

การเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต และอธิบายเสริมด้วยเทคนิคการใช้คำถาม
ต่อความเข้าใจโมทัศน์การเปลี่ยนแปลงของสาร
ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

Predict- Observe - Explain Learning Model Supplemented with
Questioning Technique to Students' Conceptual Understanding
on Change of Substances for Grade 5 Students

ธัญภัก สารีโท¹, หนูกร ปฐมพรพร²
Thanyaphak Sareetho¹, Nookorn Pathommapas²

Receive: 16 กันยายน 2566 Revised: 31 ตุลาคม 2566 Accepted: 6 พฤศจิกายน 2566

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาเปรียบเทียบความเข้าใจโมทัศน์การเปลี่ยนแปลงของสาร ก่อนเรียนและหลังเรียน และการเปลี่ยนความเข้าใจโมทัศน์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 30 คน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนประถมศึกษาขนาดกลางแห่งหนึ่งในจังหวัดอุดรธานี เลือกกลุ่มตัวอย่างโดยการสุ่มแบบกลุ่ม มีการใช้แบบแผนการวิจัยแบบกลุ่มเดียวทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน เครื่องมือในการวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต และอธิบายเสริมด้วยเทคนิคการใช้คำถาม เรื่องการเปลี่ยนแปลงของสาร จำนวน 5 แผน 2) แบบวัดความเข้าใจโมทัศน์การเปลี่ยนแปลงของสาร ซึ่งเป็นข้อสอบแบบวินิจัย 2 ระดับ วิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์ความถี่ ค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และทดสอบสมมติฐานโดยใช้การทดสอบแบบทีไม้อิสระ (t-test for dependent samples) การทดสอบไคสแควร์แบบ McNemar ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนมีความเข้าใจโมทัศน์การเปลี่ยนแปลงของสาร หลังเรียน ($\bar{X}$ = 9.60 หรือคิดเป็นร้อยละ 64) สูงกว่าก่อนเรียน ($\bar{X}$ = 4.03 หรือคิดเป็นร้อยละ 26.89) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 2) นักเรียนมีการเปลี่ยนความเข้าใจโมทัศน์ที่ไม่สอดคล้องเป็นความเข้าใจโมทัศน์ที่สอดคล้องกับโมทัศน์การเปลี่ยนแปลงของสารมากขึ้นจากร้อยละ 35.33 เป็นร้อยละ 64.67 และนักเรียนร้อยละ 60.67 มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจโมทัศน์เปลี่ยนแปลงในเชิงบวก (+) กล่าวคือมีการเปลี่ยนความเข้าใจโมทัศน์จากระดับต่ำไปเป็นระดับที่สูงขึ้น

¹ นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี ; Master Student of Education Program in Science Education, Faculty of Education, Udon Thani Rajabhat University, Thailand; e-mail: thanyaphak.noon2209@gmail.com

² ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร., มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี; Assistant Professor Dr., Udon Thani Rajabhat University, Thailand.

คำสำคัญ: การทำนาย สังเกต และอธิบาย, เทคนิคการใช้คำถาม, ความเข้าใจนิทัศน์,
การเปลี่ยนแปลงของสาร

ABSTRACT

The objectives of this research were: to study and compare the students' understandings about the change of substances concepts before and after learning, and to study the changing of understanding concepts of 30 grade 5 students in the 1st semester of the 2023 academic year in a medium-sized primary school in Udon Thani Province. The sample were selected by using cluster random sampling technique. The one group pretest-posttest design was employed in this study. The research instruments were: 1) 5 lesson plans on predict- observe - explain learning model supplemented with questioning technique about via change of substances concepts, and 2) Two-tier diagnostic test to measure the students' understandings. The collected data were statistically analyzed for frequency, mean, percentage and standard deviation. T-test for dependent sample and McNemar test were used for hypothesis testing. The findings of this research were as follows: 1) Students' understandings about the change of substances concepts after learning were significantly higher than before studying at the statistical significance level of .01. 2) The number of students changing their understandings from non- scientific view to scientific view was greater than the number of those changing from scientific to non-scientific view from 35.33% to 64.67% and 60.67% of students tended to change their understanding concepts in a positive way (+), that is, there were understandings from lower to higher levels.

KEYWORDS: Predict– observe– explain (POE), Questioning technique, Conceptual understanding, Change of substances

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วิทยาศาสตร์เป็นเรื่องของการเรียนรู้เกี่ยวกับธรรมชาติ โดยมนุษย์ใช้กระบวนการสังเกต สืบค้น ตรวจสอบ และการทดลองเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติแล้วนำผลที่ได้มาจัดระบบหลักการ แนวคิด และทฤษฎี วิทยาศาสตร์จึงมีบทบาทสำคัญต่อสังคมโลกแห่งการเรียนรู้แบบไม่มีสิ้นสุด เพื่อให้เข้าใจและติดตามการเปลี่ยนแปลงของโลกที่พัฒนาไปอย่างรวดเร็ว ตลอดจนความเข้าใจในการดูแลรักษา พัฒนาทรัพยากรธรรมชาติของโลกอย่างสมดุลและยั่งยืน อีกทั้งการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ยังช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการคิดพัฒนาเศรษฐกิจ ภูมิแ่งสำคัญในการทำใหสังคมโลกมีคุณภาพชีวิตที่ดี และใช้ชีวิตร่วมกันได้อย่างมีความสุข ดังนั้นการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์จึงมุ่งเน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้และค้นพบด้วยตนเองมากที่สุด นั่นคือให้เกิดการเรียนรู้ทั้งกระบวนการและองค์ความรู้

ส่วนสำคัญของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์คือการมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นรากฐานความเข้าใจวิทยาศาสตร์ในเรื่องนั้น ๆ มโนทัศน์เป็นนามธรรมที่เกิดจากการหาความรู้จากปรากฏการณ์หรือความสัมพันธ์ต่าง ๆ ซึ่งมีประโยชน์ต่อการศึกษาโลกธรรมชาติ ดังนั้นการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ต้องเน้นให้นักเรียนมีมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ต่อเรื่องที่ศึกษา เนื่องจากความเข้าใจมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ และการพัฒนาผู้เรียนในด้านองค์ความรู้เกี่ยวกับหลักเกณฑ์ หลักการ หรือข้อจำกัดในเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์มีความสำคัญต่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ (สสวท., 2556: 2) ซึ่งมีมโนทัศน์เป็นสิ่งที่มียู่แล้วในโครงสร้างทางปัญญา เมื่อผู้เรียนได้เรียนรู้สิ่งใหม่จะทำให้เกิดกระบวนการนำเอามโนทัศน์ที่มีอยู่เดิมมาสัมพันธ์กับสิ่งที่พบหรือได้เรียน ส่งผลให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างมีความหมาย แต่หากมโนทัศน์ที่เกิดขึ้นนั้นเป็นความคิดที่ไม่สอดคล้องกับหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่นักวิทยาศาสตร์ยอมรับ ไม่มีเหตุผลเพียงพอ มโนทัศน์นั้นถือว่าเป็นมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน จะทำให้ผู้เรียนเรียนรู้แบบท่องจำเท่านั้น (Ausubel, 1986: 43) หากผู้เรียนจะเกิดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง หรือมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อนนั้นขึ้นอยู่กับความรู้และประสบการณ์เดิมของผู้เรียน เนื่องจากความรู้เดิมเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเรียนรู้เรื่องใหม่ (ยุพาพร เลาสัตย์, 2553: 84) การได้รับความรู้จากครูที่มีความเข้าใจไม่เพียงพอในมโนทัศน์ที่สอน มีการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่ไม่เอื้อต่อการสร้างมโนทัศน์ในเรื่องนั้น ๆ (Swan, 2001: 148) ซึ่งในโรงเรียนที่ผู้วิจัยได้ศึกษามีปัญหาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ไม่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เห็นได้จากผลการทดสอบ O-NET กลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนที่ผู้วิจัยปฏิบัติงาน 3 ปีย้อนหลังมีคะแนนเฉลี่ยระดับโรงเรียนต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของประเทศในทุกปี จากผลรายงานพบว่า มาตรฐานการเรียนรู้ที่โรงเรียนควรเร่งพัฒนาเนื่องจากคะแนนเฉลี่ยของโรงเรียนต่ำคือมาตรฐานที่ ว 2.1 ตัวอย่างมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในเนื้อหาเช่น การละลายและการหลอมเหลวมีความหมายอย่างเดียวกันคือสารเปลี่ยนจากของแข็งเป็นของเหลว เช่น น้ำแข็งกลายเป็นน้ำเรียกว่าละลาย (สสวท, 2562: 189) ซึ่งสอดคล้องกับการสัมภาษณ์ครูผู้สอนรายวิชาวิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษา ให้ข้อมูลว่าเนื้อหาในเรื่องการเปลี่ยนแปลงของสารเป็นเนื้อหาที่มีความยากในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจ เนื่องจากเนื้อหามีความเป็นนามธรรมยากต่อการอธิบาย และบางเนื้อหานักเรียนมีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนอาจเป็นเพราะว่านักเรียนมีความเชื่อ ความรู้หรือความเข้าใจที่ผิดหรือคลาดเคลื่อนซึ่งเกิดขึ้นกับนักเรียน เนื่องจากประสบการณ์ในการเรียนรู้ที่รับมาผิด หรือนำความรู้ที่ได้รับมาสรุปตามความเข้าใจของตนเองผิด แล้วไม่สามารถอธิบายความเข้าใจนั้นได้

นักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษา มีกระบวนการคิดที่เป็นรูปธรรม ครูจึงควรจัดการเรียนการสอนที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้ปฏิบัติหรือทำการทดลองด้วยตนเอง ซึ่งเป็นวิธีหนึ่งที่นักเรียนจะได้ประสบการณ์ตรง บทบาทของครูจะต้องเปลี่ยนบทบาทจากการเป็นผู้ชี้แนะหรือผู้ถ่ายทอดความรู้เป็นผู้ช่วยเหลือ โดยส่งเสริมและสนับสนุนนักเรียนในการแสวงหาความรู้จากสื่อและแหล่งการเรียนรู้ต่าง ๆ และให้ข้อมูลที่ถูกต้องแก่นักเรียน เพื่อให้นักเรียนได้นำข้อมูลเหล่านั้นไปใช้สร้างสรรค์ความรู้ของตนเอง (สสวท., 2556: ๗) จากการศึกษาค้นคว้าวิธีการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัยมีความสนใจการเรียนรู้แบบการทำนาย การสังเกต และอธิบาย จากการศึกษาขั้นตอนการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต และอธิบาย พบว่า White & Gunstone เป็นผู้เสนอเทคนิคการทำนาย สังเกต และอธิบาย ขึ้นในปี 1992 โดยแบ่งออกเป็น

3 ขั้น คือ 1) ขั้น Predict (P) 2) ขั้น Observe (O) 3) ขั้น Explain (E) ต่อมาในปี 1997 Tao และ Gunstone ได้มีการพัฒนาเทคนิคการทำนาย สังเกต อธิบาย โดยเพิ่มการให้ผู้เรียนอธิบายเหตุผลของการทำนายในขั้นการทำนาย และเพิ่มการมีส่วนร่วมในการอธิบายในขั้นการทำนาย ต่อมาในปี 2010 Haysom & Bowen ได้พัฒนาเทคนิคการทำนาย สังเกต และอธิบาย มาเป็นวิธีการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต และอธิบาย โดยมีการเพิ่ม และขยายความจาก 3 ขั้นตอน เป็น 8 ขั้นตอน เพื่อให้มีความชัดเจนมากยิ่งขึ้น คือ 1) การแนะนำและสร้างแรงกระตุ้น (Orientation and motivation) 2) แนะนำการทดลอง (Introducing the experiment) 3) การทำนาย (Predict) 4) อภิปรายผลการทำนาย (Discussing their predict) 5) สังเกตการณ์ (Observation) 6) อธิบาย (Explanation) 7) เสนอการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (Providing the scientific explanation) และ 8) ติดตามผล (Follow-up) ซึ่งเป็นวิธีการจัดการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ดีวิธีหนึ่ง เหมาะกับการบูรณาการเข้ากับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ เพื่อส่งเสริมการมีทัศนคติทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบ POE ตามแนวของ Haysom & Bowen เป็นวิธีการที่ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนร่วมกันอภิปราย เพื่อแสดงมุมมองทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับสถานการณ์ จากนั้นให้นักเรียนทำนายความเป็นไปได้ของสถานการณ์นั้น ๆ แล้วนักเรียนจะร่วมกันสังเกตสถานการณ์โดยลงมือหาวิธีพิสูจน์ ด้วยวิธีการทดลอง การสังเกต จากนั้นนักเรียนร่วมกันสรุปผลการศึกษาที่หาความรู้ด้วยตัวเอง สุดท้ายนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับสิ่งที่ได้การสังเกต หรือผลการทดลองกับผลที่ทำนายไว้ ทำให้นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้วิทยาศาสตร์ได้บนพื้นฐานของความรู้เดิม ประสบการณ์ และบริบททางสังคม สิ่งแวดล้อมและประสบการณ์ที่ได้รับ (Haysom & Bowen, 2010: 7-12)

ในสภาพปัจจุบันมีความเจริญก้าวหน้าในศาสตร์การสอนอย่างมากมาย เทคนิคหนึ่งที่เป็นพื้นฐานของการเรียนการสอนและมีความสำคัญยิ่งคือ “เทคนิคการใช้คำถาม” คำถามเป็นกุญแจสำคัญในการสืบเสาะแสวงหาความรู้ ผู้สอนจึงต้องมีความชำนาญในการตั้งคำถาม และสามารถเลือกใช้คำถามที่นำหรือเ้าความสนใจให้ผู้เรียนได้ใช้ความคิดอย่างเหมาะสมตามความสนใจ คำถาม ที่ดีจะช่วยให้การเรียนบรรลุวัตถุประสงค์ และอาจกล่าวได้ว่าการเรียนการสอนจะมีประสิทธิภาพเพียงใด ขึ้นอยู่กับเทคนิคการตั้งคำถามของผู้สอนที่จะกระตุ้นให้ผู้เรียนได้พัฒนาความคิด นอกจากผู้สอนต้องรู้จักการใช้คำถามประเภทต่าง ๆ แล้วควรต้องรู้จักใช้ทั้งคำถามระดับต่ำหรือง่ายปนกับคำถามระดับสูง หรือคำถามยาก เพื่อพัฒนาให้ผู้เรียนคิดทั้งง่ายและยากขึ้น เป็นลำดับ เพื่อพัฒนาสู่การเป็นผู้มีความสามารถคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking) เพื่อที่จะสามารถตัดสินใจ จะทำอะไรเชื่อ หรือแก้ปัญหาได้อย่างมีหลักการและถูกทาง นอกจากการฝึกใช้ประเภทคำถามแล้ว ยังต้องฝึกการถามในลักษณะดี หลีกเลี่ยงลักษณะไม่ดี (พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์, 2545: 93)

จากข้อมูลข้างต้นทำให้ผู้วิจัยเห็นว่าในการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีการเปลี่ยนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ครูผู้สอนต้องมีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับเนื้อหาเพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเข้าใจมโนทัศน์ หรือมีการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ที่ไม่สอดคล้องกับความเข้าใจมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ อีกทั้งยังต้องมีเทคนิคที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการสร้างมโนทัศน์ด้วยตนเองอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งมีความเหมาะสมที่จะนำมาพัฒนามโนทัศน์การเปลี่ยนแปลงของสาร ที่ผู้เรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนให้เกิด

ความเข้าใจในทศวรรษทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง และเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษาและเปรียบเทียบนิทัศน์การเปลี่ยนแปลงของสาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต และอธิบายเสริมด้วยเทคนิคการใช้คำถาม
2. ศึกษาการเปลี่ยนนิทัศน์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต และอธิบายเสริมด้วยเทคนิคการใช้คำถาม เรื่องการเปลี่ยนแปลงของสาร

สมมุติฐานของการวิจัย

1. นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต และอธิบายเสริมด้วยเทคนิคการใช้คำถาม เรื่องการเปลี่ยนแปลงของสาร มีความเข้าใจในทศวรรษหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
2. นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต และอธิบายเสริมด้วยเทคนิคการใช้คำถาม เรื่องการเปลี่ยนแปลงของสาร หลังเรียนมีการเปลี่ยนความเข้าใจในทศวรรษจากความเข้าใจในทศวรรษที่ไม่สอดคล้องเปลี่ยนเป็นมีความเข้าใจในทศวรรษที่สอดคล้องกับความเข้าใจในทศวรรษ การเปลี่ยนแปลงของสารมากขึ้น

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต และอธิบายเสริมด้วยเทคนิคการใช้คำถามต่อความเข้าใจในทศวรรษการเปลี่ยนแปลงของสาร สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของการวิจัยไว้ ดังนี้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดอุดรธานี จำนวน 88 คน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 1 ห้องเรียน ซึ่งมีนักเรียนจำนวน 30 คน ได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม

ตัวแปรในการวิจัย

1. ตัวแปรต้น คือ การเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต และอธิบายเสริมด้วยเทคนิคการใช้คำถาม เรื่องการเปลี่ยนแปลงของสาร
2. ตัวแปรตาม คือ ความเข้าใจในทศวรรษเรื่องการเปลี่ยนแปลงของสาร

เนื้อหา

การวิจัยครั้งนี้ใช้เนื้อหาในรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) สารที่ 2 วิทยาศาสตร์กายภาพ มาตรฐาน ว 2.1 ตัวชี้วัดที่ ว 2.1 ป.5/1, ว 2.1 ป.5/2, ว 2.1 ป.5/3 และ ว 2.1 ป.5/4

ระยะเวลาในการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 โดยใช้เวลาในการทดลอง สัปดาห์ละ 2 ชั่วโมง รวม 10 ชั่วโมง ระยะเวลาทั้งหมด 5 สัปดาห์

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือ นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดอุดรธานี จำนวน 82 คน
2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ปีการศึกษา 2566 1 ห้องเรียน ซึ่งมีนักเรียนจำนวน 30 คน ที่ได้มาจากสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต และอธิบายเสริมด้วยเทคนิคการใช้คำถาม เรื่องการเปลี่ยนแปลงของสาร ตามขั้นของ Haysom & Bowen (2010: 7-12) ที่มีกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้งหมด 8 ขั้นตอน โดยเสริมการใช้เทคนิคการใช้คำถามขั้นที่ 1, 2, 3, 6 และขั้นที่ 7 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้ ขั้นที่ 1 การแนะนำและสร้างแรงกระตุ้น (Orientation and motivation) ขั้นที่ 2 แนะนำการทดลอง (Introducing the experiment) ขั้นที่ 3 การทำนาย (Predict) ขั้นที่ 4 อภิปรายผลการทำนาย (Discussing their predict) ขั้นที่ 5 สังเกตการณ์ (Observation) ขั้นที่ 6 อธิบาย (Explanation) ขั้นที่ 7 เสนอการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (Providing the scientific explanation) ขั้นที่ 8 ติดตามผล (Follow-up) จำนวน 5 แผน แผนละ 2 ชั่วโมง ความเหมาะสมของแผนอยู่ระหว่าง 4.82 ถึง 4.88
2. แบบวัดความเข้าใจโน้ตทัศน์การเปลี่ยนแปลงของสาร ซึ่งเป็นข้อสอบแบบวินิจัย 2 ระดับ (two-tier multiple-choice diagnostic test) คือ ระดับที่ 1 เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก และระดับที่ 2 เป็นการเลือกเหตุผลสนับสนุนคำตอบในระดับที่ 1 วัดมโนทัศน์ 5 หัวข้อได้แก่ การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพการระเหิดของสาร, การละลายของสาร, การเปลี่ยนแปลงทางเคมี และการเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้และผันกลับไม่ได้ ซึ่งมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.89 มีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.54 ถึง 0.70 และค่าอำนาจจำแนก(r) อยู่ระหว่าง 0.87 ถึง 1

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างและเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. ก่อนเรียน ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทดสอบก่อนเรียนรู้ด้วยแบบวัดความเข้าใจโน้ตทัศน์การเปลี่ยนแปลงของสาร แล้วนำแบบวัดที่นักเรียนได้ทำการทดสอบมาตรวจเพื่อเป็นคะแนนก่อนเรียน
2. ระหว่างเรียน ผู้วิจัยดำเนินการสอนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต และอธิบายเสริมด้วยเทคนิคการใช้คำถาม ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจำนวน 5 แผน แผนละ 2 ชั่วโมง รวมทั้งสิ้นเป็นเวลา 10 ชั่วโมง รวม 5 สัปดาห์ โดยให้นักเรียนได้เรียนรู้และปฏิบัติกิจกรรม

ตามขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ หลังจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการเรียนรู้

3. หลังเรียน ให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำการทดสอบหลังเรียนด้วยแบบวัดความเข้าใจโน้ตส้นการเปลี่ยนแปลงของสาร ซึ่งเป็นชุดเดียวกันกับก่อนเรียนจากนั้น ทำการตรวจและให้คะแนนเป็นคะแนนหลังเรียนเมื่อได้คะแนนหลังเรียนแล้วจะนำคะแนนทั้งก่อนเรียนและหลังเรียนมาทำการวิเคราะห์และทดสอบสมมติฐานต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. ผลการศึกษาและเปรียบเทียบความเข้าใจโน้ตส้นการเปลี่ยนแปลงของสาร ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยการสอนแบบทำนาย สังเกต และอธิบายเสริมด้วยเทคนิคการใช้คำถาม ได้ผลดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตารางการเปรียบเทียบความเข้าใจโน้ตส้นการเปลี่ยนแปลงของสาร ก่อนเรียนและหลังเรียน ที่เรียนด้วยการสอนแบบทำนาย สังเกต และอธิบายเสริมด้วยเทคนิคการใช้คำถาม

การทดลอง	$\bar{X}$	S.D.	ร้อยละ	t	p-valum
ก่อนเรียน	4.03	3.60	26.89	9.19	0.00**
หลังเรียน	9.60	4.55	64.00		

*มีนัยสำคัญทางสถิติ 0.01

จากตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบความเข้าใจโน้ตส้นการเปลี่ยนแปลงของสาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียน ที่ได้รับการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต และอธิบายเสริมด้วยเทคนิคการใช้คำถาม เมื่อพิจารณาพบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยการสอนแบบทำนาย สังเกต และอธิบายเสริมด้วยเทคนิคการใช้คำถาม มีความเข้าใจโน้ตส้นหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.1 ($t = 9.19$) แสดงว่าการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต และอธิบายเสริมด้วยเทคนิคการใช้คำถามทำให้นักเรียนมีเข้าใจโน้ตส้นการเปลี่ยนแปลงของสารหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2. ผลการศึกษาการเปลี่ยนความเข้าใจโน้ตส้นการเปลี่ยนแปลงของสารของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต และอธิบายเสริมด้วยเทคนิคการใช้คำถาม ได้ผลดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ตารางแสดงผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจโน้ตส้นการเปลี่ยนแปลงของสารก่อนเรียนและหลังเรียน

ก่อนเรียน	หลังเรียน		รวม	X^2	Sig.
	มโนทัศน์ที่ไม่สอดคล้อง	มโนทัศน์ที่สอดคล้อง			
มโนทัศน์ที่ไม่สอดคล้อง	53 (35.33)	66 (44.00)	119 (79.33)	45.12	0.00**

ก่อนเรียน	หลังเรียน		รวม	X ²	Sig.
	มโนทัศน์ที่ไม่สอดคล้อง	มโนทัศน์ที่สอดคล้อง			
มโนทัศน์ที่สอดคล้อง	0 (0.00)	31 (20.67)	31 (20.67)		
รวม	53 (35.33)	97 (64.67)	150 (100.00)		

จากตารางที่ 2 เมื่อพิจารณาค่า Sig. = 0.00 ซึ่งน้อยกว่า ($\alpha = 0.1$) พบว่า ความเข้าใจมโนทัศน์การเปลี่ยนแปลงของสาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต และอธิบายเสริมด้วยเทคนิคการใช้คำถาม ก่อนเรียนและหลังเรียน มีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 แสดงว่านักเรียนมีความเข้าใจมโนทัศน์การเปลี่ยนแปลงของสารที่เปลี่ยนแปลงไป จากที่มีความเข้าใจมโนทัศน์ที่ไม่สอดคล้องเปลี่ยนเป็นมีความเข้าใจที่สอดคล้องกับความเข้าใจมโนทัศน์การเปลี่ยนแปลงของสารมากขึ้นจากร้อยละ 35.33 เป็นร้อยละ 64.67

3. จากการศึกษาแนวโน้มความเข้าใจมโนทัศน์การเปลี่ยนแปลงของสาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 30 คน ที่ได้รับการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต และอธิบายเสริมด้วยเทคนิคการใช้คำถาม สามารถแจกแจงความถี่ได้ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ตารางแสดงความถี่ และร้อยละของแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์การเปลี่ยนแปลงของสาร นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ประเด็น	ทิศทางการเปลี่ยนความเข้าใจมโนทัศน์			รวม
	การเปลี่ยนมโนทัศน์เชิงบวก (+)	มโนทัศน์อยู่ในระดับเดิม (0)	การเปลี่ยนมโนทัศน์เชิงลบ (-)	
การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ	20	10	0	30
การละเหิด	18	12	0	30
การละลาย	18	12	0	30
การเปลี่ยนแปลงทางเคมี	16	13	1	30
การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ และผันกลับไม่ได้	19	8	0	30
รวม	91.00	55.00	1.00	150
เฉลี่ย	18.20	11.00	0.20	30
ร้อยละ	60.67	36.67	0.67	100

จากตารางที่ 3 พบว่านักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต และอธิบายเสริมด้วยเทคนิคการใช้คำถาม มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจมโนทัศน์การเปลี่ยนแปลงของสารเชิงบวกร้อยละ 60.67 มีการเปลี่ยนมโนทัศน์อยู่ในระดับเดมร้อยละ 36.67 และมีการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์เชิงลบร้อยละ 0.67 สรุปได้ว่านักเรียนส่วนมากมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง

มโนทัศน์การเปลี่ยนแปลงสารเชิงบวก ส่วนนักเรียนบางส่วนที่ไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ หรือมีการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ทางลบอันเนื่องมาจากกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยเป็นกลุ่มที่มีความหลากหลายของผู้เรียนที่ไม่อาจควบคุมได้ เช่น ผู้เรียนอ่านไม่ออก ผู้เรียนมีความบกพร่องทางการเรียนรู้ เป็นต้น

สรุปผลการวิจัย

1) นักเรียนมีความเข้าใจมโนทัศน์การเปลี่ยนแปลงของสาร หลังเรียน ($\bar{X} = 9.60$ หรือคิดเป็นร้อยละ 64) สูงกว่าก่อนเรียน ($\bar{X} = 4.03$ หรือคิดเป็นร้อยละ 26.89) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2) นักเรียนมีการเปลี่ยนความเข้าใจมโนทัศน์ที่ไม่สอดคล้องเป็นความเข้าใจมโนทัศน์ที่สอดคล้องกับมโนทัศน์การเปลี่ยนแปลงของสารมากขึ้นจากร้อยละ 35.33 เป็นร้อยละ 64.67 และนักเรียนร้อยละ 60.67 มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจมโนทัศน์เปลี่ยนแปลงในเชิงบวก (+) กล่าวคือมีการเปลี่ยนความเข้าใจมโนทัศน์จากระดับต่ำไปเป็นระดับที่สูงขึ้น

การอภิปรายผล

ผู้วิจัยได้นำผลการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต และอธิบายเสริมด้วยเทคนิคการใช้คำถามต่อความเข้าใจมโนทัศน์การเปลี่ยนแปลงของสาร ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มาอภิปรายผลดังต่อไปนี้

1. ความเข้าใจมโนทัศน์การเปลี่ยนแปลงของสาร

จากผลการวิเคราะห์ความเข้าใจมโนทัศน์การเปลี่ยนแปลงของสาร ที่ได้รับการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต และอธิบาย เสริมด้วยเทคนิคการใช้คำถาม พบว่านักเรียนมีความเข้าใจมโนทัศน์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ อันเนื่องมาจากการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต และอธิบายเสริมด้วยเทคนิคการใช้คำถามเป็นวิธีการที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความเข้าใจมโนทัศน์ ในการจัดการเรียนรู้ของผู้วิจัย ตามแนวของ Haysom & Bowen โดยเริ่มกระตุ้นการเรียนรู้ด้วยการสร้างประสบการณ์ของผู้เรียนที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ที่จะเรียนเป็นการช่วยให้ผู้เรียนได้แสดงความเข้าใจ หรือประสบการณ์เดิมที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์เรื่องที่จะเรียน เป็นไปตามแนวคิดการเปลี่ยนมโนทัศน์ของ Posner & คณะ (1982: 211-227) ที่ว่าการเรียนรู้ไม่ใช่เพียงการเพิ่มสารสนเทศขึ้นใหม่ แต่รวมถึงปฏิสัมพันธ์ระหว่างความรู้ใหม่กับความรู้ที่มีอยู่เพื่อให้ความรู้ใหม่เชื่อมโยงกับความรู้เดิม จากนั้นครูแนะนำการทดลอง หรือสาธิตการทดลองโดยพยายามเชื่อมโยงการทดลองกับความรู้ที่จะนำเสนอโมทัศน์ให้แก่ผู้เรียนชั้นตอนนี้จะมีการใช้คำถามให้เกิดการบ่งชี้ให้นักเรียนเริ่มสร้างมโนทัศน์ในเรื่องที่ครูจะนำเสนอ โดยให้ผู้เรียนแลกเปลี่ยนแนวคิด หรือทำนายผลการที่จะเกิดขึ้นก่อนเริ่มเข้าสู่การทดลอง ในขั้นตอนนี้ผู้เรียนจะได้รวบรวมความคิดและเกิดความตระหนักคิดเกี่ยวกับมโนทัศน์ในเรื่องที่จะเรียนรู้ ในขั้นตอนนี้ครูใช้เทคนิคการใช้คำถามเพื่อชักนำให้นักเรียนเกิดการทำนายได้ตามแนวทางที่ต้องการให้เกิดมโนทัศน์ ตามแนวคิดการเปลี่ยนมโนทัศน์ของ Ausubel (1968: 517) ที่ว่าถ้าผู้เรียนมีโอกาสอภิปรายแลกเปลี่ยนความรู้ร่วมกัน จะทำให้เห็นความเกี่ยวข้องและสัมพันธ์ของสิ่งต่าง ๆ ที่เรียนได้ดีทำให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพจะเกิดขึ้น จากนั้นให้นักเรียนสรุปผลการแลกเปลี่ยนมโนทัศน์ของกลุ่มเพื่อสรุปผลการทำนาย และให้เหตุผลสนับสนุนการทำนายนั้น เมื่อนักเรียนสรุปผลการทำนาย

ร่วมกันแล้วนักเรียนแต่ละกลุ่มได้ลงมือทำการทดลอง สังเกต บันทึกผลจากการปฏิบัติจริง ทำให้ผู้เรียนได้เกิดการสร้างมโนทัศน์ด้วยตนเอง จากนั้นครูใช้คำถามนำในการอภิปรายร่วมกันของนักเรียนเพื่อให้ นักเรียนแสดงมโนทัศน์ของตนเอง เกิดการสังเคราะห์ข้อมูล และใช้คำถามเพื่อสรุปมโนทัศน์ที่ต้องการให้ นักเรียนมีความเข้าใจมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์นั้น โดยชี้ให้นักเรียนเห็นความคลาดเคลื่อนในมโนทัศน์ที่เกิดขึ้นและมโนทัศน์ที่ถูกต้อง เป็นการสร้างมโนทัศน์ตามแนวคิดโครงสร้างความรู้ มีการจัดลำดับของมโนทัศน์ว่าเกิดจากมโนทัศน์ที่มีมีความเฉพาะเจาะจงมากขึ้น จากความกว้างสู่มโนทัศน์ที่แคบลง ตามแนวคิดของ Ausubel (1968: 517) สุดท้ายครูมีการตรวจสอบ ติดตามผลการเปลี่ยนมโนทัศน์ของผู้เรียน โดยการกำหนดสถานการณ์ที่พบในชีวิตประจำวัน เพื่อให้นักเรียนได้เชื่อมโยงกับมโนทัศน์ที่สร้างขึ้นทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจมโนทัศน์ได้อย่างถูกต้อง อีกทั้งการเสริมด้วยเทคนิคการใช้คำถามเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการเรียนรู้ที่ช่วยให้ผู้เรียนสร้างความรู้ ความเข้าใจ และพัฒนาความคิดใหม่ ๆ โดยกระบวนการใช้คำถามจะช่วยขยายทักษะการคิด ช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจอย่างถูกต้อง ได้ข้อมูลสะท้อนกลับทั้งผู้เรียนและครูผู้สอน ก่อให้เกิดการทบทวน การเชื่อมโยงระหว่างความคิดต่าง ๆ ส่งเสริมความอยากรู้อยากเห็นและเกิดความท้าทาย สอดคล้องกับแนวคิดของ วันดี โตสุขศรี (2556: 12) ด้วยเหตุนี้ทำให้การสอนแบบทำนาย สังเกต และอธิบายเสริมด้วยเทคนิคการใช้คำถามทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจมโนทัศน์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เห็นได้จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการการสอนแบบทำนาย สังเกต และอธิบาย และการเสริมด้วยเทคนิคการใช้คำถาม เช่น Earl, J. M. (2022: 116-120) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต และอธิบายที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางวิทยาศาสตร์ และทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยการเปรียบเทียบผลการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเพิ่มขึ้น และมีทัศนคติในเชิงบวกต่อวิชาวิทยาศาสตร์ งานวิจัยของ งานวิจัยของ Kibirige (2014: 300-305) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยกลวิธีแบบทำนาย สังเกต และอธิบายกับการสอนแบบปกติที่มีต่อแนวคิดที่คลาดเคลื่อนเกี่ยวกับสารละลายเกลือของนักเรียนเกรด 10 ในวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้กลวิธีแบบ POE กับแบบปกติมีผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 การเรียนรู้กลวิธีแบบ POE มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าการเรียนรู้ แบบดั้งเดิมเท่ากับ 34.07 และ 20.87 ตามลำดับ และการเรียนรู้แบบ POE มีความเข้าใจเกี่ยวกับ สารละลายเกลือดีกว่าการเรียนรู้แบบปกติ เป็นต้น

2. การเปลี่ยนแปลงความเข้าใจมโนทัศน์การเปลี่ยนแปลงของสาร

จากผลการวิจัยการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจมโนทัศน์การเปลี่ยนแปลงสารของนักเรียนเมื่อได้รับการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต และอธิบายเสริมด้วยเทคนิคการใช้คำถาม นักเรียนมีการเปลี่ยนความเข้าใจมโนทัศน์ที่ไม่สอดคล้องเป็นความเข้าใจมโนทัศน์ที่สอดคล้องกับมโนทัศน์การเปลี่ยนแปลงของสารมากขึ้นจากร้อยละ 35.33 เป็นร้อยละ 64.67 และนักเรียนร้อยละ 60.67 มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความเข้าใจมโนทัศน์เปลี่ยนแปลงในเชิงบวก (+) กล่าวคือมีการเปลี่ยนความเข้าใจมโนทัศน์จากระดับต่ำไปเป็นระดับที่สูงขึ้น ซึ่งก่อนเรียนผู้เรียนมีมโนทัศน์ที่มีความคลาดเคลื่อนในหัวข้อการเรียนรู้ เช่น การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของสาร ก่อนเรียนนักเรียนมีส่วนมากไม่มีความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์ (NU) กล่าวคือมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนระหว่างการเพิ่มและลดอุณหภูมิเกี่ยวกับการเปลี่ยนสถานะของสารหรือไม่ เมื่อจัดการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต และอธิบาย ในชั้นแรกนักเรียนได้ทบทวนถึง

ความรู้เดิมจนแสดงให้เห็นโน้ตทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในเรื่องนี้ นำไปสู่การตั้งคำถาม หรือการเกิดข้อสงสัยในประเด็นนั้น จนทำให้เกิดการทำนายเพื่อการหาแนวทางในการตอบข้อสงสัยนั้น นำไปสู่การปฏิบัติการทดลองทำให้นักเรียนเกิดการสังเกตด้วยตนเองทำให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและการเปลี่ยนแปลงของสาร ส่งผลให้นักเรียนมีการนำข้อมูลที่ได้อาภิปรายแลกเปลี่ยนกับเพื่อนจนเกิดเป็นข้อสรุปในทางวิทยาศาสตร์ ที่ว่า สารมีการเปลี่ยนแปลงสถานะเมื่อมีการเพิ่มหรือลดอุณหภูมิ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ในระดับที่สูงขึ้น ส่วนมากมีความเข้าใจมโนทัศน์ที่สูงขึ้น หรือมีความเข้าใจมโนทัศน์ในเชิงบวก บางส่วนมีความเข้าใจมโนทัศน์อยู่ในระดับเดิม หรือไม่มีการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ และบางส่วนมีการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ทางลบอันเนื่องมาจากกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยเป็นกลุ่มที่มีความหลากหลายของผู้เรียนที่ไม่อาจควบคุมได้ เช่น ผู้เรียนอ่านไม่ออก ผู้เรียนมีความบกพร่องทางการเรียนรู้ เป็นต้น อีกทั้งครูมีการใช้คำถามนำในการอภิปรายร่วมกันของนักเรียนเพื่อให้นักเรียนแสดงมโนทัศน์ของตนเอง เกิดการสังเคราะห์ข้อมูล (Explanation) และใช้คำถามเพื่อสรุปมโนทัศน์ที่ต้องการให้นักเรียนมีความเข้าใจมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์นั้น โดยใช้ให้นักเรียนเห็นความคลาดเคลื่อนในมโนทัศน์ที่เกิดขึ้นและมโนทัศน์ที่ถูกต้อง (Providing the scientific explanation) เป็นการสร้างมโนทัศน์ตามแนวคิดโครงสร้างความรู้ (Cognitive structure) มีการจัดลำดับของมโนทัศน์ว่าเกิดจากมโนทัศน์ที่มีความเฉพาะเจาะจงมากขึ้น จากความกว้างสู่มโนทัศน์ที่แคบลงตามแนวคิดของ Ausubel (1968: 517) เป็นไปตามทฤษฎีของ White & Gunstone (1992: 44-64) ที่ว่าการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต และอธิบาย คือ เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นและอภิปรายอย่างเป็นขั้นตอน โดยเน้นให้ผู้เรียนได้คิดทำนาย สังเกตและใช้ภาษาเป็นเครื่องมือในการสื่อสารในการอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้น ทำให้ผู้เรียนคิดเป็นและเกิดความเข้าใจในเรื่องที่เรียน รวมทั้งส่งผลด้านการเรียนในเชิงบวกและการเรียนรู้นั้นผู้เรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติเอง นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยที่แสดงให้เห็นว่าการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต และอธิบายสามารถเปลี่ยนแปลงความเข้าใจมโนทัศน์จากความเข้าใจมโนทัศน์จากไม่สอดคล้องทางวิทยาศาสตร์เป็นความเข้าใจที่สอดคล้องกับวิทยาศาสตร์ โดยลำพูน สิงห์หา (2555: 93-96) ได้ทำการศึกษาการคิดอย่างมีวิจารณญาณและความเข้าใจมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต อธิบาย พบว่า นักเรียนมีความเข้าใจมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เรื่องอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีในระดับสมบูรณ์(CU) และระดับไม่สมบูรณ์(PU) สูงขึ้น และระดับคลาดเคลื่อนบางส่วน (PS) ระดับคลาดเคลื่อน (AC) และระดับไม่เข้าใจ (NU) ลดลง เป็นต้น

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 การออกแบบกิจกรรมเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต และอธิบาย ในหัวข้อการเปลี่ยนสถานะของสาร ขึ้นการปฏิบัติกิจกรรมขั้นที่ 5 สังเกตการณ์ (Observation) ในการปฏิบัติการทดลองไม่ควรใช้ปริมาณของสารตัวอย่างมากเกินไป เพราะจะทำให้เสียเวลาในการปฏิบัติกิจกรรม

1.2 ในการปฏิบัติกิจกรรมการทดลองประเด็นการระเหิดของสารการใช้กระจกนาฬิกาปิดปากบีกเกอร์เพื่อให้เห็นสารที่เกิดการระเหิด ครูควรอธิบายให้นักเรียนเพิ่มว่าที่มีสารเกาะที่กระจกนาฬิกาเกิดจากการควบแน่น ไม่ได้เกี่ยวข้องกับกระบวนการระเหิด

1.3 ในการใช้คำถาม ครูควรเว้นช่วงเวลาให้นักเรียนตอบคำถาม ไม่ควรเร่งเอาคำตอบจากนักเรียน หรือใช้คำถามที่บ่งชี้คำตอบให้นักเรียนจนเกินไป

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการปรับเปลี่ยน หรือเลือกการทดลองให้เหมาะกับเวลา เนื้อหา และบริบทของผู้เรียน

2.2 ควรมีการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต และอธิบาย รวมถึงการใช้คำถามในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เป็นปัจจุบัน มีเนื้อหาที่ทันสมัยในการอ้างอิง

เอกสารอ้างอิง

- พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. (2545). *พฤติกรรมการสอนวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: พัฒนาคุณภาพ วิชาการ (พว.).
- ยุพาพร เลาสัตย์. (2553). *ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ที่มีต่อความคิดรวบยอด เรื่องพืช ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4* [วิทยานิพนธ์ ปริญญาโทที่ไม่มีการตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- ลำพูน สิงห์ขา. (2555). *การพัฒนาการคิดอย่างมีวิจารณญาณ และมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้แบบทำนาย สังเกต อธิบาย* [วิทยานิพนธ์ ปริญญาโทที่ไม่มีการตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- วันดี โตสุศรี. (2559). *การพยาบาลอายุรศาสตร์ 1* (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยมหิดล.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2556). *สรุปผลการวิจัยโครงการ TIMSS 2011 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4*. กรุงเทพฯ: สถาบันฯ.
- _____. (2562). *คู่มือครูรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เล่ม 1*. กรุงเทพฯ: สถาบันฯ.
- Ausubel, D. P. (1968). *Educational psychology*. New York: Holt Rinehart and Winston.
- Costu, B., Ayas, A. & Niaz, M. (2012). Investigating the effectiveness of a POE-based teaching activity on students' understanding of condensation. *Instructional Science (Instr Sci)*, 40(1), 47–67.
- Earl, J. M. (2022). Questioning techniques of teachers and speaking ability of students. *International Journal of Research Studies in Education*, 11(5), 116-120.
- Haysom, J. & Bowen, M. (2010). *Predict-Observe- Explain Activities Enhancing Scientific Understanding*. Texas: The National Science Teachers Association.
- Posner, G. j. et al. (1982). Accommod of scientific conceptual Change. *Science Education*, 66(2), 211-227.

- Swan, K. (2001). Virtual interaction: Design factors affecting student satisfaction of perceived learning in asynchronous online courses. *Distance Education*, 22(2), 306-331.
- White, R. T. & Gunstone, R. F. (1992). *Probing Understanding*. Great Britain: Falmer Press.