรียน ได้แก่ การวาดรูป 2 มิติ ในระหว่างการทำกิจกรรมในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้เกี่ยวกับแนวคิดย่อยทั้ง 4 แนวคิดคือ อนุภาคของสสารในแต่ละสถานะ ความร้อนกับการขยายตัวและหดตัวของสสาร ความร้อนกับการเปลี่ยนสถานะของสสาร การถ่ายโอนความร้อนในชีวิตประจำวัน

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลตามระเบียบวิธีวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน โดยแบ่งการเก็บรวบรวมข้อมูลออกเป็น 2 ช่วง ได้แก่ ก่อนและหลังจัดการเรียนรู้ และระหว่างจัดการเรียนรู้ โดยดำเนินการเก็บข้อมูลโดยผู้มีส่วนร่วมวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดพิจิตร จำนวน 26 คน โดยเก็บรวบรวมข้อมูลตามรูปแบบวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนรายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง พลังงานความร้อน โดยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังต่อไปนี้

3.1 ปฐมนิเทศนักเรียนเกี่ยวกับการเก็บรวบรวมข้อมูลและการดำเนินกิจกรรมก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และอธิบายจุดประสงค์ของกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจและร่วมมือในการจัดกิจกรรมเป็นอย่างดีตลอดการเก็บข้อมูล

3.2 ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบวัดแบบจำลองทางความคิด เรื่อง พลังงานความร้อน ก่อนการจัดการเรียนรู้ เป็นรายบุคคล โดยใช้เวลา 60 นาที

3.3 ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ตามวงจรปฏิบัติการที่ 1,2,3 และ 4 จำนวน 4 แผน แผนละ 3 ชั่วโมง รวมเวลาจัดกิจกรรมทั้งหมด 12 ชั่วโมง

3.4 ระหว่างการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ ผู้วิจัยและครูผู้ร่วมสังเกตที่มีประสบการณ์การสอนทางวิทยาศาสตร์มากกว่า 10 ปีร่วมสังเกตและบันทึกเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในแต่ละขั้นของการจัดการเรียนรู้ หรือสิ่งที่เกิดขึ้นกับนักเรียนในระหว่างการจัดการเรียนรู้ลงในแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้

3.5 เมื่อสิ้นสุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการ ผู้วิจัยเก็บรวบรวมใบกิจกรรมวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากร่องรอยของการบันทึกในใบกิจกรรมของนักเรียนรายบุคคล และแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยและครูผู้ร่วมสังเกต นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ สรุปผลการสะท้อนนำผลไปปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ในครั้งถัดไปโดยดำเนินการปฏิบัติซ้ำเป็นวงจรทั้งหมด 4 วงจรตามขั้นตอนของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ

3.6 ผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบวัดแบบจำลองทางความคิด เรื่อง พลังงานความร้อน หลังการจัดการเรียนรู้ซึ่งเป็นแบบทดสอบชุดเดียวกันกับก่อนการจัดการเรียนรู้ จากนั้นเลือกนักเรียนที่มีความน่าสนใจจากการวิเคราะห์แบบวัดแบบจำลองทางความคิดที่อยู่ในกลุ่มแบบจำลองทางความคิดในระดับที่ถูกต้อง แบบจำลองทางความคิดที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ และแบบจำลองทางความคิดที่ไม่ถูกต้อง โดยการใช้แบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับ

ภาพตัวอย่าง เรื่อง พลังงานความร้อน สัมภาษณ์เป็นรายบุคคล ใช้เวลาประมาณ 5 -10 นาที เพื่อทำความเข้าใจแบบจำลองทางความคิดในเชิงลึกให้ชัดเจนยิ่งขึ้น

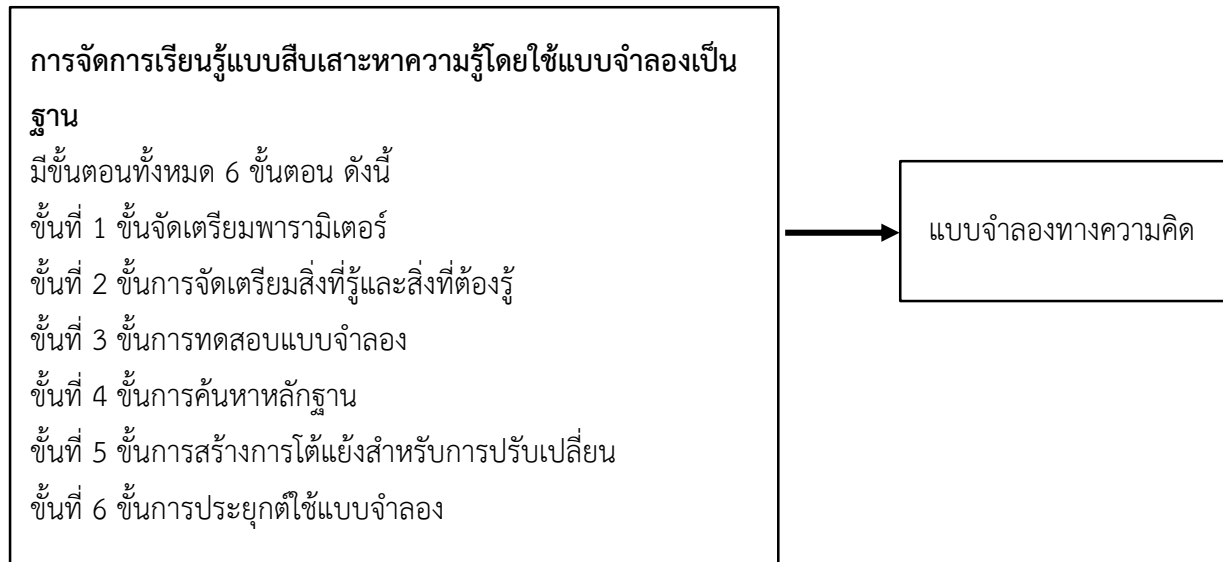
4. การวิเคราะห์ข้อมูล

1) การวิเคราะห์การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เรื่องพลังงานความร้อน โดยใช้ข้อมูลที่ได้จากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานของครูและผู้สะท้อนผลซึ่งจะวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยการวิเคราะห์เนื้อหา โดยอ่านเนื้อหาจากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ จัดกลุ่มข้อความตามขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานทั้ง 6 ขั้น และวิเคราะห์แยกข้อความในแต่ละขั้นออกเป็นจุดเด่น จุดด้อย อุปสรรค/ ปัญหาที่พบ แนวทางการปรับปรุงแก้ไขปัญหา และพฤติกรรมที่นักเรียนแสดงออก จากนั้นจับประเด็นสำคัญของประโยค โดยใช้วลีสั้นๆเพื่อความเข้าใจง่ายและตรงกันสำหรับผู้อ่าน และทำการลงข้อสรุปเพื่อสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ทั้งหมดโดยเขียนเป็นความเรียง

2) การวิเคราะห์ผลการพัฒนาแบบจำลองทางความคิด เรื่อง พลังงานความร้อน โดยใช้ข้อมูลจากแบบวัดแบบจำลองทางความคิดมาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่ได้ตั้งไว้ รวบรวมคะแนนของนักเรียนแต่ละคน นำข้อมูลที่ได้มาจัดกลุ่มจำแนกประเภท และทำการวิเคราะห์คะแนนของนักเรียนโดยหาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ยและร้อยละ เพื่อดูผลการพัฒนาแบบจำลองทางความคิด ซึ่งงานการวาดภาพ 2 มิติในแต่ละแนวคิดย่อยทั้ง 4 แนวคิดย่อย นำมาตรวจและวิเคราะห์เช่นเดียวกับแบบวัดแบบจำลองทางความคิด เพื่อดูผลการพัฒนาแบบจำลองทางความคิด และแบบสัมภาษณ์ ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์เชิงเนื้อหาและตีความข้อมูลจากแบบสัมภาษณ์ และทำการสรุปข้อมูลตามเกณฑ์แบบจำลองทางความคิดที่ตั้งไว้

กรอบแนวคิดในการวิจัย

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อพัฒนาแบบจำลองทางความคิด เรื่อง พลังงานความร้อน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีกรอบแนวคิดการวิจัย ดังนี้



แผนภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานในการพัฒนาแบบจำลองของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง พลังงานความร้อน

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากแบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการมาวิเคราะห์เนื้อหาเพื่อสะท้อนการจัดการเรียนรู้ พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานในการพัฒนาแบบจำลองควรมีลักษณะ ดังต่อไปนี้

1) ขั้นการจัดเตรียมพารามิเตอร์

ครูต้องมีการกำหนดจุดประสงค์ที่ชัดเจน ครูควรเลือกสถานการณ์ที่ใกล้ตัวนักเรียนที่มีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันหรือสอดคล้องกับเนื้อหาที่ต้องศึกษา ครูต้องจัดเตรียมเทคโนโลยีสำหรับการจัดการเรียนรู้ และแหล่งข้อมูลที่น่าเชื่อถือ ครูต้องเตรียมปฏิบัติการวัสดุ-อุปกรณ์ในการสืบเสาะหาความรู้ และทดสอบปฏิบัติการล่วงหน้าก่อน

2) ขั้นการจัดเตรียมสิ่งที่รู้และสิ่งที่ต้องรู้

ครูต้องนำเสนอปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน ซึ่งจะช่วยให้ นักเรียนสามารถสร้างแบบจำลองเริ่มต้นได้ ครูควรใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนแสดงคำตอบหรือแนวความรู้เดิมออกมา โดยคำถามที่

นำมาจะต้องชัดเจนตรงประเด็น เป็นคำถามปลายเปิด เพื่อเปิดโอกาสให้นักเรียนสามารถร่วมแสดงความคิดเห็นร่วมกัน ครูควรหาคลิปวิดีโอหรือข่าวที่เกี่ยวข้องในชีวิตประจำวัน และมีการตั้งคำถามเพื่อเชื่อมโยงไปสู่การวาดภาพแบบจำลองเริ่มต้น 2 มิติ ของนักเรียน เช่น ครูนำภาพบอลลูนให้นักเรียนดูแล้วถามคำถามต่อไปนี้ “นักเรียนคิดว่า บอลลูนลอยอยู่ในอากาศได้อย่างไร” และถามนักเรียนอีกว่า จากภาพบอลลูนที่ลอยคิดว่ามีปัจจัยอะไรที่ทำให้บอลลูนลอยได้ โดยให้นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์สถานการณ์ที่กำหนดให้ และ ครูบอกถึงกิจกรรมที่จะเรียน และให้นักเรียนวาดภาพ 2 มิติ ที่เป็นแบบจำลองเริ่มต้นของแต่ละคน พร้อมกับให้นักเรียนนำเสนอแบบจำลองของตนเอง ดังตัวอย่างการแสดงความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญดังนี้

...ผู้วิจัยให้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนแสดงคำตอบของนักเรียนออกมาว่า “นักเรียนคิดว่า บอลลูนลอยอยู่ในอากาศได้อย่างไร” และถามนักเรียนอีกว่า จากภาพบอลลูนที่ลอยคิดว่ามีปัจจัยอะไรที่ทำให้บอลลูนลอยได้ โดยให้นักเรียนร่วมกันวิเคราะห์สถานการณ์ที่กำหนดให้ สรุปแล้วครูให้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนแสดงคำตอบออกมาได้ดีเพื่อแสดงแบบจำลองเริ่มต้นของตนเอง นอกจากนี้กิจกรรมในขั้นนี้ ยังช่วยทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนได้ดี

(ผู้เชี่ยวชาญ, แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 22 กุมภาพันธ์ 2566)

3) ขั้นการทดสอบแบบจำลอง

ครูควรเตรียมแหล่งข้อมูลในการสืบค้นที่มีความน่าเชื่อถือและมีความหลากหลายพร้อมทั้งเห็นภาพชัดเจน เช่น การจัดเรียงอนุภาคของสสารทั้ง 3 สถานะ ครูได้ใช้สถานการณ์จำลอง PHET ในการเป็นตัวเลือกให้นักเรียนได้เห็นภาพการจัดเรียงอนุภาคของสสารได้ชัดเจน ส่วนในการทดลองครูควรแนะนำอุปกรณ์การทดลองเพื่อให้นักเรียนออกแบบการทดลองด้วยตนเอง และครูควรทดลองล่วงหน้าก่อนเสมอ รวมทั้งในการจัดกลุ่มของนักเรียนควรจัดกลุ่มการทดลองใหม่ทุกครั้ง โดยละความสามารถและพยายามไม่ให้ซ้ำกลุ่มเดิม จากนั้นครูจะต้องให้นักเรียนวางแผนการดำเนินการทดลอง ซึ่งปัญหาที่พบคือ นักเรียนบางกลุ่มแบ่งหน้าที่ไม่ชัดเจน ไม่มีการวางแผนการดำเนินงาน จึงทำให้ทำการทดลองล่าช้ากว่ากำหนด ดังนั้นครูจะต้องควบคุมเวลาให้ตรงตามที่กำหนดไว้ ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเพื่อให้เกิดแนวคิดที่ถูกต้องและทำให้นักเรียนนำแบบจำลองไปปรับปรุงแก้ไขได้ถูกต้อง ดังตัวอย่างการแสดงความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญดังนี้

...ผู้วิจัยมีการนำเสนอแหล่งข้อมูลที่เชื่อถือ เช่น สถานการณ์จำลอง PHET ในการเป็นตัวเลือกให้นักเรียนได้เห็นภาพการจัดเรียงอนุภาคของสสารได้ชัดเจน ซึ่งจะช่วยให้ นักเรียนได้รับข้อมูลที่ถูกต้องตามหลักทางวิทยาศาสตร์ และผู้วิจัยควรแนะนำให้นักเรียนแบ่งหน้าที่กันในแต่ละกลุ่มเพื่อให้การทดลองเสร็จทันเวลาที่กำหนด

(ผู้เชี่ยวชาญ,แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 15 กุมภาพันธ์ 2566)

4) ขั้นการค้นหาลักษณะ

ครูจะต้องให้นักเรียนประเมินแบบจำลองของตนเองจากที่วาดภาพ 2 มิติไว้ในขั้นการจัดเตรียมสิ่งที่รู้และสิ่งที่ต้องรู้ โดยนักเรียนต้องตอบคำถามได้ว่าสิ่งที่เกิดขึ้นในขั้นการทดสอบแบบจำลองตรงกับสิ่งที่คาดไว้หรือไม่ แบบจำลองเริ่มต้นสามารถอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นในขั้นการทดสอบแบบจำลองได้หรือไม่ ซึ่งพบว่านักเรียนบางส่วนสามารถอธิบายได้ และบางส่วนไม่สามารถอธิบายได้และใช้เวลาค่อนข้างมาก ครูจึงจำเป็นต้องให้นักเรียนทำกิจกรรมเป็นกลุ่ม ซึ่งพบว่า นักเรียนสามารถร่วมกันอธิบายได้อย่างถูกต้องและระบุหลักฐานในการปรับแก้แบบจำลองได้ชัดเจนได้ ดังตัวอย่างการแสดงความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญดังนี้

...นักเรียนส่วนมากสามารถระบุหลักฐานในการปรับแก้ได้แต่มี บางคนไม่สามารถระบุหลักฐานในการปรับแก้ได้

(ผู้เชี่ยวชาญ,แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 16 กุมภาพันธ์ 2566)

5) ขั้นการสร้างการโต้แย้งสำหรับการปรับเปลี่ยน

ครูควรสร้างบรรยากาศที่ดีในการเรียนรู้ สร้างความเป็นกันเองในการอภิปรายหรือแลกเปลี่ยนเรียนรู้ชี้แนะแนวทางในการปรับแก้แบบจำลองของตนเองเพื่อให้นักเรียนสามารถปรับแก้แบบจำลองของตนเองให้สอดคล้องกับสิ่งที่เกิดขึ้นจริงมากขึ้น และครูควรใช้คำถามกระตุ้นเพื่อให้นักเรียนสามารถอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นได้ยิ่งขึ้น โดยปรับแก้แบบจำลองให้สามารถนำไปใช้อธิบายปรากฏการณ์ในขั้นการจัดเตรียมสิ่งที่รู้และสิ่งที่ต้องรู้ได้ ดังตัวอย่างการแสดงความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญดังนี้

...นักเรียนส่วนมากปรับแก้แบบจำลองได้ถูกต้องตามหลักการทางวิทยาศาสตร์

(ผู้เชี่ยวชาญ,แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 16 กุมภาพันธ์ 2566)

6) ขั้นการประยุกต์ใช้แบบจำลอง

ครูควรหาสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันเพื่อให้นักเรียนสามารถใช้คำอธิบายและทำนายจากขั้นการสร้างการโต้แย้งสำหรับการปรับเปลี่ยนมาอธิบายหรือทำนายปรากฏการณ์ได้ เช่น ให้สถานการณ์ว่าเพราะเหตุใดจึงจำเป็นต้องสร้างรางรถไฟให้มีช่องว่างของเหล็ก เป็นช่วงๆและหากไม่มีการเว้นช่องว่างระหว่างเหล็กนั้นจะเกิดเหตุการณ์อะไรขึ้น หากต้องการเปิดฝาโหลแก้วที่มีฝาเป็นโลหะ แต่พบว่าฝาปิดแน่นไม่สามารถเปิดได้ นักเรียนจะแก้ไขปัญหาการเปิดขวดแบบนี้ได้อย่างไร เพราะเหตุใดจึงเลือกวิธีการนั้น เป็นต้น ดังตัวอย่างการแสดงความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญดังนี้

...นักเรียนสามารถนำความรู้มาประยุกต์ใช้กับสถานการณ์อื่นๆได้

(ผู้เชี่ยวชาญ,แบบสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้, 2 มีนาคม 2566)

2.ผลศึกษาการพัฒนาแบบจำลองทางความคิด เรื่อง พลังงานความร้อน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

ผู้วิจัยทำการเก็บข้อมูลจากเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ได้แก่ แบบวัดแบบจำลองทางความคิด แบบประเมินชิ้นงานแบบจำลอง 2 มิติ และแบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับภาพตัวอย่าง

1.ผลการพัฒนาแบบจำลองทางความคิดก่อนการจัดการเรียนรู้และหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง พลังงานความร้อน โดยผู้วิจัยให้นักเรียนทำแบบวัดแบบจำลองทางความคิด เรื่อง พลังงานความร้อน ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน โดยแบบวัดจำลองทางความคิด เรื่อง พลังงานความร้อน เป็นคำถามปลายเปิดที่ให้เขียนตอบและวาดภาพ 2 มิติ พร้อมกับอธิบายเหตุผลประกอบ จำนวน 9 ข้อ ผลหารวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการตอบแบบวัดแบบจำลองทางความคิดเรื่อง พลังงานความร้อน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ก่อนและหลังเรียน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 1 แสดงจำนวนและร้อยละของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีแบบจำลองทางความคิด เรื่อง พลังงานความร้อน ในกลุ่มต่าง ๆ ก่อนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

แนวคิดย่อย เรื่อง พลังงาน ความร้อน	ร้อยละของนักเรียนที่มีแบบจำลองทางความคิด (N=26)											
	CM		ICM		CFM		FM		IM		NO	
	ก่อน เรียน	หลัง เรียน	ก่อน เรียน	หลัง เรียน	ก่อน เรียน	หลัง เรียน	ก่อน เรียน	หลัง เรียน	ก่อน เรียน	หลัง เรียน	ก่อน เรียน	หลัง เรียน
อนุภาคของ สสารในแต่ละ สถานะ	3.84	46.15	7.69	23.07	26.92	15.38	57.69	11.53	3.84	3.84	0	0
ความร้อนกับ การขยายตัว และหดตัว ของสสาร	5.76	50.00	1.92	9.61	21.15	21.15	55.76	13.46	13.46	5.77	1.92	0
ความร้อนกับ การเปลี่ยน สถานะของ สสาร	0	40.39	3.84	7.69	3.84	9.62	63.46	26.92	28.84	15.38	0	0

แนวคิดย่อย เรื่อง พลังงาน ความร้อน	ร้อยละของนักเรียนที่มีแบบจำลองทางความคิด (N=26)											
	CM		ICM		CFM		FM		IM		NO	
	ก่อน เรียน	หลัง เรียน	ก่อน เรียน	หลัง เรียน	ก่อน เรียน	หลัง เรียน	ก่อน เรียน	หลัง เรียน	ก่อน เรียน	หลัง เรียน	ก่อน เรียน	หลัง เรียน
การถ่ายโอน ความร้อนใน ชีวิตประจำวัน	0	30.76	3.84	7.69	3.84	15.38	53.84	26.92	38.46	19.23	0	0
ร้อยละโดย เฉลี่ยของ นักเรียน	2.4	41.83	4.32	12.02	13.92	15.38	57.68	19.71	21.15	11.06	0.48	0

หมายเหตุ : CM = แบบจำลองความคิดที่ถูกต้อง, ICM = แบบจำลองความคิดที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์, CFM = แบบจำลองความคิดที่สมบูรณ์แต่ไม่ถูกต้อง, FM = แบบจำลองความคิดที่ไม่ถูกต้อง, IM = แบบจำลองความคิดที่ไม่เชื่อมโยง, NO = ไม่แสดงแบบจำลองความคิด

จากการวิเคราะห์เชิงเนื้อหาในแบบวัดแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนและแบบสัมภาษณ์ ทั้งก่อนการจัดการเรียนรู้และหลังการจัดการเรียนรู้ เรื่อง พลังงานความร้อน พบว่า ก่อนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน นักเรียนส่วนใหญ่ ร้อยละ 57.68 มีแบบจำลองทางความคิดที่ไม่ถูกต้อง (FM) ในหัวข้อความร้อนกับการเปลี่ยนสถานะของสสาร (63.46) อนุภาคของสสารในแต่ละสถานะ (57.69) ความร้อนกับการขยายตัวและหดตัวของสสาร (55.76) การถ่ายโอนความร้อนในชีวิตประจำวัน (53.84) และนักเรียนอีกส่วนหนึ่งร้อยละ 21.15 มีแบบจำลองความคิดที่ไม่เชื่อมโยง โดยเฉพาะเรื่อง การถ่ายโอนความร้อนในชีวิตประจำวัน ร้อยละ 38.46

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบวัดแบบจำลองทางความคิด เรื่อง พลังงานความร้อน หลังจากนักเรียนเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานแล้วพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 41.83 มีแบบจำลองความคิดอยู่ในกลุ่มแบบจำลองความคิดที่ถูกต้อง (CM) ดังตารางที่ 1 เมื่อพิจารณาโดยละเอียดพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีแบบจำลองทางความคิดที่ถูกต้อง (CM) ทั้ง 4 แนวคิดย่อยของเรื่อง พลังงานความร้อน โดยเฉพาะอย่างยิ่งแนวคิดเรื่อง ความร้อนกับการขยายตัวและหดตัวของสสาร ร้อยละ 50.00 อนุภาคของสสารในแต่ละสถานะ ร้อยละ 46.15 ความร้อนกับการเปลี่ยนสถานะของสสารร้อยละ 40.39 และการถ่ายโอนความร้อนในชีวิตประจำวัน ร้อยละ 30.76 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่า ร้อยละของนักเรียนที่มีแบบจำลองความคิดอยู่ในกลุ่ม แบบจำลองความคิดที่ไม่ถูกต้อง (FM) มีค่าลดลงจากก่อนเรียนร้อยละ 57.68 เป็นร้อยละ 19.71 และมีค่าลดลงทุกแนวคิดย่อย

2.ผลการพัฒนาแบบจำลองทางความคิดระหว่างกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง พลังงานความร้อน

การศึกษาการพัฒนาแบบจำลองทางความคิดของนักเรียน ผู้วิจัยให้นักเรียนวาดแบบจำลองทางความคิดในแต่ละวงจรปฏิบัติในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 2 จำนวนและร้อยละของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีแบบจำลองทางความคิด เรื่องพลังงานความร้อนในแต่ละแนวคิดย่อย เรื่อง พลังงานความร้อน

แนวคิดย่อย เรื่อง พลังงาน ความร้อน	จำนวนนักเรียน (คน) แต่ละกลุ่ม (N = 26) ร้อยละ					
	CM	ICM	CFM	FM	IM	No
อนุภาคของ สสารในแต่ละ สถานะ	38.46	30.76	11.54	15.38	3.84	0
ความร้อนกับ การขยายตัว และหดตัว ของสสาร	42.30	34.61	19.23	3.84	0	0
ความร้อนกับ การเปลี่ยน สถานะของ สสาร	46.15	23.07	19.23	11.54	0	0
การถ่ายโอน ความร้อนใน ชีวิตประจำวัน	69.23	26.92	3.84	0	0	0

จากการวิเคราะห์เชิงเนื้อหาจากชิ้นงานของนักเรียน ซึ่งได้แก่ การวาดภาพ 2 มิติ ของนักเรียนในแต่ละแนวคิดย่อยระหว่างการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน ในแต่ละแนวคิดย่อย

นักเรียนมีแบบจำลองความคิดที่ถูกต้องร้อยละ 38.46 ร้อยละ 42.30 ร้อยละ 46.15 และร้อยละ 69.23 ตามลำดับ ซึ่งเกือบทุกแนวคิดย้อมีร้อยละที่มากกว่าเมื่อเทียบกับแบบจำลองความคิดที่ไม่ถูกต้อง อีกทั้งนักเรียนยังสามารถนำความรู้ที่ได้รับระหว่างทำกิจกรรมมาใช้ในการอธิบายเหตุผลได้อย่างสมบูรณ์มากขึ้น

อภิปรายผลการวิจัย

ในขั้นการจัดเตรียมพารามิเตอร์ จากการกำหนดจุดประสงค์ที่ชัดเจน มีการเลือกสถานการณ์ที่ใกล้ตัวนักเรียนที่มีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันหรือสอดคล้องกับเนื้อหาที่ต้องศึกษา

ในขั้นการจัดเตรียมสิ่งที่รู้และสิ่งที่ต้องรู้ ที่ครูใช้สถานการณ์ที่พบในชีวิตประจำวันใกล้ตัวนักเรียนเกี่ยวกับพลังงานความร้อน ซึ่งอาจจะเป็นสื่อ ข่าว หรือวิดีโอ จะช่วยกระตุ้นความสนใจของนักเรียนและทำให้นักเรียนต้องการที่จะเรียนรู้มากยิ่งขึ้น ดังจะเห็นได้จากสถานการณ์การลอยของบอลลูกในจานต่างๆ ซึ่งนักเรียนมีความสนใจในการดูสื่อที่ครูนำเสนอ และพยายามหาคำอธิบายมาใช้ตอบคำถามในการสร้างแบบจำลองเริ่มต้น สอดคล้องกับ ภรทิพย์ สุภทรชัยวงศ์ (2566 ; 163) ที่กล่าวว่า การนำเข้าสู่บทเรียนด้วยสถานการณ์หรือเหตุการณ์ที่น่าสนใจ จะช่วยให้นักเรียนสร้างแบบจำลองทางความคิดของตนเองได้ง่ายขึ้น และยังช่วยสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ในห้องเรียนให้เกิดความสนุกอีกด้วย และเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนวาดภาพแบบจำลองทางความคิดของตนเองออกมาอย่างมีประสิทธิภาพ ขั้นการทดสอบแบบจำลอง จากการเตรียมแหล่งข้อมูลในการสืบค้นที่มีความน่าเชื่อถือและความหลากหลายพร้อมทั้งเห็นภาพชัดเจน มีการจัดกลุ่มละความสามารถและให้นักเรียนแบ่งหน้าที่ชัดเจนในการทดลอง พร้อมทั้งมีการร่วมกันอภิปรายเพื่อให้เกิดแนวคิดที่ถูกต้องและทำให้นักเรียนนำแบบจำลองไปปรับปรุงแก้ไขได้ถูกต้อง ส่งผลให้นักเรียนมีการพัฒนาแบบจำลองทางความคิดของตนเองให้อยู่ในเกณฑ์ที่ถูกต้องสมบูรณ์สอดคล้องกับจำลองทางวิทยาศาสตร์มากขึ้นที่ 4 แนวคิดย่อย ขั้นการค้นหาหลักฐาน จากที่นักเรียนได้ประเมินแบบจำลองของตนเองจากที่วาดภาพ 2 มิติไว้ในขั้นการจัดเตรียมสิ่งที่รู้และสิ่งที่ต้องรู้ โดยนักเรียนต้องตอบคำถามได้ว่าสิ่งที่เกิดขึ้นในขั้นการทดสอบแบบจำลองตรงกับสิ่งที่คาดไว้หรือไม่ แบบจำลองเริ่มต้นสามารถอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นในขั้นการทดสอบแบบจำลองได้หรือไม่ สอดคล้องกับ ชีรตา ชาติวรรณ (2550 : 206) ในขั้นนี้ครูจึงต้องมีการใช้คำถามกระตุ้นเพิ่มเติมเพื่อให้นักเรียนสามารถมองเห็นถึงความสัมพันธ์ได้อย่างชัดเจนมากยิ่งขึ้น ขั้นการสร้างการโต้แย้งสำหรับการปรับเปลี่ยน มีการสร้างบรรยากาศที่ดีในการเรียนรู้ สร้างความเป็นกันเองในการอภิปรายหรือแลกเปลี่ยนเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนสามารถปรับแก้แบบจำลองของตนเองให้สอดคล้องกับสิ่งที่เกิดขึ้นจริงมากขึ้น โดยปรับแก้แบบจำลองให้สามารถนำไปใช้อธิบายปรากฏการณ์ในขั้นการจัดเตรียมสิ่งที่รู้และสิ่งที่ต้องรู้ได้ซึ่งสอดคล้องกับ นิลุบล สาระ (2562 : 124) กิจกรรมขั้นการสร้างการโต้แย้งสำหรับการปรับเปลี่ยน ช่วยฝึกกระบวนการคิดทำให้เกิดความรู้ ซึ่งสามารถช่วยให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจชัดเจนยิ่งขึ้น และขั้นการ

ประยุกต์ใช้แบบจำลอง ครูหาสถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันเพื่อให้นักเรียนสามารถใช้คำอธิบายและทำนายจากมาอธิบายหรือทำนายปรากฏการณ์ได้

2. เพื่อศึกษาการพัฒนาแบบจำลองทางความคิด เรื่อง พลังงานความร้อน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน พบว่า คะแนนร้อยละจากแบบวัดแบบจำลองทางความคิด และแบบสัมภาษณ์ หลังจากให้นักเรียนเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานแล้วพบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 34.12 ที่มีแบบจำลองความคิดอยู่ในกลุ่มแบบจำลองความคิดที่ถูกต้อง (CM) และร้อยละของนักเรียนที่มีแบบจำลองความคิดอยู่ในกลุ่มแบบจำลองความคิดที่ไม่ถูกต้อง (FM) มีค่าลดลงจากก่อนเรียน ร้อยละ 57.68 เป็นร้อยละ 24.62 และมีค่าลดลงทุกแนวคิดย่อย และจากการตรวจชิ้นงานในใบกิจกรรมระหว่างการจัดการเรียนรู้ในวงจรปฏิบัติการที่ 1 - 4 นักเรียนมีร้อยละแบบจำลองความคิดอยู่ในกลุ่มแบบจำลองความคิดที่ถูกต้อง (CM) เพิ่มขึ้นในทุกวงจรสอดคล้องกับ Moutinho, et al. (2017 : 3043-3068) ได้นำแบบจำลองที่มีความหลากหลายมาใช้ในกิจกรรมการสอน ซึ่งทำให้นักเรียนเข้าใจปรากฏการณ์ต่างๆ ช่วยพัฒนาแบบจำลองทางความคิดและส่งเสริมการเรียนรู้อย่างมีความหมาย

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะทั่วไป

ในการจัดการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนาแบบจำลองทางความคิดได้ แต่ยังไม่ประสบความสำเร็จทั้งหมด ดังจะเห็นได้จากผลการวิจัยที่นักเรียนมีการพัฒนาแบบจำลองทางความคิดยังไม่ถึงเกณฑ์แบบจำลองที่ถูกต้องทั้งหมด ดังนั้นในการวิจัยครั้งต่อไปควรมีการนำเทคโนโลยีมาใช้เพื่อทำให้นักเรียนได้มองเห็นถึงแบบจำลองในเรื่องพลังงานความร้อนได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ผลการวิจัยพบว่า หลังจากการจัดกิจกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานแล้ว ในบางแนวคิดย่อยยังคงมีนักเรียนที่มีแบบจำลองทางความคิดถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ อาจเนื่องมาจากแบบจำลองยังไม่มีทดสอบเพื่ออธิบายถึงปรากฏการณ์อื่นๆที่พบเห็นได้ง่ายหรือใกล้ตัวนักเรียน ดังนั้น ในขั้นการทดสอบแบบจำลองควรศึกษาปรากฏการณ์อื่นๆ เช่น ปรากฏการณ์ในชีวิตประจำวันหรือปรากฏการณ์ในธรรมชาติ เพื่อให้นักเรียนมีแบบจำลองทางความคิดที่สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- ชาตรี ฝ่ายคำตา และ กรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์. (2557). การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน (Model-based Learning). *วารสารศึกษาศาสตร์*. 29 (3), 86- 87
- ณัฐ ดิษเจริญ, กรวัฒน์ พลเยี่ยม, พนิดา วังคะฮาด, และปริม จารุรัส. (2557). การพัฒนาสื่อการเรียนรู้ เรื่อง โครงสร้างอะตอมและพันธะเคมี ด้วยเทคโนโลยีออกเมนต์เรียลลิตี้. *วารสารหน่วยวิจัย วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้*. 5 (1), 21-27
- ธีรดา ขาดิวรรณ, อติยา บงกชเพชร และอนุสรณ์ วรสิงห์. (2550). การจัดการเรียนรู้โดยใช้ แบบจำลองเป็น ฐานร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริงเพื่อพัฒนาแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องพันธะโคเวเลนต์ วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต. บัณฑิตวิทยาลัย: มหาวิทยาลัย นเรศวร.
- นิลุบล สาระ (2562) การพัฒนาแบบจำลองทางความคิด เรื่อง สารชีวโมเลกุลของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานร่วมกับโปรแกรม ChemDraw วิทยานิพนธ์ ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต. บัณฑิตวิทยาลัย: มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- กรทิพย์ สุภัทรชัยวงศ์. (2556). การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเพื่อพัฒนาแบบจำลอง ทางความคิด เรื่อง โครงสร้างอะตอมและความเข้าใจธรรมชาติแบบจำลองของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 4 วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต. บัณฑิตวิทยาลัย: มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์.
- สิรินภา กิจเกื้อกูล. (2557). การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ทิศทางสำหรับครูศตวรรษที่ 21. เพชรบูรณ์: จุลติ สการพิมพ์
- Greca, I. M. and M. A. Moreira. (2000). *Mental models, conceptual Models, and modeling*. International Journal of Science Education. 22 (1), 1-11.
- Moutinho, S., Moura, R, & Vasconcelos, C. (2017). *Contributions of model-based learning to the restructuring of graduation students' mental models on natural hazards*. EURASIA Journal of Mathematics Science and Technology Education. 13 (7), 3043-3068
- Neilson, D., Campbell, T. & Allred, B. (2010). *Model-based inquiry in physics: A buoyant force module*. The Science Teacher, 77 (8), 38-43.
- Organ-Bekiroglu, F. (2007). *Effect of model-based teaching on per-service physics teachers, conceptions of the moon, moon phases, and lunar phenomena*. International Journal of Science Education. 29 (5), 555-593