

ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้นร่วมกับการแสดงบทบาทสมมติต่อการพัฒนา
ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
ในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง สารละลาย

EFFECTS OF THE 5E LEARNING CYCLE WITH ROLE-PLAYING MANAGEMENT
ON GRADE 10 STUDENTS' CONSTRUCTION OF SCIENTIFIC EXPLANATION
IN THE LEARNING UNIT ABOUT SOLUTIONS

อัญชิสา ชาสูวรรณ¹ และธนิกา วศินยานุวัฒน์²
Anchisa Chasuwan¹ and Thanika Vasinayanuwatana²

^{1,2} หลักสูตรการศึกษาศาสตรบัณฑิต คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ
^{1,2} Education Program, Faculty of Education, Thaksin University
E-mail: Thanika.v@tsu.ac.th

Received:	May 30, 2023
Revised:	September 25, 2023
Accepted:	September 28, 2023

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้นร่วมกับการแสดงบทบาทสมมติต่อการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เรื่อง สารละลาย โดยใช้กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 42 คน เก็บรวบรวมข้อมูลจากใบงานของนักเรียน แบบสังเกต และบันทึกเทปการนำเสนอ วิเคราะห์ข้อมูลแบบนิรนัยและหาค่าเฉลี่ยและร้อยละของข้อมูล

ผลวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้นร่วมกับการแสดงบทบาทสมมติส่งผลต่อการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอยู่ในระดับดีทุกวงจรปฏิบัติ ขณะที่ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่อยู่ในระดับปรับปรุงมีแนวโน้มลดลง เมื่อพิจารณาแต่ละองค์ประกอบ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 85) สามารถระบุข้อกล่าวอ้างได้ในระดับดีทุกวงจรปฏิบัติการ ส่วนด้านการระบุหลักฐานและการให้เหตุผลมีระดับการพัฒนาไม่คงที่ กล่าวคือ นักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 67) สามารถระบุข้อกล่าวอ้างอยู่ในระดับดีในวงจรที่ 3 และนักเรียนส่วนใหญ่ (ร้อยละ 67) แสดงความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานกับข้อกล่าวอ้างอย่างสมเหตุสมผลอยู่ในระดับดีในวงจรที่ 4

คำสำคัญ

ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้นร่วมกับการแสดงบทบาทสมมติ หน่วยการเรียนรู้เรื่องสารละลาย

ABSTRACT

The research aimed to study the effects of the 5E learning cycle with role-playing management on students' construction of scientific explanation in the learning unit for solutions using classroom action research. The target group was 42 grade 10 students. Data were collected from student worksheets, observation notes, and presentation records. Deductive analysis was used to evaluate the data and then establish the mean and percentage of the data.

The results found that the 5E learning cycle with role-playing management resulted in the development of students' ability to construct scientific explanations at a good level for every practical cycle. Meanwhile, the ability to create scientific explanations of students at the improved level tended to decrease. When considering each component, it was found that the majority of students were able to identify claims at a good level in all cycles. In the areas of identifying evidence and demonstrating reason, the level of improvement was inconsistent: most students were able to identify claims at a good level in cycle 3, while the majority of students showed a good level of connection between evidence and reasonable claims in cycle 4.

Keywords

Construction of Scientific Explanation, 5E Learning Cycle with Role-playing Management, Learning Unit About Solutions

ความสำคัญของปัญหา

การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถหนึ่งที่สำคัญต่อการพัฒนาการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียน อาทิ ช่วยให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาดีขึ้น เปลี่ยนมุมมองที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนต้องท่องจำไปเป็นวิชาที่ใช้สร้างองค์ความรู้ทั้งยังช่วยเตรียมความพร้อมนักเรียนเนื่องจากเป็นทักษะพื้นฐานที่มีผลต่อการพัฒนาทักษะอื่น ๆ เช่น การคิดวิเคราะห์ การให้เหตุผล การสื่อสาร เป็นต้น (National Research Council, 2000; Janhom & Phornphisutthimas, 2020; Chaowakeratipong, 2019) นอกจากนี้การอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ยังใช้เป็นตัวชี้วัดที่บ่งชี้ความรอบรู้ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ใช้ในการสอบประเมินทั้งในระดับชาติและระดับนานาชาติ (Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2022) ด้วยเหตุนี้ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จึงเป็นความสามารถหนึ่งที่มุ่งพัฒนาให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน

การอธิบายทางวิทยาศาสตร์ (Scientific explanation) หมายถึง ข้อความหรือการบรรยายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติ โดยใช้หลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบมาสนับสนุนคำอธิบาย พร้อมแสดงเหตุผลเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของหลักฐานและคำอธิบายเป็นกระบวนการหนึ่งสำคัญที่ทำให้ได้มาซึ่งความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (McNeill & Krajcik, 2008;

Lertdechapat & Limpanont Promratana, 2018; Chaowakeratipong, 2019) ส่วนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (Construction of scientific explanation) หมายถึงความสามารถของนักเรียนในการเขียนอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น โดยมีองค์ประกอบ 3 ส่วน คือ 1) ข้อกล่าวอ้าง (Claim) เป็นคำตอบหรือข้อสรุปเบื้องต้นของคำถามที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่นักเรียนต้องการค้นคว้าหาคำตอบ 2) หลักฐาน (Evidence) เป็นข้อมูลเชิงวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้าง ซึ่งได้มาจากการสำรวจตรวจสอบ การทดลอง หรือการศึกษาค้นคว้าจากแหล่งข้อมูล และ 3) การให้เหตุผล (Reasoning) เป็นข้อความที่แสดงความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานกับข้อกล่าวอ้างอย่างสมเหตุสมผลโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (McNeill, Lizotte, Krajcik & Marx, 2006)

จากการสังเกตชั้นเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนแห่งหนึ่งที่มีผู้วิจัยเป็นผู้สอนสะท้อนให้เห็นชัดเจนว่านักเรียนยังขาดทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ผลการวิเคราะห์ปัญหาในชั้นเรียนภายใต้สถานการณ์ที่ครูให้นักเรียนสวมบทบาทเป็นนักวิทยาศาสตร์การอาหารทำหน้าที่ตรวจสอบปริมาณความเข้มข้นของน้ำตาลในเครื่องดื่มที่พบในชีวิตประจำวัน ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนมีการอธิบายโดยการเขียนสูตรการคำนวณและให้คำตอบมาเพียงอย่างเดียวว่าเครื่องดื่มแต่ละชนิดมีปริมาณน้ำตาลคิดเป็นกิโลกรัม แต่ไม่มีการตอบคำถามในรูปแบบการอธิบาย คือ ไม่มีการกล่าวอ้างถึงคำตอบที่ได้จากการตรวจสอบปริมาณน้ำตาล และไม่มีการบอกเหตุผลว่าเหตุใดเครื่องดื่มชนิดนั้นจึงมีปริมาณน้ำตาลดังที่คำนวณมาได้ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Kajornklin, Seeboonruang, Jarujamrus & Supasorn (2022) ที่พบว่าการเรียนการสอนเคมีเรื่องสารละลายที่ผ่านมาเน้นการคำนวณเพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบแต่ไม่ได้สอดแทรกความหมายของการเรียนรู้และการเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนกับชีวิตประจำวันรวมถึงการนำความรู้ไปใช้ ทำให้มิติของการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์จึงไม่ได้ถูกพัฒนาไปกับเนื้อหาที่เป็นการคำนวณเท่าที่ควร จึงเป็นความท้าทายของครูที่จะต้องจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่ให้ความสมดุลระหว่างธรรมชาติของเนื้อหา และสามารถพัฒนาความรู้ความเข้าใจควบคู่กับการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่าแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เอื้อให้นักเรียนได้หาความรู้ในลักษณะเดียวกับการปฏิบัติของนักวิทยาศาสตร์ อีกทั้งเป็นวิธีการสอนที่มีขั้นตอนระบุชัดเจนถึงกระบวนการที่ให้นักเรียนได้สร้างคำอธิบายจากการสำรวจตรวจสอบ คือ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น คือ 1) ขั้นสร้างความสนใจ เพื่อให้นักเรียนเกิดการตั้งคำถามทางวิทยาศาสตร์ 2) ขั้นสำรวจและค้นหา เพื่อให้นักเรียนได้ค้นหาคำตอบของคำถามนั้น 3) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป เพื่อให้นักเรียนได้สร้างคำอธิบายจากสิ่งจากการสำรวจตรวจสอบ 4) ขั้นขยายความรู้ นำความรู้ที่ได้ไปอธิบายในสถานการณ์ใหม่ และ 5) ขั้นประเมิน นักเรียนร่วมประเมินผลการเรียนรู้ (The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2014) และเพื่อให้เกิดการจัดการเรียนรู้แต่ละขั้นตอนสามารถดึงดูดผู้เรียน อีกทั้งเพื่อให้ผู้เรียนเข้าถึงเนื้อหาและเชื่อมโยงความรู้เรื่องสารละลายกับการประยุกต์ใช้อย่างชัดเจนมากขึ้น จึงมีการนำการแสดงบทบาทสมมติ (Role-Playing) มาบูรณาการในขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยส่วนหนึ่งที่พบว่าเทคนิคการแสดงบทบาทสมมติส่งผลดีต่อการพัฒนาการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เพราะเป็นวิธีสอนที่มีความใกล้เคียงกับสภาพจริงและผู้เรียนมีส่วนร่วมลงมือปฏิบัติ ทำให้สามารถรู้สึกและสัมผัส

ประสบการณ์เกี่ยวกับเรื่องที่เรียนได้เป็นอย่างดี (Cakici & Bayir, 2012; Phayongwong, 2016; Wulandari, 2018)

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงสนใจที่จะพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้นร่วมกับบทบาทสมมติเพื่อให้นักเรียนสามารถอธิบายข้อค้นพบจากการเรียนรู้ในหน่วยการเรียนรู้เรื่องสารละลายได้อย่างมีประสิทธิภาพ เรียนรู้อย่างมีความหมายและสามารถประยุกต์ใช้ความรู้เรื่องสารละลายสอดคล้องกับเป้าหมายของหลักสูตรวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันได้

โจทย์วิจัย/ปัญหาวิจัย

ผลการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนเป็นอย่างไรเมื่อมีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้นร่วมกับการแสดงบทบาทสมมติ

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาผลการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้นร่วมกับการแสดงบทบาทสมมติ

นิยามศัพท์

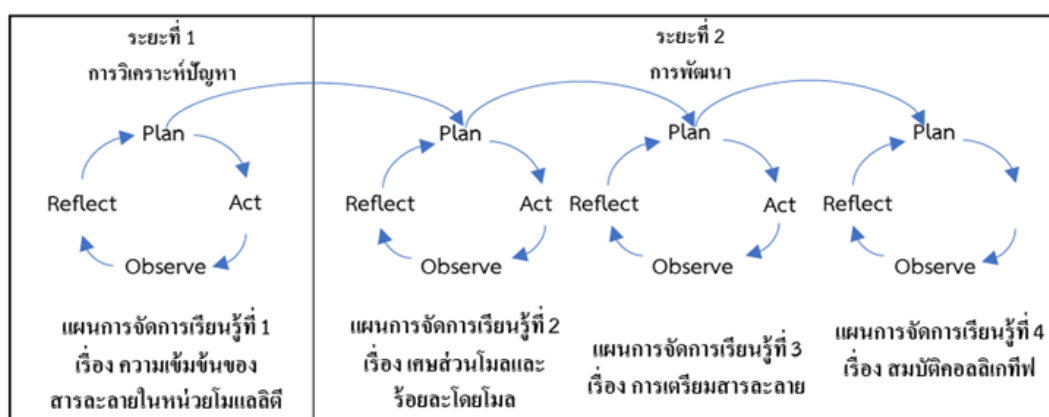
ความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ คือ ความสามารถในการเขียนอธิบายการพูดและการบรรยายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบผ่านกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จนได้ข้อสรุป มีหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบมาสนับสนุนข้อสรุป พร้อมแสดงเหตุผลเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของหลักฐานและข้อสรุปนั้นได้ การสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์มี 3 องค์ประกอบ คือ

- 1) ข้อกล่าวอ้าง นักเรียนได้ข้อสรุปเบื้องต้นของคำถามที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่นักเรียนต้องการค้นคว้าหาคำตอบ
- 2) หลักฐาน นักเรียนได้ข้อมูลเชิงวิทยาศาสตร์ที่นำมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง ซึ่งได้มาจากการทดลอง การศึกษาค้นคว้าจากแหล่งข้อมูล โดยนักเรียนจะต้องคัดเลือกหลักฐานที่มีความน่าเชื่อถือมาสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง
- 3) การให้เหตุผล นักเรียนอ้างหลักฐานเพื่อยืนยันว่าข้อสรุปนั้นเป็นความจริง สามารถแสดงความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานกับข้อกล่าวอ้างอย่างสมเหตุสมผล

วิธีดำเนินการวิจัย

1. แบบแผนการวิจัย งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งเป็นการวิจัยในเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) ของผู้วิจัยที่ได้วิจัยในระหว่างปีการศึกษา 2567 ณ โรงเรียนขนาดกลางแห่งหนึ่งในจังหวัดสงขลา โดยมีเป้าหมายเพื่อพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนและหาแนวปฏิบัติที่ดีด้วยวิธีการจัดการเรียนรู้ข้างต้น ในการวิจัยนี้ผู้วิจัยปฏิบัติตามกรอบแนวคิดของ Kemmis and Mc Taggart (1988 cited in Ketsing,

2022) ประกอบด้วย 4 วงจร แต่ละวงจรประกอบด้วยขั้นวางแผน (Plan) คือ ผู้วิจัยวิเคราะห์เนื้อหาและออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้ พร้อมทั้งส่งครูพี่เลี้ยงและอาจารย์นิเทศให้ข้อเสนอแนะก่อนใช้ขั้นปฏิบัติ (Act) ผู้วิจัยจัดการเรียนการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้ออกแบบ ขั้นสังเกต (Observe) ผู้วิจัยสังเกตการเรียนรู้ หรือดูพฤติกรรม การตอบสนองของผู้เรียนระหว่างเรียน และขั้นสะท้อนผล (Reflection) ผู้วิจัยสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ 4 ประเด็น คือ ผลการสอนเป็นอย่างไร เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้อย่างไร มีข้อดีและมีอุปสรรคอย่างไร และมีข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุงในแผนต่อไปอย่างไร โดยดำเนินการวิจัยแบ่ง 2 ระยะ คือ ระยะที่ 1 การวิเคราะห์ปัญหาในชั้นเรียน และระยะที่ 2 ระยะการแก้ปัญหาและพัฒนา มี 3 วงจรปฏิบัติการ



ภาพที่ 1 แบบแผนการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน

2. กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 42 คนของโรงเรียนแห่งหนึ่ง จังหวัดสงขลา ซึ่งเป็นห้องเรียนที่ผู้วิจัยเป็นผู้สอนตามที่ได้มอบหมายจากโรงเรียน สำหรับบริบทของผู้วิจัย คือ นักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู ชั้นปีที่ 4 หลักสูตรการผลิตครู 4 ปี โดยได้รับมอบหมายให้สอนรายวิชาเคมีในห้องดังกล่าวนี้ ระยะเวลาในการสอน 4 เดือน ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566

3. เครื่องมือในการวิจัย แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

3.1 เครื่องมือในการดำเนินการวิจัย คือ แผนการจัดการเรียนรู้เรื่องสารละลาย 4 แผน คือ 1) ความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยโมแลลิตี 2) เศษส่วนโมลและร้อยละโดยโมล 3) การเตรียมสารละลาย และ 4) สมบัติคอลลิเกทีฟ โดยแผนการเรียนรู้ได้ผ่านการตรวจสอบคุณภาพขององค์ประกอบต่าง ๆ ภายในแผนการเรียนรู้ เช่น สารการเรียนรู้ เนื้อหา วัตถุประสงค์การเรียนรู้ ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้และการประเมินผลการเรียนรู้ โดยครูพี่เลี้ยง อาจารย์นิเทศก์ด้านวิชาชีพ และด้านวิชาเอก ผู้วิจัยได้ปรับปรุงตามข้อเสนอแนะก่อนนำไปใช้ในชั้นเรียน

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ ใบงานของนักเรียนพร้อมกับบันทึกเสียงการนำเสนอเพื่อสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน สำหรับใบงานได้กำหนดคำสั่งชี้แจงสถานการณ์และคำถามสำหรับนักเรียน ซึ่งผ่านการประเมินความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์โดยครูพี่

เลี้ยง อาจารย์นิเทศก์ด้านวิชาชีพและด้านวิชาเอก และมีการปรับแก้สถานการณ์และข้อคำถามตามข้อเสนอแนะก่อนมีการนำไปใช้ในชั้นเรียน

4. วิธีดำเนินการวิจัยและการเก็บรวบรวมข้อมูล

4.1 วางแผน วิเคราะห์เนื้อหาและออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้

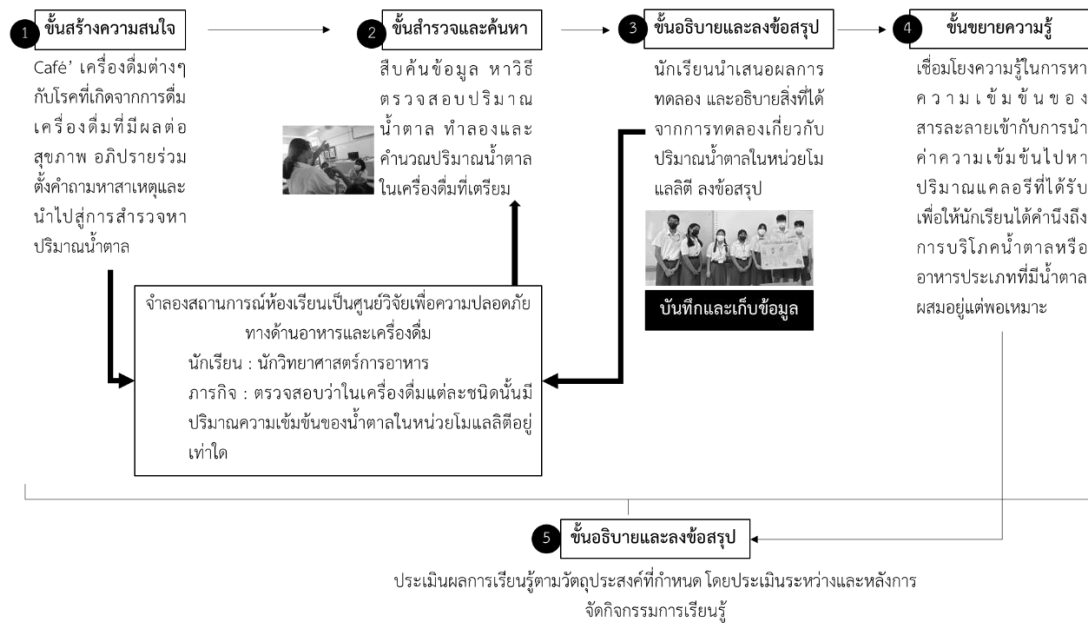
1) แผนการจัดการเรียนรู้ที่ เรื่อง ความเข้มข้นของสารละลายในหน่วยโมลลิตี เป็นการจำลองสถานการณ์ห้องเรียนเป็นบริษัทตรวจสอบผลิตภัณฑ์อาหาร โดยนักเรียนรับหน้าที่เป็นนักวิทยาศาสตร์การอาหารเข้าไปตรวจสอบโดยการสุ่มตรวจเครื่องดื่มของร้านอาหารแห่งหนึ่ง คนละ 1 ชนิด นักเรียนสามารถสืบค้นและค้นคว้าความรู้จากใบความรู้หรือช่องทางต่าง ๆ เพื่อหาวิธีตรวจสอบว่าในเครื่องดื่มแต่ละชนิดนั้นมีปริมาณความเข้มข้นของน้ำตาลในหน่วยโมลลิตีอยู่เท่าใด ทำการทดสอบและนำเสนอผล

2) แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง เศษส่วนโมลและร้อยละโดยโมล เป็นการเปรียบเทียบร้อยละโดยโมลของปริมาณน้ำตาลในเครื่องดื่ม 3 ชนิด จำลองสถานการณ์ห้องเรียนเป็นศูนย์วิจัยเพื่อความปลอดภัยทางด้านอาหารและเครื่องดื่ม โดยมีนักเรียนรับหน้าที่เป็นนักวิทยาศาสตร์การอาหารที่มีภารกิจคือเปรียบเทียบปริมาณน้ำตาลที่อยู่ในเครื่องดื่มว่าเครื่องดื่มชนิดใดมีปริมาณความเข้มข้นของน้ำตาลสูงที่สุดจนถึงน้อยที่สุด

3) แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การเตรียมสารละลาย เป็นการเปรียบเทียบความแตกต่างของการเตรียมสารละลายจากสารบริสุทธิ์และสารละลายเข้มข้นจากการชั่งกแพและเจือจางกแพ โดยให้นักเรียนทำหน้าที่เป็นนักวิทยาศาสตร์ที่ทำงานในห้องปฏิบัติการและต้องสอนการเตรียมสารละลาย มีสถานการณ์ที่ 1 คือ ชั่งกแพจากผงกแพ แล้วให้ผู้เรียนได้ลองปฏิบัติ และสถานการณ์ที่ 2 คือ การเจือจางกแพที่ชั่งด้วยน้ำ ให้นักเรียนศึกษาและทำการเปรียบเทียบว่าสถานการณ์ใดเป็นการเตรียมสารละลายด้วยวิธีใดโดยการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ตามความเข้าใจของนักเรียน

4) แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สมบัติคอลลิเกทีฟ จำนวน 2 คาบ มีกิจกรรมการเรียนรู้ที่เริ่มจากชั้นสร้างความสนใจโดยครูบทบาทเป็นพิธีกรในงานเทศกาลไอศกรีม และให้นักเรียนรับหน้าที่เป็นทีมผู้เข้าแข่งขันทำไอศกรีมหลอด จากนั้นสำรวจและค้นหาจากการวิเคราะห์คำถาม และวิเคราะห์สถานการณ์ รู้หรือไม่ทำไมไอศกรีมหลอดจึงแข็งตัว และให้ผู้เข้าแข่งขันร่วมกันค้นหาคำตอบ

4.2 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้นร่วมกับการแสดงบทบาทสมมติ กระบวนการจัดการเรียนรู้มี 5 ตอน คือ ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นสำรวจและค้นหา ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ขั้นขยายความรู้ และขั้นประเมิน ผู้วิจัยให้นักเรียนอยู่ในบทบาทสมมติในขั้นตอนที่ 1-3 โดยมีแนวปฏิบัติแต่ละขั้นดังตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1



ภาพที่ 2 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้นร่วมกับการแสดงบทบาทสมมติ

4.3 ดำเนินการสอนตามแผนที่ออกแบบไว้ ผู้วิจัยเก็บข้อมูลขั้นการอธิบาย โดยพิจารณาจากใบงานที่นักเรียนได้ทำระหว่างกิจกรรมและบันทึกเสียงการนำเสนอของนักเรียนในขั้นการอธิบาย พร้อมทั้งเอกสารที่นักเรียนเขียนบางส่วนประกอบการวิเคราะห์ผล

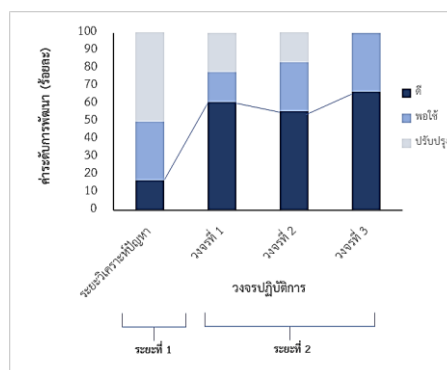
5. วิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลแบบนิรนัย (Ketsing, 2022) โดยมีการกำหนดเกณฑ์การจัดกลุ่มข้อมูลไว้ล่วงหน้า ขั้นตอนการดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล มีดังนี้ คือ 1) จัดเรียงผลงานของนักเรียนเพื่อความสะดวกในการวิเคราะห์ผล เช่น ใบงานและถอดเทปบันทึกการนำเสนอของแต่ละวงจร 2) อ่านแนวคำตอบและสิ่งที่นักเรียนเขียนในใบงานของแต่ละกลุ่มอย่างละเอียด โดยทำซ้ำ 3 รอบ เพื่อให้เห็นภาพรวมของคำตอบของนักเรียนว่าเป็นอย่างไร 2) ขณะที่อ่านได้ทำสัญลักษณ์หรือเน้นจุดสำคัญว่าประโยคที่นักเรียนเขียนสะท้อนองค์ประกอบใดของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ 3) ให้รหัสและจัดกลุ่มข้อมูลตามองค์ประกอบต่าง ๆ และ 4) จัดระดับทักษะการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยจัดแบ่งเป็น 3 ระดับ คือ ดี พอใช้ และควรปรับปรุง โดยใช้เกณฑ์การประเมินที่ปรับจากงานวิจัยของ McNeill, Lizotte, Krajcik & Marx (2006) ดังตารางที่ 1 แต่ละระดับโดยนำคะแนนที่ได้จากการตรวจแบบวัดมาวิเคราะห์หาร้อยละและค่าเฉลี่ย โดยเปรียบเทียบจากเกณฑ์ที่กำหนด แล้วนำผลมาแปลความหมาย โดยที่คะแนนเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 1-1.9 (ระดับควรปรับปรุง) คะแนนเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 2-2.4 (ระดับพอใช้) และคะแนนเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 2.5-3 (ระดับดี)

ตารางที่ 1 คำอธิบายและระดับการให้คะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

องค์ประกอบ	ระดับคะแนนความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์		
	3	2	1
ข้อกล่าวอ้าง	สามารถให้คำตอบหรือข้อสรุปเบื้องต้นของคำถามที่นักเรียนค้นคว้าหาคำตอบมาได้ถูกต้องสมบูรณ์	มีการให้คำตอบหรือข้อสรุปเบื้องต้นของคำถามที่นักเรียนค้นคว้าหาคำตอบมาได้ถูกต้องบางส่วน	มีการให้คำตอบหรือข้อสรุปเบื้องต้นของคำถามที่นักเรียนค้นคว้าหาคำตอบไม่ชัดเจนหรือไม่ถูกต้อง
หลักฐาน	สามารถให้ข้อมูลเชิงวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้างที่ได้จากการสำรวจตรวจสอบถูกต้องและน่าเชื่อถือ	การให้ข้อมูลเชิงวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้างจากแหล่งข้อมูลบางส่วน	ให้ข้อมูลเชิงวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนไม่สอดคล้องกับข้อกล่าวอ้างและแหล่งข้อมูลขาดความน่าเชื่อถือ
การให้เหตุผล	สามารถแสดงความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานกับข้อกล่าวอ้างอย่างสมเหตุสมผลโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ถูกต้อง	แสดงความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานกับข้อกล่าวอ้างอย่างสมเหตุสมผลโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์บางส่วน	แสดงความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานกับข้อกล่าวอ้างไม่ชัดเจนและไม่สมเหตุสมผล

ผลการวิจัย

ผลการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนโดยรวม ทั้ง 2 ระยะปฏิบัติการ พบว่า นักเรียนมีแนวโน้มการพัฒนาทักษะการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น ดังภาพที่ 3

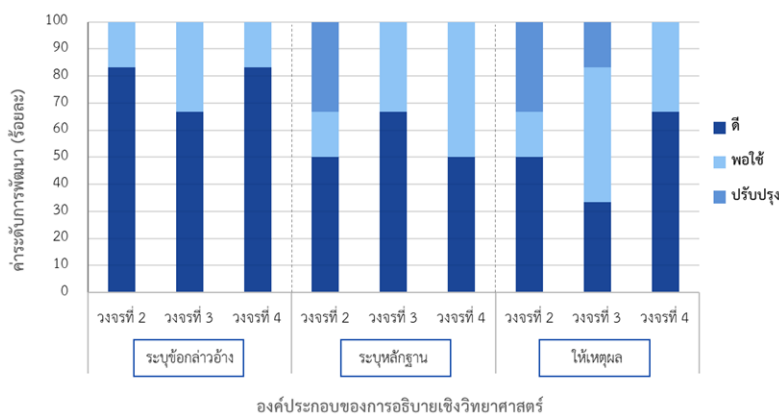


ภาพที่ 3 ผลการพัฒนาทักษะการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

จากภาพที่ 3 พบว่าระยะที่ 1 ระยะการวิเคราะห์ปัญหา นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 44 และร้อยละ 33 มีทักษะการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับพอใช้และควรปรับปรุง มีนักเรียนเพียงร้อยละ 22 เท่านั้นที่มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดี เมื่อเข้าสู่

ระยะที่ 2 ระยะการพัฒนาในวงจรที่ 2-4 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีระดับการพัฒนาทักษะการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับดีเพิ่มขึ้น โดยมีนักเรียนร้อยละ 61 ร้อยละ 57 และร้อยละ 67 ตามลำดับ เนื่องจากนักเรียนสามารถระบุข้อกล่าวอ้างและสามารถระบุหลักฐานที่มาจากการทดลอง การสืบค้นของแต่ละกิจกรรม รวมทั้งให้เหตุผลโดยแสดงความเชื่อมโยงข้อกล่าวอ้างและหลักฐานอย่างสมเหตุสมผลถูกต้องสอดคล้องกับความรู้เรื่องเศษส่วนโมลและร้อยละโดยโมล การเตรียมสารละลายและสมบัติคอลลิเกทีฟได้ ส่วนนักเรียนที่มีทักษะการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ที่อยู่ในระดับควรปรับปรุงลดลงจากร้อยละ 22 สู้อยู่ร้อยละ 17 ในวงจรที่ 2 และ 3 ตามลำดับ และไม่ปรากฏวงจรที่ 4 จึงสรุปได้ว่า ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้นร่วมกับการแสดงบทบาทสมมติต่อการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนทุกวงจรปฏิบัติการมีแนวโน้มพัฒนาอยู่ในระดับดีขึ้น ขณะที่ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่อยู่ในระดับปรับปรุงมีแนวโน้มลดลง

เมื่อพิจารณาผลการพัฒนาทักษะการอธิบายทางวิทยาศาสตร์แต่ละองค์ประกอบในระยะที่ 2 ที่มี 3 วงจรปฏิบัติการ (วงจรที่ 2-4) ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐานและการให้เหตุผล อย่างละเอียดในแต่ละวงจร มีผลการพัฒนาดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 ผลการพัฒนาพัฒนาทักษะการอธิบายทางวิทยาศาสตร์แต่ละองค์ประกอบวงจรที่ 2-4

องค์ประกอบด้านข้อกล่าวอ้าง

ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ด้านการระบุข้อกล่าวอ้าง พบว่า วงจรที่ 2 นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 83 (35 คน) มีความสามารถในการระบุข้อกล่าวอ้างอยู่ในระดับดี ขณะที่นักเรียนร้อยละ 17 (7 คน) สามารถระบุข้อกล่าวอ้างอยู่ในระดับพอใช้ วงจรที่ 3 นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 67 (28 คน) มีความสามารถในการระบุข้อกล่าวอ้างอยู่ในระดับดี ขณะที่นักเรียนร้อยละ 33 (14 คน) สามารถระบุข้อกล่าวอ้างอยู่ในระดับพอใช้ และวงจรที่ 4 นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 83 (35 คน) มีความสามารถในการระบุข้อกล่าวอ้างอยู่ในระดับดี ขณะที่นักเรียนร้อยละ 17 (7 คน) สามารถระบุข้อกล่าวอ้างอยู่ในระดับพอใช้ แสดงให้เห็นว่า การพัฒนาทักษะการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ด้านการระบุข้อกล่าวอ้างของนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับดี กล่าวคือ

นักเรียนสามารถให้คำตอบและให้ข้อสรุปเบื้องต้นของคำถามที่นักเรียนค้นคว้าจากสถานการณ์ได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์ แต่อย่างไรก็ตามมีนักเรียนส่วนหนึ่งที่ให้ข้อสรุปเบื้องต้นได้ไม่ชัดเจน

องค์ประกอบด้านหลักฐาน

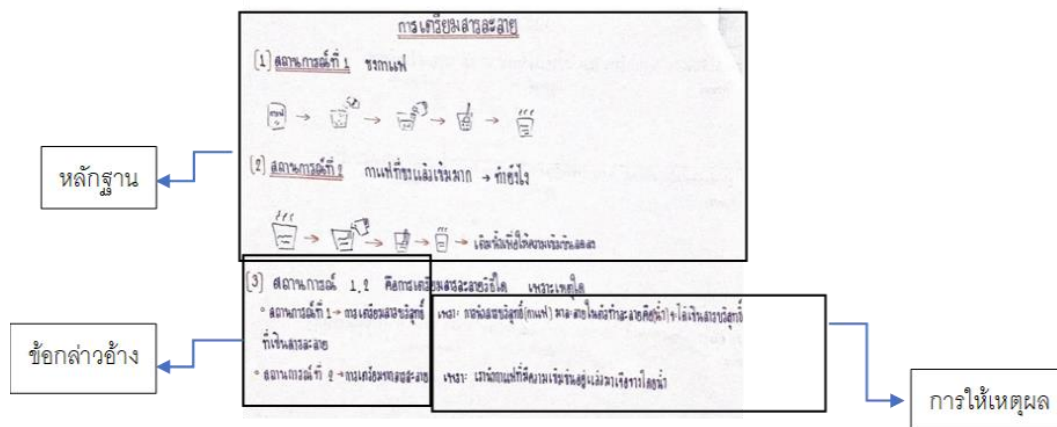
ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ด้านหลักฐาน พบว่า วงจรที่ 2 นักเรียน นักเรียนร้อยละ 50 (21 คน) สามารถระบุหลักฐานอยู่ในระดับดี ขณะที่นักเรียน ร้อยละ 17 (7 คน) และนักเรียนร้อยละ 33 (14 คน) ระบุหลักฐานอยู่ในระดับพอใช้และระดับ ควรปรับปรุง ในวงจรที่ 3 พบว่านักเรียนสามารถให้หลักฐานได้มากขึ้น โดยนักเรียนร้อยละ 67 (28 คน) พัฒนามาอยู่ในระดับดี ขณะที่นักเรียนร้อยละ 33 (14 คน) อยู่ในระดับพอใช้ และในวงจร ที่ 4 นักเรียนร้อยละ 50 (21 คน) สามารถระบุหลักฐานอยู่ในระดับดี ขณะที่นักเรียนร้อยละ 50 (21 คน) สามารถระบุหลักฐานอยู่ในระดับพอใช้ จึงแสดงให้เห็นว่านักเรียนสามารถนำเสนอหลักฐาน ที่สอดคล้องกับข้อกล่าวอ้างได้ดีขึ้น โดยได้หลักฐานจากการสำรวจตรวจสอบและสืบค้นข้อมูล ที่น่าเชื่อถือ อย่างไรก็ตามแนวโน้มการพัฒนาปรากฏพบนักเรียนส่วนหนึ่งอยู่ในระดับควรปรับปรุง ในวงจรที่ 2 และไม่ปรากฏในวงจรที่ 3 และ 4 ขณะที่นักเรียนที่อยู่ในระดับพอใช้และระดับดีมีส่วน ของการเพิ่มลดไม่ชัดเจนในวงจรที่ 3 และ 4 เช่นกัน

องค์ประกอบด้านการให้เหตุผล

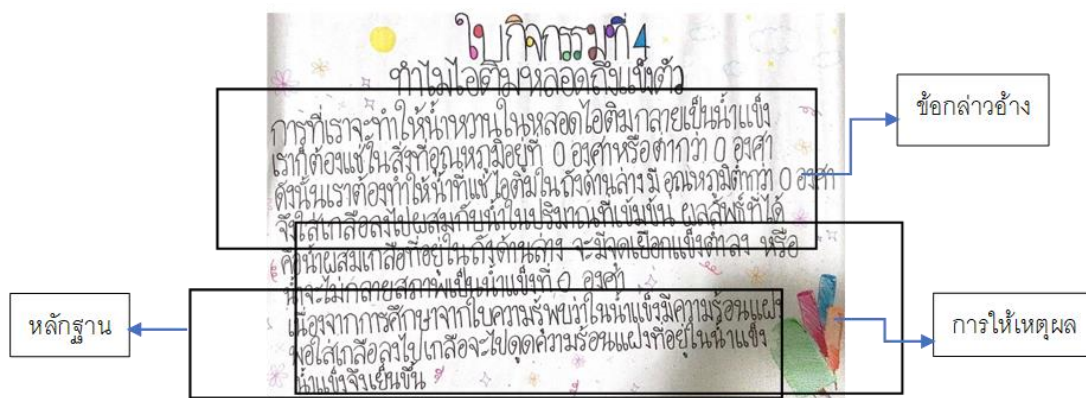
ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ด้านการให้เหตุผล พบว่า วงจรที่ 2 นักเรียน นักเรียนร้อยละ 50 (21 คน) สามารถให้เหตุผลแสดงความเชื่อมโยงระหว่าง หลักฐานกับข้อกล่าวอ้างอย่างสมเหตุสมผลโดยใช้ความรู้เรื่องเศษส่วนโมลและร้อยละโดยโมลอยู่ใน ระดับดี ขณะที่นักเรียนร้อยละ 17 (7 คน) และร้อยละ 33 (14 คน) ที่มีระดับการให้เหตุผลในระดับ พอใช้และระดับปรับปรุง ตามลำดับ ส่วนวงจรที่ 3 นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 50 (21 คน) สามารถ นำเสนอเหตุผลอยู่ในระดับพอใช้ มีนักเรียนร้อยละ 33 (14 คน) ที่สามารถแสดงเหตุผลที่สนับสนุนข้อ กล่าวอ้างและหลักฐานสอดคล้องกับความรู้เรื่องการเตรียมสารละลายได้ถูกต้อง ส่วนนักเรียนร้อยละ 17 (7 คน) มีการระบุเหตุผลอยู่ในระดับควรปรับปรุง และวงจรที่ 4 นักเรียนส่วนใหญ่ร้อยละ 67 (28 คน) สามารถแสดงความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานกับข้อกล่าวอ้างอย่างสมเหตุสมผลโดยใช้ ความรู้เรื่องสมบัติคอลลิเกทีฟ จึงสรุปได้ว่า ผลการพัฒนาด้านการให้เหตุผลของนักเรียนมีแนวโน้ม สูงขึ้นจากวงจรที่ 2 วงจรที่ 3 และวงจรที่ 4 ตามลำดับ โดยเฉพาะในวงจรที่ 4 ไม่ปรากฏผลในระดับ ควรปรับปรุง (ภาพที่ 5-7)



ภาพที่ 5 ตัวอย่างผลงานของนักเรียนวงจรที่ 2 เรื่อง เศษส่วนโมลและร้อยละโดยโมล



ภาพที่ 6 ตัวอย่างผลงานของนักเรียนวงจรที่ 3 เรื่อง การเตรียมสารละลาย



ภาพที่ 7 ตัวอย่างผลงานของนักเรียนวงจรที่ 4 เรื่อง สมบัติคอลลิเกทีฟ

อภิปรายผล

จากการวิเคราะห์ผลการวิจัยสรุปได้ว่าผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหา 5 ขั้นร่วมกับการแสดงบทบาทสมมติมีผลต่อการพัฒนาทักษะการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ดีขึ้นทุกองค์ประกอบ โดยองค์ประกอบที่นักเรียนสามารถทำได้ในระดับดีอย่างต่อเนื่องคือการระบุข้อกล่าวอ้าง ขณะที่องค์ประกอบด้านหลักฐานและการให้เหตุผลมีการพัฒนาแบบค่อยเป็นค่อยไปจากระดับควรปรับปรุงไปสู่ระดับดีตามลำดับตามวงจรปฏิบัติการพัฒนา ผลการศึกษาสอดคล้องกับงานวิจัยจำนวนมากที่ชี้ชัดว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้นสามารถพัฒนาทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนส่วนใหญ่เพิ่มขึ้น โดยคะแนนแต่ละองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นอยู่ในระดับดี เช่นเดียวกับงานวิจัยส่วนหนึ่งที่ได้เปรียบเทียบการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 5 ขั้น ผลวิจัยปรากฏว่า การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองสูงกว่าของกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (Ladachart et al. 2015; Lertdechapat & Limpanont Promratana, 2018; Hadkhuntod, Chaowakeratipong & Suwanjinda, 2020; Chaowakeratipong, 2019)

ผลการศึกษาข้างต้นยังสะท้อนให้เห็นว่าการเลือกวิธีสอนที่เหมาะสมและเอื้อให้นักเรียนได้ปฏิบัติในสิ่งที่ต้องการพัฒนามีผลต่อนักเรียน ซึ่งแนวทางการสอนแบบวงจรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน มีขั้นตอนที่ชัดเจน คือ ขั้นตอนอธิบายความรู้ ซึ่งมีเป้าหมายชัดเจนในการให้นักเรียนได้นำสิ่งที่ค้นพบจากการสำรวจมาอธิบาย ซึ่งการอธิบายตรงนี้จะทำให้นักเรียนได้เห็นความแตกต่างจากการอธิบายทั่วไป แต่เป็นการอธิบายที่ต้องมีองค์ประกอบทั้งข้อสรุปเบื้องต้นของคำถามที่เกี่ยวข้องกับสิ่งที่นักเรียนต้องการค้นคว้าหาคำตอบ พร้อมทั้งให้เหตุผลที่แสดงความเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานกับข้อกล่าวอ้างอย่างสมเหตุสมผลโดยใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่นักเรียน สอดคล้องกับการรายงานของ Likhitjunyarak, Suwanjinda, & Thammaprathet (2022) รายงานว่าขั้นอธิบายและลงข้อสรุป และขั้นขยายความรู้เป็นขั้นสำคัญที่มีผลต่อการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายของนักเรียน เพราะนักเรียนได้นำข้อมูล หลักฐานที่ได้จากการสืบเสาะมาสร้างเป็นคำอธิบายและนำคำอธิบายที่ได้ไปสร้างคำอธิบายในสถานการณ์ใหม่ได้ เช่นเดียวกับ Ladachart, Jantakoon, Kongson, & Phothong (2017) ที่ระบุว่า วงจรการเรียนรู้ 5 ขั้นเน้นลักษณะสำคัญของการสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ เพราะเป็นวิธีที่ผู้เรียนจะถูกกระตุ้นด้วยคำถามทางวิทยาศาสตร์ ให้ทำการสำรวจตรวจสอบเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลนำไปสู่การสร้างเป็นคำอธิบาย นำคำอธิบายไปเชื่อมโยงกับปรากฏการณ์ใกล้เคียงและประเมินผลการเรียนรู้ของตนเอง

นอกจากนี้สิ่งการบูรณาการบทบาทสมมติเข้าไปในกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละขั้นตอน กล่าวคือเมื่อนักเรียนเข้าถึงความเข้าใจเกี่ยวกับสารละลายและอยู่ในบทบาทที่เห็นว่าความรู้ที่ถูกใช้อย่างไรในสถานการณ์ที่ครูกำหนด ทำให้นักเรียนมีความสนใจและตั้งใจที่จะปฏิบัติในแต่ละขั้นของกิจกรรมมีผลที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเชิงบวกต่อการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ซึ่งส่งผลต่อการพัฒนาความรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ ซึ่งสอดคล้องกับการวิจัยของ Phayongwong (2016) ที่พบว่าการใช้บทบาทสมมติร่วมกับการสืบเสาะมีผลต่อการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้ดีขึ้น เนื่องจากเป็นวิธีสอนที่มีความใกล้เคียงกับ

สภาพจริงและผู้เรียนมีส่วนร่วมลงมือปฏิบัติ ทำให้นักเรียนได้สัมผัสประสบการณ์เกี่ยวกับเรื่องที่เรียนได้เป็นอย่างดี เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Akhtar, Choudhary, & Akhtar (2022) ที่พบประเด็นเพิ่มเติมคือ บทบาทสมมติทำให้เกิดแรงบันดาลใจที่ส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้ดีขึ้น ซึ่งเป็นปัจจัยภายในที่มีผลต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และทำให้ผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนได้รับการปรับปรุงในการสอบปลายภาค นอกจากนี้ยังพบว่าการแสดงบทบาทสมมติทำให้เข้าถึงบทบาทของความเป็นนักวิทยาศาสตร์ ถ่ายทอดเรื่องราวชีวิตของนักวิทยาศาสตร์ที่น่าตื่นเต้น ให้ข้อมูลและสร้างสรรค์ในการพัฒนาความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์แก่นักเรียนได้ (Cakici & Bayir, 2012) จากการวิเคราะห์วิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น นอกจากมีขั้นตอนที่เอื้อต่อการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายของนักเรียนอย่างชัดเจนดังที่กล่าวมาข้างต้น แต่การดำเนินกิจกรรมให้สามารถไปถึงเป้าหมายของการสร้างคำอธิบายนั้นมีความต่อเนื่องจากขั้นการสร้างความสนใจเพื่อให้เกิดการตั้งคำถามเชิงวิทยาศาสตร์ ดังนั้นการให้สถานการณ์ที่ให้นักเรียนได้รับบทบาทสมมติตามสถานการณ์ย่อมส่งผลต่อการกระตุ้นความสนใจของนักเรียนได้และทำให้นักเรียนเห็นได้อย่างชัดเจนถึงความรู้เรื่องสารละลายมีบทบาทในโลกแห่งความเป็นจริงอย่างไร ซึ่งไม่ใช่เพียงการเรียนรู้เพื่อการคำนวณและท่องจำอย่างเดียว

จากงานวิจัยนี้แม้ว่านักเรียนส่วนใหญ่สามารถสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้แต่ก็พบนักเรียนส่วนหนึ่งที่ระบุได้เพียงข้อกล่าวอ้างแต่ยังไม่สามารถแสดงการให้เหตุผลและหลักฐานได้เมื่อพิจารณาผลการพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์แต่ละองค์ประกอบ พบว่าการระบุข้อกล่าวอ้างนักเรียนสามารถทำได้ดีที่สุด สอดคล้องกับงานวิจัยของ Meela & Artdej (2017) ที่พบว่าการสร้างข้อกล่าวอ้างเป็นองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่นักเรียนส่วนใหญ่ทำคะแนนได้ดีที่สุด ขณะที่ด้านหลักฐานและการให้เหตุผลมีลักษณะค่อยเป็นค่อยไปหลังจากทำกิจกรรมอย่างต่อเนื่อง ดังที่ Janhom & Phornphisutthimas (2020) ที่พบว่าด้านการระบุหลักฐานเป็นองค์ประกอบที่ค่อนข้างยากสำหรับนักเรียน หรือแม้แต่การให้เหตุผลที่มักพบว่านักเรียนไม่สามารถให้เหตุผลได้อย่างสมบูรณ์ โดยมีการใส่ความคิดเห็นส่วนตัวหรือสร้างคำอธิบายที่ไม่เกี่ยวข้องกับหลักฐาน (Ladachart, et al. 2015) จากการวิเคราะห์สาเหตุที่เกี่ยวข้องของงานวิจัยเหล่านี้ต่างชี้ให้เห็นชัดว่าเนื่องจากนักเรียนขาดหรือมีแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่คลาดเคลื่อน อาจส่งผลให้นักเรียนสร้างข้อกล่าวอ้างได้ไม่ดีเท่าที่ควร เพราะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์มีความสัมพันธ์ทางบวกกับความรู้เนื้อหาอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้นักเรียนส่วนหนึ่งอาจไม่เข้าใจว่าข้อมูลลักษณะใดที่จัดเป็นหลักฐานที่สามารถนำมาใช้สนับสนุนข้อกล่าวอ้างหรือให้เหตุผลได้ นอกจากนี้ในระหว่างการจัดการเรียนรู้อาจมีปัจจัยต่าง ๆ เข้ามาที่เกี่ยวข้อง เช่น ในเรื่องความสามารถของนักเรียนแต่ละบุคคล เรื่องของเวลาที่ใช้จัดการเรียนการสอนที่มีอย่างจำกัด ส่งผลให้นักเรียนไม่สามารถดึงทักษะการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์มาใช้ได้อย่างเต็มความสามารถ ดังนั้น ในการจัดการเรียนรู้เคมีด้วยวิธีการสืบเสาะเพื่อพัฒนาทักษะการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จึงต้องคำนึงถึงปัจจัยแทรกซ้อนที่อาจมีผลต่อนักเรียน และต้องมีความต่อเนื่องในการจัดการเรียนรู้จึงจะสามารถพัฒนาการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนได้

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการศึกษาไปใช้

1. ครูและนิสิตครูสามารถนำแนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้วงจรการเรียนรู้แบบ 5 ขั้นตอน ร่วมกับการแสดงบทบาทสมมติไปปรับใช้ในการจัดการเรียนรู้เรื่องสารละลาย และเรื่องอื่น ๆ ของวิชา เคมีและวิทยาศาสตร์ได้
2. ก่อนการพัฒนาทักษะการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ครูควรวิเคราะห์ความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้ชัดเจน
3. ครูต้องอธิบายและชี้แจงเกี่ยวกับองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายแต่ละข้อให้ชัดเจน พร้อมทั้งยกตัวอย่าง เพื่อให้นักเรียนสามารถเขียนหรือให้คำอธิบายได้ถูกต้อง
4. ก่อนนักเรียนทำการอธิบายควรให้นักเรียนได้วางแผนการอธิบาย และผู้สอนควรตรวจการอธิบายเป็นรายบุคคลก่อนให้นักเรียนร่วมกันนำเสนอและอธิบาย
5. การประเมินการอธิบายควรมีการประเมินทั้งการอธิบายรายกลุ่มและรายบุคคล เพื่อให้เห็นถึงปัญหาและการพัฒนาทักษะการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอย่างชัดเจน

สำหรับข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยต่อไป

1. ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ โดยแต่ละองค์ประกอบส่งผลเชิงบวกเชิงลบต่อกันอย่างไรที่จะส่งผลให้นักเรียนสามารถพัฒนาทักษะการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างสมบูรณ์
2. ศึกษาเกี่ยวกับทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เพราะเป็นองค์ประกอบหนึ่งที่สำคัญในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์
3. วิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อการจัดการเรียนรู้เคมีที่ส่งผลต่อการพัฒนาทักษะการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

References

- Akhtar, M., Choudhary, F. R. & Akhtar, S. (2022). Role-play: learning experience through enactment in science education. **Pakistan Journal of Educational Research**. 5(2), 201-215.
- Cakici, Y. & Bayir, E. (2012). Developing children's views of the nature of science through role play. **International Journal of Science Education**. 34(7), 1075-1091.
- Chaowakeratipong, N. (2019). kām songsoēm khwāmsāmāt nai kānsāng kham'athibāi choēng witthayāsāt khōng phū rian duāi kānsōn bāep sūpsō hākhwām rū [Enhancing the ability in constructing scientific explanations of learners by using the inquiry teaching method]. **STOU Education Journal**. 12(1), 40-54.

Hadkhuntod, P., Chaowakeratipong, N. & Suwanjinda, D. (2020). phon kanchatkan rianru baep supso hakhwam ru ha khan doi nen kan sangkha 'athibai choeng wittayasat thi mi to phon samrit thangkhan rian wittayasat ruang lom fa 'akat lae kan sangkha 'athibai choeng wittayasat khong nak rian namat yom suksa pi thi nung rongrian nawa mi not ra chinu thit sun kulap wittayalai Pathum Thani changwat Pathum Thani [The effects of inquiry 5es learning management emphasizing scientific explanation on science achievements in the topic of weather and scientific explanation of matthayomsuksa I Students at Nawamintrachinuthit SuankularbWittayalai Pathumthani School in Pathumthani Province]. **Journal of Kasetsart Educational Review**. 35(1), 35-47.

Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2022). **khongkan phatthana 'atchariyaphap thang wittayasat lae khanittasat** [Science and mathematics genius development project]. Retrieved from https://genius.ipst.ac.th/datatest_update/

Janhom, C. & Phornphisutthimas, S. (2020). kansamruat khwamsamat nai kansang kham 'athibai choeng wittayasat ruang rabop yo 'ahan khong nak rian namat yom suksa ton plai [The survey of senior secondary students' scientific explanation about digestion]. In **The 21st National Graduate Research Conference**. Khon Kaen: Khon Kaen University.

Kajornklin, P., Seeboonruang, K., Jarujamrus, P. & Supasorn, S. (2022). Learning difficulties in high school chemistry: the case of chemical equilibrium. **International Journal of Science Education and Teaching**. 1(3), 121-127.

Ketsing, K. (2022). **kanwichai choeng patibatkan nai chan rian wittayasat: withi patibat su kanphatthana ton 'e** [Action research in science class: Practices for self-improvement]. 2nd ed. Bangkok: Charansanitwong Printing Co.,Ltd.

Ladachart, L. et al. (2015). kan long kho sarup lae sang kham 'athibai thang wittayasat khong nak rian namat yom suksa pi thi sam [Ninth grade students' making scientific inferences and explanations]. **Silpakorn University Journal**. 35(1), 171-206. Retrieved from <https://so05.tci-thaijo.org/index.php/sujthai/article/view/23265/28298>

- Ladachart, L., Jantakoon, J., Kongson, R. & Phothong, W. (2017). *kōranī suksā khru wıthayāsāt thī chat kitchakam kān sūpsō lang kān ‘oprom choēng patibatkān: khōkhō nop bō chāk khroṅkān khūpōṅg phatthana khru* [A case study of science teachers enacting inquiry-based activities after a workshop: findings from the coupon for teacher development project]. **STOU Education Journal**. 10(2), 89-108.
- Lertdechapat, K. & Limpanont, P. P. (2018). *phon kān sūpsō bæp rūammū rūām phalang thī mī tō khwāmsāmāt nai kānsāng kham ‘athibāi choēng wıthayāsāt khōṅg nakrīan matthayommasuksā tōṅ ton* [Effects of collaborative inquiry on ability in the scientific explanation making of lower secondary school students]. **Journal of Education Studies**. 46(2), 1-20.
- Likhitjunyarak, A., Suwanjinda, D. & Thammaprateeep, J. (2022). *phon kānchatkān rīanrū bæp sūpsō hākhwām rū hā khan thī mī tō phon samrit thāṅkān rīan læ khwāmsāmāt nai kānsāng kham ‘athibāi choēng wıthayāsāt rūāng sēn khōṅg nak rīan namat yom suksā pī thī sī rōṅrīan cha na chanūpa tham chāngwat Songkhla* [The effects of 5es inquiry instruction on learning achievement and scientific explanation ability in the topic of cell of grade 10 students at Chanachanupatham School in Songkhla Province]. **Journal of Education Thaksin University**. 23(1), 89-101.
- McSharry, G. & Jones, S. (2000). Role-play in science teaching and learning. **School Science Review**. 82(298), 73-82.
- McNeill, K. L., Lizotte, D. J., Krajcik, J. & Marx, R. W. (2006). Supporting students' construction of scientific explanations by fading scaffolds in instructional materials. **The Journal of the Learning Sciences**. 15(2), 153-191.
- McNeill, K. L. & Krajcik, J. (2008). Scientific explanations: characterizing and evaluating the effects of teachers' instructional practices on student learning. **Journal of Research in Science Teaching**. 45(1), 53-78.
- Meela, P. & Artdej, R. (2017). *kān sūpsō hākhwām rū dōi chai bæp chō lōṅg pen thān læ kān ‘athibāi thāṅg wıthayāsāt: kān songsoēm kānsāng khwāmmai nai chan rīan* [Model based inquiry and scientific explanation: promoting meaning-making in classroom]. **Journal of Education Naresuan University**. 19(3), 1-15.
- National Research Council. (2000). **Inquiry and the national science education standards: a guide for teaching and learning**. Washington D.C.: National Academy Press.

Phayongwong, A. (2016). **phon khōng kanchai rūpbæp kanchatkañ rian rūpbæp hā khan dōi chai kēm læ kñ sadæng botbāt sommotti rūang rabop sūpphan læ kñ chaoen tōptō khōng sat tō phon samrit thāngkañ rian khōng nak rian namat yom suksa pī thī hā rōngriān chulā phō ron rāt witthayalai Mukdahān** [The effects of 5e learning model with games and role-playing in animal reproduction, growth and development on grade 11 student's achievement at Princess Chulabhorn's College Mukdahan].

Master's thesis. Ubon Ratchathani University.

The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2014). **A teaching model that develops higher-order thinking processes in biology at the high school level**. Retrieved from <http://biology.ipst.ac.th/?p=688>.

Wulandari, E. F. (2018). The effect of using role playing strategy to the students of science education. **Advances in Social Science, Education and Humanities Research**. 125, 131-134.