

บทความวิจัย

## การศึกษาแบบจำลองความคิดจากการวาดภาพ เรื่อง ระบบสุริยะ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

สุวรรณี โลมกลาง<sup>1</sup> โชคศิลป์ ธนเอื้อง<sup>1,2</sup> กานต์ตะวัน วุฒิสเลา<sup>1,3</sup> และสุระ วุฒิพรหม<sup>1,2,\*</sup><sup>1</sup>สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี<sup>2</sup>ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี<sup>3</sup>ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

\*E-mail: sura.w@ubu.ac.th

รับบทความ: 7 มิถุนายน 2564 แก้ไขบทความ: 20 มิถุนายน 2564 ยอมรับตีพิมพ์: 21 มิถุนายน 2564

### บทคัดย่อ

แบบจำลองทางความคิดเป็นสิ่งที่สะท้อนความรู้ความเข้าใจที่แฝงอยู่ในตัวผู้เรียนออกมาให้เห็น แบบจำลองทางความคิดจึงเป็นเครื่องมือสำคัญที่ทำให้เข้าใจผู้เรียน งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแบบจำลองทางความคิดประเภทแบบจำลองภาพของนักเรียน เรื่องระบบสุริยะ ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับสื่อการสอนที่หลากหลาย ได้แก่ การ์ดเกม และหนังสือสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง ประชากรเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 23 คน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย แบบจำลองทางความคิดที่นักเรียนวาดภาพระบบสุริยะ ร่วมกับการสัมภาษณ์ถึงโครงสร้างของนักเรียนเป็นรายบุคคล แบบประเมินตรวจสอบรายการความเข้าใจแนวคิดการจำลองระบบสุริยะ ผลวิจัยแบ่งความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับระบบสุริยะออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มที่มีแนวคิดถูกต้อง และกลุ่มที่มีแนวคิดไม่ถูกต้อง เช่น นักเรียนเข้าใจว่าโลกเป็นศูนย์กลางของระบบสุริยะ ดาวหาง และดวงจันทร์เป็นดาวเคราะห์ หลังการจัดการเรียนรู้ นักเรียนมีแนวคิดที่ถูกต้องในเรื่องการจำลองระบบสุริยะเพิ่มขึ้น ดังนั้นการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับสื่อการสอนที่หลากหลายเป็นวิธีการสอนที่ดี

**คำสำคัญ:** แบบจำลองทางความคิด วาดภาพ ระบบสุริยะ การ์ดเกม เทคโนโลยีเสมือนจริง

### อ้างอิงบทความนี้

สุวรรณี โลมกลาง, โชคศิลป์ ธนเอื้อง, กานต์ตะวัน วุฒิสเลา และสุระ วุฒิพรหม. (2564). การศึกษาแบบจำลองความคิดจากการวาดภาพ เรื่อง ระบบสุริยะ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4. วารสารวิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ศึกษา, 4(1), 107-117.

Research Article

## The study of mental model through drawing about solar system for grade-4 students

Suwannee Lomklang<sup>1</sup>, Choksin Tanahoung<sup>1,2</sup>, Karntarat Wuttisela<sup>1,3</sup> and Sura Wuttiprom<sup>1,2,\*</sup>

<sup>1</sup>*Science Education Program, Faculty of Science, Ubon Ratchathani University*

<sup>2</sup>*Department of Physics, Faculty of Science, Ubon Ratchathani University*

<sup>3</sup>*Department of Chemistry, Faculty of Science, Ubon Ratchathani University*

\*E-mail: [sura.w@ubu.ac.th](mailto:sura.w@ubu.ac.th)

Received <7 June 2021>; Revised <20 June 2021>; Accepted <21 June 2021>

---

### Abstract

Mental model is a type of knowledge representation which is implicit in learners. Mental model is an important tool for studying learner's understanding. The objective of this research is to study student's mental model, called a visual model, related to the solar system. Before and after inquiry-based learning approach integrated with various media such as game card, and augmented Reality 3D pop-up book. The sample is 23 grade-4 students in semester 2 of academic year 2020. Data collection tools consist of the student's solar system mental models that students were asked to draw the solar system model, an individual semi-structured interview, and a solar system conceptual understanding check list. The research results divided students' understanding about the solar system into two groups: conceptions and misconception. Examples of misconceptions are students understood that the Earth was the center of the solar system, and comets and moons were planets. After learning management, students' understanding about solar system was gaining. Therefore, inquiry-based learning approach integrated with various media is a powerful teaching method.

**Keywords:** Mental model, drawing, solar system, game card, augmented Reality

---

#### Cite this article:

Lomklang, S., Tanahoung, C., Wuttisela, W. and Wuttiprom S. (2021). The study of mental model through drawing about solar system for grade-4 students (in Thai). **Journal of Science and Science Education**, 4(1), 107-117.

## บทนำ

### แบบจำลองทางความคิด

แบบจำลองทางความคิด (mental model) คือ สิ่งที่เป็นตัวแทนสะท้อนถึงแนวคิดของแต่ละบุคคล ที่สร้างขึ้นโดยใช้เหตุและผลเฉพาะตัวของบุคคลนั้น เพื่อสื่อสารให้ผู้อื่นรับรู้ (Johnson-Laird, 1983; Gilbert, 2005) แบบจำลองทางความคิดออกเป็น 5 ประเภท คือ (1) แบบจำลองภาพธรรม (concrete model) ที่เป็นแบบจำลองของวัตถุ 3 มิติ ใช้อธิบายสิ่งต่างๆ เช่น แบบจำลองระบบสุริยะ (2) แบบจำลองที่เป็นคำพูด (verbal model) เป็นคำพูด คำอธิบาย เกี่ยวกับข้อความรู้ เช่น การอธิบายแบบจำลองระบบสุริยะ (3) แบบจำลองสัญลักษณ์ (symbolic model) เป็นแบบจำลองที่ใช้สัญลักษณ์ในการแทนสิ่งต่างๆ ที่ตกลงร่วมกันเพื่อให้เข้าใจตรงกัน เช่น สัญลักษณ์ในตารางธาตุ (4) แบบจำลองภาพ (visual model) เป็นแบบจำลองที่ใช้ภาพในการอธิบาย เช่น การวาดภาพ กราฟ แผนผัง หรือไดอะแกรม เช่น การวาดภาพอธิบายการจำลองระบบสุริยะ และ (5) แบบจำลองที่เป็นลักษณะท่าทาง (gestural model) คือ แบบจำลองที่ใช้การเคลื่อนไหวส่วนต่างๆ ของร่างกาย เพื่ออธิบายสิ่งต่างๆ เช่น การจำลองของดวงจันทร์โคจรรอบโลก

แบบจำลองทางความคิดช่วยให้เราเข้าใจผู้เรียน เพราะแบบจำลองทางความคิดอธิบายคือสิ่งที่สะท้อนความเข้าใจของผู้เรียนออกมาให้เห็นภาพชัดเจน สามารถเชื่อมโยงความรู้ที่เป็นนามธรรมมาอธิบายความรู้ที่เป็นภาพธรรมได้ และการสร้างแบบจำลองทางความคิดในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ สามารถแสดงออกมาได้ในรูปแบบที่หลากหลาย (multiple representations) ใช้อธิบายสิ่งต่างๆ ของข้อเท็จจริงให้เข้าใจได้ง่าย ดังนั้นแบบจำลองทางความคิดจึงเป็นวิธีหนึ่งที่ช่วยให้ผู้สอนเข้าถึงความเข้าใจของผู้เรียนต่อสิ่งที่เรียนรู้ได้ (Harrison and Treagust, 1996; Acher *et al.*, 2007)

การใช้แบบจำลองทางความคิดในงานวิจัยทางด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาในประเทศไทยที่แสดงให้เห็นว่าแบบจำลองทางความคิดช่วยให้นักเรียนมีพัฒนาการในการเรียนรู้ที่ดีขึ้นและช่วยให้ผู้สอนเข้าใจแนวคิดของนักเรียนมากขึ้น เช่น งานวิจัยของ Suttakun and Ladachart (2013) ได้ศึกษาแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนโดยใช้แบบจำลองทางความคิดที่เป็นคำพูด ในเรื่องแม่เหล็กและแรงแม่เหล็กกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยผู้วิจัยเน้นการสัมภาษณ์และตีความหมาย จากคำอธิบายของนักเรียนเป็นรายบุคคล ผลการวิจัยพบว่า แบบจำลองทางความคิดของนักเรียนแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 นักเรียนสามารถบรรยายผลที่เกิดขึ้น เช่น มีแรงดึงดูดระหว่างแท่งแม่เหล็กและวัตถุที่มีสารแม่เหล็ก โดยไม่มีคำอธิบายหรือให้เหตุผลใดๆ เกี่ยวกับสาเหตุของผลที่เกิดขึ้นนั้น กลุ่มที่ 2 นักเรียนสามารถบรรยายผลที่เกิดขึ้น เช่น มีแรงดึงดูดระหว่างแม่เหล็กและวัตถุที่มีสารแม่เหล็ก โดยระบุถึง การมีอยู่ของ “บางสิ่งบางอย่าง” ในแท่งแม่เหล็ก ว่าเป็นสาเหตุของการเกิดแรงแม่เหล็ก แต่นักเรียนไม่สามารถอธิบายได้ว่า สิ่งเหล่านั้นทำให้เกิดแรงแม่เหล็กอย่างไร กลุ่มที่ 3 นักเรียนสามารถบรรยายผลที่เกิดขึ้น เช่น มีแรงดึงดูดระหว่างแม่เหล็กและวัตถุที่มีสารแม่เหล็ก โดยระบุถึงการมีอยู่ของ “อำนาจแม่เหล็ก” ในแท่งแม่เหล็ก โดยแรงแม่เหล็กเกิดขึ้นเมื่อแท่งแม่เหล็กไปยังวัตถุที่มีสารแม่เหล็ก กลุ่มที่ 4 นักเรียนสามารถบรรยายผลที่เกิดขึ้น เช่น มีแรงดึงดูดระหว่างแม่เหล็กและวัตถุที่มีสารแม่เหล็ก โดยระบุถึงการมีอยู่ของ “อำนาจแม่เหล็ก” ในบริเวณโดยรอบแท่งแม่เหล็ก โดยแรงแม่เหล็กเกิดขึ้นเมื่อวัตถุที่มีสารแม่เหล็กอยู่ในบริเวณที่มีอำนาจแม่เหล็ก จากนั้นนำไปเปรียบเทียบกับผลการวิจัยของ Erickson (1994) ซึ่งพบว่ามีความสอดคล้องกัน

Jantrasee and Kanamuang (2018) ได้ศึกษาแบบจำลองทางความคิด เรื่อง การจัดการเรียนรู้ที่เน้นแบบจำลอง เรื่องการระเหยที่มีต่อกระบวนการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้แบบจำลองทางความคิด 2 ประเภทในการศึกษา คือ แบบจำลองทางความคิดที่เป็นคำพูด และแบบจำลองทางความคิดจากการวาดภาพ โดยกระบวนการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์มีเกณฑ์การประเมินอยู่ 4 ด้าน คือ การสร้าง การประเมิน การปรับปรุง และการนำไปใช้ ระดับคุณภาพการแปลผลแบ่งเป็น 5 กลุ่ม คือ ดีมาก ดี ปานกลาง พอใช้ ปรับปรุง ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้ที่เน้นแบบจำลอง (Model-Centered Instruction Sequence: MCIS) ส่งเสริมกระบวนการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน แม้ นักเรียนจะมีกระบวนการสร้างและประเมินแบบจำลองอยู่ในระดับปานกลาง แต่ในส่วนกระบวนการปรับปรุงและนำแบบจำลองไปใช้นั้นจัดอยู่ในระดับดีมากและดี ตามลำดับ ถือเป็นส่วนสำคัญในการเรียนรู้ที่เน้นแบบจำลอง

### การพัฒนาแบบจำลองทางความคิด

การพัฒนาแบบจำลองทางความคิดของนักเรียน สามารถทำได้หลากหลายวิธี เช่น การวาดภาพ การวาดเป็นกฎเกณฑ์สำคัญที่ทำให้เข้าใจความคิดรวบยอดของนักเรียน การวาดภาพเป็นกิจกรรมที่ต้องลงมือ ใช้ความคิดสร้างสรรค์ สร้างแรงบันดาลใจ สร้างสมาธิจดจ่อไม่วกแวกแม้ว่านักเรียนในห้องจะมีจำนวนมาก สามารถถ่ายทอดความคิดรวบยอดที่ซับซ้อนของนักเรียนออกมาได้ในเวลาจำกัด (Glynn, 1997) นอกจากนี้ สื่อการสอน ยังเป็นอีกหนึ่งวิธีที่ช่วยพัฒนาแบบจำลองทางความคิดของนักเรียน (Supasorn, 2012) **การ์ดเกม** เป็นสื่อการสอน ประเภทหนึ่งนิยมทำจากกระดาษหรือพลาสติก ผู้เล่นทำกิจกรรม/แข่งขันร่วมกัน ช่วยให้ผู้เล่นเกิดความสุข สนุกสนาน ผ่อนคลาย ช่วยกระตุ้นจินตนาการ ความอยากรู้ อยากเรียนของผู้เล่น ซึ่ง

จินตนาการเป็นส่วนสำคัญในการพัฒนาแบบจำลองทางความคิดของนักเรียน การจัดการเรียนรู้โดยใช้การ์ดเกมส่งเสริมความสำเร็จในการเรียนรู้ ผ่านสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ที่ผ่อนคลาย สนุกสนานและมีความสุข (Suwancanit, 2017; Muntean et al., 2017) **หนังสือสามมิติ (pop-up book)** เป็นสื่อการสอนอีกอย่างหนึ่งที่สร้างความตื่นตาตื่นใจให้แก่ผู้อ่าน เมื่อมีภาพหรือตัวหนังสือที่โผล่ออกมาจากพื้นของกระดาษเมื่อเปิดขึ้นและภาพถูกพับเก็บลงไปเมื่อปิดหนังสือลง ปัจจุบันนิยมใส่**เทคโนโลยีเสมือนจริง(Augmented Reality)** เข้าไปในหนังสือสามมิติ เทคโนโลยีเสมือนจริงเป็นเทคโนโลยีที่ผสมผสานเอาโลกแห่งความจริง (Real) เข้ากับโลกเสมือน (Virtual) โดยผ่านทางอุปกรณ์เว็บแคม, กล้องในโทรศัพท์เคลื่อนที่ หรือคอมพิวเตอร์ ร่วมกับการใช้ซอฟต์แวร์ต่างๆ ซึ่งจะทำให้ภาพที่เห็นในจอภาพจะเป็นวัตถุ (object) อาทิ คน,สัตว์, สิ่งของ เป็นลักษณะ 3 มิติ ซึ่งมีมุมมองถึง 360 องศา ฉะนั้นเทคโนโลยีเสมือนจริงสามารถทำให้ผู้ใช้เห็นภาพเสมือนจริงได้รอบด้าน 360 องศา โดยที่ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องไปยังสถานที่จริง การผสมผสานเทคโนโลยีเสมือนจริงในหนังสือสามมิติสามารถพัฒนาแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนได้เป็นอย่างดี

ปัจจุบันการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งเน้นให้นักเรียนได้ค้นพบความรู้ด้วยตนเองมากที่สุดผ่านการสืบเสาะหาความรู้ (science as inquiry) ตามหลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง 2560 ได้กำหนดสาระแกนกลางสำหรับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ในสาระที่ 3 วิทยาศาสตร์โลก และอวกาศ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ในเรื่องระบบสุริยะ นักเรียนต้องสร้างแบบจำลองแสดงองค์ประกอบของระบบสุริยะ และอธิบายเปรียบเทียบคาบการโคจรของดาวเคราะห์ต่าง ๆ จากแบบจำลอง (Ministry of Education, 2017) จากหลักสูตรแกนกลางขั้นพื้นฐานได้ระบุไว้อย่างชัดเจนว่า นักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ต้องสร้างแบบจำลองแสดงองค์ประกอบของระบบสุริยะ และอธิบายเปรียบเทียบคาบการโคจรของดาวเคราะห์ต่าง ๆ ได้นั้น เหมือนจะเป็นเรื่องที่ยาก แต่ในความเป็นจริงแล้ว จากประสบการณ์ของผู้ทำวิจัย พบว่านักเรียนยังมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนในการสร้างแบบจำลองระบบสุริยะ ดังนั้นการศึกษาแบบจำลองทางความคิดของนักเรียน (Mental Model) จากการวาดภาพร่วมกับการสัมภาษณ์นักเรียนเป็นรายบุคคลจึงเป็นสิ่งที่สำคัญในการเปรียบเทียบแบบจำลองความคิดจากการวาดภาพการจำลองระบบสุริยะ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ทั้งก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนรู้ และเพื่อกระตุ้นความสนใจในการเรียนรู้ รวมถึงการส่งเสริมจินตนาการของนักเรียน การ์ดเกม หนังสือสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริงได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้อย่างมีประสิทธิภาพเพื่อเป็นประโยชน์ทางการศึกษาต่อไป

### วัตถุประสงค์การวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยให้นักเรียนสามารถสร้างแบบจำลองระบบสุริยะได้ถูกต้อง โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะร่วมกับสื่อการสอนที่หลากหลาย ประกอบด้วย การ์ดเกม และหนังสือสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง ซึ่งผู้วิจัยตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนเกี่ยวกับการสร้างแบบจำลองระบบสุริยะผ่านการวาดภาพ (แบบจำลองทางความคิดประเภทแบบจำลองภาพ)

### วิธีดำเนินการวิจัย

1) **รูปแบบการวิจัย** ผู้วิจัยได้ใช้แบบแผนการวิจัยแบบ One-group pretest-posttest design ใช้กลุ่มตัวอย่างเพียงกลุ่มเดียวทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

2) **ประชากร** ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนบ้านคำบาก อำเภอบุณฑริก จังหวัดอุบลราชธานี จำนวน 23 คน ได้มาโดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง

3) **เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย** ประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้แบบ GPAS 5 Steps ซึ่งเป็นแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ (Institute of Academic Development, 2020) มี 5 ขั้น ประกอบด้วย ขั้นสังเกตและรวบรวมข้อมูล (Gathering) ขั้นคิดวิเคราะห์และสรุปความรู้ (Processing) ขั้นปฏิบัติและสรุปความรู้หลังการปฏิบัติ (Applying and Constructing the Knowledge) ขั้นสื่อสารและนำเสนอ (Applying the Communication Skill) และขั้นประเมินเพื่อเพิ่มคุณค่าบริการสังคมและจิตสาธารณะ (Self-Regulating) สื่อการสอนที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นใช้ในแผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบด้วย การ์ดเกมถามตอบเกี่ยวกับระบบสุริยะ มีทั้งหมด 2 ชุด ชุดที่ 1 คือ ชุดคำถามเกี่ยวกับการจำลองและการโคจรของระบบสุริยะ ชุดที่ 2 คือชุดคำตอบที่ให้นักเรียนได้เลือกตอบ (ภาพที่ 1a) และหนังสือสามมิติ ร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง มีลักษณะเป็นหนังสือพับเก็บได้ เมื่อเปิดขึ้นมาจะพบคิวอาร์โค้ดจากแอปพลิเคชัน Galactic Explorer for Merge Cube เมื่อนักเรียนใช้สมาร์ตโฟนที่ลงแอปพลิเคชัน Galactic Explorer for Merge Cube และใช้กล้องหลังของสมาร์ตโฟนผ่านแอปพลิเคชันส่องไปที่คิวอาร์โค้ด จะแสดงภาพ 3 มิติของระบบสุริยะ (ภาพที่ 1b) ที่เชื่อมโยงกับเนื้อหาสาระการเรียนรู้ เรื่องระบบสุริยะ ซึ่งเป็นระบบที่มีดวงอาทิตย์เป็นศูนย์กลาง ประกอบด้วย ดาวเคราะห์บริวารทั้ง 8 ดวง (ดาวพุธ ดาวศุกร์ โลก ดาวอังคาร ดาวพฤหัสบดี

ดาวเสาร์ ดาวยูเรนัส และดาวเนปจูน) ดาวเคราะห์แคระ ดาวเคราะห์น้อย ดาวหาง และวัตถุขนาดเล็กอื่น ๆ โคจรรอบดวงอาทิตย์ และดาวเคราะห์แต่ละดวงใช้เวลาในการโคจรไม่เท่ากัน (Institute of Academic Development, 2020)



a) การ์ดเกม



b) หนังสือสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง

ภาพที่ 1 การ์ดเกมถามตอบเกี่ยวกับระบบสุริยะ (a)

และหนังสือสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง Galactic Explorer for Merge Cube (b)

เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบความเข้าใจนักเรียนเกี่ยวกับการสร้างแบบจำลองระบบสุริยะ ผู้วิจัยให้นักเรียนวาดภาพ (แบบจำลองทางความคิดประเภทแบบจำลองภาพ) และจัดกลุ่มความเข้าใจของนักเรียนก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ใน 4 ประเด็น ได้แก่ ศูนย์กลางของระบบสุริยะ ดาวเคราะห์บริวาร การโคจรและลักษณะอื่นๆ

**4) การเก็บรวบรวมข้อมูล** เก็บข้อมูลก่อนเรียนและหลังเรียน ระหว่างดำเนินการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบ GPAS 5 Steps ซึ่งประกอบไปด้วย 5 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสังเกตและรวบรวมข้อมูล (Gathering) (50 นาที) ครูและนักเรียนร่วมกันสนทนาเรื่องระบบสุริยะ ผ่านการใช้คำถามกระตุ้น “ระบบสุริยะในความเข้าใจของนักเรียนคืออะไร” ก่อนเรียนครูให้นักเรียนวาดภาพการจำลองระบบสุริยะตามความเข้าใจของนักเรียน แบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 4 กลุ่ม กลุ่มละ 5-6 คน แต่ละกลุ่มประกอบไปด้วยนักเรียนที่เรียนเก่ง 1 คน ปานกลาง 3 คน และอ่อน 1 คน ซึ่งกลุ่มที่เรียนอ่อนหมายถึงผู้เรียนที่บกพร่องต่อการเรียนรู้ เป็นกลุ่มที่ครูจัดไว้แล้วจากการวิเคราะห์นักเรียนเป็นรายบุคคล จากนั้นให้ตัวแทนกลุ่มมารับสื่อการสอนประกอบด้วย การ์ดเกม หนังสือสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริง ครูอธิบายวิธีใช้สื่อการสอน และให้เวลานักเรียนเรียนรู้ร่วมกันผ่านกระบวนการกลุ่ม ครูเป็นผู้สังเกตการณ์และคอยช่วยเหลือเมื่อนักเรียนเกิดปัญหา

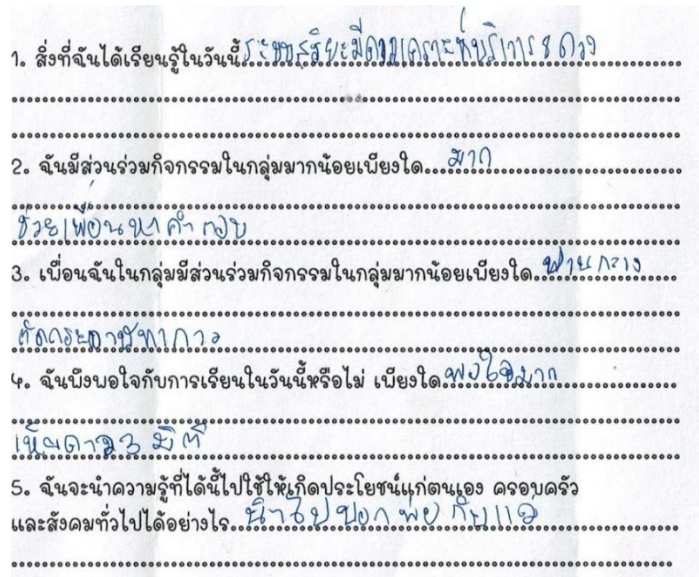
ขั้นที่ 2 ขั้นคิดวิเคราะห์และสรุปความรู้ (Processing) (10 นาที) ครูและนักเรียนร่วมกันวิเคราะห์และอภิปรายตอบคำถามร่วมกันหลังทำกิจกรรม ในประเด็นของการจำลองระบบสุริยะ อาทิเช่น “นอกจากโลกจะเป็นบริวารของดวงอาทิตย์แล้วยังมีดาวหรือวัตถุอื่น ๆ ที่เป็นบริวารของดวงอาทิตย์อีกหรือไม่” “ดาวเคราะห์ที่มีขนาดเล็กที่สุด” “ดาวเคราะห์ที่อยู่ใกล้ดวงอาทิตย์มากที่สุด” เป็นต้น เพื่อให้นักเรียนจับประเด็นการจำลองระบบสุริยะได้ถูกต้องมากที่สุด

ขั้นที่ 3 ขั้นปฏิบัติและสรุปความรู้หลังการปฏิบัติ (Applying and Constructing the Knowledge) (30 นาที) หลังเรียนครูให้นักเรียนวาดภาพการจำลองระบบสุริยะ

ขั้นที่ 4 ขั้นสื่อสารและนำเสนอ (Applying the Communication Skill) (20 นาที) ครูให้นักเรียนแต่ละคนอธิบายภาพวาดการจำลองระบบสุริยะเป็นรายบุคคล

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินเพื่อเพิ่มคุณค่าบริการสังคมและจิตสาธารณะ (Self-Regulating) (10 นาที) ครูให้นักเรียนเลือกผลงานที่ดีที่สุด 5 ผลงาน เพื่อจัดแสดงที่ป้ายนิเทศหน้าชั้นเรียน จากนั้นให้นักเรียนแต่ละคนเขียนความประทับใจหรือความรู้ที่ได้เรียนในวันนี้ (ดังภาพที่ 3)

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินเพื่อเพิ่มคุณค่าบริการสังคมและจิตสาธารณะ (Self-Regulating) (10 นาที) ครูให้นักเรียนเลือกผลงานที่ดีที่สุด 5 ผลงาน เพื่อจัดแสดงที่ป้ายนิเทศหน้าชั้นเรียน จากนั้นให้นักเรียนแต่ละคนเขียนความประทับใจหรือความรู้ที่ได้เรียนในวันนี้ (ดังภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 ตัวอย่างการเขียนแสดงความรู้สึก และความรู้ที่ได้เรียนของนักเรียน

5) การวิเคราะห์ข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูลระดับคุณภาพ ของแบบจำลองทางความคิด (Mental Model) เรื่อง การจำลองระบบสุริยะ ผู้วิจัยนำข้อมูลจากการวาดภาพการจำลองระบบสุริยะ มาวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพใน 4 ประเด็นหลักคือ ศูนย์กลางของระบบสุริยะ ดาวเคราะห์บริวาร การโคจร และลักษณะอื่นๆ ใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบประเมินตรวจสอบรายการความเข้าใจแนวคิดเรื่องการจำลองระบบสุริยะ จากนั้นนำมาจัดกลุ่มการจำลองทางความคิดโดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีแนวคิดถูกต้อง และกลุ่มที่มีแนวคิดไม่ถูกต้องจากการเปรียบเทียบผลก่อนเรียนและหลังเรียน

ผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลจากการวาดภาพการจำลองระบบสุริยะ นำมาตีความประกอบการสัมภาษณ์เป็นรายบุคคล โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบประเมินตรวจสอบรายการความเข้าใจแนวคิดเรื่องการจำลองระบบสุริยะ สำหรับกลุ่มที่มีแนวคิดถูกต้องการจำลองทางความคิดจากการวาดภาพการจำลองระบบสุริยะก่อนเรียนและหลังเรียน แสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 กลุ่มที่มีแนวคิดถูกต้องการจำลองทางความคิด จากการวาดภาพการจำลองระบบสุริยะ ก่อนเรียนและหลังเรียน

| ประเด็นการประเมิน      | แนวคิดหลัก                                                                                            | ความถี่ของนักเรียนที่ตอบทั้งหมด |           |
|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-----------|
|                        |                                                                                                       | ก่อนเรียน                       | หลังเรียน |
| ศูนย์กลางของระบบสุริยะ | <input checked="" type="checkbox"/> ดวงอาทิตย์อยู่ตรงกลาง                                             | 12                              | 23        |
|                        | <input checked="" type="checkbox"/> ดวงอาทิตย์มีขนาดใหญ่ที่สุด                                        | 20                              | 23        |
| ดาวเคราะห์บริวาร       | <input checked="" type="checkbox"/> ดาวเคราะห์มี 8 ดวง                                                | 1                               | 23        |
|                        | <input checked="" type="checkbox"/> ขนาดของดาวเคราะห์                                                 | 0                               | 23        |
|                        | <input checked="" type="checkbox"/> ลำดับของดาวเคราะห์                                                | 0                               | 23        |
|                        | <input checked="" type="checkbox"/> ระยะห่างระหว่างดาวเคราะห์ไม่เท่ากัน                               | 11                              | 23        |
| การโคจร                | <input checked="" type="checkbox"/> ดวงอาทิตย์ไม่โคจร                                                 | 20                              | 23        |
|                        | <input checked="" type="checkbox"/> ดาวเคราะห์โคจรรอบดวงอาทิตย์                                       | 2                               | 23        |
|                        | <input checked="" type="checkbox"/> ดาวเคราะห์ใช้เวลาการโคจรไม่เท่ากัน                                | 2                               | 23        |
| ลักษณะอื่นๆ            | <input checked="" type="checkbox"/> มีแถบดาวเคราะห์น้อยระหว่างดาวอังคารและดาวพฤหัสบดี                 | 0                               | 23        |
|                        | <input checked="" type="checkbox"/> มีดาวหาง ดาวเคราะห์แคระ ดาวเคราะห์น้อย เป็นส่วนหนึ่งของระบบสุริยะ | 0                               | 23        |

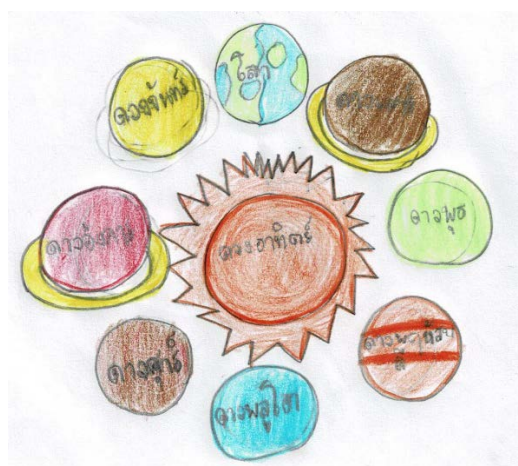
จากการจัดแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนเทียบกับเกณฑ์การประเมิน พบว่าการจัดกลุ่มแบบจำลองทางความคิดการจำลองระบบสุริยะของนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีแนวคิดที่ถูกต้องและกลุ่มที่มีแนวคิดไม่ถูกต้อง ตามเกณฑ์การให้คะแนนแบบประเมินตรวจสอบรายการความเข้าใจแนวคิดการจำลองระบบสุริยะใน 4 ประเด็นหลักคือ

1) **ศูนย์กลางของระบบสุริยะ** ความถี่ของคำตอบในประเด็นย่อยก่อนเรียนของแนวคิดหลัก คือ ดวงอาทิตย์อยู่ตรงกลาง ก่อนเรียนมีความถี่ของคำตอบ 12 คน หลังเรียนมีความถี่ของคำตอบเพิ่มขึ้น 11 คน ดวงอาทิตย์มีขนาดใหญ่ที่สุด ก่อนเรียนมีความถี่ของคำตอบ 20 คน หลังเรียนมีความถี่ของคำตอบเพิ่มขึ้น 3 คน

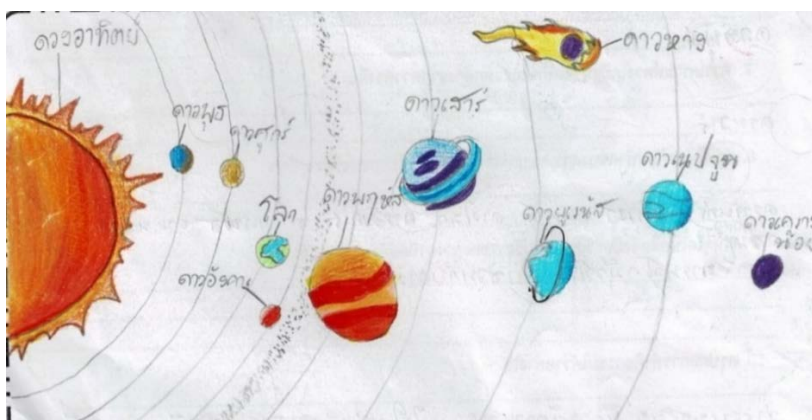
2) **ดาวเคราะห์บริวาร** ความถี่ของคำตอบในประเด็นย่อยก่อนเรียนของแนวคิดหลัก คือ ดาวเคราะห์มี 8 ดวง ก่อนเรียนมีความถี่ของคำตอบ 1 คน หลังเรียนมีความถี่ของคำตอบเพิ่มขึ้น 22 คน ขนาดของดาวเคราะห์ก่อนเรียนมีความถี่ของคำตอบไม่ถูกต้องหมดทุกคน หลังเรียนมีความถี่ของคำตอบถูกต้องหมดทุกคน ลำดับของดาวเคราะห์ก่อนเรียนมีความถี่ของคำตอบไม่ถูกต้องหมดทุกคน หลังเรียนมีความถี่ของคำตอบถูกต้องหมดทุกคน และระยะห่างระหว่างดาวเคราะห์ไม่เท่ากันก่อนเรียนมีความถี่ของคำตอบ 11 คน หลังเรียนมีความถี่ของคำตอบเพิ่มขึ้น 12 คน

3) **การโคจร** ความถี่ของคำตอบในประเด็นย่อยก่อนเรียนของแนวคิดหลัก คือ ดวงอาทิตย์ไม่โคจรรอบดวงอาทิตย์ก่อนเรียนมีความถี่ของคำตอบ 20 คน หลังเรียนมีความถี่ของคำตอบเพิ่มขึ้น 3 คน ดาวเคราะห์โคจรรอบดวงอาทิตย์ก่อนเรียนมีความถี่ของคำตอบ 2 คน หลังเรียนมีความถี่ของคำตอบเพิ่มขึ้น 21 คน และดาวเคราะห์ใช้เวลาในการโคจรไม่เท่ากัน ก่อนเรียนมีความถี่ของคำตอบ 2 คน หลังเรียนมีความถี่ของคำตอบเพิ่มขึ้น 21 คน

4) **ลักษณะอื่นๆ** ความถี่ของคำตอบในประเด็นย่อยก่อนเรียนของแนวคิดหลัก คือ มีแถบดาวเคราะห์น้อยระหว่างดาวอังคาร และดาวพฤหัสบดีก่อนเรียนมีความถี่ของคำตอบไม่ถูกต้องหมดทุกคน หลังเรียนมีความถี่ของคำตอบถูกต้องหมดทุกคน และมีดาวหาง ดาวเคราะห์แคระ ดาวเคราะห์น้อยเป็นส่วนหนึ่งของระบบสุริยะก่อนเรียนมีความถี่ของคำตอบไม่ถูกต้องหมดทุกคน หลังเรียนมีความถี่ของคำตอบที่ถูกต้องหมดทุกคน ตัวอย่างคำตอบในภาพที่ 3 และภาพที่ 4



ภาพที่ 3 ตัวอย่างกลุ่มแบบจำลองทางความคิดก่อนเรียนที่มีประเด็นย่อยที่ถูกต้องบางส่วน ได้แก่ ดวงอาทิตย์อยู่ตรงกลางและดวงอาทิตย์มีขนาดใหญ่ที่สุด



ภาพที่ 4 ตัวอย่างกลุ่มแบบจำลองทางความคิดที่มีประเด็นย่อยที่ถูกต้องทุกประเด็น หลังเรียน

สำหรับกลุ่มที่มีแนวคิดไม่ถูกต้องในการจำลองระบบสุริยะก่อนเรียนและหลังเรียน แสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 กลุ่มแนวคิดไม่ถูกต้องการจำลองทางความคิด จากการวาดภาพการจำลองระบบสุริยะ ก่อนเรียนและหลังเรียน

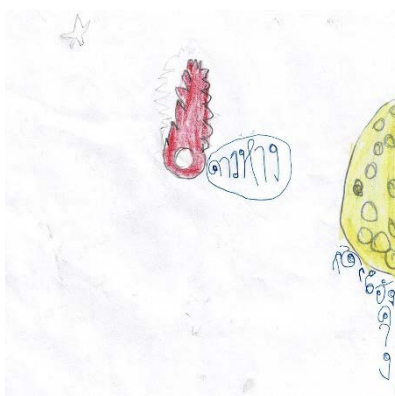
| ประเด็นการ<br>ประเมิน      | แนวคิดหลัก                                                                                  | ความถี่ของนักเรียนที่ตอบทั้งหมด |           |
|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-----------|
|                            |                                                                                             | ก่อนเรียน                       | หลังเรียน |
| ศูนย์กลางของ<br>ระบบสุริยะ | <input checked="" type="checkbox"/> โลกเป็นศูนย์กลาง                                        | 3                               | 0         |
| ดาวเคราะห์                 | <input checked="" type="checkbox"/> ดวงจันทร์เป็นดาวเคราะห์                                 | 23                              | 0         |
| บริวาร                     | <input checked="" type="checkbox"/> ดาวหางเป็นดาวเคราะห์                                    | 3                               | 0         |
|                            | <input checked="" type="checkbox"/> ดาวเคราะห์มีขนาดไม่ถูกต้อง                              | 23                              | 0         |
|                            | <input checked="" type="checkbox"/> ระบุชื่อดาวเคราะห์ แต่ลำดับชื่อดาวเคราะห์<br>ไม่ถูกต้อง | 23                              | 0         |
| การโคจร                    | <input checked="" type="checkbox"/> ดาวเคราะห์ไม่โคจรรอบดวงอาทิตย์                          | 21                              | 0         |
| ลักษณะอื่นๆ                | -                                                                                           | -                               | -         |

กลุ่มที่มีแนวคิดไม่ถูกต้องประกอบด้วยประเด็นหลัก 4 ประเด็น และมีหนึ่งประเด็นหลักที่นักเรียนไม่ได้มีคำตอบ คือ ประเด็นหลักในข้อลักษณะอื่นๆ ส่วนอีก 3 ประเด็น มีแนวคิดไม่ถูกต้องดังนี้

1) **ศูนย์กลางของระบบสุริยะ** ความถี่ของคำตอบในประเด็นย่อยก่อนเรียนของแนวคิดหลัก คือ โลกเป็นศูนย์กลางของระบบสุริยะก่อนเรียนมีความถี่ของคำตอบ 3 คน หลังเรียนนักเรียนทุกคนเข้าใจว่าดวงอาทิตย์เป็นศูนย์กลางของระบบสุริยะ

2) **ดาวเคราะห์บริวาร** ความถี่ของคำตอบในประเด็นย่อยก่อนเรียนของแนวคิดหลัก คือ ดวงจันทร์เป็นดาวเคราะห์ ความถี่ของคำตอบ 23 คน หลังเรียนนักเรียนทุกคนเข้าใจว่าดวงจันทร์เป็นดาวบริวารของดาวเคราะห์ ดาวหางเป็นดาวเคราะห์ (ภาพที่ 6) ความถี่ของคำตอบ 3 คน หลังเรียนนักเรียนทุกคนเข้าใจว่าดาวหางเป็นส่วนหนึ่งของระบบสุริยะ ดาวเคราะห์มีขนาดไม่ถูกต้อง ความถี่ของคำตอบของนักเรียนก่อนเรียนทั้งหมดวาดดาวเคราะห์มาครบทุกคน แต่ขนาดของดาวเคราะห์ไม่สัมพันธ์กับชื่อของดาวเคราะห์ เช่น ดาวเคราะห์มีขนาดเท่ากันหมด และก่อนเรียนนักเรียนระบุชื่อดาวเคราะห์ แต่ลำดับชื่อดาวเคราะห์ไม่ถูกต้องทั้งหมดทุกคน หลังเรียนนักเรียนสามารถระบุชื่อดาวเคราะห์ตามลำดับได้ครบทุกคน

3) **การโคจร** ความถี่ของคำตอบในประเด็นย่อยก่อนเรียนของแนวคิดหลัก คือ ดาวเคราะห์ไม่โคจรรอบดวงอาทิตย์ ก่อนเรียนมีความถี่ของคำตอบ 21 คน หลังเรียนนักเรียนทุกคนเข้าใจว่าดาวเคราะห์โคจรรอบดวงอาทิตย์ ตัวอย่างคำตอบแสดงในภาพที่ 5



ภาพที่ 5 ตัวอย่างภาพแนวคิดที่ไม่ถูกต้องในประเด็น ดวงจันทร์และดาวหางเป็นดาวเคราะห์

## อภิปรายผล

จากการศึกษาเปรียบเทียบแบบจำลองทางความคิดจากการวาดภาพ การจำลองระบบสุริยะ ร่วมกับการสัมภาษณ์นักเรียนเป็นรายบุคคล ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 23 คน โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบประเมินตรวจสอบรายการความเข้าใจแนวคิดเรื่องการจำลองระบบสุริยะใน 4 ประเด็นหลัก คือ ศูนย์กลางของระบบสุริยะ ดาวเคราะห์บริวาร

การโคจร และลักษณะอื่นๆ พบว่า มีกลุ่มแนวคิดการจำลองระบบสุริยะเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีแนวคิดถูกต้องตามเกณฑ์การประเมินในแนวคิดหลักถูกต้อง ก่อนเรียนเปรียบเทียบกับหลังเรียน พบว่า แนวคิดหลักในประเด็นย่อยต่างๆ ที่ถูกต้องนั้นหลังเรียนมีนักเรียนทุกคนเข้าใจแนวคิดหลักถูกต้องเพิ่มขึ้นครบทุกคน และกลุ่มแนวคิดไม่ถูกต้องในแนวคิดหลักในประเด็นย่อยต่างๆ มีหนึ่งประเด็นย่อยหนึ่งประเด็นที่น่าสนใจ คือ นักเรียนทุกคนเข้าใจว่า ดวงจันทร์เป็นดาวเคราะห์ เนื่องจากนักเรียนมองเห็นดวงจันทร์บนท้องฟ้าทุกวัน ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้นักเรียนเข้าใจคลาดเคลื่อน เมื่อเปรียบเทียบกับก่อนเรียนกับหลังเรียนพบว่า หลังเรียนนักเรียนมีแนวคิดถูกต้องตามประเด็นการประเมินตามเกณฑ์การให้คะแนนแบบประเมินตรวจสอบรายการความเข้าใจแนวคิดเรื่องการจำลองระบบสุริยะใน 4 ประเด็นหลักทุกคน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย ที่ศึกษาแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนจากการวาดภาพร่วมกับการสัมภาษณ์นักเรียน โดยจัดจำแนกกลุ่มนักเรียนเป็นกลุ่มต่างๆ (Suttakun and Ladachart, 2013; Jantrasee and Kanamuang, 2018)

การที่นักเรียนมีพัฒนาการแบบจำลองทางความคิดที่ดีขึ้น เนื่องจาก สื่อที่นำมาใช้เป็นสื่อกลางที่ช่วยให้นักเรียน เรียนรู้ ได้ดียิ่งขึ้น เข้าใจเนื้อหาได้ตรงประเด็น ซึ่งเป็นไปตามแนวคิดที่กล่าวว่า สื่อมีส่วนช่วยเชื่อมโยงความรู้ช่วยให้นักเรียนสามารถพัฒนาความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางความคิดได้ดีขึ้น (ศักดิ์ศรี สุภาพร, 2555; Steve et al, 2011) และสื่อเสมือนจริงช่วยส่งเสริมการศึกษา ส่งเสริมการเรียนรู้ และช่วยกระตุ้นนักเรียนให้มีส่วนร่วมในชั้นเรียน อีกทั้งการดเกมนำมาใช้ประกอบการจัดการเรียนการสอน ก็เป็นสื่อที่ช่วยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในบทเรียน และเรียนอย่างมีความสุข สนุกสนาน เพราะเกมเป็นทางเลือกของสื่อการเรียนรู้ที่จะทำให้นักเรียน เรียนเนื้อหาในบทเรียนอย่างมีความสุข และการจัดการเรียนรู้โดยใช้เกมส่งเสริมความสำเร็จในการเรียนรู้เป็นอย่างสูง (Wuttisela, 2011; Muntean et al., 2017) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Suwancanit (2017) ผลของการศึกษาพบว่าการใช้การ์ดเกมในการจัดการเรียนการสอนช่วยให้นักเรียนมีความผ่อนคลาย สนุกสนาน พร้อมทั้งจะรับรู้สิ่งที่สอนสอดแทรกไปในระหว่างทำกิจกรรม แตกต่างจากเดิมที่เป็นเพียงผู้สอนพูดเป็นฝ่ายเดียวในหน้าชั้นเรียน เปิดโอกาสให้มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันระหว่างนักเรียนด้วยตนเอง และทำให้นักเรียนกล้าที่จะพูดคุย สอบถามกับผู้สอน

นอกจากนี้แล้วการสอนโดยใช้สื่อหนังสือสามมิติประสบผลสำเร็จ เพราะมีสีสันสวยงาม น่าอ่าน แสดงภาพที่ตื่นตาตื่นใจสำหรับนักเรียน ซึ่งมีความใกล้เคียงบางส่วนกับงานวิจัยของ Kaewprasong (2014) ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้หนังสือสามมิติ ร่วมกับเทคโนโลยีควาร์โค้ดเรื่องระบบสุริยะสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ในด้านต่างๆ แสดงให้เห็นว่าโดยรวมแล้วนักเรียนมีความพึงพอใจมาก และสนุกสนานกับการเรียนรู้ด้วยหนังสือที่แตกต่างไปจากหนังสือเรียนทั่วไปทั้งนี้ อาจเป็นเพราะว่าหนังสือสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีควาร์โค้ดมีภาพภาพประกอบสวยงาม มีวิทัศน์ประกอบเพิ่มความเข้าใจ และดึงดูดความสนใจของนักเรียนทำให้นักเรียนสนใจไม่เบื่อหน่าย และมีความกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้ด้วยตนเองได้อย่างสนุกสนาน

และเทคโนโลยีเสมือนจริงก็มีส่วนช่วยให้นักเรียนมีแบบจำลองทางความคิดที่พัฒนาขึ้น เนื่องจาก เทคโนโลยีเสมือนจริงแสดงระบบสุริยะในภาพสามมิติ มีความสวยงาม สมจริง นักเรียนมีความกระตือรือร้นที่จะเรียน สร้างแบบจำลองทางความคิดได้ง่าย สอดคล้องกับงานวิจัย ที่พบว่าการเรียนรู้ผ่านแอปพลิเคชันสื่อเสริมการเรียนรู้ระบบสุริยะ ด้วยสื่อเทคโนโลยีเสมือนจริงนั้น ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ มีความร่วมมือในการทำกิจกรรม มีการช่วยเหลือกันและกันเป็นอย่างดี เพิ่มความสนใจในการเรียน ทำให้การเรียนการสอนเกิดความสุข ไม่น่าเบื่ออีกต่อไป อีกทั้งผู้เรียนได้เห็นภาพที่ชัดเจนในเรื่องระบบสุริยะจักรวาล สามารถเรียนรู้ได้เอง เกิดความสนุกสนานในการเรียน นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการใช้อุปกรณ์ในระดับมาก และมากที่สุด (Chotchuan et al., 2019; Warapo and Tangtong, 25019; Wannakhao et al., 2020)

นอกจากสื่อที่ช่วยให้นักเรียนมีแบบจำลองทางความคิดที่พัฒนาขึ้นแล้ว ส่วนหนึ่งที่สำคัญคือการให้นักเรียนจำลองทางความคิดได้ คือ การวาดภาพ เพราะนักเรียนรู้สึกสบายใจมากกว่าการเขียนเป็นข้อความ หรือการทำข้อสอบ และการวาดภาพส่งผลต่อนักเรียนกลุ่มอ่อนที่บกพร่องต่อการเรียนรู้ อ่านไม่ออกเขียนไม่ได้ นักเรียนกลุ่มนี้จะมีความสบายใจ และเรียนด้วยความผ่อนคลายมากขึ้น มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมทุกอย่าง เพราะถึงแม้ว่านักเรียนกลุ่มนี้จะอ่านไม่ออก เขียนไม่ได้ แต่สามารถวาดภาพได้ ไม่ส่งกระดาษเปล่ากลับมา แต่กลับตั้งใจทำใบงาน สรุปลงความรู้อย่างเต็มที่ มีส่วนร่วมกับกิจกรรมในห้อง ทำให้กิจกรรมในห้องดำเนินไปด้วยความสะดวกและส่งเสริมบรรยากาศในการเรียนการสอนได้เป็นอย่างดี

## สรุปผลการวิจัย

การศึกษาเปรียบเทียบแบบจำลองทางความคิดจากการวาดภาพ การจำลองระบบสุริยะ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้การ์ดเกม หนังสือสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริงพบว่าแบบจำลองทางความคิด (Mental Model) โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบประเมินตรวจสอบรายการความเข้าใจแนวคิดเรื่องการจำลองระบบสุริยะใน 4 ประเด็นหลัก คือ ศูนย์กลางของระบบสุริยะ ดาวเคราะห์บริวาร การโคจรและลักษณะอื่นๆ ของนักเรียนเปรียบเทียบก่อนเรียน และหลังเรียน แบ่ง

ออกเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มที่มีแนวคิดที่ถูกต้อง และกลุ่มที่มีแนวคิดไม่ถูกต้อง ซึ่งหลังการจัดการเรียนรู้แล้ว กลุ่มที่มีแนวคิดที่ถูกต้องมีแนวคิดที่ความถี่ของคำตอบของแนวคิดที่ถูกต้องเพิ่มขึ้นทุกคน และกลุ่มที่มีแนวคิดไม่ถูกต้อง หลังการจัดการเรียนรู้ นักเรียนเข้าใจการจำลองระบบสุริยะได้ถูกต้องครบทุกประเด็น

ซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้ ค้นพบว่าการศึกษาแบบจำลองทางความคิดจากการวาดภาพ เรื่องระบบสุริยะ โดยใช้สื่อการ์ตูน หนังสือสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริงมีข้อดีในการส่งเสริมให้ผู้เรียนกลับมาสนใจ และมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

### ข้อเสนอแนะ

การจัดการเรียน การสอนโดยใช้การ์ตูน หนังสือสามมิติร่วมกับเทคโนโลยีเสมือนจริงเป็นเพียงอีกหนึ่งวิธีการที่ช่วยพัฒนาแบบจำลองทางความคิด (Mental Model) ของนักเรียน ควรลองใช้การจัดการเรียนรู้ที่หลากหลายวิธี เพื่อช่วยพัฒนาแบบจำลองทางความคิดของนักเรียนให้ดียิ่งขึ้น

### กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยในครั้งนี้สำเร็จล่วงได้ด้วยความรู้และความอนุเคราะห์อย่างยิ่งจากอาจารย์ที่ปรึกษาและอาจารย์ประจำหลักสูตรวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษาทุกท่าน ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ แก้ไข และติดตามการทำวิจัยครั้งนี้ ด้วยดีเสมอมา นับตั้งแต่เริ่มต้นจนสำเร็จเรียบร้อยสมบูรณ์ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

### เอกสารอ้างอิง

- Acher, A., Arcà, M., and Sanmartí, N. (2007). Modeling as a teaching learning process for understanding materials: A case study in primary education. *Science education*, 91(3), 398-418.
- Chotchuang, V. Parkasem, C. and Saisaeng, V. (2019). Development of an Augmented Reality Technology Application to Enhance Knowledge on the Solar System (in Thai). In *The 7<sup>th</sup> Academic Science and Technology Conference “Health Promotion Through Research Integration and Innovation”* (pp. 1637-1645). Pathum Thani: Rangsit University
- Gilbert, J. K. (2005). Visualization: A metacognitive skill in science and science education. In *Visualization in science education* (pp. 9-27). Springer: Dordrecht.
- Glynn, S. (1997). Drawing mental models. *The Science Teacher*, 64(1), 30.
- Harrison, A. G., and Treagust, D. F. (1996). Secondary students' mental models of atoms and molecules: Implications for teaching chemistry. *Science education*, 80(5), 509-534.
- Institute of Academic Development (IAD). (2020). *A teacher's manual for use with science and technology textbooks. Grade 4* (in Thai). Bangkok: Institute of Academic Development (IAD) Press.
- Jantrasee, R. and Kanamuang, N. (2018). Model-centered instruction sequence of evaporation on grade 10 students' scientific modeling (in Thai). *Journal of Science and Science Education*, 1(1), 86-96.
- Johnson-Laird, P. N. (1983). *Mental models: Towards a cognitive science of language, inference, and consciousness (No. 6)*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Kaewprasong, R. (2014). The Development of 3D Pop-Up Book Together with QR Code Subject of the Solar System for Prathomsuksa 4 (in Thai). *Master's Thesis*. Phitsanulok: Naresuan University
- Ministry of Education. (2017). *Indicators and Curriculum in the Science, revised 2017, according to the Basic Education Core Curriculum, B.E. 2551* (in Thai). Bangkok: The Agricultural Cooperative Federation of Thailand.
- Muntean, C. H., Andrews, J., and Muntean, G. M. (2017, July). Final frontier: an educational game on solar system concepts acquisition for primary schools. In *IEEE 17<sup>th</sup> International Conference on Advanced Learning Technologies* (pp.335-337). Timisoara: Romania
- Steve, Y., Gallayane, Y., and Erik, J. (2011). Augmented reality: An overview and five directions for AR in education. *Journal of Educational Technology Development and Exchange*, 4(1), 119-140.

- Supasorn, S. (2012). Roles of Mental Models in Learning Chemistry at Molecular Level (in Thai). **Journal of Education Khon Kaen University**, 35(1), 1-7.
- Suttakun, L. and Ladachart, L. (2013). Sixth Graders' Mental Model about Magnet and Magnetic Force (in Thai). **Humanity and Social Science Journal, Ubon Ratchthani University**, 4(1), 90-105.
- Suwancanit, T. (2017). Card Game Design to Understand Communication Design Curriculum Overview (in Thai). In **Proceedings of Naresuan Research Conference 13 : Research and Innovation Driving the Economy and Society** (pp. 1700 – 1715). Phitsanulok: Naresuan University
- Wannakhao, C., Sengsri, S. and Wachirasukmongkol, B. (2020). The Effects of Using Augmented Reality Media on Pratomsuksa 4 Students Learning in Science Subject on The Topic "Solar System" (in Thai). **Journal of Education Naresuan University**, 22(4), 50-61.
- Warapo, A., and Tangtong, O. (2019). Learning Media for Planets in the Solar System with AR technology. Case studies of Students. Grade 4, cram school IMaths & Robots child's Lopbur (in Thai). **Journal of Project in Computer Science and Information Technology**, 5(2), 77-83.
- Wuttisela, K. (2011). Card Games for Teaching Elements and Compounds (in Thai). **Journal of Research Unit on Science, Technology and Environment for Learning**, 2(2), 132-137.