

พัฒนาตัวแทนทางความคิดของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง สสารและสถานะของสสาร ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานได้อย่างไร

I Developed Mental Representation of the 4th Grade Students on "Matter and the State of Matter" by Using Model-Based Learning

วัลลดา แยมทรัพย์* ศศิเทพ ปิติพรเทพิน* และลดาวัลย์ ปานสมุด**

* สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

** โรงเรียนสุโขทัย สังกัดกรุงเทพมหานคร เขตดุสิต

Wallada Yeamsap* , Sasithev Pitiporntapin* and Ladawan Pansamud**

* Science Education Division, Faculty of Education, Kasetsart University

** Sukhothai School, Dusit District, Bangkok

บทคัดย่อ

งานวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาแนวปฏิบัติที่ดีและพัฒนาตัวแทนทางความคิดของนักเรียนเรื่อง สสารและสถานะของสสาร โดยใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน กลุ่มที่ศึกษาได้แก่นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ทั้งหมด 24 คน เก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบวัดตัวแทนทางความคิด คำสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการ และผลงานที่นักเรียนสร้างขึ้น บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ของฉันทัน และแบบบันทึกการนิเทศของอาจารย์นิเทศและครูพี่เลี้ยง วิเคราะห์ผลโดยวิธีอุปนัยเพื่อหาแนวปฏิบัติที่ดี และวิเคราะห์ผลการพัฒนาตัวแทนทางความคิดของนักเรียนโดยการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหา ผลการวิจัยพบแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้ คือ 1) ให้นักเรียนแสดงความคิดของตนเองออกมาให้ได้มากที่สุดผ่านการเขียนคำอธิบาย ร่วมกับการวาดภาพและระบายสี และการสร้างแบบจำลองรูปแบบ 3 มิติกับเนื้อหาที่เป็นนามธรรม 2) เปิดโอกาสให้นักเรียนคิดและสร้างตัวแทนทางความคิดผ่านการสร้างแบบจำลองด้วยตนเอง พร้อมทั้งระบุสิ่งที่ถูกต้อง และสิ่งที่ต้องปรับแก้ในแบบจำลอง เพื่อให้นักเรียนสามารถนำแบบจำลองมาใช้ในการอธิบายสิ่งที่เป็นนามธรรมได้ และ 3) การใช้คำถามชักใช้ไล่เรียงและการเปิดโอกาสให้ตอบคำถาม เป็นสิ่งจำเป็นในการสร้างตัวแทนทางความคิดของนักเรียน โดยผลการแสดงตัวแทนทางความคิดของนักเรียนพบว่านักเรียนเกินกว่าร้อยละ 50 สามารถแสดงตัวแทนทาง

ความคิดถึงคุณสมบัติของสถานะของแข็ง ของเหลว และแก๊สได้ถูกต้องและสอดคล้องกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์มากขึ้นหลังจากเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

คำสำคัญ: ตัวแทนทางความคิด, การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน, สสารและสถานะของสสาร

Abstract

Classroom action research aims to find best practice and develop the mental representation of students on the "Matter and the State of Matter" by using Model-Based Learning. The data was collected from a total of 24 students in fourth grade using the mental representation form, informal interviews, student portfolios and teacher's reflective journal. Analyze the results utilizing the inductive analysis to find best practice and utilizing the content analysis to analyze the mental representation of students. The findings showed that the best practices to develop the mental representation were 1) students are able to show their ideas independently by writing narratives along with drawing, painting, and creating 3D model. 2) provide the opportunity for students to think and make mental representation by their own model learning methods and

identifying what is right and what to be modified in the model. And 3) the interrogation questions, and providing them the opportunity to answer are essential to making a student's mental representation. In conclusion of the Mental Representation of the students were found that More than fifty percent of students are able to represent mental more accurately and be more consistent with the scientific model after studying by Model-Based Learning.

Keywords: Mental Representation, Matter and the State of Matter, Model-Based Learning

บทนำ

จากการที่ฉันได้ทำหน้าที่ครูวิทยาศาสตร์ในช่วงการฝึกประสบการณ์วิชาชีพศึกษาศาสตร์ที่ผ่านมาในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานครแห่งหนึ่ง ฉันมีความมุ่งมั่นตั้งใจที่จะเป็นครูวิทยาศาสตร์ที่มีศักยภาพในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียน โดยมีเป้าหมายในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์คือการให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์สามารถคิด ถ่ายทอดสื่อสาร และนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ ฉันได้ใช้การจัดการเรียนรู้หลากหลายรูปแบบ อาทิ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry-Based Learning) ซึ่งการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนมีประสบการณ์ตรง โดยแสวงหาและศึกษาค้นคว้าเพื่อสร้างองค์ความรู้ของตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และสามารถนำมาใช้ในชีวิตประจำวันได้ (Funchian, 2020) แต่ฉันพบว่าการจัดการเรียนรู้ของฉันยังไม่ประสบผลสำเร็จมากนัก เนื่องจากนักเรียนจะสามารถเรียนรู้จากสิ่งที่เห็นรูปธรรมหรือไม่ตัวอย่างจริงนักเรียนจะไม่สามารถถ่ายทอดสิ่งที่ได้เรียนรู้ออกมาได้ โดยทราบได้จากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในหัวข้อที่ผ่านมา

ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในหัวข้อก่อนหน้าซึ่งเป็นวิทยาศาสตร์ชีวภาพ หัวข้อการแบ่งประเภทของสัตว์โดยใช้การมีกระดูกสันหลังเป็นเกณฑ์ ในตอนแรกนักเรียน

แบ่งประเภทของสัตว์ด้วยวิธีการจำเพียงอย่างเดียวว่าสัตว์ชนิดนี้อยู่กลุ่มนี้ แต่เมื่อยกตัวอย่างสัตว์ชนิดใหม่ที่ยังไม่เคยเจอ นักเรียนจะไม่สามารถแยกประเภทของสัตว์ได้ ฉะนั้นจึงมีการนำบัตรภาพ X-Ray ซึ่งเป็นภาพที่มีการจำลองลักษณะโครงสร้างภายในของสัตว์ชนิดต่าง ๆ ทำให้นักเรียนเห็นภาพที่เป็นรูปธรรม และเชื่อมโยงเข้ากับสิ่งที่นักเรียนเจอในชีวิตประจำวัน เช่น เมื่อครูถามว่าปลาจัดอยู่ในสัตว์กลุ่มใด เมื่อใช้การมีกระดูกสันหลังเป็นเกณฑ์ นักเรียนก็จะนึกถึงตอนที่นักเรียนกินปลา แล้วพบว่ามีก้างปลา อยู่กลางลำตัว นักเรียนก็นำประสบการณ์ที่พบและการเรียนรู้ผ่านบัตรภาพ X-Ray มาใช้ในการตอบคำถามได้ว่าปลาจัดอยู่ในกลุ่มสัตว์มีกระดูกสันหลัง เพราะมีกระดูกสันหลังบริเวณกลางลำตัว ซึ่งในระหว่างการเรียนด้วยกิจกรรมลักษณะนี้ ฉันพบว่านักเรียนมีความสุขสนุกสนานไปกับการทำกิจกรรมเนื่องจากได้เห็นภาพจำลองจากของจริงในสัตว์บางชนิดที่ไม่เคยเห็น และสามารถถ่ายทอดคำตอบออกมาผ่านการวาดภาพ และการอธิบายเป็นคำพูดได้

ถึงแม้ว่านักเรียนจะมีความเข้าใจเมื่อฉันมีการใช้บัตรภาพ ทำให้นักเรียนเห็นภาพที่เป็นรูปธรรมได้ แต่ฉันพบว่าตนเองยังคงเป็นผู้นำเอาแบบจำลองใช้ และสรุปองค์ความรู้ให้นักเรียนในตอนท้ายอยู่บ่อยครั้ง ซึ่งอาจทำให้นักเรียนไม่ได้คิดวิเคราะห์ เชื่อมโยง และสร้างแบบจำลองเพื่อแสดงความคิดของตนเอง ทำให้ครูไม่สามารถรู้ได้ว่านักเรียนมีความคิดหรือความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนมากน้อยเพียงใด ดังนั้น การจัดการเรียนรู้ในหัวข้อถัดไป เรื่อง สสารและสถานะของสสาร ซึ่งมีเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับความหมายของสสาร สถานะของสสาร และสมบัติของสสารทั้ง 3 สถานะ โดยในเนื้อหาบางส่วนนั้นเป็นนามธรรมไม่สามารถมองเห็นเชิงประจักษ์ได้โดยตรง จึงจำเป็นต้องมีวิธีการศึกษาที่ช่วยให้เข้าใจในเนื้อหาที่เป็นนามธรรมดังกล่าวได้อย่างเหมาะสม

จากปัญหาที่ฉันได้พบคือในการจัดการเรียนรู้ในสิ่งที่เป็นนามธรรมหรือไม่มีตัวอย่างจริงให้สังเกตผู้เรียนจะไม่สามารถสร้างตัวแทนทางความคิดออกมาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพครูจึงต้องทราบและเข้าใจแนวความคิดที่อยู่ภายในจิตใจของผู้เรียนในเนื้อหานั้น ๆ ซึ่งการที่ผู้เรียนจะสื่อหรือให้ความหมายนั้นสามารถแสดงออกมาได้ในหลากหลาย

รูปแบบ เช่น การเขียนคำอธิบาย การวาดภาพ การบรรยาย ด้วยคำพูด การแสดงท่าทาง การเขียนแผนภาพรูปแบบ การแสดงออกมามีลักษณะเป็นสิ่งที่เรียกว่า ตัวแทนทางความคิด (Mental Representation) ของนักเรียน (Prain, 2009) ซึ่งตัวแทน (Representation) ถือเป็นผลผลิตความหมายของสิ่งที่คิดในสมองของเราผ่านภาษา เป็นการเชื่อมโยงระหว่างความคิดและภาษา ซึ่งทำให้เราสามารถอ้างอิงถึงวัตถุจริง ๆ หรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ได้ (Tayarungsee, 2013) ดังนั้นการเรียนวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพและครูสามารถวัดและประเมินได้นั้น นักเรียนจะต้องสามารถถ่ายทอดความรู้ที่เรียนออกมาเป็นรูปธรรมได้ และวิธีการจัดการเรียนรู้วิธีการหนึ่งที่จะช่วยให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจเนื้อหาที่เป็นนามธรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพคือวิธีการจัดการเรียนการสอนโดยมีแบบจำลองเป็นฐาน หรือการเรียนรู้ที่มีแบบจำลองเป็นฐาน (Inte, 2016)

การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานเป็นกระบวนการเรียนรู้เพื่อสร้างแบบจำลองอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น แบบจำลองมีความสำคัญต่อวิทยาศาสตร์ โดยแบบจำลองสามารถทำให้เข้าใจ โหมดทางวิทยาศาสตร์และแนวคิดต่าง ๆ ได้ง่ายขึ้น ซึ่งจะช่วยในการมองเห็นปรากฏการณ์ต่าง ๆ และสามารถใช้อธิบายปรากฏการณ์ธรรมชาติ (Gilbert, 2005) โดยจากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานสามารถพัฒนาตัวแทนทางความคิด (Mental Representation) ของนักเรียนให้สอดคล้องกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ได้ ครูควรใช้แบบจำลองที่เป็นรูปธรรม เช่น ภาพ ภาพเคลื่อนไหว วัสดุต่าง ๆ เป็นตัวช่วยในการแสดงแบบจำลองทางความคิดของนักเรียน (Pokpun, 2011) โดยครูควรใช้แบบจำลองที่หลากหลายเป็นสื่อการเรียนรู้เพื่อช่วยให้นักเรียนมองเห็นภาพความสัมพันธ์ของปรากฏการณ์ทางธรรมชาติและคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (Kuathan, Faikhamta & Sanguanruang, 2011) นอกจากนี้ ฉันได้พยายามหาข้อมูลงานวิจัยที่ใช้แบบจำลองเป็นฐานในการจัดการเรียนรู้ในเรื่องที่เป็นนามธรรม และพบว่า Mairrod (2014) ได้พัฒนาแบบจำลองทางความคิด เรื่อง การแบ่งเซลล์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน และพบว่าหลังเรียนนักเรียนส่วนใหญ่มีแบบจำลองทางความคิดหรือแสดงตัวแทนทางความคิดที่ถูกต้องสมบูรณ์มากขึ้น

จากที่มาและความสำคัญดังกล่าวมาข้างต้นฉันในฐานะนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพศึกษาศาสตร์สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มีประสบการณ์การจัดการเรียนรู้ไม่มากนัก จึงสนใจที่จะหาคำตอบของคำถามที่ว่าฉันจะพัฒนาตัวแทนทางความคิดของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่องสสารและสถานะของสสารด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานได้อย่างไร เพื่อเป็นประสบการณ์และหาแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อหาแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อพัฒนาตัวแทนทางความคิดของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง สสารและสถานะของสสารควรเป็นอย่างไร
2. เพื่อพัฒนาตัวแทนทางความคิด เรื่อง สสารและสถานะของสสาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน

ขอบเขตงานวิจัย

ดำเนินการวิจัยในโรงเรียนขนาดกลางแห่งหนึ่งในเขตดุสิต สังกัดกรุงเทพมหานคร กลุ่มที่ศึกษา ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 24 คน โดยเป็นนักเรียนชายจำนวน 11 คน และนักเรียนหญิงจำนวน 13 โดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling) โดยเป็นนักเรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์กับฉัน มาเรียนครบตลอดระยะเวลาที่ทำการวิจัย และสมัครใจที่จะเข้ารับการวิจัยครั้งนี้

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom action research) ที่มุ่งพัฒนาตัวแทนทางความคิด เรื่อง สสารและสถานะของสสาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนขนาดกลางแห่งหนึ่งในเขตดุสิต สังกัดกรุงเทพมหานคร ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2563 โดยการวิจัยดังกล่าวมีขั้นตอนของการวิจัยตามกระบวนการ PAOR 4 ขั้นตอน (Kemmis and McTaggart, 1988) ประกอบด้วย 1) ขั้นวางแผน (Plan) โดยศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องรวมถึงพฤติกรรมความรู้ของนักเรียนที่ผ่านมาเพื่อนำข้อมูลมาพิจารณาประกอบการออกแบบ

กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน 2) ขั้นปฏิบัติ (Act) นำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานที่สร้างขึ้นไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ 3) ขั้นสังเกต (Observe) สังเกตพฤติกรรมต่างๆ ของนักเรียนที่มีต่อการทำกิจกรรมและการตอบคำถามในชั้นเรียนในขณะที่ดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ แล้วบันทึกข้อมูลของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในทุก ๆ ครั้งที่ดำเนินการจัดการเรียนรู้ และ 4) ขั้นสะท้อนผล (Reflect) โดยการนำข้อมูลที่ได้มาซึ่งงาน และคำสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการของนักเรียน การสังเกต และบันทึกหลังการจัดการเรียนรู้ รวมถึงคำแนะนำจากแบบบันทึกการนิเทศของอาจารย์นิเทศก์และครูที่เลี้ยงในแต่ละครั้งมาทำการวิเคราะห์เพื่อใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้ในครั้งต่อไป โดยวิจัยนี้ได้ดำเนินการตามหลักของจริยธรรม 3 ประการ (Belmont, 1979) ได้แก่ หลักความเคารพในบุคคล หลักคุณประโยชน์ ไม่ก่ออันตรายและหลักความยุติธรรม

ผลการวิจัย

ข้อที่ 1 แนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อพัฒนาตัวแทนทางความคิดของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง สสารและสถานะของสสารควรเป็นอย่างไร

จากผลการวิจัย โดยการนำข้อมูลจากเครื่องมือต่าง ๆ มาวิเคราะห์และนำมาตีความเป็นประเด็น พบแนวปฏิบัติที่ดีในการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน เพื่อพัฒนาตัวแทนทางความคิด เรื่อง สสารและสถานะของสสาร 3 ข้อ ได้แก่

แนวปฏิบัติที่ 1 นักเรียนแสดงความคิดของตนเองออกมาให้ได้มากที่สุดผ่านการเขียนคำอธิบายร่วมกับการวาดภาพและระบายสี และการสร้างแบบจำลองรูปแบบ 3 มิติกับเนื้อหาที่เป็นนามธรรม

ในการจัดการเรียนรู้ชั้นต้องการที่จะทราบความคิดของนักเรียนว่ามีความเข้าใจในเนื้อหามากน้อยเพียงใด จึงจำเป็นต้องดึงความคิดของนักเรียนออกมาผ่านการทำกิจกรรม ซึ่งพบว่ากิจกรรมที่สามารถดึงความคิดของนักเรียนให้แสดงออกถึงตัวแทนทางความคิดในเรื่องสสารและสถานะของสสารได้ดี คือ การเขียนคำอธิบายร่วมกับการวาดภาพและระบายสี โดยกิจกรรมเหล่านี้ทำให้นักเรียนสามารถอธิบาย หรือแสดงตัวแทนทางความคิด

ออกมาได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าการถามตอบเพื่ออภิปรายผลตามปกติ หรือการเขียนคำอธิบายเพียงอย่างเดียว เนื่องจากเนื้อหาดังกล่าวบางส่วนเป็นนามธรรม การแสดงออกผ่านการวาดภาพ ระบายสีจึงเป็นตัวกลางที่จะสามารถสะท้อนความคิดของนักเรียนได้

ในวงจรที่ 1 การจัดการเรียนรู้เรื่อง ปริมาตรของสสารในสถานะของแข็ง ของเหลว และแก๊ส ฉันได้พยายามให้นักเรียนแสดงความคิดของตนเองออกมาในรูปแบบของการตอบคำถามและการเขียนคำอธิบาย เนื่องจากคิดว่าการถ่ายทอดความคิดออกมาผ่านตัวอักษรนั้นจะสามารถดึงตัวแทนทางความคิดของนักเรียนออกมาได้ ซึ่งพบว่า มีนักเรียนที่สามารถถ่ายทอดความคิดของตนเองผ่านการเขียนคำอธิบายได้ แต่ก็ยังไม่สามารถตอบมาได้อย่างสมบูรณ์ เนื่องจากนักเรียนบางคนไม่สามารถเรียบเรียงเขียนออกมาเป็นตัวอักษรได้ ดังตัวอย่างคำตอบ นักเรียน S415 “ก้อนดินน้ำมันและน้ำ จะมีปริมาตรเท่าเดิม แต่อากาศจะมีปริมาตรเปลี่ยนไป” และยังมีนักเรียนที่ถ่ายทอดความคิดของตนเองไม่ถูกต้องอีกมาก โดยไม่สามารถอธิบายได้ว่าสถานะต่าง ๆ มีปริมาตรเป็นอย่างไรเมื่อทำการย้ายภาชนะ ดังตัวอย่างคำตอบ นักเรียน S404 “อากาศไม่มีปริมาตร” นักเรียน S407 “ถ้าเปลี่ยนที่อากาศและน้ำจะมีปริมาตรเท่าเดิม”

วงจรที่ 2 เรื่อง รูปร่างของสสารในสถานะของแข็ง ของเหลว และแก๊ส ฉันจึงเปลี่ยนการสร้างตัวแทนทางความคิดโดยผ่านการเขียนคำอธิบายมาเป็นการตอบคำถามโดยฉันให้นักเรียนแสดงตัวแทนทางความคิดด้วยการระบายสี โดยแสดงรูปร่างของสสารในสถานะ ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส เนื่องจากมีความเหมาะสมกับวัยของนักเรียนและเหมาะกับนักเรียนที่ไม่สามารถถ่ายทอดผ่านตัวอักษรได้ รวมถึงเป็นสิ่งที่นักเรียนชอบ อาจจะทำให้นักเรียนแสดงความคิดของตนเองออกมาได้มากขึ้น โดยในการวางแผนนั้นได้รับคำแนะนำจากอาจารย์นิเทศก์ว่า “ควรให้นักเรียนเขียนคำอธิบายด้วย ไม่ใช่วาดภาพเพียงอย่างเดียว” ซึ่งสอดคล้องกับครูที่เลี้ยงที่ว่า “ไม่ควรให้นักเรียนวาดภาพระบายสีเพียงอย่างเดียว ควรฝึกให้นักเรียนถ่ายทอดเรื่องราวโดยใช้ตัวอักษรผ่านการดูรูปที่นักเรียนวาดด้วย” ดังนั้นฉันจึงให้นักเรียนได้แสดงตัวแทนทางความคิดผ่านการวาดภาพ ระบายสีร่วมกับการเขียนคำอธิบายด้วย จากการใช้กิจกรรมพบว่า นักเรียนมีความ

สนใจ และกระตือรือร้นที่จะทำใบกิจกรรมมากกว่าเดิม เนื่องจากนักเรียนส่วนใหญ่ชอบการวาดภาพระบายสีมากกว่า การเขียน โดยนักเรียนสามารถถ่ายทอดตัวแทนทางความคิดของตนเองออกมาได้มากขึ้น แต่ครูยังต้องช่วยถามคำถามเพื่อให้ให้นักเรียนนำแบบจำลองที่นักเรียนวาดมาถ่ายทอดเป็นตัวอักษร ตัวอย่างการเขียนคำอธิบายของนักเรียน เช่น “ดินน้ำมันเป็นของแข็ง เมื่อเปลี่ยนภาชนะก็จะมีรูปร่างเหมือนเดิม” “น้ำและอากาศมีรูปร่างเปลี่ยนไปตามภาชนะที่บรรจุ” ส่วนในขั้นแก้ไขแบบจำลองนั้น เนื่องจากมีเวลาจำกัดฉันจึงต้องยกตัวอย่างของนักเรียนขึ้นมาและให้นักเรียนในห้องช่วยกันแก้ไขแบบจำลองด้วยการตอบด้วยปากเปล่าว่าแบบจำลองที่เพื่อนวาดภาพระบายสีออกมานั้นถูกต้องหรือไม่ถูกต้องตรงไหน จากนั้นก็ให้นักเรียนแต่ละคนกลับไปแก้ไขแบบจำลองของตนเองแล้วนำมาส่งในคาบถัดไป แต่ถึงแม้นักเรียนส่วนมากจะสามารถแสดงความคิดของตนเองได้อย่างถูกต้อง แต่การวาดภาพ ระบายสีนั้นก็มีข้อจำกัดที่จะเห็นความคิดของนักเรียนได้แค่ 2 มิติเท่านั้น ด้วยเหตุนี้ฉันคิดว่าการให้นักเรียนวาดภาพ ระบายสีนั้นสามารถทำให้นักเรียนแสดงตัวแทนทางความคิดออกมาได้มากขึ้น แต่อาจจะใช้เวลาไม่น้อยในนักเรียนระดับประถมศึกษา แต่ก็ยังมีข้อจำกัดคือ ในขั้นตอนการแก้ไขแบบจำลองฉันได้เพียงใช้คำถามแล้วให้นักเรียนกลับไปแก้ไขแบบจำลองเอง เนื่องด้วยเวลาที่จำกัด ฉันพบว่า นักเรียนบางส่วนสามารถแก้ไขแบบจำลองและสามารถแสดงตัวแทนทางความคิดที่ถูกต้องออกมาได้ แต่ก็ยังมีบางส่วนที่แสดงตัวแทนทางความคิดที่ถูกต้องแต่ยังไม่สมบูรณ์ ซึ่งสอดคล้องกับคำแนะนำของครูพี่เลี้ยงว่า “ควรให้เวลานักเรียนตอบคำถามเพื่อปรับปรุงแบบจำลองและได้ลองปรับแก้ผลงานมากกว่านี้” และสัมภาษณ์นักเรียน S420 ที่ว่า “มีเวลาให้น้อย”

วงจรที่ 3 การจัดการเรียนรู้เรื่อง การจัดเรียงตัวของอนุภาคของสสารในสถานะของแข็ง ของเหลว และแก๊ส ในขั้นต้นฉันได้ให้นักเรียนแสดงตัวแทนทางความคิดผ่านการวาดภาพ ระบายสี ร่วมกับการเขียนคำบรรยายเพื่อแสดงการจัดเรียงตัวของอนุภาคของสสารในสถานะของแข็ง ของเหลว และแก๊ส โดยนักเรียนสามารถแสดงความคิดของตนเองได้อย่างถูกต้อง เมื่อนักเรียนแสดงตัวแทนทางความคิดออกมาโดยการวาดภาพระบายสีแล้วนั้น ฉันจึงได้ประเมินความเข้าใจนักเรียนอีกครั้ง โดยได้ให้

นักเรียนคิดสร้างแบบจำลองเพื่อแสดงตัวแทนทางความคิดของนักเรียนเกี่ยวกับการจัดเรียงตัวของอนุภาคของสสารในสถานะของแข็ง ของเหลว และแก๊สออกมาในรูปแบบของ 3 มิติ โดยให้นักเรียนใช้สิ่งของที่นักเรียนหาได้มาใช้ในการสร้างแบบจำลอง ซึ่งผลจากกิจกรรมพบว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถนำเอาแบบจำลองที่เป็น 2 มิติ มาสร้างให้เป็นแบบจำลองที่เป็น 3 มิติได้สอดคล้องกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ แต่ยังมีบางส่วนที่มีการสร้างแบบจำลอง 3 มิติที่สอดคล้องกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์เพียงบางส่วน แต่ก็สามารถปรับปรุงแก้ไขแบบจำลองให้ถูกต้องสมบูรณ์ได้ โดยนักเรียนบอกถึงข้อดี ข้อเสียของแบบจำลองนั้น ๆ พร้อมทั้งบอกวิธีแก้ไขได้ ตัวอย่างคำตอบ นักเรียน S421 “อธิบายการจัดเรียงอนุภาคของของแข็งและของเหลวได้ แต่แก๊สอธิบายไม่ได้” “ควรให้อนุภาคมีขนาดเท่ากัน” “จำนวนอนุภาคแต่ละสถานะต้องเท่ากัน” “ของแข็งควรเรียงชิดติดกันแน่นอยู่บริเวณกันภาชนะ” และทำการแก้ไขแบบจำลอง

การวาดภาพ ระบายสี พร้อมการเขียนคำอธิบายเป็นเทคนิคที่ดีในการดึงตัวแทนทางความคิด ของนักเรียน เรื่องการจัดเรียงอนุภาคของสสารในสถานะของแข็ง ของเหลว และแก๊ส เพราะจะแสดงให้เห็นว่านักเรียนแต่ละคนคิดอย่างไรกับการจัดเรียงอนุภาคของสสารในสถานะของแข็ง ของเหลว และแก๊ส และการนำเอาตัวแทนทางความคิดที่เป็น 2 มิติ มาปรับให้เป็นแบบจำลอง 3 มิตินั้นก็สามารถประเมินได้ว่านักเรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาไม่น้อยทีเดียว ซึ่งผลจากการทำกิจกรรมพบว่า นักเรียนสามารถสร้างตัวแทนทางความคิดได้ถูกต้องมากขึ้น

แนวปฏิบัติที่ 2 เปิดโอกาสให้นักเรียนคิดและสร้างตัวแทนทางความคิดผ่านการสร้างแบบจำลองด้วยตนเอง พร้อมทั้งระบุสิ่งที่ถูกต้องและสิ่งที่ต้องปรับแก้ในแบบจำลอง เพื่อให้นักเรียนสามารถนำแบบจำลองมาใช้ในการอธิบายสิ่งที่เร้นนามธรรมได้

นักเรียนคิดและสร้างตัวแทนทางความคิดผ่านการสร้างแบบจำลองด้วยตนเอง ไม่ว่าจะเป็นการวาดภาพ ระบายสี หรือการสร้างแบบจำลองที่เป็น 3 มิติ ด้วยหลักฐานเชิงประจักษ์ นอกจากนั้นยังควรเปิดโอกาสให้นักเรียนตรวจสอบตัวแทนทางความคิดหรือแบบจำลองด้วยตนเอง โดยให้นักเรียนประเมินตัวแทนทางความคิด

ของตนเอง ก่อนที่จะลงมือปรับปรุงแก้ไข โดยฉันได้เปิดโอกาสให้นักเรียนประเมินในหัวข้อ 1) สิ่งที่นักเรียนสร้างขึ้นตรงหรือสอดคล้องกับเนื้อหาที่เรียนหรือไม่ อย่างไร 2) หากมีส่วนที่ไม่ตรงหรือสอดคล้องกับเนื้อหาที่เรียน นักเรียนคิดว่าเป็นที่ตรงไหน และเพราะเหตุใด และ 3) ถ้าจะต้องแก้ไข นักเรียน จะปรับปรุงอะไรบ้าง ฉันทำเช่นนี้เพื่อช่วยให้นักเรียนทราบว่าแบบจำลองที่ถ่ายทอดตัวแทนทางความคิดของตนเองนั้นมีความถูกต้องหรือไม่ถูกต้องตรงไหน อย่างไร และนักเรียนจะทำอย่างไรให้ตัวแทนทางความคิดของตนเองนั้นถูกต้องและสมบูรณ์ที่สุดที่จะนำมาอธิบายแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้

ในวงจรที่ 1 เมื่อนักเรียนเขียนคำอธิบายเกี่ยวกับปริมาตรของสารในสถานะของแข็ง ของเหลว และแก๊สแล้ว ฉันก็ได้ชี้ให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงเมื่อทำการทดสอบว่าสารแต่ละสถานะมีปริมาตรเป็นเช่นไร ก่อนและหลังเปลี่ยนภาชนะที่บรรจุ และให้นักเรียนประเมินการเขียนคำอธิบายของตนเองว่าเหมือนหรือต่างจากสิ่งที่ตนเองเห็นอย่างไร พร้อมทั้งเรียบเรียงเพื่อปรับปรุงคำพูดของตนเองใหม่ ดังตัวอย่างที่นักเรียน S412ตอบว่า “ของเหลวมีปริมาตร 200 ลูกบาศก์เซนติเมตรตลอด” นักเรียนยังไม่สามารถปรับเปลี่ยนคำพูด การเขียนคำอธิบายเป็นของเหลวมีปริมาตรคงตัวหรือเท่าเดิมไม่เปลี่ยนแปลงไปตามภาชนะที่บรรจุได้ แต่นักเรียนส่วนใหญ่ก็สามารถเขียนคำอธิบายเพื่อแสดงความคิดของตนเองได้เลย

การจัดการเรียนรู้ในวงจรที่ 2 ฉันได้ให้นักเรียนวาดภาพ ระบายสีเพื่อแสดงตัวแทนทางความคิดของตนเอง และทำการประเมินแบบจำลองหรือตัวแทนทางความคิดของเพื่อนที่สื่อออกมา โดยยกตัวอย่างของนักเรียนขึ้นมา 2 คน และให้นักเรียนในห้องช่วยกันแก้ไขแบบจำลองด้วยการตอบด้วยปากเปล่าว่าแบบจำลองที่เพื่อนวาดภาพ ระบายสีนั้นตรงกับผลการทดลองหรือไม่ อย่างไร และถ้าต้องปรับปรุงแก้ไข การระบายสีใหม่จะปรับปรุงอย่างไรบ้างให้สมบูรณ์ที่สุด จากนั้นก็ให้นักเรียนแต่ละคนกลับไปแก้ไขแบบจำลองที่สื่อความคิดของตนเอง ผลจากการประเมินพบว่า นักเรียนสามารถบอกได้ว่าแบบจำลองที่เพื่อนนำเสนอ นั้นมีส่วนที่ถูกต้องตรงไหน และมีส่วนที่ไม่ถูกต้องตรงไหน และจะแก้ไขอย่างไร ดังตัวอย่างที่นักเรียน S412เขียนตอบว่า “ของแข็งควรมีขนาดเท่าเดิม ถึงแม้จะเปลี่ยน

สถานะ ควรแก้ไขให้ทั้ง 2 ภาพมีขนาดของก้อนดินน้ำมันเท่ากัน”

ส่วนในการจัดการเรียนรู้วงจรที่ 3 นั้นฉันได้ใช้การสอนลักษณะเดียวกันกับวงจรที่ 2 โดยให้นักเรียนประเมินว่าแบบจำลองที่เป็น 3 มิตินั้นสามารถอธิบายแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้หรือไม่ อย่างไร หากมีส่วนที่ไม่ตรงหรือสอดคล้องกับเนื้อหาที่เรียน นักเรียนคิดว่าเป็นที่ตรงไหน และเพราะเหตุใด และถ้าจะต้องแก้ไข นักเรียนจะปรับปรุงอะไรบ้าง โดยจากผลพบว่านักเรียนสามารถแก้ไขตัวแทนทางความคิดของนักเรียนให้ถูกต้องและสมบูรณ์ที่สุดที่จะนำมาอธิบายแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้ ดังตัวอย่างที่นักเรียน S421 เขียนตอบว่า “อธิบายการจัดเรียงอนุภาคของของแข็งและของเหลวได้ แต่แก๊สอธิบายไม่ได้ ดังนั้นควรทำให้อนุภาคของแก๊สกระจายอยู่เต็มภาชนะ” และ “ขนาดและจำนวนของอนุภาคของแต่ละสถานะควรเท่ากัน เพื่อที่จะได้เห็นข้อเปรียบเทียบที่ชัดเจน”

แนวปฏิบัติที่ 3 การใช้คำถามชักใช้ไต่เรียงและการเปิดโอกาสให้นักเรียนตอบคำถามเป็นสิ่งจำเป็นในการสร้างตัวแทนทางความคิดของนักเรียน และสามารถนำไปสู่การปรับปรุงแก้ไขแบบจำลองของนักเรียน

สำหรับในขั้นการสร้างแบบจำลองเพื่อให้ให้นักเรียนแสดงตัวแทนทางความคิดของนักเรียนออกมา ขั้นการประเมินแบบจำลองและแก้ไขแบบจำลองนั้น ครูผู้สอนควรจัดกิจกรรมให้นักเรียนคิดที่จะสร้างแบบจำลองและนำแบบจำลองทั้งที่เป็นภาพวาด คำพูด หรือแบบจำลอง 3 มิติไปใช้อธิบายผลการทดลองหรือแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาแล้วทำการประเมินแบบจำลองเพื่อดูว่าแบบจำลองที่นักเรียนสร้างขึ้นนั้นสามารถอธิบายแนวคิดทางวิทยาศาสตร์หรือเนื้อหาที่เรียนได้หรือไม่ อย่างไร หากพบว่าแบบจำลองนั้นไม่สามารถอธิบายแนวคิดทางวิทยาศาสตร์หรือเนื้อหาที่เรียนได้ จะต้องปรับปรุงแบบจำลองในทันที โดยครูผู้สอนควรเปิดโอกาสและให้เวลาแก่นักเรียนในการคิดและอธิบายโดยใช้แบบจำลองที่สร้างขึ้น พร้อมทั้งบอกข้อดี ข้อจำกัด และวิธีการแก้ไขแบบจำลอง ซึ่งในระดับประถมศึกษาชั้นนักเรียนยังไม่สามารถตอบคำถามเหล่านั้นเองได้ จึงควรมีการใช้คำถามแบบชักใช้ไต่เรียง เนื่องจากคำถามในลักษณะนี้จะช่วยกระตุ้นนักเรียนให้เกิดการคิด สร้างแบบจำลองและปรับปรุงแก้ไขแบบจำลองขึ้น

วงจรที่ 1 การจัดการเรียนรู้เป็นการแสดงตัวตนทางความคิดโดยการเขียนคำอธิบาย นักเรียนสามารถตอบคำถามได้เฉพาะคำถามที่ตรงตัวเท่านั้น แต่หากไปสู่ขั้นประเมินและแก้ไขแบบจำลอง นักเรียนสามารถตอบได้เพียงเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วย ถูกหรือผิด ใช่หรือไม่ใช่ ได้หรือไม่ได้ เท่านั้น แต่ไม่สามารถให้เหตุผลหรือข้อเสนอแนะได้ ดังตัวอย่าง เมื่อครูให้นักเรียนนำเสนอความคิดของตนเอง และให้นักเรียน แสดงความคิดเห็นว่าเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยกับความคิดนั้น อย่างไร นักเรียนจะตอบได้เพียงเห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วย แต่ไม่สามารถบอกได้ว่าทำไมถึงเห็นด้วย ทำไมถึงไม่เห็นด้วย

ต่อมาในวงจรที่ 2 และวงจรที่ 3 ฉันได้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้วาดภาพแบบจำลองเพื่อ แสดงความคิดของตนเองออกมาให้ได้มากที่สุด แต่ยังมีนักเรียนบางคนไม่รู้จะเริ่มอย่างไร ไม่รู้ว่าจะสื่อสารออกมาในทิศทางใด ฉันจึงใช้คำถามแบบชักใช้ไล่เรียง ค่อยๆ เปิดกว้างทางความคิดให้นักเรียนได้ไล่เรียงความคิดของตนเองไปทีละขั้น ตัวอย่างการใช้คำถามชักใช้ไล่เรียงในเรื่อง การจัดเรียงอนุภาคของสสารในสถานะของแข็ง ของเหลว และแก๊ส

ครู : “นักเรียนสังเกตเห็นดินน้ำมันเป็นอย่างไร”

นักเรียน (S421) : “เป็นก้อน” “เป็นของแข็งอยู่ที่ก้นภาชนะ”

ครู : “แล้วนักเรียนคิดว่าจะมีการจัดเรียงอนุภาคอย่างไร จึงทำให้ดินน้ำมันอยู่เป็นก้อนได้”

นักเรียน (S421) : “เกาะกันเป็นก้อน” “เรียงต่อกัน”

ในช่วงที่ให้นักเรียนช่วยกันแก้ไขแบบจำลองโดยยกตัวอย่างของเพื่อน ควรใช้คำถามที่ค่อยเป็นค่อยไป โดยเริ่มต้นจาก “แบบจำลองที่นักเรียนเห็นสามารถบอกอะไรนักเรียนได้บ้าง” “นักเรียนมีข้อสงสัยอะไรเกี่ยวกับแบบจำลองหรือไม่ อย่างไร” ซึ่งในช่วงแรกนักเรียนอาจจะยังไม่ค่อยกล้าตอบ หรือไม่รู้จะตอบอย่างไร ผู้สอนจึงควร

ชี้ให้เห็นแนวทางในการตอบ หากผู้สอนมองเห็นถึงข้อจำกัดของแบบจำลองนั้น ควรใช้คำถามที่ชี้ให้นักเรียนเห็น เช่น “ถ้าหากครูนำแบบจำลองนี้ไปใช้ในสถานการณ์หนึ่ง นักเรียนยังคิดว่าแบบจำลองจะยังใช้อธิบายได้อยู่หรือไม่อย่างไร” “หากนักเรียนไม่สามารถนำเอาแบบจำลองนี้ไปใช้อธิบายได้นักเรียนคิดว่าจะปรับปรุงแบบจำลองนี้อย่างไร”

ข้อที่ 2 การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน สามารถพัฒนาตัวตนทางความคิด เรื่อง สสารและสถานะของสสาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ได้หรือไม่ อย่างไร

ฉันได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อพัฒนาตัวตนทางความคิดของนักเรียนจากแบบวัดตัวตนทางความคิดเรื่อง สสารและสถานะของสสาร ซึ่งมีหัวข้อย่อย 3 ประเด็น คือ 1) ปริมาตรของสสารในสถานะของแข็ง ของเหลว และแก๊ส 2) รูปร่างของสสารในสถานะของแข็ง ของเหลว และแก๊ส และ 3) การจัดเรียงอนุภาคของสสารในสถานะของแข็ง ของเหลว และแก๊ส โดยนำเสนอผลการวิจัยในรูปแบบของการวิเคราะห์ภาพรวม การแสดงตัวตนทางความคิดของนักเรียน โดยการจัดกลุ่มนักเรียนรายบุคคล และจัดกลุ่มผู้เรียนเป็น 4 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีตัวตนทางความคิดที่ถูกต้อง กลุ่มที่มีตัวตนทางความคิดที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์ กลุ่มที่มีตัวตนทางความคิดที่ไม่ถูกต้อง และกลุ่มที่ไม่แสดงตัวตนทางความคิด เพื่อบ่งชี้ว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานช่วยให้นักเรียนพัฒนาตัวตนทางความคิดได้มากน้อยเพียงใด โดยมีรายละเอียดดังนี้

การแสดงตัวตนทางความคิดของนักเรียนในภาพรวม

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบวัดตัวตนทางความคิดเรื่อง สสารและสถานะของสสาร ซึ่งมีหัวข้อย่อย 3 ประเด็น โดยการจัดกลุ่มผู้เรียนเป็น 4 กลุ่ม ได้ผลดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงจำนวนและร้อยละของนักเรียนในแต่ละกลุ่มตัวแทนทางความคิด

(n=24)

กลุ่มตัวแทนทางความคิด	จำนวนและร้อยละของนักเรียนในแต่ละกลุ่มตัวแทนทางความคิด			
	มีตัวแทนทางความคิดที่ถูกต้อง	มีตัวแทนทางความคิดที่ถูกต้องแต่ไม่สมบูรณ์	มีตัวแทนทางความคิดที่ไม่ถูกต้อง	ไม่แสดงตัวแทนทางความคิด
ปริมาตรของสสารแต่ละสถานะ	3 (12.50)	11 (45.83)	9 (37.50)	1 (4.17)
รูปร่างของสสารแต่ละสถานะ	6 (25.00)	15 (62.50)	3 (12.50)	0 (0.00)
การจัดเรียงอนุภาคของสสารแต่ละสถานะ	14 (58.34)	8 (33.33)	2 (8.33)	0 (0.00)

จากตารางที่ 1 แสดงจำนวนและร้อยละของนักเรียนในแต่ละกลุ่มตัวแทนทางความคิด ฉันทพบว่าในวงจรที่ 1 เรื่องปริมาตรของสสารในสถานะของแข็งของเหลว และแก๊ส นักเรียนส่วนใหญ่มีการแสดงตัวแทนทางความคิดอยู่ในกลุ่มมีตัวแทนทางความคิดที่ถูกต้อง แต่ไม่สมบูรณ์ จำนวน 11 คน (ร้อยละ 45.83) รองลงมาคือกลุ่มมีตัวแทนทางความคิดที่ไม่ถูกต้อง 9 คน (ร้อยละ 37.50) และมีนักเรียนส่วนน้อยที่มีการแสดงตัวแทนทางความคิดอยู่ในกลุ่มมีตัวแทนทางความคิดที่ถูกต้อง ซึ่งมีเพียง 3 คน (ร้อยละ 12.50) รวมทั้งยังมีนักเรียนที่อยู่ในกลุ่มไม่แสดงตัวแทนทางความคิดเลย 1 คน (ร้อยละ 4.17) เมื่อเข้าสู่วงจรที่ 2 เรื่องรูปร่างของสสารในสถานะของแข็งของเหลว และแก๊ส นักเรียนส่วนใหญ่มีการแสดงตัวแทนทางความคิดอยู่ในกลุ่มมีตัวแทนทางความคิดที่ถูกต้อง แต่ไม่สมบูรณ์ มีจำนวน 15 คน (ร้อยละ 62.5) รองลงมา คือกลุ่มมีตัวแทนทางความคิดที่ถูกต้องเพิ่มขึ้นอีกเท่าตัวจากของเดิมจากวงจรแรก 3 คน เป็น 6 คน (ร้อยละ 25) และเหลือนักเรียนส่วนน้อยที่มีการแสดงตัวแทนทางความคิดอยู่ในกลุ่มมีตัวแทนทางความคิดที่ไม่ถูกต้องเพียง 3 คน (ร้อยละ 12.50) และวงจรที่ 3 เรื่องการจัดเรียงอนุภาคของสสารในสถานะของแข็ง ของเหลว และแก๊ส พบว่า มีนักเรียนส่วนใหญ่ มีการแสดงตัวแทนทางความคิดอยู่ในกลุ่มมีตัวแทนทางความคิดที่ถูกต้องจำนวน 14 คน (ร้อยละ 58.34) ซึ่งจำนวนนักเรียนกลุ่มที่มีตัวแทนทางความคิดที่ถูกต้องนี้มีจำนวนเกินกว่าครึ่งหนึ่งของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ฉันทจึงสรุปได้ว่า เมื่อนักเรียนได้เรียนรู้และฝึกการ

แสดงตัวแทนทางความคิดครบทั้ง 3 วงจรโดยผ่านการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานแล้ว นักเรียนมีการพัฒนาตัวแทนทางความคิดที่ดีขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการประเมินผลงานของนักเรียนโดยครูผู้สอน และคำสัมภาษณ์อย่างไม่เป็นทางการของผู้เรียน S414 ที่กล่าวถึงการเรียนรู้ในลักษณะนี้ว่า “มองเห็นเป็นรูปธรรมมากขึ้น ทำให้สามารถถ่ายทอดความคิดของตนเองออกมาได้” นักเรียน S411 “ไม่ค่อยชอบเขียน การสร้างแบบจำลองโดยการวาดภาพ และการทำแบบจำลอง 3 มิติ ทำให้เข้าใจเนื้อหาและอธิบายได้”

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

จากผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ส่วนใหญ่มีการพัฒนาตัวแทนทางความคิดเรื่องสสารและสถานะของสสาร เมื่อเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐาน สอดคล้องกับงานวิจัยของ วิทยา อินโท (Into, 2016) ที่กล่าวว่า วิธีการจัดการเรียนรู้วิธีการหนึ่งที่ช่วยทำให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจเนื้อหาที่เป็นนามธรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพ คือวิธีการจัดการเรียนการสอนโดยมีแบบจำลองเป็นฐาน โดยภาพรวมของกลุ่มตัวแทนทางความคิดของนักเรียนในแต่ละวงจร เมื่อนำข้อมูลแต่ละวงจรไปปรับปรุงในวงจรถัดไป พบว่าปัญหาที่เกิดขึ้นมีน้อยลง ทำให้นักเรียนสามารถนำเสนอตัวแทน ทางความคิดจากนามธรรมสู่รูปธรรมผ่านการสร้างแบบจำลองทั้งแบบการเขียนคำอธิบาย ร่วมกับการวาดภาพและระบายสี และการสร้าง

แบบจำลองรูปแบบ 3 มิติออกมาได้อย่างถูกต้องมากขึ้น และส่วนใหญ่เกินกว่าครึ่งจัดอยู่ในกลุ่มที่มีตัวแทนทางความคิดถูกต้องสมบูรณ์ หลังการใช้แนวปฏิบัติที่ดีทั้ง 3 ข้อ ได้แก่ 1) ให้นักเรียนแสดงความคิดของตนเองออกมาให้ได้มากที่สุดผ่านการเขียนคำอธิบาย ร่วมกับการวาดภาพและระบายสี และการสร้างแบบจำลองรูปแบบ 3 มิติกับเนื้อหาที่เป็นนามธรรม 2) เปิดโอกาสให้นักเรียนคิดและสร้างตัวแทนทางความคิดผ่านการสร้างแบบจำลองด้วยตนเอง พร้อมทั้งระบุสิ่งที่ถูกต้อง และสิ่งที่ต้องปรับแก้ในแบบจำลอง เพื่อให้นักเรียนสามารถนำแบบจำลองมาใช้ในการอธิบายสิ่งที่เป็นนามธรรมได้ และ 3) การใช้คำถามชักจูงใจและเปิดโอกาสให้ตอบคำถาม เป็นสิ่งจำเป็นในการสร้างตัวแทนทางความคิดของนักเรียน

จากการนำการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานไปใช้ ทำการวิเคราะห์ผลโดยแบ่งกลุ่ม ออกเป็น 4 กลุ่ม ผลการวิจัยพบว่า การแสดงตัวแทนทางความคิดในเรื่อง ปริมาตร รูปร่าง และการจัดเรียงอนุภาคของสสารในสถานะของแข็ง ของเหลว และแก๊ส นักเรียนเกินกว่าร้อยละ 50 สามารถแสดงตัวแทน ทางความคิดได้ถูกต้องมากขึ้นหลังจากเรียนโดยใช้แบบจำลองเป็นฐาน นักเรียนสามารถสร้างตัวแทน ทางความคิดผ่านแบบจำลองให้มีความสอดคล้องกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ กฤษณา โภคพันธ์ (Pokpun, 2011) ซึ่งพบว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานจะสามารถพัฒนาตัวแทนทางความคิดของนักเรียนให้สอดคล้องกับแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ได้ โดยครูควรใช้แบบจำลองที่เป็นรูปธรรม เช่น ภาพ ภาพเคลื่อนไหว วัสดุต่าง ๆ เป็นตัวช่วยในการแสดงแบบจำลอง ทางความคิดของนักเรียน การจัดการเรียนรู้โดยใช้แบบจำลองเป็นฐานนั้นสามารถพัฒนาตัวแทนทางความคิดของนักเรียนได้ดีมากขึ้นผ่านการแสดงความคิดของตนเองออกมาให้ได้มากที่สุดผ่านการเขียนคำอธิบาย ร่วมกับการวาดภาพและระบายสี และการสร้างแบบจำลองรูปแบบ 3 มิติ การปรับแก้แบบจำลอง และข้อสำคัญในการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้การใช้แบบจำลองเป็นฐานในนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา คือ ครูต้องใช้ภาษาที่ง่ายในการสื่อสาร ใช้คำถามชักจูงใจและต้องเปิดโอกาสให้

นักเรียนตอบคำถาม เพื่อนำนักเรียนไปสู่การแสดงออกของตัวแทนทางตัวความคิด

ข้อเสนอแนะ

1. ผลการวิจัยครั้งนี้ ยังพบว่ายังมีนักเรียนบางคนที่มีความสามารถในการแสดงออกทางความคิดคงที่ทั้ง 3 วงจร ดังนั้นอาจมีการศึกษาเชิงลึกเพิ่มเติมเกี่ยวกับปัญหาที่ทำให้เกิดเหตุการณ์เช่นนี้ขึ้น รวมถึงวิธีการหรือกิจกรรมที่จะช่วยแก้ไขปัญหานี้ต่อไป

2. ผลการวิจัยพบว่าการใช้กิจกรรม เช่น การวาดภาพระบายสี สามารถกระตุ้นให้นักเรียนแสดงตัวแทนทางความคิดในเนื้อหาที่เป็นนามธรรมได้ดี ดังนั้นอาจมีการศึกษาผลของการใช้เทคนิคนี้ในการจัดการเรียนรู้ที่ใช้แบบจำลองเป็นฐานในเรื่องอื่นที่มีธรรมชาติของเนื้อหาคล้ายกับเรื่องนี้ต่อไป

References

- Chi, M. T. H. and R. D. Roscoe. (2002). The process and challenges of conceptual change.” *Reconsidering conceptual change: Issues in theory and Practice*. Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Funchian, N. (2020). *The 5 E's of Inquiry-Based Learning*. Retrieved from <https://www.trueplookpanya.com/blog/content/82385/-blog-teamet>. (in Thai)
- Gilbert, J. K. (2005). *Visualization in science education*. Netherlands: Springer.
- Gobert, J. D. and B. C. Buckley. (2000). “Introduction to Model-Based Teaching and Learning in Science Education.” *International Journal of Science Education* 22 (9): 891-894
- Into, W. (2016). *Model-based learning management in world subjects Astronomy and space*. [in Thai]

- Kemmis, S & McTaggart, R. (1988). *The Action Research Planer (3rd ed.)*. Victoria : Deakin University.
- Kuathan, N., Faikhamta, C. & Sanguanruang, S. (2011). The Secondary Students' Mental Models of Chemical Bonding. *Songklanakarin Journal of Social Sciences & Humanities*, 17(2), 300-314. [in Thai]
- Mairod, P. (2014). *The Development of 10th Graders' Mental Models of Cell Division by Using Model-based Learning*. (Master's thesis, Science Education Division, Kasetsart University). [in Thai]
- Pokpun, K. (2011). *The Development Of grade 11 student' scientific conceptions on Astronomy and Scientific attitudes through Model-Based Learning*. (Master's thesis, Science Education Division, Kasetsart University). [in Thai]
- Prain, V., Tytler, R. and Peterson, S. (2009). *Multiple Representation in Learning About Evaporation*. *International Journal of Science Education*, 31, 787-808.