



Promoting the scientific Problem Solving Ability of Grade 6 Students by Using Open Approach Supplemented with Feynmen's Learning Technique in Force and Electrical Energy

Rinlaya Manasil¹ and Pattawan Narjaikaew^{1,*}

¹Program Study of Science, Faculty of Education, Udonthani Rajabhat University

*Email: pattawan.na@udru.ac.th; tawannar@gmail.com.

Received <9 April 2025>; Revised <15 May 2025>; Accepted <17 May 2025>

Abstract

This study aimed to compare students' scientific problem-solving ability before, during implementation, and after learning by the open approach supplemented with Feynman's learning technique in a topic of Force and Electrical Energy. The target group consisted of 6 Grade 6 students from a small-sized primary school under the Udonthani Primary Educational Service Area Office 4, during semester 2 of academic year 2024. The students were selected by purposive sampling. The one group pretest-posttest design was employed in this study. The research instruments included: (1) 6 lesson plans based on the open approach supplemented with Feynman's learning technique (2) scientific problem-solving ability test based on Weir's (1974) framework, covering four components-problem identification, problem analysis, problem-solving method presentation and result verification, 24 items based on Weir (1974) concept (3) The worksheet form assessing scientific problem-solving ability during implementation processes, and (4) a semi-structured interview form for oral problem-solving ability testing after each lesson finishes. The researcher analyzed quantitative data from pre- and post- tests and analyzed qualitative data from worksheet forms and oral testing during the implementation. The research findings indicated that students who learned through open approach supplemented with the Feynman learning technique had higher post-learning scientific problem-solving ability (Mean = 33.50, S.D. = 5.86) than pre-learning (Mean = 26.72, S.D. = 5.75). From the analysis of scientific problem-solving ability data during the implementation, it was found that students showed continuous improvement in their scientific problem-solving ability, both overall and in each of the 4 components. The prominent finding was that the students' ability to propose solutions and evaluate results improved significantly and reached a good level in the later learning management plans. This resulted from students engaging in hands-on practice and self-directed learning, leading to an understanding of the principles and correct scientific problem-solving methods.

Keywords: Open Approach; Feynmen's Learning Technique; Problem Solving Ability

การส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเปิด เสริมด้วยเทคนิคการเรียนรู้ไพล์แมน เรื่อง แรงไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

รินลญา มานะศิลป์¹ และ พัตตวัน นาใจแก้ว^{1,*}

¹สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี

*Email: pattawan.na@udru.ac.th; tawannar@gmail.com.

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียน ระหว่างเรียน และหลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเปิด เสริมด้วยเทคนิคการเรียนรู้ไพล์แมน เรื่อง แรงไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยกลุ่มเป้าหมายการวิจัยในครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนขนาดเล็กแห่งหนึ่งในจังหวัดอุดรธานี สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุดรธานี เขต 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 6 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง มีแบบแผนการวิจัยแบบกลุ่มเดียว เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) การจัดการเรียนรู้แบบเปิดเสริมด้วยเทคนิคการเรียนรู้ไพล์แมน เรื่อง แรงไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า จำนวน 6 แผน 2) แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 24 ข้อ โดยอ้างอิงตามแนวคิดของ Weir (1974) ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ได้แก่ การระบุปัญหา การวิเคราะห์ปัญหา การนำเสนอวิธีการคิดแก้ปัญหา และการตรวจสอบผลลัพธ์ 3) แบบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียน 4) แบบประเมินด้วยวิธีการสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณจากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ และวิเคราะห์เชิงคุณภาพจากแบบประเมินสังเกตพฤติกรรมและการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียนและผลการสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างหลังเรียนจบแต่ละบทเรียนตลอด 6 แผนการจัดการเรียนรู้โดยนำข้อมูลมาบรรยายเป็น ความเรียง ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่เรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเปิดเสริมด้วยเทคนิคการเรียนรู้ไพล์แมน มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน ($\bar{X} = 33.50$, S.D.= 5.86) สูงกว่าก่อนเรียน ($\bar{X} = 26.72$, S.D.= 5.75) จากผลการวิเคราะห์ข้อมูลความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียนผ่าน 6 แผนการเรียนรู้ พบว่านักเรียนมีพัฒนาการความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ดีขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยภาพรวมและรายองค์ประกอบทั้ง 4 องค์ประกอบ จุดเด่นที่พบคือความสามารถในการเสนอแนวทางแก้ปัญหา และการตรวจสอบผลลัพธ์ ของนักเรียนพัฒนาขึ้นอย่างชัดเจนและอยู่ในระดับดีในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4-6 ซึ่งเป็นผลมาจากการที่นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติและเรียนรู้ด้วยตนเอง ทำให้เกิดความเข้าใจในหลักการและวิธีการแก้ปัญหาที่ถูกต้อง

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้แบบเปิด; เทคนิคการเรียนรู้ไพล์แมน; ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์

บทนำ

การเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับประถมศึกษาไม่เพียงมุ่งเน้นให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาเท่านั้น แต่ยังมุ่งเสริมสร้างทักษะการคิดแก้ปัญหา ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 โดยเฉพาะอย่างยิ่งในยุคที่วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว ผู้เรียนจำเป็นต้องมีความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล สืบค้นข้อมูลและตัดสินใจอย่างมีหลักการ เพื่อใช้ในการดำรงชีวิตในสังคมที่ซับซ้อนและเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา (Organisation for Economic Co-operation and Development, 2023) อย่างไรก็ตามจากสภาพปัญหาการจัดการเรียนรู้ในปัจจุบัน พบว่านักเรียนหลายคนยังขาดทักษะการคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหาเชิงระบบ ซึ่งส่งผลกระทบต่อความสามารถในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระยะยาว (NGSS Lead States, 2020) ดังนั้น การพัฒนาทักษะการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ควรดำเนินการผ่านกระบวนการเรียนรู้ที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิด สังเกต ทดลองและสื่อสารอย่างเป็นระบบ ซึ่งความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ตามแนวคิดของ Weir (1974) ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ได้แก่ ระบุปัญหา หมายถึง ความสามารถในการระบุประเด็นปัญหาที่สำคัญ การวิเคราะห์ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการบอกสาเหตุที่แท้จริงของปัญหา การนำเสนอวิธีการคิดแก้ปัญหา หมายถึง ความสามารถในการหาวิธีการคิดแก้ปัญหาให้ตรงกับสาเหตุของปัญหา และการตรวจสอบผลลัพธ์ หมายถึง ความสามารถบอกผลที่เกิดจากการแก้ปัญหาตามวิธีที่เสนอได้ แนวทางหนึ่งที่ได้รับการยอมรับว่ามีศักยภาพสูงในการส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ คือ การจัดการเรียนรู้แบบเปิด (Open Approach) ซึ่งเน้นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้ผ่านการตั้งคำถาม การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น การคิดวิเคราะห์และการอภิปรายร่วมกัน การจัดการเรียนรู้แบบเปิดมีจุดเน้นสำคัญอยู่ที่โจทย์ปัญหาแบบเปิดที่ไม่มีคำตอบที่ตายตัว Nohda (1986) ทำให้ผู้เรียนต้องใช้ความคิดสร้างสรรค์และกระบวนการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ มีรากฐานจากแนวคิดของ Nohda (2000) ในบริบทของคณิตศาสตร์ สามารถขยายความไปยังการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ได้ ตั้งแต่การทำความเข้าใจโจทย์ วิเคราะห์สถานการณ์ วางแผน ทดลอง ไปจนถึงการสรุปผลและสื่อสารคำตอบของตนเอง กระบวนการเหล่านี้สอดคล้องกับองค์ประกอบของทักษะการแก้ปัญหามาตรฐานนานาชาติ เป็นแนวคิดที่มีพัฒนาการอย่างต่อเนื่องตั้งแต่กลางศตวรรษที่ 20 โดยเฉพาะในบริบทของการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ โดยมีจุดร่วมในด้านการส่งเสริมการคิดวิเคราะห์ การตั้งคำถาม และการอภิปรายร่วมกัน การศึกษาของ Furtak *et al.* (2012) แสดงให้เห็นว่า การสอนที่ผ่านการตั้งคำถาม ให้ผู้เรียนจะได้ทดสอบแนวคิดในสถานการณ์ที่ไม่แน่นอน ส่งผลให้สามารถระบุปัญหาและค้นหาวิธีการแก้ไขอย่างมีระเบียบ อีกทั้งได้รับการยอมรับว่าส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้ การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนแสดงแนวคิดที่หลากหลายจากโจทย์เดียว (open-ended problems) และใช้กระบวนการ “problem-solving approach” เพื่อให้ผู้เรียนคิดวิเคราะห์และแลกเปลี่ยนวิธีคิดระหว่างกัน มีการทดลองใช้ในการเรียนการสอนทั้งวิชาคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษาและขยายผลต่อไปยังวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา Nohda (2000) และจากการศึกษาโดย Phechsum, Sathitphakigul and Bangtho (2017) พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทุกขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบเปิดเป็นไปตามลำดับขั้นตอน จนเกิดความสามารถครบทุกองค์ประกอบ

อย่างไรก็ตามการส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาก็แท้จริงไม่สามารถเกิดขึ้นได้เพียงจากการให้โจทย์ปลายเปิดเท่านั้น ผู้เรียนจำเป็นต้องมีโอกาสนในการสะท้อนความเข้าใจของตนเอง และสามารถอธิบายสิ่งที่เรียนรู้ได้อย่างชัดเจนและเชื่อมโยงโดยกระบวนการที่กล่าวมานั้นสอดคล้องกับเทคนิคการเรียนรู้แบบฟายน์แมน (Feynman Learning Technique) ซึ่งเป็นวิธีการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนอธิบายความรู้ให้ผู้อื่นเข้าใจด้วยภาษาของตนเอง (self-explanation) ซึ่งเป็นกระบวนการสำคัญที่ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจแนวคิดเชิงลึกมากขึ้น ช่วยให้ผู้เรียนสามารถตรวจสอบความเข้าใจของตน โดยการสอนผู้อื่นหรืออธิบายเนื้อหาด้วยภาษาของตนเองอย่างง่ายและชัดเจน (Feynman, 2018) สื่อนี้เห็นถึงความสำคัญของการอธิบายที่กระชับแจ่มแจ้ง จากการศึกษาโดย Reyes, Medina and Santos (2021) และ Harahap (2020) แสดงให้เห็นว่า เทคนิคการเรียนรู้แบบฟายน์แมนช่วยให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาความเข้าใจในเชิงลึกอย่างกระตือรือร้น เพิ่มการจดจำระยะยาวและสามารถเชื่อมโยงแนวคิดต่าง ๆ ได้อย่างมีระบบ นอกจากนี้เทคนิคนี้ยังส่งเสริมการคิดสะท้อน (reflective thinking) และการเรียนรู้แบบองค์รวม ซึ่งเหมาะสมอย่างยิ่งกับกลุ่มผู้เรียนระดับประถมศึกษา จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องพบว่า เทคนิคการเรียนรู้ฟายน์แมนเป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถยกระดับการจัดการเรียนรู้ ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจและจดจำเนื้อหาที่ซับซ้อนได้ง่ายขึ้น Goldstein *et al.* (2019) ให้ผู้เรียนสามารถปรับปรุงผลการเรียนของตนเองและพัฒนาทักษะที่จำเป็นแห่งศตวรรษที่ 21 เพื่อความเข้าใจอย่างถ่องแท้ โดยการใช้ภาษาที่ไม่ซับซ้อน กระตุ้นให้นักเรียนสามารถพูดออกเสียงหรือเขียนเนื้อหาออกมา หากยังมีคำที่ยากต่อการอธิบายลองใช้อุปมาให้เห็นภาพ ซึ่งจะช่วยให้เข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้นและยังช่วยให้พิจารณาถึงประเด็นที่ยังไม่เข้าใจได้ Reyes, Medina and Santos (2021) เน้นเปิดประสบการณ์การเรียนรู้แบบใหม่ให้กับนักเรียน ให้ความสำคัญขึ้นกับการเรียนรู้ที่มีตัวนักเรียนเองเป็นศูนย์กลางทำให้นักเรียนมีความกล้าที่จะเรียนรู้และตอบคำถามมากขึ้น อีกทั้งยังส่งเสริมผู้เรียนให้เกิดความสนใจที่จะเรียนวิทยาศาสตร์มากขึ้น สามารถใช้ความสามารถในการแก้ปัญหาไปใช้กับสถานการณ์ต่างๆ ในชีวิตประจำวันได้ ในขณะเดียวกันสามารถส่งเสริมผู้เรียนให้เกิดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์มากขึ้นด้วย

การจัดการเรียนรู้แบบเปิดเสริมด้วยเทคนิคการเรียนรู้ฟิสิกส์แมน จึงเป็นแนวทางที่มีศักยภาพในการส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในผู้เรียน ซึ่งปัจจุบันยังไม่มีงานวิจัยใดในบริบทของนักเรียนประถมศึกษาของไทย ที่ศึกษาการบูรณาการ Open Approach กับ Feynman Technique ในหัวข้อเรื่องแรงไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า ที่ต้องการความเข้าใจอย่างเป็นระบบ ทั้งในด้านแนวคิดพื้นฐานและการประยุกต์ใช้ แนวทางนี้จะช่วยให้ผู้เรียนไม่เพียงแต่สามารถคิดแก้ปัญหาได้เท่านั้นแต่ยังสามารถอธิบายสิ่งที่เข้าใจได้อย่างชัดเจน มีเหตุผลและสามารถถ่ายทอดองค์ความรู้ไปสู่ผู้อื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพและเป็นระบบ ถือเป็นเป้าหมายสำคัญของการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 อย่างแท้จริง ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิดเสริมด้วยเทคนิคการเรียนรู้ของฟิสิกส์แมน มาส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่องแรงไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังเรียน ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเปิดเสริมด้วยเทคนิคการเรียนรู้ฟิสิกส์แมน เรื่องแรงไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6
2. เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่องแรงไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบเปิดเสริมด้วยเทคนิคการเรียนรู้ฟิสิกส์แมน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

วิธีดำเนินการวิจัย

1. แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นงานวิจัยการทดลองขั้นต้น (Pre-experimental research) โดยวัดผลการทดลองก่อนและหลังเรียน (One Group Pretest Posttest Design) (Campbell, Stanley and Gage, 1963) ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แบบแผนการทดลองแบบ One Group Pre-test Post-test Design

กลุ่มทดลอง (experimental group)	ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test)	การจัดการเรียนรู้แบบเปิดเสริม ด้วยเทคนิคการเรียนรู้ฟิสิกส์แมน	ทดสอบหลังเรียน (Post-test)
	O ₁	X	O ₂

O₁ คือ การทดสอบก่อนเรียน (ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์)

X คือ การจัดการเรียนรู้แบบเปิดเสริมด้วยเทคนิคการเรียนรู้ฟิสิกส์แมน เรื่อง แรงไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า

O₂ คือ การทดสอบหลังเรียน (ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์)

2. กลุ่มเป้าหมาย

นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 จำนวน 1 ห้องเรียน โดยมีนักเรียนจำนวน 6 คน ประกอบด้วยนักเรียนเพศชาย จำนวน 3 คน และเพศหญิง จำนวน 3 คน ในโรงเรียนขนาดเล็กแห่งหนึ่งในจังหวัดอุดรธานี สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาอุดรธานี เขต 4 ที่มีการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นประถมศึกษา

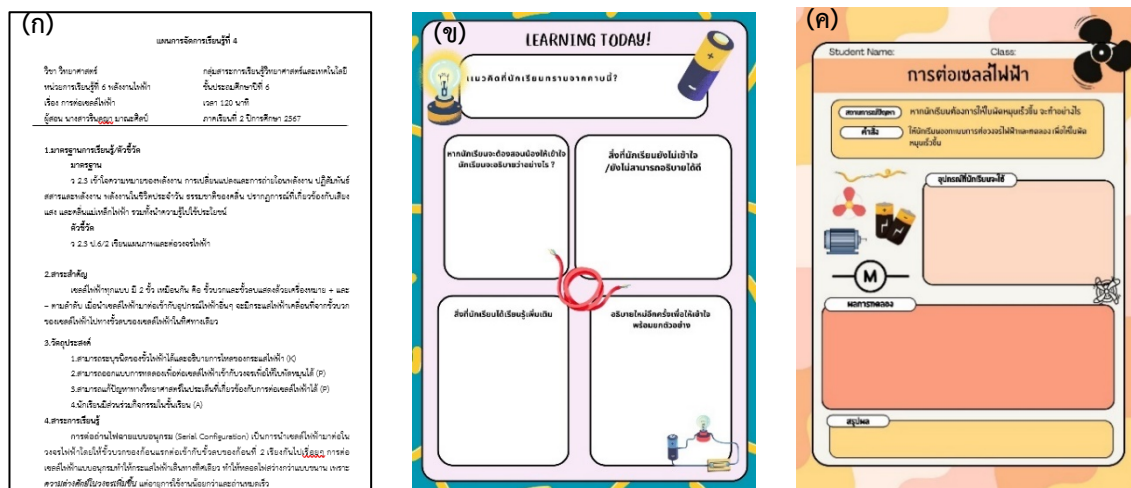
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือดังนี้:

3.1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

แผนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด (Open Approach) เสริมด้วยเทคนิคการเรียนรู้ฟิสิกส์แมนและใบกิจกรรม ในหน่วยการเรียนรู้ที่ 6 เรื่อง แรงไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า รวมทั้งสิ้นจำนวน 6 แผน ใช้เวลา 12 ชั่วโมง (แผนละ 2 ชั่วโมง) ได้แก่ 1.แรงไฟฟ้า 2.วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย 3.ตัวนำไฟฟ้าและฉนวนไฟฟ้า 4.การต่อเซลล์ไฟฟ้า 5.การต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม 6.การต่อวงจรไฟฟ้าแบบขนาน

ผู้วิจัยได้นำแผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 6 แผนเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน เพื่อประเมินความเหมาะสมขององค์ประกอบต่าง ๆ ในแผนการจัดการเรียนรู้ โดยพิจารณาตรวจสอบให้คะแนนแบบมาตราส่วนการประเมินค่า 5 ระดับ (Srisuksaard, 2002) พบว่า แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมอยู่ใน “ระดับมากที่สุด” ทุกองค์ประกอบและทุกแผน มีค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ 1-6 อยู่ที่ 4.84, 4.74, 4.82, 4.83, 4.82 และ 4.81 ตามลำดับ



ภาพที่ 1 ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้ (ก) ตัวอย่างใบบันทึกความรู้พอยน์แมน (ข) และ ตัวอย่างใบกิจกรรม (ค)

การจัดการเรียนรู้แบบเปิดเสริมด้วยเทคนิคการเรียนรู้พอยน์แมน เรื่อง แรงไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เพื่อส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยขอยกตัวอย่างการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การต่อเซลล์ไฟฟ้า โดยมีขั้นตอนดังตารางที่ 2

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผลการวิจัย

3.2.1 แบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ เป็นปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 24 ข้อ มีเกณฑ์การให้คะแนนสำหรับข้อสอบรูปแบบเลือกตอบเชิงซ้อนแต่ละข้อ ดังนี้ ตอบถูกครบถ้วนสมบูรณ์ได้ 2 คะแนน ตอบถูกเพียงบางส่วนไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ได้ 1 คะแนน และตอบผิดหรือไม่ตอบได้ 0 คะแนน

จากนั้นนำแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ พิจารณาตรวจสอบความถูกต้องและความชัดเจนของเนื้อหา ความถูกต้องในการใช้ภาษา รวมทั้งความตรงเชิงเนื้อหา (Validity) โดยให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน หาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของข้อคำถามรายข้อ (item-level content validity index: I-CVI) พิจารณาลงความเห็นและให้คะแนน โดย I-CVI ตามที่ Polit and Beck (2006) จะให้คะแนน 4 ระดับ ได้แก่ 1 หมายถึง ข้อคำถามไม่สามารถวัดคุณลักษณะได้ตรงตามนิยาม, 2 หมายถึง ข้อคำถามต้องปรับปรุงมากจึงจะวัดคุณลักษณะได้ตรงตามนิยาม, 3 หมายถึง ข้อคำถามต้องปรับปรุงเล็กน้อยจึงจะวัดคุณลักษณะได้ตรงตามนิยาม และ 4 หมายถึง ข้อคำถามวัดคุณลักษณะตรงตามนิยาม

พบว่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของข้อคำถามรายข้อ (I-CVI) เท่ากับ 1.00 ทุกข้อ อยู่ในระดับสามารถยอมรับได้ทั้งหมด ค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือทั้งชุด (S-CVI) เท่ากับ 0.87 (≥ 0.80) อยู่ในระดับสามารถยอมรับได้ (Polit and Beck, 2006) จากนั้นนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 11 คน ที่เคยผ่านการจัดการเรียนรู้แบบเปิดและมีประสบการณ์ในการทำแบบวัดในลักษณะที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น พบว่า มีค่าความยากง่าย (P) อยู่ในช่วง 0.33 – 0.75 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ในช่วง 0.33 – 0.83 และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับโดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาครอนบาค (Srisuksaard, 2002) เท่ากับ 0.86

3.2.2 แบบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียน ซึ่งเป็นแบบสังเกตพฤติกรรมรายบุคคลในแต่ละองค์ประกอบของการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ และกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนโดยใช้แบบประเมินรูบริก (Rubric) ระบุระดับคุณภาพของพฤติกรรมแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน 3 ระดับคุณภาพ คือ ดี พอใช้และปรับปรุง ซึ่งเป็นเกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ (Weir, 1974) และมีเกณฑ์การประเมินผลคะแนนรวมแต่ละองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ แปลความหมายของคะแนนด้วยการหาอัตราค่าขั้น (Wanitbanha, 2006) ดังนี้ 0.00 – 1.33 คะแนน คือ มีความสามารถในการระดับปรับปรุง 1.34 – 2.67 คะแนน คือ มีความสามารถในการระดับพอใช้ และ 2.68 – 4.00 คะแนน คือ มีความสามารถในการระดับดี

จากนั้นให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องด้านความเที่ยงตรง ค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถาม พบค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือรายข้อ (I-CVI) เท่ากับ 1.00 สามารถยอมรับได้ขึ้น และค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือทั้งชุด (S-CVI) เท่ากับ 1.00 สามารถยอมรับได้ขึ้น ผลการทดสอบความยากง่าย (P) อยู่ระหว่าง 0.33 – 0.71 ค่าอำนาจจำแนก (r) มีค่าระหว่าง 0.42 – 1.00 และมีผลค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับโดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาครอนบาค เท่ากับ 0.86

ตารางที่ 2 ขั้นตอนและกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบเปิด เสริมด้วยเทคนิคการเรียนรู้โฟกัสแมน

การจัดการเรียนรู้แบบเปิด (Open Approach)	เทคนิคการเรียนรู้โฟกัสแมน	การจัดการเรียนรู้แบบเปิด (Open Approach)เสริมด้วยเทคนิคการเรียนรู้โฟกัสแมน
1. ชื่นนำเสนอปัญหาปลายเปิด (Posing open-ended problem) ครูจะนำเสนอสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน กระตุ้นให้ผู้เรียนกล้าแสดงแนวคิดของตนซึ่งสถานการณ์ปัญหานั้นจะเป็นเรื่องที่นักเรียนสนใจ นักเรียนจะได้เขียนเกี่ยวกับความรู้ที่มีและสิ่งที่ตนเองยังไม่รู้ สถานการณ์ปัญหาปลายเปิด “หากนักเรียนต้องการให้ใบพัดหมุนเร็วขึ้น จะทำอย่างไร” คำสั่ง “ให้นักเรียนออกแบบการต่อวงจรไฟฟ้าและทดลอง เพื่อให้ใบพัดหมุนเร็วขึ้น”	เลือกหัวข้อและบันทึกความรู้ โดยการเลือกหัวข้อที่ต้องการทำความเข้าใจ เปลี่ยนจากการเรียนรู้แบบการฟังบรรยายเป็นการเรียนรู้แบบลงมือปฏิบัติ โดยการเขียนทุกสิ่งที่รู้เกี่ยวกับหัวข้อนั้นลงไป รวมถึงรายละเอียดที่เคยรู้มาก่อนและข้อมูลใหม่ที่ได้เรียนรู้ (Choose A Concept) ผู้เรียนจะได้พบว่าทำให้หลอดไฟสว่างมากขึ้นจะต้องต่อวงจรไฟฟ้าโดยใช้การต่อถ่านไฟฉายมากกว่า 1 ก้อน เรียงกันไป โดยนำขั้วบวกของถ่านไฟฉายก้อนหนึ่งต่อเข้ากับขั้วลบของถ่านไฟฉายอีกก้อนหนึ่ง แต่ยังไม่ทราบชื่อของรูปแบบการต่อวงจรไฟฟ้า	1. ครูกระตุ้นให้ผู้เรียนกล้าแสดงแนวคิดของตนออกมา โดยใช้อุปกรณ์ ได้แก่ หลอดไฟ 1 หลอด สายไฟ 2 เส้น และถ่านไฟฉาย 2 ก้อน มาทดลองต่อไฟฟ้าให้นักเรียนสังเกต โดยต่อวงจรโดยให้นำขั้วหลอดไฟต่างกันต่อเข้าด้วยกัน และนำขั้วถ่านไฟฉายขั้วเดียวกันต่อเข้าด้วยกัน พร้อมสังเกตผลที่เกิดขึ้นเพื่อนำเข้าสู่บทเรียน 2. ครูใช้คำถามก่อให้เกิดความสงสัย “หากครูนำถ่านไฟฉาย 2 ก้อนมาต่อในวงจรแบบอื่นจะสามารถต่อให้หลอดไฟสว่างได้อย่างไร?” เพื่อเชื่อมโยงความรู้เก่าและความรู้ใหม่ของผู้เรียน โดยเขียนทุกสิ่งที่รู้เกี่ยวกับหัวข้อนั้นลงไป 3. นักเรียนพบกับปัญหาปลายเปิดโดยนักเรียนต้องทำปัญหาสถานการณ์ปลายเปิดนั้นให้เป็นของตนเอง(องค์ประกอบที่ 1 การระบุปัญหา และองค์ประกอบที่ 2 การวิเคราะห์ปัญหา)
2. ขั้นเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน (Students’ self learning)	ผู้เรียนลงมือปฏิบัติจริงเพื่อหาวิธีการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหา	1. ครูอธิบายขั้นตอนการทำการกิจกรรมและใบกิจกรรมว่า “นักเรียนต้องร่วมกันออกแบบวงจร พร้อมเลือกอุปกรณ์ที่จะใช้ มีอะไรบ้าง จำนวนเท่าใด แล้วให้นักเรียนส่งตัวแทนออกมารับอุปกรณ์” 2. ผู้เรียนได้ใช้ความคิดของตนเองอย่างอิสระในการแก้ปัญหาด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ พร้อมสำรวจแนวคิดของผู้เรียนโดยไม่เข้าไปแทรกแซง 3. ผู้เรียนต้องเรียนรู้ด้วยตนเอง ผ่านการใช้คำถามกระตุ้นแนวคิด เพื่อเกิดทักษะการสังเกตความเร็วของการหมุนของใบพัดหลังจากเพิ่มถ่านไฟฉายเข้าไป
3. ขั้นอภิปรายและการเปรียบเทียบแนวคิดในชั้นเรียน (Whole class discussion and comparison)	อธิบายแนวคิดในลักษณะของการฝึกเป็นผู้สอน ลงจินตนาการว่าตนเองกำลังสอนแนวคิดนั้นให้กับคนที่ไม่รู้จักเรื่องนี้มาก่อน เป้าหมายคือการใช้ภาษาที่ชัดเจนและเรียบง่าย (Teach A Toddler) รวมทั้งจัดระเบียบการอธิบายให้ง่ายต่อความเข้าใจ และลดความซับซ้อนระบุและแก้ไขช่องว่างทางความรู้ ขณะอธิบายแนวคิดอาจพบพื้นที่ที่ความเข้าใจยังไม่ครบถ้วนหรือมีปัญหา ให้ตรวจสอบข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อทำความเข้าใจจุดเหล่านั้นให้ลึกซึ้งขึ้น และปิดช่องว่างทางความรู้ที่ตนได้ (Identify Gaps)	1. ครูกระตุ้นให้นักเรียนอภิปรายและทำความเข้าใจแนวคิดที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน ด้วยคำถามว่า ปัญหาของสถานการณ์ปัญหาคืออะไร มีสาเหตุมาจากอะไร 2. ผู้เรียนอภิปราย อธิบายแนวคิดการแก้ปัญหาของตนเองในชั้นเรียน แสดงหลักฐานประกอบการอธิบายของตนเองต่อชั้นเรียน โดยใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย(องค์ประกอบที่ 3 การนำเสนอวิธีการคิดแก้ปัญหา) 3. ผู้เรียนตรวจสอบความเข้าใจของตนเองว่ามีช่องว่างทางความรู้ในเรื่องใด (องค์ประกอบที่ 4 การตรวจสอบผลลัพธ์) เช่น การต่อถ่านไฟฉายมากกว่า 1 ก้อน เรียงกันไป โดยนำขั้วบวกของถ่านไฟฉายก้อนหนึ่งต่อเข้ากับขั้วลบของถ่านไฟฉายอีกก้อนหนึ่ง เรียกว่าการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม จะทำให้มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านหลอดไฟได้ แต่ยังไม่เข้าใจการไหลของไฟในวงจรไฟฟ้า
4. ขั้นสรุปเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน (Summarization through connecting students’ mathematical ideas emerged in the classroom)	เมื่อทำความเข้าใจเนื้อหาที่ตนเองไม่เข้าใจอย่างละเอียดแล้ว ลงปรับปรุงการอธิบายใหม่ (Review and Simplify) โดยใช้ภาษาที่เรียบง่ายขึ้น การเรียบเรียงที่สั้นไหล หรือการใช้ตัวอย่างเปรียบเทียบเพื่อให้เห็นภาพมากขึ้น สามารถช่วยทำให้การสื่อสารมีประสิทธิภาพมากขึ้น เข้าใจอย่างถ่องแท้	ครูและผู้เรียนร่วมกันเปรียบเทียบแนวคิดของนักเรียนเพื่อนำไปสู่ข้อสรุปของชั้นเรียนโดยใช้คำถามว่า จากการทำการกิจกรรมการต่อเซลล์ไฟฟ้าแต่ละแบบมีความสัมพันธ์กับการหมุนของใบพัด อย่างไร ? ขั้นตอนนี้หลังจากผู้เรียนจะได้วิเคราะห์ตนเองว่ามีจุดใดที่ไม่สามารถอธิบายหรือไม่เข้าใจในเนื้อหา เช่น มีรูปแบบการต่อวงจรให้ใบพัดหมุนเร็วกว่านี้อีกหรือไม่ แล้วถ้าใช้ถ่านจำนวนหลายๆ มาต่อเพื่อให้ใบพัดหมุน จะส่งผลกระทบอย่างไรกับใบพัด จากนั้นกลับไปศึกษาเพิ่มเติมเพื่ออธิบายใหม่ด้วยการยกตัวอย่างสถานการณ์หรือหลักฐานมาประกอบการอธิบาย

3.2.3 แบบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังบทเรียนแต่ละเรื่องด้วยวิธีการสัมภาษณ์ (Oral test) สอดคล้องกับประเด็นการเรียนรู้และขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการแบบเปิด เพื่อประเมินความเข้าใจเชิงลึกของผู้เรียน เก็บข้อมูลในประเด็นต่าง ๆ ให้ครอบคลุมทั้ง 4 องค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนโดยใช้แบบประเมินรูบริก (Rubric) แปลความหมายของคะแนนได้ด้วยการหาอัตราภาคชั้น (Wanitbantha, 2006) ดังนี้ 0.00 - 1.33 คะแนน คือ มีความสามารถในระดับปรับปรุง 1.34 - 2.67 คะแนน คือ มีความสามารถในระดับพอใช้ และ 2.68 - 4.00 คะแนน คือ มีความสามารถในระดับดี

จากการวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือ พบว่า ดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือรายข้อ (I-CVI) อยู่ที่ 1.00 และค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือทั้งชุด (S-CVI) เท่ากับ 1.00 ค่าความยากง่าย (P) อยู่ระหว่าง 0.25 – 0.79 และค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.33 – 1.00 และมีผลค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับโดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟา ครอนบาค เท่ากับ 0.85

ผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนของแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ แบบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียน แบบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์หลังบทเรียนแต่ละเรื่องด้วยวิธีการสัมภาษณ์ มีรายละเอียดดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 เกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ (Weir,1974)

องค์ประกอบ	ระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์		
	ปรับปรุง (0)	พอใช้ (1)	ดี (2)
1. การระบุปัญหา	ระบุปัญหาไม่ถูกต้องหรือไม่เกี่ยวข้องกับสถานการณ์ปัญหาหรือไม่ได้ระบุปัญหา	ระบุปัญหายังไม่ถูกต้องทั้งหมด แต่ใกล้เคียง	ระบุปัญหาได้ถูกต้องทั้งหมดและตรงประเด็น
2. การวิเคราะห์ปัญหา	ระบุสาเหตุของปัญหาที่ไม่เกี่ยวข้องกับปัญหาหรือไม่ระบุสาเหตุของปัญหา	ระบุสาเหตุของปัญหาที่มีความเกี่ยวข้อง สามารถเชื่อมโยงทำให้เกิดปัญหายังไม่ถูกต้อง แต่ใกล้เคียง	ระบุสาเหตุของปัญหาที่มีความเกี่ยวข้อง สามารถเชื่อมโยงทำให้เกิดปัญหาได้ถูกต้อง
3. เสนอแนวทางการแก้ปัญหา	บอกแนวทางการแก้ปัญหาที่ไม่เกี่ยวข้อง ไม่สามารถเชื่อมโยงสู่การแก้ปัญหา หรือไม่ตอบ	บอกแนวทางการแก้ปัญหาที่มีความเกี่ยวข้อง สามารถเชื่อมโยงสู่การแก้ปัญหาที่ยังไม่ถูกต้อง แต่ใกล้เคียง	บอกแนวทางการแก้ปัญหาที่มีความเกี่ยวข้องสามารถเชื่อมโยงสู่การแก้ปัญหาได้ถูกต้อง
4. การตรวจสอบผลลัพธ์	บอกผลที่คาดว่าจะได้รับจากการแก้ปัญหาไม่ถูกต้องหรือไม่ได้ตอบ	บอกผลที่คาดว่าจะได้รับจากการแก้ปัญหายังไม่ถูกต้องแต่ใกล้เคียง	บอกผลที่คาดว่าจะได้รับจากการแก้ปัญหาได้ถูกต้อง

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือที่สร้างขึ้นกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 6 คน โรงเรียนขนาดเล็กแห่งหนึ่งในจังหวัดอุดรธานี ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2567 โดยผ่านการรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี จังหวัดอุดรธานี

4.1 ทดสอบก่อนเรียน (pre-test) โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยผ่านการตรวจสอบคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญแล้วและบันทึกผลการทดสอบไว้เป็นคะแนนทดสอบก่อนเรียนเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

4.2 ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบเปิด ที่เน้นการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาระหว่างเรียนของผู้เรียนในแต่ละองค์ประกอบ ระหว่างจัดกิจกรรมการเรียนรู้ผู้วิจัยให้นักเรียนทำใบกิจกรรมพร้อมเสริมด้วยเทคนิคการเรียนรู้โฟนน์แมน ด้วยวิธีการที่เหมาะสมกับผู้เรียน โดยเก็บชิ้นงานของนักเรียนทุกครั้งพร้อมทั้งบันทึกวีดิทัศน์ขณะจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อนำมาใช้ประกอบการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหา รวมไปถึงการสังเกตพฤติกรรมจากการตอบคำถามในชั้นเรียนของนักเรียน จากนั้นบันทึกผลลงในแบบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ระหว่างเรียน ผู้ร่วมวิจัยสังเกตผู้เรียนขณะจัดกิจกรรมในห้องเรียนจากการตอบคำถามในชั้นเรียนและใบกิจกรรม



ภาพที่ 2 ขั้นนำเสนอสถานการณ์ปัญหาปลายเปิด (ก) และ ขั้นการเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน (ข)

4.3 ดำเนินการจัดการเรียนการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบเปิดเสริมด้วยเทคนิคการเรียนรู้ไผ่ยมแนจำนวน 6 แผนการเรียนรู้ แผนละ 2 ชั่วโมง รวม 12 ชั่วโมง สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ สถานการณ์ปัญหาที่ครอบคลุมองค์ประกอบของการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ครบทั้ง 4 องค์ประกอบ โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนในแต่ละองค์ประกอบ 3 ระดับ ได้แก่ ดี พอใช้ และปรับปรุง ดังตารางที่ 3

4.4 จากนั้นผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์แนวคำตอบของผู้เรียนเทียบกับเกณฑ์ระดับความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ แล้วบันทึกลงในแบบสะท้อนผลหลังการจัดการเรียนรู้แบบเปิดเพื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์เชิงเนื้อหาต่อไป

4.5 ปฏิบัติซ้ำทุกกิจกรรมการเรียนรู้ตามขั้นตอนที่กล่าวมา ให้นักเรียนทำแบบทดสอบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์รายบุคคล (post-test) เพื่อนำผลมาวิเคราะห์ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์รายบุคคล แยกตามองค์ประกอบของการแก้ปัญหาตามแนวคิดของ Weir (1974) ซึ่งเป็นแบบทดสอบวัดความสามารถการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ รายวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 24 ข้อ คะแนนเต็ม 48 คะแนน ซึ่งเป็นฉบับเดียวกันกับแบบทดสอบก่อนเรียน

4.6 นำแบบทดสอบวัดความสามารถการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์และใบกิจกรรม มาตรวจสอบความสมบูรณ์และให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ แล้วนำข้อมูลที่ได้จากการทดสอบก่อน-หลังเรียน มาวิเคราะห์ข้อมูลโดยวิธีทางสถิติต่อไป

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

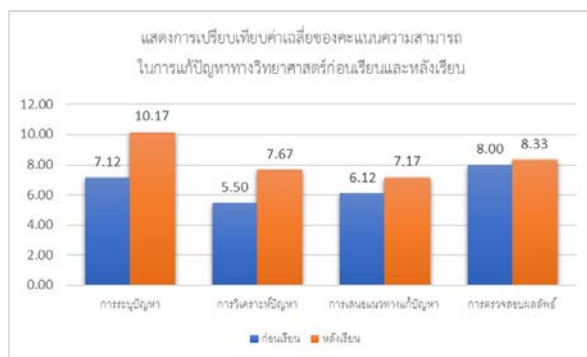
ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลและผลการวิเคราะห์ข้อมูล ด้วยสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ความถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยใช้รูปแบบการนำเสนอผลการวิเคราะห์ทั้งเชิงปริมาณ และเชิงคุณภาพ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ผลการเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่องแรงไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้าก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้แบบเปิด เสริมด้วยเทคนิคการเรียนรู้ไผ่ยมแน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ จากแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 6 สถานการณ์ รวม 24 ข้อ (คะแนนเต็ม 48 คะแนน) มีผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยก่อนเรียน เท่ากับ 26.72 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 53.47 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 5.75 และค่าเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 33.50 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 69.79 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 5.86 ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลเปรียบเทียบการส่งเสริมความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเปิดเสริมด้วยเทคนิคการเรียนรู้ไผ่ยมแน เรื่อง แรงไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนเรียน และหลังเรียน

คนที่	ก่อนเรียน				รวม	ร้อยละ	หลังเรียน				รวม	ร้อยละ
	องค์ประกอบการแก้ปัญหา						องค์ประกอบการแก้ปัญหา					
	1	2	3	4			1	2	3	4		
1	9	8	8	9	34	70.83	11	7	9	10	37	77.08
2	3	4	8	7	22	45.83	8	9	3	7	27	56.25
3	9	6	5	7	27	56.25	12	6	5	9	33	68.75
4	5	4	5	3	17	35.42	7	6	6	8	27	56.25
5	8	7	5	6	26	54.17	12	7	10	6	35	72.92
6	9	4	6	9	28	58.33	11	11	10	10	42	87.50
ค่าเฉลี่ย	7.12	5.50	6.12	8.00	26.72	53.47	10.17	7.67	7.17	8.33	33.50	69.79
S.D.	2.56	1.76	1.47	2.33	5.75		2.14	1.97	2.93	1.63	5.86	



ภาพที่ 3 ค่าเฉลี่ยของคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนและหลังเรียน

ทั้ง 4 องค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยดังตารางที่ 4 และ ภาพที่ 3 พบว่า ผู้เรียนมีการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่สูงขึ้นในทุกองค์ประกอบ โดยความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการพัฒนาเพิ่มมากขึ้นที่สุดคือ การระบุปัญหา รองลงมาได้แก่ การวิเคราะห์ปัญหา การเสนอแนวทางการแก้ปัญหา การตรวจสอบผลลัพธ์ ตามลำดับ

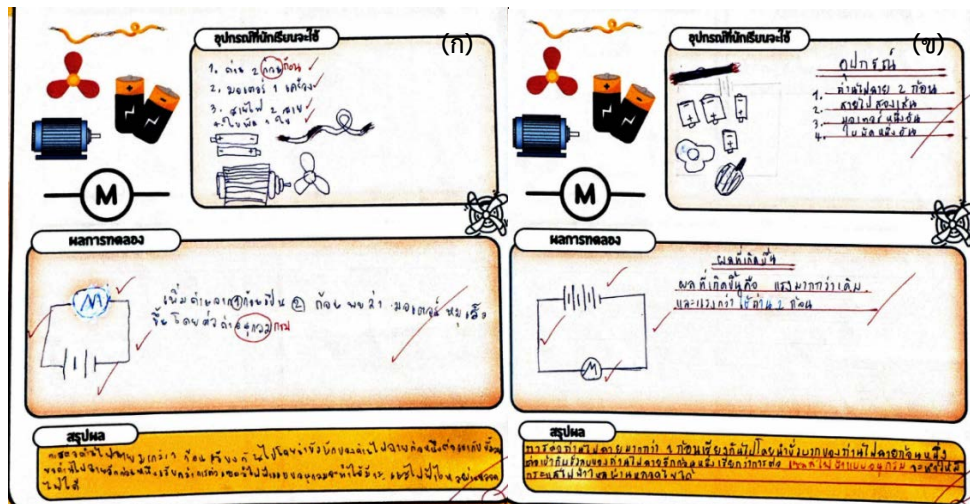
2. ผลการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่องแรงไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบเปิด เสริมด้วยเทคนิคการเรียนรู้โฟกัสแมน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ผู้วิจัยได้ศึกษาและประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบเปิดเสริมด้วยเทคนิคการเรียนรู้โฟกัสแมน วิเคราะห์พฤติกรรมในการแก้ปัญหาในชั้นเรียนระหว่างเรียนในทุกองค์ประกอบ ได้แก่ การระบุปัญหา การวิเคราะห์ปัญหา การเสนอแนวทางแก้ปัญหาและการตรวจสอบผลลัพธ์ โดยใช้ข้อมูลจากแบบสังเกตพฤติกรรมในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ร่วมกับการสัมภาษณ์ผู้เรียนเพื่อสะท้อนผลและทำความเข้าใจในแนวคิดของผู้เรียนได้ลึกซึ้งขึ้น โดยวิเคราะห์จากแบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้างที่ผู้วิจัยได้สัมภาษณ์หลังการจัดการเรียนรู้ ประกอบกับการพิจารณาบริบทอื่นขณะการเรียนรู้ของผู้เรียนในชั้นเรียนจากใบกิจกรรมและใบบันทึกความรู้ Feynman เพื่อเพิ่มความเข้าใจลึกซึ้งทุกมิติ โดยข้อมูลทั้งหมดนำมาวิเคราะห์ร่วมกันเพื่อปรับปรุงกระบวนการเรียนรู้

1) ผลการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบเปิดเสริมด้วยเทคนิคการเรียนรู้โฟกัสแมน เรื่อง แรงไฟฟ้า พบว่า ผู้เรียนมีสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ องค์ประกอบที่ 1 ระบุปัญหา พบว่า ผู้เรียนอยู่ในระดับดี 2 คน ระดับพอใช้ 3 คนและระดับปรับปรุง 1 คน องค์ประกอบที่ 2 การวิเคราะห์ปัญหา นักเรียนมีความสามารถอยู่ในระดับดี 4 คน ระดับพอใช้ 1 คน และปรับปรุง 1 คน องค์ประกอบที่ 3 เสนอแนวทางการแก้ปัญหา นักเรียนมีความสามารถอยู่ในระดับดี 5 คน ระดับพอใช้ 1 คน โดยภาพรวมผู้เรียนมีแนวโน้มพัฒนาขึ้น และองค์ประกอบที่ 4 การตรวจสอบผลลัพธ์ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เพิ่มมากขึ้น อยู่ในระดับดี 4 คน ระดับพอใช้ 1 คน และระดับปรับปรุง 1 คน เนื่องจากผู้เรียนเข้าใจถึงแนวคิดหลักการของการเกิดแรงไฟฟ้า รวมไปถึงวิธีการทดสอบแรงไฟฟ้าที่ถูกต้องว่า เมื่อนำวัตถุที่ใช้ทดลองเสียดสีกันแล้วควรรำวัตถุนั้น จ่อใกล้กับวงล้อกระดาษแล้วสังเกตการเปลี่ยนแปลงของวงล้อกระดาษ

2) ผลการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบเปิดเสริมด้วยเทคนิคการเรียนรู้โฟกัสแมน เรื่อง วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย พบว่า ผู้เรียนมีสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ องค์ประกอบที่ 1 การระบุปัญหา ระหว่างการจัดการเรียนรู้ พบว่า ผู้เรียนอยู่ในระดับดี 5 คน ระดับพอใช้ 1 คน องค์ประกอบที่ 2 การวิเคราะห์ปัญหา อยู่ในระดับดี 2 คน ระดับพอใช้ 2 คน และปรับปรุง 2 คน องค์ประกอบที่ 3 เสนอแนวทางการแก้ปัญหา อยู่ในระดับดี 3 คน ระดับพอใช้ 3 คน องค์ประกอบที่ 4 การตรวจสอบผลลัพธ์อยู่ในระดับดี 3 คน ระดับพอใช้ 2 คน และระดับปรับปรุง 1 คน ผลการพัฒนาที่เด่นชัดในแผนการเรียนรู้ คือ ผู้เรียนส่วนใหญ่สามารถระบุปัญหาได้ถูกต้องและตรงประเด็นจึงทำให้องค์ประกอบการระบุปัญหาของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์สูงขึ้นทุกคน เนื่องจากผู้เรียนเข้าใจปัญหาของสถานการณ์ได้ตรงประเด็นมากขึ้น เช่น นักเรียนระบุปัญหาของสถานการณ์นี้คือต้องการทำให้หลอดไฟติดแต่ต่อแล้วไฟไม่ติด โดยมีสาเหตุมาจากการต่อขั้วของถ่านไฟผิด เป็นต้น

3) ผลการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบเปิดเสริมด้วยเทคนิคการเรียนรู้โฟกัสแมน เรื่อง ตัวนำไฟฟ้าและฉนวนไฟฟ้า พบว่าผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ องค์ประกอบที่ 1 การระบุปัญหา ผู้เรียนอยู่ในระดับดี 4 คน ระดับพอใช้ 2 คน องค์ประกอบที่ 2 การวิเคราะห์ปัญหา อยู่ในระดับพอใช้ 5 คน และระดับปรับปรุง 1 คน ส่วนองค์ประกอบที่ 3 เสนอแนวทางการแก้ปัญหา อยู่ในระดับดี 4 คน ระดับพอใช้



ภาพที่ 8 ตัวอย่างแนวคิดผู้เรียนจากใบกิจกรรม

องค์ประกอบที่ 1 : การระบุปัญหา ซึ่งเป็นเกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ (ปรับแนวคิดของ Weir, 1974) (ก)

คนที่	พฤติกรรมผู้เรียน	ระดับคุณภาพ		
		ดี	พอใช้	ปรับปรุง
1	ในหลอดหลอดน้ำ ต้องทำให้ในหลอดหลอดน้ำขึ้น	✓		
2	ต้องต่อวงจรในหลอดน้ำ มอเตอร์ถึงหลอดน้ำให้ขึ้น	✓		
3	ในหลอดหลอดน้ำ	✓		
4	เปิดหลอดหลอดน้ำ	✓		
5	เปิดหลอดหลอดน้ำ	✓		
6	ในหลอดหลอดน้ำ ต้องออกหลอดหลอดน้ำให้ขึ้น	✓		

องค์ประกอบที่ 2 : การวิเคราะห์ปัญหา ซึ่งเป็นเกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ (ปรับแนวคิดของ Weir, 1974) (ข)

คนที่	พฤติกรรมผู้เรียน	ระดับคุณภาพ		
		ดี	พอใช้	ปรับปรุง
1	หลอดน้ำ ไม่ขึ้นหลอดน้ำจากหลอดน้ำขึ้น	✓		
2	หลอดน้ำขึ้นหลอดน้ำ จากหลอดน้ำขึ้น	✓		
3	หลอดน้ำไม่ขึ้นหลอดน้ำ	✓		
4	เปิดหลอดหลอดน้ำ		✓	
5	หลอดน้ำขึ้นหลอดน้ำ		✓	
6	หลอดน้ำขึ้นหลอดน้ำ		✓	

ภาพที่ 9 ตัวอย่างแบบสังเกตพฤติกรรมในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ การระบุปัญหา (ก) และ การวิเคราะห์ปัญหา (ข)

องค์ประกอบที่ 3 : การเสนอแนวทางการแก้ปัญหา ซึ่งเป็นเกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ (ปรับแนวคิดของ Weir, 1974) (ก)

คนที่	พฤติกรรมผู้เรียน	ระดับคุณภาพ		
		ดี	พอใช้	ปรับปรุง
1	หลอดน้ำไม่ขึ้นหลอดน้ำ จากหลอดน้ำขึ้น	✓		
2	หลอดน้ำขึ้นหลอดน้ำ จากหลอดน้ำขึ้น		✓	
3	หลอดน้ำไม่ขึ้นหลอดน้ำ จากหลอดน้ำขึ้น	✓		
4	หลอดน้ำขึ้นหลอดน้ำ จากหลอดน้ำขึ้น		✓	
5	หลอดน้ำไม่ขึ้นหลอดน้ำ จากหลอดน้ำขึ้น	✓		
6	หลอดน้ำขึ้นหลอดน้ำ จากหลอดน้ำขึ้น	✓		

องค์ประกอบที่ 4 : การตรวจสอบผลลัพธ์ ซึ่งเป็นเกณฑ์การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ (ปรับแนวคิดของ Weir, 1974) (ข)

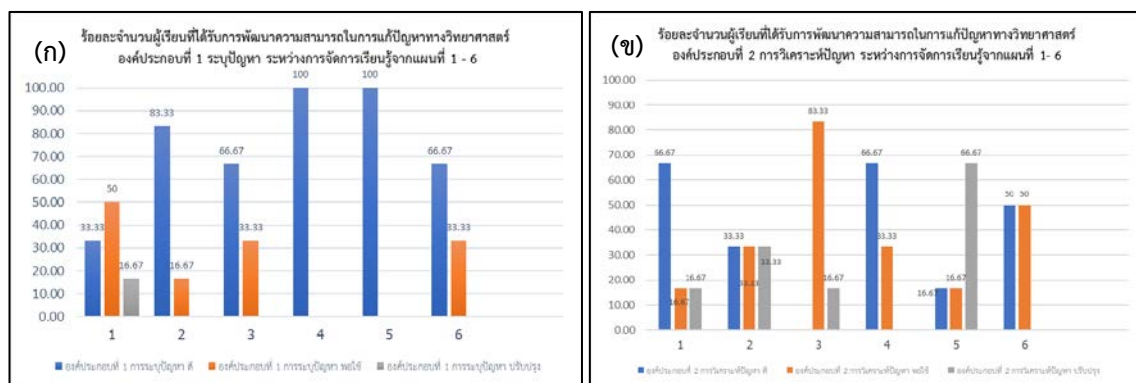
คนที่	พฤติกรรมผู้เรียน	ระดับคุณภาพ		
		ดี	พอใช้	ปรับปรุง
1	หลอดน้ำไม่ขึ้นหลอดน้ำ จากหลอดน้ำขึ้น	✓		
2	หลอดน้ำขึ้นหลอดน้ำ จากหลอดน้ำขึ้น		✓	
3	หลอดน้ำไม่ขึ้นหลอดน้ำ จากหลอดน้ำขึ้น		✓	
4	หลอดน้ำขึ้นหลอดน้ำ จากหลอดน้ำขึ้น		✓	
5	หลอดน้ำไม่ขึ้นหลอดน้ำ จากหลอดน้ำขึ้น	✓		
6	หลอดน้ำขึ้นหลอดน้ำ จากหลอดน้ำขึ้น	✓		

ภาพที่ 10 ตัวอย่างแบบสังเกตพฤติกรรมในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เสนอแนวทางแก้ปัญหา (ก) การตรวจสอบผลลัพธ์ (ข)

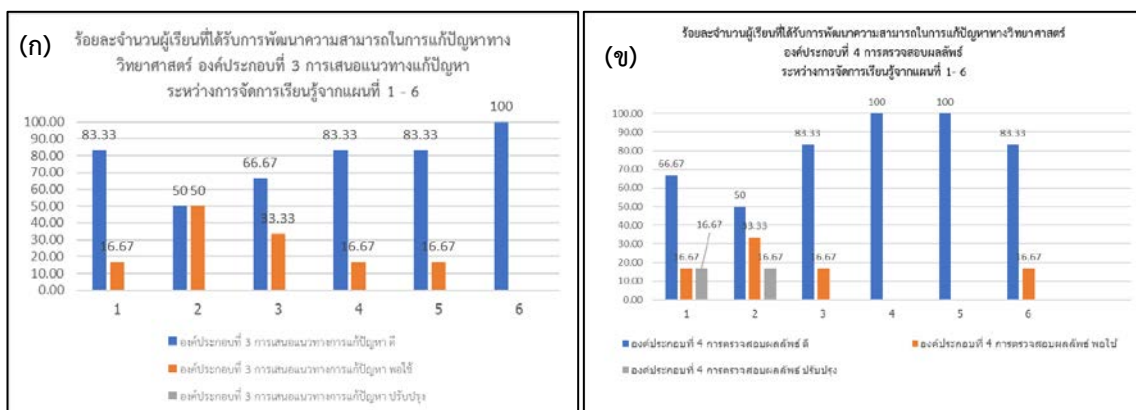
5) ผลการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบเปิดเสริมด้วยเทคนิคการเรียนรู้โฟลว์แมน เรื่อง การต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม พบว่า ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ องค์ประกอบที่ 1 การระบุปัญหา อยู่ในระดับดี 6 คน องค์ประกอบที่ 2 การวิเคราะห์ปัญหา อยู่ในระดับดี 1 คน ระดับพอใช้ 1 คน และระดับปรับปรุง 4 คน ในองค์ประกอบที่ 3 เสนอแนวทางการแก้ปัญหา อยู่ในระดับดี 5 คน ระดับพอใช้ 1 คน มีแนวโน้มพัฒนาขึ้น และองค์ประกอบที่ 4 การตรวจสอบผลลัพธ์ อยู่ในระดับดี 6 คน

6) ผลการศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบเปิดเสริมด้วยเทคนิคการเรียนรู้โฟลว์แมน เรื่อง การต่อวงจรไฟฟ้าแบบขนาน พบว่า ผู้เรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ องค์ประกอบที่ 1 การระบุปัญหา อยู่ในระดับดี 4 คน ระดับพอใช้ 1 คน และระดับปรับปรุง 1 คน องค์ประกอบที่ 3 เสนอแนวทางการแก้ปัญหา อยู่ในระดับดี 6 คน มีแนวโน้มพัฒนาขึ้น และองค์ประกอบที่ 4 การตรวจสอบผลลัพธ์ อยู่ในระดับดีทุกคน

จากผลการจัดการเรียนรู้ 6 แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง แรงไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเปิดเสริมด้วยเทคนิคการเรียนรู้โฟลว์แมน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ได้พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างการจัดการเรียนรู้ ในทุกองค์ประกอบเห็นได้ว่าแนวโน้มเพิ่มขึ้นเด่นชัด โดยเฉพาะในองค์ประกอบที่ 3 และ 4 เนื่องจากเป็นองค์ประกอบที่ผู้เรียนได้ลงมือทำด้วยตนเอง ผ่านการเรียนรู้ด้วยตนเองนำไปสู่ความเข้าใจในวิธีการแก้ปัญหาของโจทย์ปัญหาที่กำหนดถูกต้อง ดังภาพที่ 4-5 โดยแยกตามระดับของความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ดังนี้



ภาพที่ 12 ร้อยละจำนวนผู้เรียนที่ได้รับการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ (ก) องค์ประกอบที่ 1 การระบุปัญหา (ข) องค์ประกอบที่ 2 การวิเคราะห์ปัญหา ระหว่างการจัดการเรียนรู้จากแผนที่ 1 - 6



ภาพที่ 13 ร้อยละจำนวนผู้เรียนที่ได้รับการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ (ก) องค์ประกอบที่ 3 การเสนอแนวทางแก้ปัญหา และ (ข) องค์ประกอบที่ 4 การตรวจสอบผลลัพธ์ ระหว่างการจัดการเรียนรู้จากแผนที่ 1 - 6

อภิปรายผล

จากการศึกษาและเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเปิดเสริมด้วยเทคนิคการ

เรียนรู้ไพล์แมน ส่วนใหญ่มีแนวโน้มการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละองค์ประกอบเพิ่มสูงขึ้น มีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก

ประการที่ 1 ผู้เรียนได้รับการจัดการเรียนรู้แบบเปิดเสริมด้วยเทคนิคการเรียนรู้ไพล์แมน ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน โดยเริ่มจากขั้นที่ 1 ผู้วิจัยได้นำเสนอสถานการณ์ปัญหาปลายเปิดเรื่องแรงไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า ที่มีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของนักเรียน ด้วยการทดลองให้นักเรียนสังเกตจากหลักฐานเชิงประจักษ์ ผู้เรียนจึงเกิดความรู้สึกโดยอยู่ภายใต้เงื่อนไขที่ครูกำหนด เกิดความสงสัยและเผชิญกับปัญหาที่เกิดขึ้นด้วยตนเอง สอดคล้องกับแนวคิดของ Piaget (1965) ตามทฤษฎีทางด้านการพัฒนาการว่า ในเด็กช่วงอายุวัย 7-11 ปี จะเริ่มมีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างง่าย ๆ ภายใต้ขอบเขตที่จำกัด และสอดคล้องกับแนวคิดของ Nohda (1986) ของการจัดการเรียนรู้ส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้โดยผ่านการแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาใกล้ตัว เมื่อผู้เรียนได้ร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับสถานการณ์ เชื่อมโยงเข้าสู่ประสบการณ์เดิมของตน แล้วกำหนดระบุประเด็นปัญหาที่จะศึกษา จะเกิดการวิเคราะห์เพื่อหาสาเหตุของปัญหาให้ตรงประเด็นที่ต้องการหาความรู้เพื่อแก้ปัญหามากที่สุดผ่านการกระตุ้นด้วยคำถามของครู จึงสามารถระบุปัญหาและสาเหตุของปัญหาได้อย่างชัดเจน ถัดมาขั้นที่ 2 เป็นขั้นเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน โดยให้ผู้เรียนออกแบบวิธีการแก้ปัญหาของตนเอง ว่ามีวิธีการแก้ปัญหาอย่างไร สังเกตการเปลี่ยนแปลงได้จากอะไร ต้องควบคุมการทดลองอย่างไรบ้าง จนได้ค้นพบวิธีการแก้ปัญหาที่ดีที่สุดของตนเอง นำไปสู่การลงมือปฏิบัติจริงเพื่อหาวิธีการที่เหมาะสมที่สุดในการแก้ปัญหา จากการลองผิดลองถูกเปลี่ยนมุมมองและหาทางให้ถึงที่สุดด้วยตนเอง สอดคล้องตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิซึมของเพียเจต์ Khammani (2014) ระบุว่าผู้เรียนได้นำความรู้ความสามารถที่สะสมอยู่ออกมาใช้ให้มากที่สุดจนเกิดการสร้างความรู้ความสามารถชุดใหม่ขึ้น แล้วนำข้อมูลไปสู่การสรุปผลการทดลอง ขณะเดียวกันครูผู้สอนช่วยตั้งประเด็นคำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนสังเกตเห็นถึงสิ่งที่เป็นปัญหาและประเมินวิธีแก้ปัญหาของตนเองว่ามีความถูกต้องหรือเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ควรปรับปรุงตรงส่วนใดเพื่อให้ได้วิธีแก้ปัญหที่ดีที่สุด ซึ่งงานวิจัยนี้มีสถานการณ์ปัญหาที่มุ่งเน้นเกี่ยวกับการทดสอบแรงไฟฟ้าและการต่อวงจรไฟฟ้า ต่อมาขั้นที่ 3 เป็นขั้นการอภิปรายและการเปรียบเทียบแนวคิดในชั้นเรียน ผู้เรียนต้องอธิบายแนวคิดการแก้ปัญหาของตนเองต่อชั้นเรียน พร้อมแสดงหลักฐานที่ได้จากการทำกิจกรรมมาประกอบการอธิบายวิธีการแก้ปัญหาของตนเอง ด้วยภาษาที่เข้าใจง่าย พร้อมเชื่อมโยงข้อมูลที่สืบเสาะมาได้เข้ากับแนวคิดของเพื่อนในชั้นเรียนคนอื่น ๆ โดยการนำเสนอมีลักษณะสื่อความหมายออกมาเป็นข้อความหรือการวาดภาพ พร้อมแสดงเหตุผลในเชิงวิทยาศาสตร์ แล้วนำองค์ความรู้ที่เกิดขึ้นใหม่ไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ใหม่ที่เกี่ยวข้องในขั้นที่ 4 ต่อไป ส่งผลให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบการเสนอแนวทางการแก้ปัญหา สุดท้ายขั้นที่ 4 ขั้นสรุปเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน ครูและผู้เรียนได้ร่วมกันเปรียบเทียบแนวคิดของผู้เรียนทุกคนในชั้นเรียนจากถูกต้องน้อยที่สุดไปถูกต้องมากที่สุด ทำให้เกิดการเปรียบเทียบแนวคิดของผู้เรียนทั้งชั้นเรียนได้ครอบคลุม ผู้เรียนจะค่อย ๆ เข้าใจทั้งแนวคิดของเพื่อนและของตนเอง ในขั้นตอนนี้ผู้เรียนจะสังเกตเห็นถึงประเด็นที่ตนยังไม่เข้าใจได้ชัดเจนมากขึ้น จัดลำดับความเข้าใจจนนำไปสู่ข้อสรุปที่ถูกต้องของชั้นเรียน จากนั้นสรุปสิ่งที่เพิ่งเรียนรู้ในบันทึกการเรียนรู้ไพล์แมนโดยใช้คำและสัญลักษณ์ของตนเอง รวมทั้งสร้างแบบจำลองและยกตัวอย่างเปรียบเทียบเพื่อทำความเข้าใจให้ดีขึ้นและมานำเสนอในคาบเรียนต่อไป เมื่อผู้เรียนเกิดความเข้าใจอย่างถ่องแท้จึงส่งผลให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อยู่ในระดับที่สูงขึ้น สอดคล้องกับผลการวิจัย Iffat, Kader and Nattinee (2017) ได้ทำการศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้วิธีการแบบเปิดร่วมกับรูปแบบการเรียนรู้การแก้ปัญหา SSCS ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ ความสามารถในการแก้ปัญหาและความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่าก่อนเรียน ร้อยละ 48.75 สอดคล้องกับงานวิจัยของ Bussaya (2016) โดยได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้วิธีการแบบเปิด สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ประการที่ 2 การใช้เทคนิคการเรียนรู้ไพล์แมน เข้าร่วมในกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบเปิดในขั้นที่ 1 ขึ้นนำเสนอปัญหาปลายเปิด ผู้เรียนพบกับปัญหาปลายเปิด จากนั้นเขียนทุกสิ่งทุกอย่างเกี่ยวกับหัวข้อนั้นลงไปรวมถึงรายละเอียดที่เคยรู้มาก่อนและข้อมูลใหม่ที่ได้เรียนรู้ให้ได้มากที่สุด พร้อมระบุปัญหาให้สอดคล้องกับประเด็นของสถานการณ์ที่กำหนด โดยคำนึงถึงเงื่อนไขที่กำหนดไว้ ผู้เรียนจะสามารถวิเคราะห์ได้ว่าสิ่งใดคือประเด็นปัญหาและมีสาเหตุมาจากอะไร เกิดแรงขับเคลื่อนในการเรียนรู้ที่จะหาคำตอบ ในขั้นที่ 2 ขั้นเรียนรู้ด้วยตนเองของนักเรียน เป็นขั้นที่ผู้เรียนต้องเรียนรู้พร้อมเผชิญปัญหาค้นหาด้วยตนเองเพียงคนเดียวในการแก้ปัญหา ผู้เรียนเกิดการคิดแก้ปัญหาอย่างอิสระและหลากหลาย พร้อมเกิดความรู้สึกว่าปัญหามีสาเหตุเกิดจากอะไร เพราะเหตุใดการทดลองจึงไม่เป็นไปตามที่คาดคะเนไว้ ครูจำเป็นต้องตรวจสอบแนวคิดของผู้เรียนทุกคนอย่างละเอียดเพื่อให้การจัดการเรียนรู้ของผู้เรียนไปพร้อมกันทั้งชั้นเรียน โดยผู้เรียนได้เขียนประเด็นที่ตนสงสัยลงในใบบันทึกความรู้ไพล์แมน สำหรับขั้นที่ 3 ขึ้นอภิปรายและการเปรียบเทียบแนวคิดในชั้นเรียน ผู้เรียนจะได้แสดงองค์ความรู้ของตนเองต่อ

หน้าชั้นเรียนอย่างกระตือรือร้น พร้อมแลกเปลี่ยนการเรียนรู้ซึ่งกันและกันกับเพื่อนในชั้นเรียน นักเรียนทุกคนจะออกไปนำเสนอหน้าชั้นเรียน ผูกทักษะการสื่อสารโดยใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย พร้อมหลักฐานมาประกอบการอธิบายเพื่อความน่าเชื่อถือ ผู้เรียนเกิดความมั่นใจในการกล้าแสดงออกต่อหน้าชั้นเรียนและเกิดความเชื่อมั่นในตนเอง สามารถทำความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดที่ตนเองยังไม่สามารถอธิบายได้ดีหรือไม่เข้าใจ จนสามารถเข้าใจประเด็นนั้นได้อย่างถ่องแท้เห็นได้จากผู้เรียนสามารถอธิบายประเด็นที่เกิดความสับสนในชั้นเรียนให้เพื่อนได้เข้าใจผ่านการสาธิตการทดลองหน้าชั้นเรียนด้วยตนเอง สอดคล้องตามแนวคิดทฤษฎีการสอนและการเรียนรู้ของวาทโกจิ Winter *et al.* (2009) อันเป็นการเรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียนได้ค้นพบด้วยตัวเอง ออกแบบเส้นทางการเรียนรู้ด้วยตัวเอง มุ่งเป้าไปที่การพัฒนาให้ผู้เรียนมีสมรรถนะในการทำงานและรู้วิธีการเรียนรู้เพื่องานในอนาคตที่เปลี่ยนแปลงไป เมื่อเรียนไปแล้วสามารถสะท้อนสิ่งที่ได้เรียนรู้และวิธีการเรียนรู้ของตนเองให้กับผู้อื่นได้ และสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Wea, Dua and Elizabeth (2023) ทำการศึกษาเพื่อสำรวจผลกระทบของการใช้วิธีการเรียนรู้ของไพลน์แมนต่อความเข้าใจในแนวคิดฟิสิกส์ของนักเรียนและอธิบายการตอบสนองโดยธรรมชาติของนักเรียนต่อการใช้วิธีการเรียนรู้ พบว่า สามารถกระตุ้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมอย่างกระตือรือร้นในกระบวนการเรียนรู้ ปรับปรุงทักษะการสื่อสารและฝึกความสามารถในการอธิบายสิ่งต่าง ๆ ให้เข้าใจง่ายขึ้น และในชั้นที่ 4 ขึ้นสรุปเชื่อมโยงแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน เมื่อผู้เรียนเชื่อมโยงแนวคิดของตนเองกับแนวคิดที่เกิดขึ้นภายในห้องเรียน เมื่อผู้เรียนวิเคราะห์ตนเองว่ามีจุดใดที่ตนเองไม่สามารถอธิบายได้ จากนั้นกลับไปศึกษาเพิ่มเติมเพื่อนำความรู้มาลองปรับปรุงการอธิบายใหม่ให้เพื่อนในชั้นเรียนเข้าใจด้วยภาษาที่เรียบง่ายขึ้น ใช้ตัวอย่างเปรียบเทียบการสาธิตเพื่อให้เห็นภาพมากขึ้น เมื่อผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาตามธรรมชาติมากขึ้นผ่านการทดลองและสืบเสาะอิสระด้วยตนเอง ส่งผลให้ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์เพิ่มสูงขึ้นทุกองค์ประกอบ สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Reyes, Medina and Santos (2021) ได้ทำการศึกษากลยุทธ์การเรียนรู้เทคนิคไพลน์แมนที่ใช้ในการลดความซับซ้อนของข้อมูล พบว่าการเรียนรู้ที่เป็นไปตามความมุ่งมั่นของผู้เรียนเองจะกลายเป็นแนวคิดที่ต่อยอดเมื่อเติบโตเป็นผู้ใหญ่ ผู้เรียนจะเข้าใจแนวคิดอย่างลึกซึ้งและควบคุมตนเองในระดับสูง ดังนั้น เทคนิคของไพลน์แมนช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ด้วยตนเองของผู้เรียนอย่างแท้จริง อีกทั้งสามารถช่วยให้นักเรียนพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษาและพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อันเป็นทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ได้อย่างไรก็ดี กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้มีจำนวนน้อย แม้จะสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ในบริบทของโรงเรียนขนาดเล็กได้ แต่ก็อาจมีข้อจำกัดต่อการขยายผลไปยังบริบทอื่นที่มีความหลากหลายมากขึ้น ผู้วิจัยจึงได้อธิบายบริบทของโรงเรียนและกลุ่มเป้าหมายไว้แล้ว เพื่อให้สามารถพิจารณาและตีความผลการวิจัยได้อย่างเหมาะสม

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะจากการวิจัย

สรุปผลการวิจัย

1. ความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบเปิดเสริมด้วยเทคนิคการเรียนรู้ไพลน์แมน เรื่อง แรงไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า มีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนร้อยละ 16.32
2. จากการศึกษาและเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ ระหว่างการจัดการเรียนรู้ เรื่องแรงไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีแนวโน้มการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ในแต่ละองค์ประกอบเพิ่มสูงขึ้น

ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

1. ควรเลือกประเด็นปัญหาที่เกี่ยวข้องใกล้เคียงกับผู้เรียนมากที่สุด มานำเสนอด้วยสถานการณ์ปัญหาแบบการทดลองจริง ให้ผู้เรียนสังเกตปัญหาจากหลักฐานเชิงประจักษ์ ในขั้นตอนแรกของการจัดการเรียนรู้แบบเปิดเสริมด้วยเทคนิคการเรียนรู้ไพลน์แมน จะสามารถทำให้ผู้เรียนเห็นเป็นรูปธรรมมากขึ้น
2. ควรให้ผู้เรียนแสดงแนวคิดออกมาด้วยการบรรยายหรือวาดภาพเพื่อสื่อถึงแนวคิดของตนเอง เนื่องจากผู้เรียนแต่ละคนมีความสามารถในการอธิบายสื่อสารความหมายต่างกัน จะสามารถทำให้เข้าใจแนวคิดของผู้เรียนมากกว่าการอธิบายปากเปล่าเพียงอย่างเดียว
3. จากการเสริมนักเรียนด้วยเทคนิคการเรียนรู้ไพลน์แมน สามารถทำให้ผู้เรียนเข้าใจในประเด็นที่ตนเองสงสัยมากยิ่งขึ้น ผ่านการแนะนำผู้เรียนให้อธิบายด้วยภาษาที่ง่ายต่อการเข้าใจและยกตัวอย่างประกอบ เช่น การสาธิตการทดลองแผนภาพ infographic ผ่านการอธิบายให้เพื่อนฟังในชั้นเรียน

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. การจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเปิดเสริมด้วยเทคนิคการเรียนรู้ไพลน์แมนสามารถพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ได้สร้างสถานการณ์การเรียนรู้จากอุปกรณ์จริงให้นักเรียนได้ทดลอง ในครั้งต่อไปควรนำการจัดการเรียนรู้ไปใช้ในเนื้อหาอื่นที่มี

ลักษณะเป็นนามธรรมเพื่อให้สามารถนำมาใช้หลักฐานที่มีลักษณะเป็นรูปธรรมมาอภิปรายในชั้นเรียนเพื่อใช้แก้ปัญหาสถานการณ์ ซึ่งจะช่วยเสริมสร้างทักษะการคิดและการแก้ปัญหาของนักเรียนในสถานการณ์ที่ซับซ้อนยิ่งขึ้น

2. จากผลความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ในงานวิจัยครั้งนี้พบว่า ควรมีการศึกษาลงของการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบเปิดเสริมด้วยเทคนิคการเรียนรู้ไผ่ย่นแนกกับตัวแปรอื่น เช่น ความสามารถในการอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ความคิดสร้างสรรค์ เป็นต้น เพื่อให้นักเรียนได้เกิดการต่อยอดและพัฒนาองค์ความรู้มากยิ่งขึ้น ช่วยเสริมสร้างองค์ความรู้ในหลากหลายมิติและทำให้การเรียนรู้ในวิชาวิทยาศาสตร์มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

บทความวิจัยฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ ต้องขอขอบพระคุณ รศ.ดร.พัทธวัน นาใจแก้ว อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ได้ให้ข้อเสนอแนะในการทำวิจัย ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ได้ให้ข้อเสนอแนะในการพัฒนาเครื่องมือวิจัย ตลอดจนผู้บริหาร คณะครู และนักเรียนที่ได้ให้ความร่วมมือในการทำวิจัยในครั้งนี้

จริยธรรมการวิจัย

โครงการวิจัยฉบับนี้ได้ผ่านการพิจารณาและการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี เมื่อวันที่ 25 พฤศจิกายน 2567 หมายเลขใบรับรอง อว 0622.7/521

References

- Bussaya, P. (2016). The effects of learning activities using the open approach on mathematical problem-solving ability and creativity of Mathayomsuksa Five Students (in Thai). *Journal of Education, Burapha University*, 27(3), 133-146.
- Campbell, D. T., Stanley, J. C. and Gage, N. L. (1963). *Experimental and quasi-experimental designs for research*. Boston: Houghton Mifflin.
- Feynman, R. P. (2018). *Feynman lectures on computation*. CRC Press.
- Furtak, E. M., Seidel, T., Iverson, H. and Briggs, D. C. (2012). Experimental and quasi-experimental studies of inquiry-based science teaching: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, 82(3), 300-329.
- Goldstein, T. R., Lerner, M. D., Paterson, S., Jaeggi, L., Toub, T. S., Hirsh-Pasek, K. and Golinkoff, R. (2019). Stakeholder Perceptions of the Effects of a Public School-Based Theatre Program for Children with ASD. *Journal for Learning through the Arts*, 15(1), 33-41.
- Harahap, A. R. (2020). An alternative method of online learning using the Feynman technique. *Proceedings of the International Conference Labma Scientific Fair 2020* (pp. 59-69). Indonesia: LabMa, Universitas Islam Indonesia.
- Iffat, G., Kader, A. and Nattinee, M. (2017). The impact of the Open Approach in enhancing students' problem-solving ability in secondary science education. *Journal of Educational Psychology*, 26(3), 122-137.
- Khammani, T. (2014). *The art of teaching: Knowledge for effective learning process management* (in Thai). Bangkok: Chulalongkorn University Press.
- NGSS Lead States. (2020). *Next generation science standards For states, by states*. The National Academies Press.
- Nohda, N. (1986). A study of open-approach method in school mathematics teaching focusing on mathematical problem solving activities. *Tsukuba Journal of Educational Study in Mathematics*, 5, 19-31.
- Nohda, N. (2000). Teaching by open-approach method in Japanese mathematics classroom. In T. Nakahara, and M. Koyama (Eds.), *Proceedings 24th of the Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, 1, 39-53.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) (2013). *Skills outlook 2023: Future-ready education for 21st century learners*. OECD Publishing.

- Phechsum, P., Sathitphakigul, A. and Bangtho, K. (2017). The effects of learning activities using the open approach on mathematical problem-solving ability of grade 8 students (in Thai). **Ratchaphruek Journal**, 15(1), 124-133.
- Piaget, J. (1965). **The moral judgment of the child**. Free Press.
- Polit, D. F. and Beck, C. T. (2006). The content validity index: are you sure you know what's being reported Critique and recommendations. **Research in nursing & health**, 29(5), 489-497.
- Reyes, L., Medina, P. and Santos, R. (2021). Feynman technique: Simplifying complex ideas to improve scientific problem-solving skills. **Journal of Educational Development**, 35(2), 45–56.
- Srisuksaard, B. (2002). **Basic research** (in Thai). Bangkok: Suviriyasarn.
- Wanitbancha, K. (2006). **Statistics for research** (in Thai). Bangkok: Chulalongkorn University Press.
- Wea, K. N., Dua, Y. S. and Elizabeth, A. (2023). An Exploratory Study to Investigate the Implementation of Feynman Learning Method in a Physics Classroom Setting. **Journal of Innovative Science Education**, 12(3), 331-339.
- Weir, S. (1974). **Development of problem-solving capabilities**. Final Report. Cambridge, MA: Harvard University.
- Winter, A. J., McAuliffe, M. B., Hargreaves, D. J., and Chadwick, G. (2009). The transition to academagogy. Retrieved 5 January 2025, from **ePrints QUT**: <https://eprints.qut.edu.au/17367/5/17367b.pdf>