

การพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์และสมรรถนะการรวมพลังทำงานเป็นทีมของนักเรียน
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้การจัดการเรียนรู้ แบบทำนาย-แลกเปลี่ยนความคิด-
สังเกต-อธิบาย ร่วมกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

Developing Scientific Literacy and Teamwork and Collaboration Competency
of 7th Grade Students Using the Predict-Share-Observe-Explain Model
with Augmented Reality Technology

นิตยา นาสีเคน¹ และ สิทธิพล อัจฉินทร์²
Nittaya Naseeken¹ and Sitthipon Art-in²

Article History

Receive: December 15, 2023

Revised: February 24, 2024

Accepted: February 24, 2024

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์และสมรรถนะการรวมพลังทำงานเป็นทีม โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-แลกเปลี่ยนความคิด-สังเกต-อธิบายร่วมกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/6 โรงเรียนวังสามหมอวิทยาคาร จังหวัดอุดรธานี ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 30 คน โดยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการ จำนวน 3 วงจร เครื่องมือการวิจัย ได้แก่ 1) เครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-แลกเปลี่ยนความคิด-สังเกต-อธิบายร่วมกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม 2) เครื่องมือที่ใช้สะท้อนผลการปฏิบัติการวิจัย ได้แก่ แบบบันทึกผลการจัดการเรียนรู้ แบบสังเกตพฤติกรรมการสอนของครูและนักเรียน แบบสัมภาษณ์นักเรียน แบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ท้ายวงจรปฏิบัติการ แบบประเมินสมรรถนะการรวมพลังทำงานเป็นทีมท้ายวงจรปฏิบัติการ และ 3) เครื่องมือที่ใช้ประเมินผลการวิจัย ได้แก่ แบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ และแบบประเมินสมรรถนะการรวมพลังทำงานเป็นทีม วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ โดยใช้ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าร้อยละ และวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนมีคะแนนความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เฉลี่ยเท่ากับ 30.67 คิดเป็นร้อยละ 73.02 ของคะแนนเต็ม และมีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 73.33 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และ 2) นักเรียนมีคะแนนสมรรถนะการรวมพลังทำงานเป็นทีมระดับ 7 ระดับสามารถ ขึ้นไป จำนวน 23 คน คิดเป็นร้อยละ 76.67 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

คำสำคัญ : การเรียนรู้แบบทำนาย-แลกเปลี่ยนความคิด-สังเกต-อธิบาย ; การวิจัยเชิงปฏิบัติการ ; ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ; เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ; สมรรถนะการรวมพลังทำงานเป็นทีม

¹ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, Master's Degree Student in Curriculum and Instruction, Faculty of Education, Khon Kaen University

² รองศาสตราจารย์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, Associate Professor, Faculty of Education, Khon Kaen University



ABSTRACT

The objectives of the research were to develop scientific literacy and the teamwork and collaboration competency of 7th grade students using the predict-share-observe-explain model with augmented reality technology. The target group were 30 7th grade students in classroom No.1/6, who were studying at Wangsammowittayakarn School, Udon Thani Province, semester 1, academic year 2023. The research design was action research with three operating cycles. The research tools were: 1) the research practice instrument consisted of lesson plans using the predict-share-observe-explain model with augmented reality technology; 2) the reflection tools, including teacher's learning management recording forms, teacher and student behavior observation forms, student interview forms, ended-inspiral of the scientific literacy test, and ended-inspiral of the teamwork and collaboration competency assessment form; and 3) the assessment tools, consisting of the scientific literacy test and teamwork and collaboration competency assessments. Descriptive statistics, including mean, standard deviation, and percentage, were used to analyze quantitative data. Quantitative data was analyzed using content analysis. The research findings indicated that 1) the average score in scientific literacy of the students was 30.67, which was 73.02% of the full score, and 22 students, or 73.33%, passed the set criteria; and 2) 23 students, or 76.67%, scored level 7 or higher in teamwork and collaboration competency, surpassing the set criteria.

Keywords : Predict-Share-Observe-Explain Model ; Action Research ; Scientific Literacy ; Augmented Reality Technology ; Teamwork and Collaboration Competency

บทนำ

วิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและนวัตกรรม เป็นปัจจัยในการขับเคลื่อนการพัฒนาประเทศไปสู่เศรษฐกิจและสังคมฐานความรู้ ซึ่งจะทำให้ประเทศมีความสามารถในการปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงและรับมือกับประเด็นอุบัติใหม่ที่ส่งผลกระทบต่อประเทศ (National Science Technology and Innovation Policy Office, 2012) และในการปฏิรูปการศึกษาให้ประสบความสำเร็จจึงมีความจำเป็นต้องปฏิรูปการเรียนรู้ ในศตวรรษที่ 21 ผู้เรียนต้องมีทักษะสำคัญที่จำเป็นในการใช้ชีวิต (Office of the Education Council, Ministry of Education, 2019) Office of the Basic Education Commission, Ministry of Education (2021) จึงได้ปรับปรุงหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เป็นหลักสูตรขั้นพื้นฐานในลักษณะหลักสูตรฐานสมรรถนะ เพื่อสนับสนุนและเอื้อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีคุณภาพและเกิดสมรรถนะสำคัญที่สามารถใช้ได้ในชีวิตจริงในศตวรรษที่ 21

ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์เป็นองค์ประกอบหนึ่งที่สำคัญในการพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนสามารถคิดอย่างวิทยาศาสตร์และมีความเป็นเหตุเป็นผล (The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology, 2018) ซึ่งมีองค์ประกอบสำคัญ 3 ประการ ได้แก่ 1) การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ 2) การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และ 3) การแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (OECD, 2018) สมรรถนะการรวมพลังทำงานเป็นทีมเป็นสมรรถนะสำคัญในหลักสูตรฐานสมรรถนะ โดยสมรรถนะการรวมพลังทำงานเป็นทีม (Teamwork and collaboration) เป็นความสามารถที่ช่วยจัดระบบและกระบวนการทำงานทั้งของตนเองและผู้อื่นเพื่อให้บรรลุผลสำเร็จตามเป้าหมาย มีภาวะความเป็นผู้นำ มีความโปร่งใส การยอมรับความแตกต่าง สร้างความสัมพันธ์ที่ดีกับคนในทีมและจัดการความขัดแย้งภายใต้สถานการณ์ที่ยุ่งยาก (Competency Based Education Thailand, 2021) โดย Office of the Basic Education Commission, Ministry of Education (2021) ได้แบ่งระดับสมรรถนะการรวมพลังทำงานเป็นทีมออกเป็น 1-10 ระดับ และแบ่งระดับความเชี่ยวชาญออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่ เริ่มต้น กำลังพัฒนา สามารถ และเหนือความคาดหวัง ซึ่งในแต่ละช่วงชั้นจะต้องมีผลการพัฒนาสมรรถนะ อยู่ในระดับสามารถ ขึ้นไป ดังนี้ ระดับสามารถของช่วงชั้นที่ 1-4 ได้แก่ ระดับ 3, ระดับ 5, ระดับ 7 และระดับ 9 ตามลำดับ

ผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินิยมขั้นพื้นฐาน (O-NET) (The National Institute of Educational Testing Service (Public organization), 2021) ของโรงเรียนวังสามหมอวิทยาคาร ในปีการศึกษา 2564 พบว่า คะแนนเฉลี่ยรายวิชาวิทยาศาสตร์อยู่ที่ 28.79 ซึ่งน้อยกว่าระดับประเทศ (คะแนนเฉลี่ยระดับประเทศ 31.45 คะแนน) รายวิชาวิทยาศาสตร์จึงควรได้รับการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้น จากการวิเคราะห์สภาพปัญหาจึงควรได้รับการพัฒนานักเรียนตั้งแต่ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยในปีการศึกษา 2565 จากการจัดการเรียนรู้ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า การทำกิจกรรมในชั้นเรียนและการทดลองด้านวิทยาศาสตร์ ผลการประเมินในใบกิจกรรมของนักเรียนพบว่า นักเรียนมากกว่า ร้อยละ 70 ไม่สามารถอธิบายรายละเอียดพร้อมยกตัวอย่างประกอบ ซึ่งชี้ให้เห็นว่านักเรียนมีความรู้แต่ไม่สามารถสร้างคำอธิบายที่สมเหตุสมผลได้ เมื่อทำการทดลองได้ผลการทดลองแล้วนักเรียนไม่สามารถนำค่าการวิเคราะห์ผลการทดลองมาวิเคราะห์เพื่อแปลผลและอธิบายผลการทดลอง อีกทั้งการปฏิบัติที่ดำเนินด้วยกิจกรรมกลุ่ม จากการศึกษากฎติกรรรมของผู้เรียนในห้องเรียนพบว่า นักเรียนขาดทักษะการทำงานเป็นทีม พฤติกรรมบ่งชี้ได้แก่ การเลือกทำงานเพียงคนเดียวหรือแบ่งงานให้แก่เพื่อนที่ตนเองรู้จัก ขาดการปฏิสัมพันธ์ที่ดีกับเพื่อนในกลุ่ม ส่งผลให้การเรียนรู้นั้นเกิดขึ้นอย่างจำกัด มีความรู้หรือข้อมูลเพียงด้านเดียว ขาดการสะท้อนผลการเรียนรู้ ขาดการเชื่อมโยงข้อมูลและการให้เหตุผลที่ถูกต้องได้ การจัดการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อธิบายเกิดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์และการทำงานเป็นกลุ่ม เพื่อให้ให้นักเรียนได้เรียนรู้ร่วมกัน มีความรับผิดชอบ การยอมรับความเห็นจากผู้อื่น เกิดการแลกเปลี่ยนเรียนรู้และนำความรู้ที่ได้มาเชื่อมโยงเพื่อนำไปสู่ข้อมูลที่ถูกต้อง

เพื่อส่งเสริมการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์และสมรรถนะการรวมพลังทำงานเป็นทีม รูปแบบทำนาย-แลกเปลี่ยนความคิด-สังเกต-อธิบาย เรียนรู้ โดย Brown and Concannon (2016) ได้พัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้นี้มาจากรูปแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย ซึ่งเป็นแนวคิดที่อยู่บนพื้นฐานของทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ โดยผ่านกระบวนการชิมชาบหรือดูดซึม และกระบวนการปรับขยายโครงสร้างทางปัญญาซึ่งประสบการณ์ใหม่ที่เข้ามาจะปรับให้เข้าสู่ประสบการณ์เดิมที่เหมือนหรือคล้ายกัน (Wongsuwan, 2021) ช่วยให้นักเรียนสามารถขยายความคิดหรือเปลี่ยนแปลงความคิดเริ่มต้นผ่านการสะท้อนตนเอง การมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนและการสังเกต ซึ่งได้เพิ่มขั้นการแลกเปลี่ยนความคิดในรูปแบบการสอน ให้นักเรียนได้มีการทำงานอย่างร่วมมือรวมพลัง และมีการอธิบายความเข้าใจสิ่งที่เรียนผ่านการเขียน นอกจากนี้ การจัดการศึกษาที่มุ่งให้ความรู้แก่ผู้เรียนอย่างเดียวยังไม่เพียงพอ เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมหรือที่เรียกว่า AR ปัจจุบันถูกนำมาประยุกต์ใช้ในด้านการศึกษาอย่างหลากหลาย Kraut and Jeknić (2015) ได้ส่งเสริมการศึกษาด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม พบว่านักเรียนที่เรียนรู้ด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเรียนรู้ได้เร็วขึ้น มีส่วนที่ทำให้เข้าใจและเข้าถึงความรู้ทางสังคมได้มากขึ้น เป็นเทคโนโลยีที่ช่วยปรับปรุงกระบวนการเรียนรู้และแก้ไขเนื้อหาและเป็นเทคโนโลยีที่สามารถพัฒนาต่อได้ สอดคล้องกับ Akkahad (2020) กล่าวว่า เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เป็นเครื่องมือในการเพิ่มสมรรถนะการเรียนรู้และส่งเสริมให้เกิดทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 ผู้วิจัยจึงสนใจการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์และสมรรถนะการรวมพลังทำงานเป็นทีมโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-แลกเปลี่ยนความคิด-สังเกต-อธิบายร่วมกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมมาพัฒนานักเรียนเพื่อพัฒนาให้นักเรียนเกิดองค์ความรู้ เป็นผู้ที่มีสมรรถนะทางด้านวิทยาศาสตร์และทักษะในศตวรรษที่ 21

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-แลกเปลี่ยนความคิด-สังเกต-อธิบายร่วมกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ให้นักเรียนมีคะแนนความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์เฉลี่ยไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป
2. เพื่อพัฒนาสมรรถนะการรวมพลังทำงานเป็นทีมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-แลกเปลี่ยนความคิด-สังเกต-อธิบายร่วมกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ให้นักเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 มีผลการประเมินสมรรถนะการรวมพลังทำงานเป็นทีม อยู่ในระดับ 7 ระดับสามารถ ขึ้นไป

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การจัดการเรียนรู้แบบทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย

รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-แลกเปลี่ยนความคิด-สังเกต-อธิบาย (Predict-Share-Observe-Explain Model ; PSOE) พัฒนามาจากการสอนแบบทำนาย-สังเกต-อธิบาย (Predict-Observe-Explain; POE) ซึ่งมีแนวคิดอยู่บนพื้นฐานของทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ (Kitcharoenpanya, 2020) โดยทฤษฎีการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัค-



ติวิสต์ มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีพัฒนาการทางเซวาร์ปัญญาของเพียเจต์และวิก์ทอสกี เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในตัวผู้เรียน โดยที่ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้จากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบเห็นหรือประสบการณ์ความรู้ใหม่กับความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่เดิมแล้วเกิดเป็นองค์ความรู้ใหม่ โดยรูปแบบการเรียนรู้ทำนาย-แลกเปลี่ยนความคิด-สังเกต-อธิบาย มี 4 ขั้นตอน (Brown and Concannon, 2016) ได้แก่ 1) ขั้นทำนาย (Predict Stage) เป็นขั้นที่ครูกระตุ้นความสนใจของนักเรียน ให้นักเรียนแสดงความรู้เดิม 2) ขั้นแลกเปลี่ยนความคิด (Share Stage) เป็นขั้นที่นักเรียนเสนอความคิด แลกเปลี่ยนกับเพื่อน ช่วยกันแก้ไขความคิดเดิม โดยใช้หลักฐานและอธิบายความคิดโดยใช้เหตุผล 3) ขั้นสังเกต (Observe Stage) เป็นขั้นที่นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรงจากการเรียนรู้ และได้รับหลักฐานการเรียนรู้ต่างๆ 4) ขั้นอธิบาย (Explain Stage) เป็นขั้นที่นักเรียนสร้างความคิดที่ถูกต้องทางวิทยาศาสตร์ รูปแบบการเรียนรู้เปิดโอกาสให้นักเรียนมีการแลกเปลี่ยน และมีการเจรจาต่อรอง (Negotiate) ในการเรียนรู้ใหม่ของนักเรียน สนับสนุนให้นักเรียนได้ตัดสินใจเกี่ยวกับความเข้าใจที่มีอยู่ บนพื้นฐานของความเชื่อเดิม หลังจากนั้นนักเรียนทำนายแล้วให้สังเกตสถานการณ์โดยให้ลงมือทดลอง สังเกตหรือหาวิธีพิสูจน์ เพื่อหาคำตอบจากสถานการณ์ หลังจากนั้นให้นักเรียนบอกสิ่งที่สังเกตได้จากการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตัวนักเรียนเอง และขั้นสุดท้ายนักเรียนจะต้องอธิบายถึงความแตกต่างระหว่างสิ่งที่ได้จากการทำนายและการสังเกตหรือผลการทดลองที่ได้ จัดเป็นวิธีการสอนที่มีประสิทธิภาพที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นและอภิปรายมโนคติทางวิทยาศาสตร์ (Yimphong, 2020)

เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม หรือที่เรียกว่า เทคโนโลยี AR (Augmented Reality) เป็นเทคโนโลยีที่ผสมผสานระหว่างความเป็นจริงและโลกเสมือนที่สร้างขึ้นมาผสานเข้าด้วยกันผ่านซอฟต์แวร์และอุปกรณ์เชื่อมต่อต่างๆ ถูกค้นพบในปี ค.ศ.1950 โดย Heilig ในขณะที่ถ่ายทำภาพยนตร์ โดยเขามีความคิดที่จะให้ผู้ชมได้มีความรู้สึกถึงความมีส่วนร่วมโดยเพิ่มศักยภาพของภาพยนตร์เข้าไปและถูกพัฒนาอย่างต่อเนื่อง จนในปี ค.ศ.1968 Suth เป็นคนแรกที่ได้สร้างระบบโดยการใช้เครื่องครอบหัวขึ้น ปัจจุบัน เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมถูกพัฒนาให้สามารถใช้งานได้ง่าย โดยแสดงผลในหน้าจอโดยไม่ต้องสวมอุปกรณ์ ซึ่งการแสดงผล สามารถแสดงผลเป็นแบบรูปภาพ 2 มิติ 3 มิติ แบบวิดีโอ เป็นต้น (Charoenpan, 2021 ; Kraut and Jeknić, 2015) ได้ส่งเสริมประสบการณ์ด้านการศึกษาด้วยเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมโดยได้นำไปใช้ในโครงการที่ใช้แอปพลิเคชันเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมในการฝึกอบรมให้แก่นักศึกษาอาชีวศึกษา กล่าวว่า เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม มีประโยชน์อย่างมากในกระบวนการเรียนรู้ สามารถส่งเสริมการรับรู้ข้อมูลของผู้เรียนได้ มีส่วนที่ทำให้เข้าใจและเข้าถึงความรู้ทางสังคมได้ดีขึ้น จึงถือได้ว่าเป็นเทคโนโลยีที่ช่วยปรับปรุงกระบวนการเรียนรู้และแก้ไขเนื้อหา ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้เร็วและจดจำสิ่งที่เรียนรู้ได้นานขึ้นและ Hasamoh (2019) กล่าวว่า เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมทำให้นักเรียนมีความสนุกสนานกับการเรียนรู้ส่งผลให้นักเรียนมีประสิทธิภาพในการเรียนที่ดีขึ้นและมีความคงทนในการเรียนมากขึ้น

การจัดการเรียนรู้แบบทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบายร่วมกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

การจัดการเรียนรู้แบบทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย (Brown and Concannon, 2016) ร่วมกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Kraut and Jeknić, 2015) เป็นการจัดการเรียนรู้ร่วมกันระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย ที่ส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนใช้ความรู้เดิมเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ และยังสามารถสืบค้นประจักษ์พยานที่ถูกต้องเพื่อหาคำตอบ ร่วมกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เป็นเทคโนโลยีที่ถูกพัฒนาอย่างต่อเนื่องและนำมาประยุกต์ใช้ด้านการศึกษาที่เป็นสื่อการเรียนรู้ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนสนใจและกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้ โดยใช้ My Web AR สร้างขึ้นผ่านทางเว็บไซต์ Mywebar.com ในรูปแบบภาพ 2 มิติ ภาพ 3 มิติ และวิดีโอ สามารถใช้งานได้โดยไม่ต้องโหลดแอปพลิเคชันใดๆ นำมาใช้ประกอบการเรียนรู้ในขั้นที่ 1 ขั้นที่ 3 และ ขั้นที่ 4 การจัดการเรียนรู้แบบทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบายร่วมกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ประกอบด้วย 4 ขั้น ได้แก่ 1) ขั้นทำนาย (Predict Stage) ครูกำหนดสถานการณ์หรือปัญหาจากนั้นนักเรียนร่วมกันทำนายหรือคาดการณ์ คำตอบจากสถานการณ์หรือปัญหาจากรูปภาพหรือวิดีโอผ่านการใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม 2) ขั้นแลกเปลี่ยนความคิด (Share Stage) นักเรียนแบ่งกลุ่ม จากนั้นแลกเปลี่ยนความคิดระหว่างเพื่อนในกลุ่มตามรูปภาพคำถามเกี่ยวกับ คำทำนายและร่วมกันวางแผนหาคำตอบ และประเมินคำตอบของตนเอง 3) ขั้นสังเกต (Observe Stage) นักเรียนร่วมกันหาคำตอบโดยการเรียนรู้จากแหล่งเรียนรู้อื่น หรือจากการทำการทดลอง และจากเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเพื่อให้ได้หลักฐานเชิงประจักษ์ในการยืนยันคำทำนายและ 4) ขั้นอธิบาย (Explain Stage) นักเรียนรายงานผลจากการ

หาคำตอบหรือผลการทดลอง ครูร่วมกันอภิปรายจากหลักฐานเชิงประจักษ์ที่ได้ประกอบกับความรู้จากสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เพื่อให้ได้มาซึ่งคำตอบที่ถูกต้อง และแก้ไขความเข้าใจผิดที่อาจเกิดขึ้นจากคำทำนายเริ่มต้น

ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์

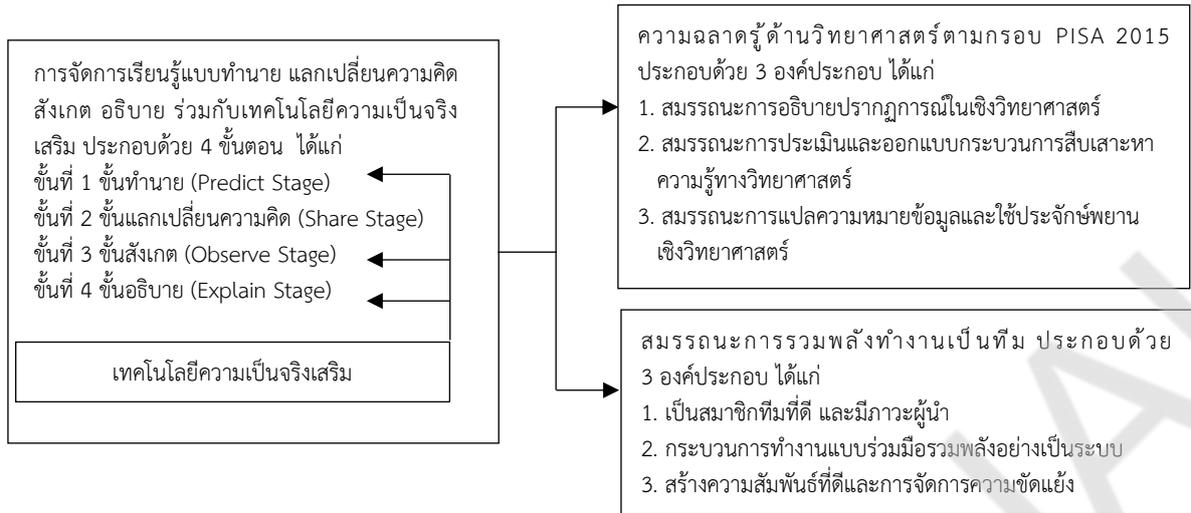
ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ มาจากภาษาอังกฤษ Scientific literacy และมีผู้ใช้อื่นๆ ในความหมายเดียวกัน เช่น การรู้วิทยาศาสตร์ ความรู้ความสามารถพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ ความรอบรู้เชิงวิทยาศาสตร์ เป็นต้น ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เป็นความสามารถของบุคคลในการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องใดเรื่องหนึ่งมาประยุกต์ในสถานการณ์ในชีวิตที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีผลมาจากความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ (Pratumsala, 2022) ; Fahmi, Istyadji, Irhasyuarna and Kusasi (2022) กล่าวว่า ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ช่วยพัฒนานักเรียนเข้าใจสถานการณ์และส่งเสริมให้นักเรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์ PISA (OECD, 2018) ประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ โดยให้ความสำคัญเป็นพิเศษกับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ (Scientific Competencies) ได้แก่ 1) สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ (Explain Phenomena Scientifically) 2) สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Evaluate and Design Scientific Enquiry) และ 3) สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ (Interpret Data and Evidence Scientifically) โดยใช้แบบทดสอบเชิงสถานการณ์ แบบทดสอบตามกรอบการประเมินของ PISA 2015 มีทั้งหมด 3 รูปแบบ ซึ่งแต่ละรูปแบบมีสัดส่วนประมาณหนึ่งในสามของแบบทดสอบทั้งหมด ได้แก่ แบบเลือกตอบ แบบเลือกตอบเชิงซ้อน และแบบเขียนตอบ ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียน สามารถวัดได้จากแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เป็นแบบทดสอบเชิงสถานการณ์ มี 3 รูปแบบ ได้แก่ แบบเลือกตอบ แบบเลือกตอบเชิงซ้อน และแบบเขียนตอบ จำนวน 21 ข้อ

สมรรถนะการรวมพลังทำงานเป็นทีม

สมรรถนะการรวมพลังทำงานเป็นทีม (Teamwork and Collaboration; TC) (Competency Based Education Thailand, 2021) คือ ความสามารถในการจัดระบบและกระบวนการทำงาน กิจกรรม และการประกอบการใดๆ ทั้งของตนเองและผู้อื่น โดยใช้การรวมพลังทำงานเป็นทีม มีแผน ขั้นตอน เพื่อให้บรรลุผลสำเร็จตามเป้าหมาย มีภาวะผู้นำ มีความโปร่งใส สามารถตรวจสอบได้ มีการประสานความคิดเห็นที่แตกต่างสู่การตัดสินใจและแก้ปัญหาเป็นทีมอย่างรับผิดชอบร่วมกันสร้างความสัมพันธ์ที่ดีและจัดการความขัดแย้งภายใต้สถานการณ์ที่ยุงยาก Treesad and Art-in (2023) กล่าวว่า สมรรถนะการรวมพลังทำงานเป็นทีม ฝึกให้นักเรียนได้วางแผนการทำงานร่วมกับผู้อื่นและแบ่งปันข้อมูล มีการประสานความคิดเห็นที่แตกต่างนำไปสู่การตัดสินใจร่วมกันเพื่อให้บรรลุเป้าหมาย สอดคล้องกับ Phooddee (2023) กล่าวว่า สมรรถนะการรวมพลังทำงานเป็นทีมช่วยกระตุ้นในผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างเป็นระบบมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ซึ่งกันและกัน และทำให้มีความกล้าแสดงออกในสิ่งที่ถูกต้อง สมรรถนะการรวมพลังทำงานเป็นทีม ประกอบด้วยลักษณะสำคัญ 3 ประการ คือ 1) ด้านการเป็นสมาชิกทีมที่ดีและมีภาวะผู้นำ 2) ด้านกระบวนการทำงานแบบร่วมมือรวมพลังอย่างเป็นระบบ และ 3) ด้านการสร้างความสัมพันธ์ที่ดีและการจัดการความขัดแย้ง ซึ่ง Office of the Basic Education Commission, Ministry of Education (2021) ได้แบ่งระดับสมรรถนะการรวมพลังทำงานเป็นทีมออกเป็น 1-10 ระดับ และแบ่งระดับความเชี่ยวชาญออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่ เริ่มต้น กำลังพัฒนา สามารถ และเหนือความคาดหวัง โดยในแต่ละช่วงจะต้องมีผลการพัฒนาสมรรถนะอยู่ในระดับ “สามารถ” ขึ้นไป และในแต่ละช่วงชั้นจะมีระดับความเชี่ยวชาญแตกต่างกันออกไป มีเกณฑ์การประเมิน คือ (1) การผ่านแต่ละระดับ/ด้าน ต้องได้มากกว่าหรือเท่ากับ ร้อยละ 50 ของแต่ละระดับ/ด้าน (2) กรณีที่นักเรียนได้น้อยกว่า ร้อยละ 50 หมายถึง ควรได้รับการพัฒนาต่อไป (3) การแปลผลให้ยึดตามระดับสูงสุดที่นักเรียนผ่านเกณฑ์ การวิจัยครั้งนี้ กลุ่มเป้าหมายเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ได้ใช้เกณฑ์ประเมินช่วงชั้นที่ 3 (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3) ซึ่งควรมีระดับความเชี่ยวชาญ อยู่ในระดับ 7 ระดับสามารถ สามารถวัดได้จากแบบประเมินสมรรถนะการรวมพลังทำงานเป็นทีม ประกอบด้วยรายการประเมินทั้ง 3 ด้าน รูปแบบตรวจสอบรายการ (Checklist) จำนวน 36 ข้อ

กรอบแนวคิดการวิจัย

การวิจัยเพื่อพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (OECD, 2018) และสมรรถนะการรวมพลังทำงานเป็นทีม (Office of the Basic Education Commission, Ministry of Education, 2021) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย (Brown and Concannon, 2016) ร่วมกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม (Kraut and Jeknic, 2015) ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัย ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) ตามแนวคิด Kemmis and McTaggart (1998) โดยดำเนินการวิจัยตามวงจรการวิจัยเชิงปฏิบัติ PAOR ประกอบด้วย 1) ขั้นวางแผน (Planning) 2) ขั้นการปฏิบัติการ (Action) 3) ขั้นสังเกตการณ์ (Observation) และ 4) ขั้นการสะท้อนผลการปฏิบัติ (Reflection) จำนวน 3 วงจรปฏิบัติการ

กลุ่มเป้าหมาย

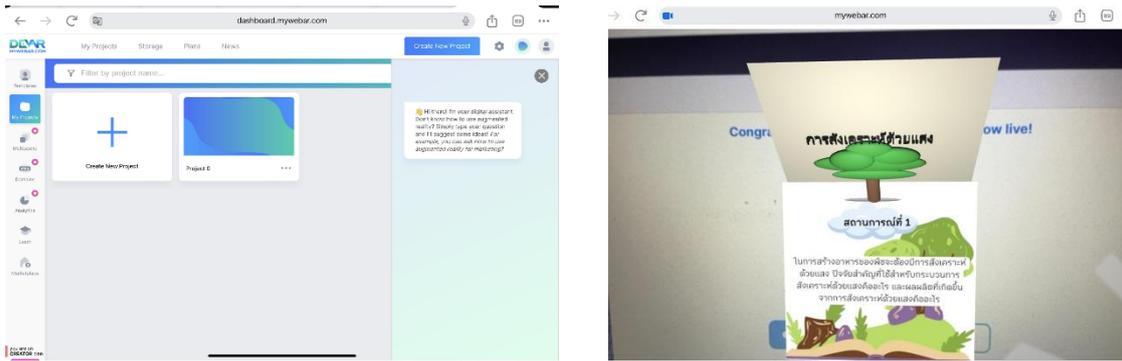
กลุ่มเป้าหมายในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/6 โรงเรียนวังสามหมอวิทยาคาร สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาอุดรธานี ประจำภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 30 คน โดยการเลือกแบบเจาะจง (Purposive sampling)

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้รูปแบบทำนาย-แลกเปลี่ยนความคิด-สังเกต-อธิบายร่วมกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม โดยสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมสร้างขึ้นผ่านทางเว็บไซต์ Mywebar.com รูปแบบ ภาพ 2 มิติ ภาพ 3 มิติ และวิดีโอ ใช้ประกอบทุกแผนการจัดการเรียนรู้ ในหน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 9 แผน ใช้เวลาการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รวม 21 ชั่วโมง ดังตารางที่ 1 โดยผ่านการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้แบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ของ Likert (1967) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ในภาพรวมเท่ากับ 4.47 คือ อยู่ในระดับมากสามารถนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้

ตารางที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง การดำรงชีวิตของพืช

วงจรที่	แผนการจัดการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	สื่อการเรียนรู้	การวัดและประเมินผล	จำนวน (ชั่วโมง)
วงจรปฏิบัติที่ 1	แผนที่ 1 เรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสง	แผนการจัดการเรียนรู้ มีจุดประสงค์การเรียนรู้ 3 ด้าน ได้แก่	สื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ได้แก่ ภาพ 2 มิติ, ภาพ 3 มิติ และวิดีโอ โดยใช้รูปแบบสลับกันตามความเหมาะสมของเนื้อหาในชั้นที่ 1, 3 และ 4	แผนการจัดการเรียนรู้วัดและประเมินผลโดยใช้แบบประเมินในแต่ละด้านตามจุดประสงค์การเรียนรู้	2
	แผนที่ 2 เรื่องพืชสร้างแป้ง				3
	แผนที่ 3 เรื่องความสำคัญของสารสังเคราะห์ด้วยแสง				2
วงจรปฏิบัติที่ 2	แผนที่ 4 เรื่องรากและขนราก	1. ด้านความรู้ (K) 2. ด้านทักษะกระบวนการ (P) 3. ด้านคุณลักษณะ (A)	สื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ได้แก่ ภาพ 2 มิติ, ภาพ 3 มิติ และวิดีโอ โดยใช้รูปแบบสลับกันตามความเหมาะสมของเนื้อหาในชั้นที่ 1, 3 และ 4	แผนการจัดการเรียนรู้วัดและประเมินผลโดยใช้แบบประเมินในแต่ละด้านตามจุดประสงค์การเรียนรู้	2
	แผนที่ 5 เรื่องการลำเลียงน้ำในพืช				3
	แผนที่ 6 เรื่องธาตุอาหารกับการเจริญเติบโตของพืช				2
วงจรปฏิบัติที่ 3	แผนที่ 7 เรื่องการสืบพันธุ์และการขยายพันธุ์ของพืช (1)	3. ด้านคุณลักษณะ (A)	สื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ได้แก่ ภาพ 2 มิติ, ภาพ 3 มิติ และวิดีโอ โดยใช้รูปแบบสลับกันตามความเหมาะสมของเนื้อหาในชั้นที่ 1, 3 และ 4	แผนการจัดการเรียนรู้วัดและประเมินผลโดยใช้แบบประเมินในแต่ละด้านตามจุดประสงค์การเรียนรู้	3
	แผนที่ 8 เรื่องการสืบพันธุ์และการขยายพันธุ์ของพืช (2)				2
	แผนที่ 9 เรื่องเทคโนโลยีชีวภาพในการเพิ่มผลผลิตพืช				2



ภาพที่ 2 หน้าเว็บไซต์ Mywebar.com และตัวอย่างผลงานเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมที่สร้างขึ้น

2. เครื่องมือที่ใช้สะท้อนผลการปฏิบัติการวิจัย ได้แก่

2.1 แบบบันทึกผลการจัดการเรียนรู้ เป็นแบบบันทึกพฤติกรรมที่เกิดขึ้นจริงของครูและนักเรียน โดยทำการบันทึกหลังจากเสร็จสิ้นในแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้

2.2 แบบสังเกตพฤติกรรมการสอนของครูและนักเรียน เป็นแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนการสอนของครูและพฤติกรรมนักเรียนขณะร่วมกิจกรรมของแต่ละชั่วโมง เพื่อนำไปปรับปรุงในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในครั้งต่อไป

2.3 แบบสัมภาษณ์นักเรียน เป็นแบบสัมภาษณ์ที่ใช้คำถามปลายเปิดที่ผู้วิจัยใช้สัมภาษณ์นักเรียน โดยบันทึกความคิดเห็นและความรู้สึกของนักเรียนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละวงจร

2.4 แบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ท้ายวงจรปฏิบัติการ (OECD, 2018) สำหรับวัดและประเมินผลท้ายวงจรที่ 1-3 วงจรละ 12 ข้อ ผลการหาคุณภาพของแบบทดสอบ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 คุณภาพของแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ท้ายวงจรปฏิบัติ

วงจรที่	ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC)	ความยากง่าย (P)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ค่าความเชื่อมั่น
1	1.00	0.34-0.75	0.25-0.50	0.71
2	1.00	0.47-0.69	0.38-0.56	0.73
3	1.00	0.47-0.72	0.31-0.56	0.74

2.5 แบบประเมินสมรรถนะการรวมพลังทำงานเป็นทีมท้ายวงจรปฏิบัติการ (Office of the Basic Education Commission, Ministry of Education, 2021) สำหรับวัดและประเมินผลท้ายวงจรที่ 1-3 จำนวน 36 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1.00

3. เครื่องมือที่ใช้ประเมินผลการวิจัย ได้แก่

3.1 แบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (OECD, 2018) สำหรับทดสอบหลังสิ้นสุดทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ จำนวน 21 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1.00 ค่าคะแนนความยากง่าย (P) อยู่ระหว่าง 0.34-0.69 ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.25 - 0.63 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.84

3.2 แบบประเมินสมรรถนะการรวมพลังทำงานเป็นทีม (Office of the Basic Education Commission, Ministry of Education, 2021) จำนวน 36 ข้อ มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) เท่ากับ 1.00 (แบบประเมินชุดเดียวกับแบบประเมินท้ายวงจร โดยประเมินหลังจากผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สิ้นสุดทั้ง 3 วงจร ไปแล้ว 1 สัปดาห์ในรายวิชาที่มีกระบวนการจัดกิจกรรมแบบกลุ่ม)

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์และสมรรถนะการรวมพลังทำงานเป็นทีมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล ระหว่างเดือนกรกฎาคม-ตุลาคม 2566

1. ขั้ววางแผน ผู้วิจัยปฐมนิเทศผู้ช่วยวิจัยและนักเรียนเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้รูปแบบทำนาย-แลกเปลี่ยนความคิด-สังเกต-อธิบายร่วมกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ได้แก่ ภาพ 2 มิติ ภาพ 3 มิติ และวิดีโอ เพื่อทำความเข้าใจและเตรียมความพร้อมก่อนทำการจัดกิจกรรมการเรียนรู้รวมทั้งข้อตกลง วิธีการวัดและประเมินผล เกณฑ์การให้คะแนน บทบาทหน้าที่ของครูและนักเรียน



2. ขั้นปฏิบัติการ ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-แลกเปลี่ยนความคิด-สังเกต-อธิบายร่วมกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม จำนวน 9 แผน รวมเวลา 21 ชั่วโมง โดยแบ่งเป็น 3 วงจรปฏิบัติการ วงจรปฏิบัติการละ 3 แผน โดยผู้วิจัยจะทำหน้าที่เป็นผู้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ ประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน และรับการสะท้อนผลการเรียนรู้จากนักเรียนและผู้ช่วยวิจัยทุกแผนการจัดการเรียนรู้

3. ขั้นการสังเกตการณ์ เก็บรวบรวมข้อมูลหลังสิ้นสุดการดำเนินการในแต่ละวงจรปฏิบัติการ โดยใช้เครื่องมือในการสะท้อนผลปฏิบัติการ ได้แก่ แบบบันทึกการจัดการเรียนรู้ แบบสังเกตพฤติกรรมของครูและนักเรียน แบบสัมภาษณ์นักเรียน แบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ท้ายวงจรที่ 1-3 และแบบประเมินสมรรถนะการรวมพลังทำงานเป็นทีมท้ายวงจรที่ 1-3

4. ขั้นสะท้อนผล เมื่อเสร็จสิ้นการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงจร นำข้อมูลที่ได้จากแบบบันทึกผลการจัดการเรียนรู้ แบบสังเกตพฤติกรรมของครูและนักเรียน แบบสัมภาษณ์นักเรียน แบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ท้ายวงจรที่ 1-3 และแบบประเมินสมรรถนะการรวมพลังทำงานเป็นทีมท้ายวงจรที่ 1-3 มาวิเคราะห์และประเมินผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อนำผลมาพัฒนาปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ในวงจรถัดไป และเมื่อสิ้นสุดกิจกรรมการเรียนรู้ทั้ง 3 วงจรแล้ว ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้เครื่องมือการประเมินผลของการวิจัย ได้แก่ แบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์และแบบประเมินสมรรถนะการรวมพลังทำงานเป็นทีม โดยมีการประเมินหลังจากเสร็จสิ้นวงจรปฏิบัติการที่ 3 แล้ว 1 สัปดาห์ จากนั้นวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อประเมินประสิทธิภาพในการจัดการเรียนรู้และนำข้อมูลที่ได้ไปสรุปผลและอภิปรายผลการวิจัยต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ ประกอบด้วย 1) การพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ แบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ท้ายวงจร ซึ่งได้จากการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการเสร็จสิ้น และแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้หลังจัดการเรียนรู้ครบทั้ง 3 วงจร วิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติพื้นฐาน คือ ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่าร้อยละ นำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 2) การพัฒนาสมรรถนะการรวมพลังทำงานเป็นทีม เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ แบบประเมินสมรรถนะการรวมพลังทำงานเป็นทีมท้ายวงจร ซึ่งได้จากการจัดการเรียนรู้ในแต่ละวงจรปฏิบัติการเสร็จสิ้น และแบบประเมินสมรรถนะการรวมพลังทำงานเป็นทีม ซึ่งได้หลังจัดการเรียนรู้ครบทั้ง 3 วงจร วิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติพื้นฐาน คือ ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าร้อยละ นำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ โดยใช้เกณฑ์การประเมินสมรรถนะของ ซึ่ง Office of the Basic Education Commission, Ministry of Education (2021) ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งเกณฑ์การประเมินเพื่อพัฒนาสมรรถนะการรวมพลังทำงานเป็นทีม ให้นักเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 มีผลการประเมินสมรรถนะการรวมพลังทำงานเป็นทีม อยู่ในระดับ 7 ระดับสามารถ ขึ้นไป

2. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบบันทึกผลการจัดการเรียนรู้ แบบสังเกตพฤติกรรมการสอนของครูและนักเรียน และแบบสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ ใช้บันทึกข้อมูลที่ได้จากการสังเกตและร่วมทำกิจกรรมการเรียนรู้ นำข้อมูลที่ได้มาทำการ วิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) เพื่อหาข้อบกพร่องปัญหาและอุปสรรค แนวทางแก้ไขและปรับปรุงพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ในการดำเนินการครั้งต่อไป แล้วนำเสนอผลการวิจัย

ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

1. ผลการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-แลกเปลี่ยนความคิด-สังเกต-อธิบายร่วมกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

1.1 ผลการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ท้ายวงจรที่ 1-3

การปฏิบัติการจัดการเรียนรู้แต่ละวงจร ประกอบด้วย วงจรที่ 1 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1-3 วงจรที่ 2 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4-6 และ วงจรที่ 3 แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7-9 นำแบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ท้ายวงจร วงจรละ 12 ข้อ โดยมีเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ขึ้นไป ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ท้ายวงจรที่ 1 – 3

วงจรที่	จำนวนนักเรียน (คน)	คะแนนเฉลี่ย (คะแนนเต็ม 24 คะแนน)			จำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์			
		ค่าเฉลี่ย	S.D.	ร้อยละ	ผ่าน		ไม่ผ่าน	
					คน	ร้อยละ	คน	ร้อยละ
1	30	16.43	5.35	68.47	19	63.33	11	36.67
2	30	17.37	4.69	72.36	20	66.67	10	33.33
3	30	17.80	4.38	74.17	22	73.33	8	26.67

จากตารางที่ 3 ผลการทดสอบความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ท้ายวงจรที่ 1-3 พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยและจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์สูงขึ้นตามลำดับ โดยวงจรที่ 3 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 17.80 คิดเป็นร้อยละ 74.17 และมีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 73.33

1.2 ผลการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

หลังจากที่ผู้วิจัยได้ดำเนินการปฏิบัติการจัดการเรียนรู้สิ้นสุดทั้ง 9 แผนการจัดการเรียนรู้ รวม 21 ชั่วโมง ตามตารางวงจรปฏิบัติการทั้ง 3 วงจรแล้ว ได้ทดสอบนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย โดยใช้แบบทดสอบความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ จำนวน 21 ข้อ ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

จำนวนนักเรียน (คน)	คะแนนเฉลี่ย (คะแนนเต็ม 42 คะแนน)			นักเรียนที่ผ่านเกณฑ์		นักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์	
	ค่าเฉลี่ย	S.D.	ร้อยละ	คน	ร้อยละ	คน	ร้อยละ
30	30.67	8.01	73.02	22	73.33	8	26.67

จากตารางที่ 4 ผลการทดสอบความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียน พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 30.67 คิดเป็นร้อยละ 73.02 ของคะแนนเต็ม และมีนักเรียนผ่านเกณฑ์ จำนวน 22 คน คิดเป็นร้อยละ 73.33 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดซึ่ง สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ เมื่อพิจารณาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์แยกเป็นองค์ประกอบ ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการทดสอบความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ตามองค์ประกอบของ PISA 2015 แยกเป็นรายด้าน

ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ตามองค์ประกอบ ของ PISA 2015	จำนวน นักเรียน	คะแนน		S.D.	ร้อยละของ คะแนนเฉลี่ย	จำนวนนักเรียนที่ผ่าน เกณฑ์	
		เต็ม	เฉลี่ย			จำนวน (คน)	ร้อยละ
1. สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์	30	14	10.53	2.45	75.24	23	76.67
2. สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์	30	14	10.00	2.83	71.43	21	70.00
3. สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	30	14	10.13	2.73	72.38	22	73.33

จากตารางที่ 5 พบว่า ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ทั้ง 3 สมรรถนะองค์ประกอบที่มีร้อยละของคะแนนเฉลี่ยสูงสุด คือ สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 75.24 รองลงมา คือ สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 72.38 และองค์ประกอบที่มีร้อยละของคะแนนเฉลี่ยต่ำสุดคือ สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 71.43 ตามลำดับ

การพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-แลกเปลี่ยนความคิด-สังเกต-อธิบายร่วมกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/6 พบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 30.67 จากคะแนนเต็ม 42 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 73.02 ของคะแนนเต็ม เมื่อพิจารณาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์แยกตามองค์ประกอบของ OECD (2018) องค์ประกอบที่มีร้อยละของคะแนนเฉลี่ยสูงสุด คือ สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 75.24 รองลงมา คือ สมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 72.38 และ องค์ประกอบที่มีร้อยละของคะแนนเฉลี่ยต่ำสุดคือ สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 71.43 ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องมาจากการวิจัยครั้งนี้



เป็นรูปแบบวิจัยเชิงปฏิบัติการ จำนวน 3 วงจร ช่วยส่งเสริมและพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียน จะเห็นได้ว่า วงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนบางส่วนมีผลคะแนนความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ที่ยังไม่ผ่านเกณฑ์ เนื่องจากยังไม่คุ้นชินกับการ จัดกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม และมีผลคะแนนที่พัฒนาขึ้นในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และ 3 ตามลำดับ เมื่อเสร็จสิ้นทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีผลคะแนนที่เพิ่มขึ้นและผ่านเกณฑ์ที่กำหนด เนื่องจาก นักเรียนเข้าใจในกระบวนการเรียนรู้และเข้าใจในเนื้อหา รวมทั้งครูผู้สอนที่นำปัญหาและข้อเสนอแนะที่ได้จากการสะท้อน จากนักเรียนและผู้ช่วยวิจัย นำมาปรับปรุงแก้ไขรวมทั้งพัฒนาในวงจรถัดไป ส่งเสริมให้นักเรียนมีผลการพัฒนาความฉลาดรู้ ด้านวิทยาศาสตร์ที่สูงขึ้น แม้จะมีนักเรียนบางส่วนที่ยังไม่ผ่านเกณฑ์ แต่พบว่าผลคะแนนของนักเรียนนั้นมีการพัฒนา เพิ่มมากขึ้น สอดคล้องกับ Jitrach and Tanunchaibutra (2020) ที่ได้พัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิด สร้างสรรค์โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษาแบบ 6E Learning ร่วมกับการใช้สื่อสังคมออนไลน์ในรายวิชา ชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ใช้รูปแบบการวิจัยเป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (Action Research) ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาและความคิดสร้างสรรค์สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และจากการจัดการเรียนรู้ แบบทำนาย-แลกเปลี่ยนความคิด-สังเกต-อธิบายร่วมกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ช่วยพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ของนักเรียน สอดคล้องกับ Kitcharoenpanya (2020) กล่าวว่า ชั้นทำนายและชั้นแลกเปลี่ยนความคิด นักเรียนเกิดทักษะ การคิดผ่าน การสะท้อนตนเองและสะท้อนกับเพื่อนในกลุ่ม ช่วยให้นักเรียนมีประเมินและหาแนวทางในการคิดเพื่อหาคำตอบ ของสถานการณ์ก่อให้เกิดสมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ชั้นสังเกตและ ชั้นอธิบาย นักเรียนเกิดการเรียนรู้จากการทำกิจกรรมและร่วมกันสรุปคำตอบที่ถูกต้องช่วยพัฒนาสมรรถนะการอธิบาย ปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์รวมทั้งสมรรถนะการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ผลการวิจัยสอดคล้องกับงานวิจัยของ Pedsanngam and Suppapittayaporn (2021) ได้ศึกษาความสามารถในการให้ เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ เรื่องพลังงานความร้อน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยวิธีพีเอสไอโอ ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ (Paired t-test, $p < 0.05$) และการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-แลกเปลี่ยนความคิด-สังเกต-อธิบายร่วมกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ใช้สถานการณ์เป็นตัวกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้บรรลุตามวัตถุประสงค์ โดยผู้สอนใช้เทคโนโลยี ความเป็นจริงเสริม หรือ AR มาสร้างสถานการณ์ในชั้นทำนาย ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้นเพื่อหาคำตอบ ชั้นสังเกตและ ชั้นอธิบาย ใช้เป็นภาพสองมิติหรือภาพสามมิติรวมถึงวิดีโอสำหรับสรุปเนื้อหา ทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจได้ง่ายและเร็วขึ้น ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถคิดอย่างเป็นระบบ เข้าใจเนื้อหาได้มากขึ้นทำให้ผลคะแนนความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เกิดการพัฒนาขึ้นด้วย สอดคล้องกับ Hasamoh (2019) กล่าวว่า ผู้เรียนมีความพึงพอใจต่อการใช้เทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เนื่องจากเป็นเทคโนโลยีที่สามารถอธิบายเนื้อหาโดยใช้ภาพประกอบ อีกทั้งยังมีวิดีโอที่เป็นภาพเคลื่อนไหวสามารถทำให้ผู้เรียน เข้าใจบทเรียนได้ง่ายขึ้น และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Charoenpan (2021) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7Es) ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม เรื่องอะตอมและสมบัติของธาตุสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนและหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ และเจตคติของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น ด้วยเทคโนโลยีเสมือน จริงเสริม อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.07$, S.D. = 0.70)

2. ผลการพัฒนาสมรรถนะการรวมพลังทำงานเป็นทีมของนักเรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-แลกเปลี่ยน ความคิด-สังเกต-อธิบายร่วมกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

2.1 ผลการพัฒนาสมรรถนะการรวมพลังทำงานเป็นทีมของนักเรียน ทำยวงจรที่ 1-3

เมื่อดำเนินการปฏิบัติการจัดการเรียนรู้สิ้นสุดแต่ละวงจรปฏิบัติการ และประเมินผลสมรรถนะการรวมพลัง ทำงานเป็นทีมของนักเรียน ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ผลการประเมินสมรรถนะการรวมพลังทำงานเป็นทีมท้ายวงจรที่ 1-3

วงจรที่	จำนวนนักเรียนที่มีผลการประเมินสมรรถนะการรวมพลังทำงานเป็นทีม								จำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์			
	ระดับ 5 เริ่มต้น		ระดับ 6 กำลังพัฒนา		ระดับ 7 สามารถ		ระดับ 8 เหนือความคาดหวัง		ผ่าน		ไม่ผ่าน	
	จำนวน คน	ร้อยละ	จำนวน คน	ร้อยละ	จำนวน คน	ร้อยละ	จำนวน คน	ร้อยละ	จำนวน คน	ร้อยละ	จำนวน คน	ร้อยละ
1	1	3.33	9	30.00	20	66.67	0	0.00	20	66.67	10	33.33
2	0	0.00	8	26.67	22	73.33	0	0.00	22	73.33	8	26.67
3	0	0.00	7	23.33	23	76.67	0	0.00	23	76.67	7	23.33

จากตารางที่ 6 ผลการประเมินสมรรถนะการรวมพลังทำงานเป็นทีมท้ายวงจรที่ 1-3 พบว่า มีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์การประเมินสมรรถนะการรวมพลังทำงานเป็นทีมอยู่ในระดับ 7 (สามารถ) ขึ้นไป จำนวน 23 คน คิดเป็นร้อยละ 76.67

2.2 ผลการพัฒนาสมรรถนะการรวมพลังทำงานเป็นทีมของนักเรียน

หลังดำเนินการปฏิบัติการจัดการเรียนรู้ตามตารางวงจรปฏิบัติการทั้ง 3 วงจรแล้ว ประเมินนักเรียนโดยใช้แบบประเมินสมรรถนะการรวมพลังทำงานเป็นทีม รูปแบบตรวจสอบรายการ (Checklist) จำนวน 36 ข้อ ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ผลการประเมินสมรรถนะการรวมพลังทำงานเป็นทีมของนักเรียน

จำนวน นักเรียน (คน)	จำนวนนักเรียนที่มีผลการประเมินสมรรถนะการรวมพลังทำงานเป็นทีม								จำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์			
	ระดับ 5 เริ่มต้น		ระดับ 6 กำลังพัฒนา		ระดับ 7 สามารถ		ระดับ 8 เหนือความคาดหวัง		ผ่าน		ไม่ผ่าน	
	จำนวน คน	ร้อย ละ	จำนวน คน	ร้อยละ	จำนวน คน	ร้อยละ	จำนวน คน	ร้อยละ	จำนวน คน	ร้อยละ	จำนวน คน	ร้อยละ
30	0	0.00	7	23.33	23	76.67	0	0.00	23	76.67	7	23.33

จากตารางที่ 7 ผลการประเมินสมรรถนะการรวมพลังทำงานเป็นทีมของนักเรียน พบว่า มีนักเรียนอยู่ในระดับ 7 ระดับสามารถขึ้นไป จำนวน 23 คน คิดเป็นร้อยละ 76.67 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

ตารางที่ 8 ผลการประเมินสมรรถนะการรวมพลังทำงานเป็นทีมแยกตามองค์ประกอบ

องค์ประกอบของสมรรถนะ การรวมพลังทำงานเป็นทีม	จำนวนนักเรียนที่มีผลการประเมินสมรรถนะการรวมพลังทำงานเป็นทีม								จำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์	
	ระดับ 5 เริ่มต้น		ระดับ 6 กำลังพัฒนา		ระดับ 7 สามารถ		ระดับ 8 เหนือความคาดหวัง		จำนวน คน	ร้อยละ
	จำนวน คน	ร้อยละ	จำนวน คน	ร้อยละ	จำนวน คน	ร้อยละ	จำนวน คน	ร้อยละ		
1. ด้านการเป็นสมาชิกทีมที่ดีและมีภาวะผู้นำ	0	0.00	5	16.67	25	83.33	0	0.00	25	83.33
2. ด้านกระบวนการทำงานแบบร่วมมือรวมพลัง	0	0.00	6	20.00	24	80.00	0	0.00	24	80.00
3. ด้านการสร้างความสัมพันธ์และจัดการความขัดแย้ง	0	0.00	6	20.00	24	80.00	0	0.00	24	80.00

จากตารางที่ 8 การประเมินสมรรถนะการรวมพลังทำงานเป็นทีมแยกตามองค์ประกอบ พบว่า ด้านที่มีจำนวนนักเรียนผ่านเกณฑ์มากที่สุดคือ ด้านการเป็นสมาชิกทีมที่ดีและมีภาวะผู้นำ จำนวน 25 คน คิดเป็นร้อยละ 83.33 รองลงมาคือด้านกระบวนการทำงานแบบร่วมมือรวมพลังและด้านการสร้างความสัมพันธ์และจัดการความขัดแย้ง ผ่านเกณฑ์เท่ากันจำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 80.00 ตามลำดับ

สมรรถนะการรวมพลังทำงานเป็นทีมโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-แลกเปลี่ยนความคิด-สังเกต-อธิบายร่วมกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1/6 พบว่า มีนักเรียนผ่านเกณฑ์ จำนวน 23 คน คิดเป็นร้อยละ 76.67 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ เมื่อพิจารณาตามองค์ประกอบของ Office of the Basic Education Commission, Ministry of Education (2021) พบว่า มีจำนวนนักเรียนผ่านเกณฑ์มากที่สุดคือ ด้านการเป็นสมาชิกทีมที่ดี



และมีภาวะผู้นำ จำนวน 25 คน คิดเป็นร้อยละ 83.33 รองลงมาคือด้านกระบวนการทำงานแบบร่วมมือรวมพลังและด้านการสร้างความสัมพันธ์และจัดการความขัดแย้ง ผ่านเกณฑ์เท่ากับจำนวน 24 คน จากจำนวนนักเรียนทั้งหมด คิดเป็นร้อยละ 80.00 ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องมาจากการวิจัยครั้งนี้อยู่ในรูปแบบวิจัยเชิงปฏิบัติการ จำนวน 3 วงจร ช่วยส่งเสริมและพัฒนาสมรรถนะการรวมพลังทำงานเป็นทีมของนักเรียน จะเห็นได้ว่าวงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนบางส่วนมีผลการประเมินสมรรถนะการรวมพลังทำงานเป็นทีมที่ยังไม่ผ่านเกณฑ์ เนื่องจากยังไม่คุ้นชินกับรูปแบบของกิจกรรม เช่น เมื่อให้นักเรียนทำงานเป็นทีมในช่วงแรกนักเรียนไม่กล้าที่จะมอบหมายงานกับเพื่อนในทีม รวมถึงยังขาดความรับผิดชอบจนไม่สามารถทำงานให้บรรลุตามเป้าหมาย เป็นต้น และมีผลการประเมินที่พัฒนาขึ้นในวงจรปฏิบัติการที่ 2 และ 3 ตามลำดับ เมื่อเสร็จสิ้นทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีผลการประเมินที่เพิ่มขึ้นและผ่านเกณฑ์ที่กำหนด เนื่องจากนักเรียนเข้าใจในกระบวนการเรียนรู้และเข้าใจบทบาทของตนเองและความรับผิดชอบต่อเพื่อนในทีม รวมทั้งครูผู้สอนที่นำปัญหาและข้อเสนอแนะที่ได้จากการสะท้อนจากนักเรียนและผู้ช่วยวิจัย นำมาปรับปรุงแก้ไขรวมทั้งพัฒนาในวงจรถัดไป ส่งเสริมให้นักเรียนมีผลการประเมินสมรรถนะการรวมพลังทำงานเป็นทีมที่สูงขึ้น แม้จะมีนักเรียนบางส่วนยังไม่ผ่านเกณฑ์ เนื่องจากยังติดลักษณะนิสัยส่วนบุคคลจึงไม่สามารถปรับเปลี่ยนพฤติกรรมได้ทันทีแต่สามารถลดระยะเวลาที่แสดงพฤติกรรมและสามารถเริ่มควบคุมพฤติกรรมของตนเองได้มากขึ้น สอดคล้องกับ Chaiyasat (2021) กล่าวว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการ เป็นขั้นตอนหรือกระบวนการที่สามารถดำเนินการหลายๆ ครั้ง จนผลการปฏิบัติงานสามารถบรรลุตามวัตถุประสงค์ ซึ่งจุดมุ่งหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการนั้นก็เพื่อการปรับปรุงประสิทธิภาพและประสิทธิผลของการปฏิบัติงานให้ดีขึ้นตามแนวคิด Kemmis and McTaggart (1998) และจากการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-แลกเปลี่ยนความคิด-สังเกต-อธิบายร่วมกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม นักเรียนสามารถเกิดการเรียนรู้จากการแลกเปลี่ยนความคิดกับผู้อื่น ช่วยให้เกิดการคิด การตัดสินใจ สะท้อนผลตนเองและรับฟังความคิดเห็นของเพื่อนในกลุ่ม และการนำเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมมาใช้ในการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-แลกเปลี่ยนความคิด-สังเกต-อธิบาย นอกจากจะช่วยให้ผู้เรียนมีความสนใจและกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม นักเรียนยังได้แสดงความเป็นผู้นำและการเป็นสมาชิกจากการแบ่งหน้าที่ของสมาชิกในกลุ่มส่งเสริมให้เกิดความรับผิดชอบต่อเพื่อนเพื่อให้บรรลุเป้าหมาย ทำให้มีผลการประเมินสมรรถนะการรวมพลังทำงานเป็นทีมเพิ่มขึ้น ดังข้อความสนับสนุนจากการสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับความรู้สึกรู้สึกในการทำกิจกรรม โดยนักเรียนตอบว่า “สนุกครับ ได้ใช้เออาร์แล้วก็อินเตอร์เน็ต ทำให้รู้ว่ามีแหล่งข้อมูลที่เยอะมาก แล้วต้องมาดูแลว่า ข้อมูลถูกต้องไหมครับ” (การสัมภาษณ์, นักเรียนคนที่ 1, 7 กันยายน 2566) เป็นพฤติกรรมที่แสดงออกถึงสมรรถนะการรวมพลังทำงานเป็นทีม เริ่มจากด้านการเป็นสมาชิกที่ดีและมีภาวะผู้นำและจะสามารถส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาสมรรถนะการรวมพลังทำงานเป็นทีมด้านอื่นต่อไปได้ สอดคล้องกับ Ninaubon, Pimthong and Triwaranyu (2023) กล่าวว่า สมรรถนะการรวมพลังทำงานเป็นทีมส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้และรับผิดชอบต่อบทบาทหน้าที่ของตนเองเกิดกระบวนการทำงานแบบร่วมมือรวมพลังอย่างเป็นระบบได้สำเร็จตามคำแนะนำ ผลการวิจัยสอดคล้องกับงานวิจัยของ Kitcharoenpanya (2020) ที่ได้พัฒนาความสามารถในการสร้างแบบจำลองทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อการทำงานเป็นทีมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นด้วยรูปแบบการเรียนการสอนทำนาย แลกเปลี่ยนความคิด สังเกต อธิบาย พบว่านักเรียนมีเจตคติต่อการทำงานเป็นทีมหลังเรียนเฉลี่ยร้อยละ 79.20 อยู่ในระดับดี ซึ่งสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สรุปผลการวิจัย

1. นักเรียนมีคะแนนความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 30.67 คิดเป็นร้อยละ 73.02 ของคะแนนเต็ม และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ 22 คน คิดเป็นร้อยละ 73.33 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้เมื่อพิจารณาทางด้าน ตามแนวคิดของ PISA พบว่า องค์ประกอบที่มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุดคือ สมรรถนะการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 10.53 คิดเป็นร้อยละ 75.24 และองค์ประกอบที่มีคะแนนเฉลี่ยต่ำสุดคือ สมรรถนะการประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 10.00 คิดเป็นร้อยละ 71.43 ตามลำดับ
2. นักเรียนมีคะแนนสมรรถนะการรวมพลังทำงานเป็นทีม ได้ระดับ 7 ระดับสามารถขึ้นไป มีนักเรียนผ่านเกณฑ์จำนวน 23 คน คิดเป็นร้อยละ 76.67 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านตามแนวคิดของ Office of the Basic Education Commission, Ministry of Education พบว่า ด้านที่มีจำนวนนักเรียนผ่านเกณฑ์สูงสุดคือ ด้านการเป็นสมาชิกทีมที่ดีและมีภาวะ จำนวน 25 คน ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด คิดเป็นร้อยละ 83.33

รองลงมาคือด้านกระบวนการทำงานแบบร่วมมือรวมพลังและด้านการสร้างความสัมพันธ์และจัดการความขัดแย้ง จำนวน 24 คน จากจำนวนนักเรียนทั้งหมด คิดเป็นร้อยละ 80.00 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

การจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-แลกเปลี่ยนความคิด-สังเกต-อธิบายร่วมกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ในรูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการ ช่วยพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์และสมรรถนะการรวมพลังทำงานเป็นทีมของนักเรียน เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-แลกเปลี่ยนความคิด-สังเกต-อธิบายร่วมกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมเป็นการเรียนรู้ที่มุ่งเน้นให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้จากความรู้เดิม การได้ลงมือปฏิบัติจริง และร่วมคิด แลกเปลี่ยนเรียนรู้ ยอมรับความแตกต่างทางความคิด และร่วมสรุปความรู้เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง โดยมีสื่อเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริมที่ช่วยกระตุ้นความสนใจ ช่วยลำดับขั้นตอนในการเรียนรู้ สามารถเข้าถึงเนื้อหาได้อย่างครอบคลุมเกิดการเชื่อมโยงความรู้และนำมาประยุกต์ใช้ได้

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. นักเรียนเป็นผู้ที่มีความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเกิดสมรรถนะการรวมพลังทำงานเป็นทีมที่ดีขึ้น สามารถนำไปเป็นพื้นฐานในการเรียนระดับสูงและประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้
2. กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้แนวทางการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-แลกเปลี่ยนความคิด-สังเกต-อธิบายร่วมกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม
3. เป็นแนวทางสำหรับสถานศึกษาในการพัฒนาการจัดการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-แลกเปลี่ยนความคิด-สังเกต-อธิบายร่วมกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัย

ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

การจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-แลกเปลี่ยนความคิด-สังเกต-อธิบายร่วมกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ในขั้นที่ 1 ขั้นทำนาย นักเรียนจะต้องทำนายผลของสถานการณ์ด้วยตนเอง ครูควรคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลและสติปัญญาของผู้เรียนแต่ละคนที่อาจจะทำนายผลได้ถูกหรือผิดแตกต่างกัน โดยครูต้องไม่สะท้อนผลการทำนายของนักเรียนที่ทำให้บั่นทอนกำลังใจในการเรียนรู้ของนักเรียนตั้งแต่ขั้นแรก และนักเรียนจะได้ทำกิจกรรมเป็นกลุ่ม ดังนั้นครูควรให้นักเรียนเปลี่ยนกลุ่มทุกครั้งในการทำกิจกรรม จะช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น รวมทั้งการนำเสนอผลงาน ควรเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการเป็นผู้นำ ผู้ตามในการฝึกความกล้าแสดงออกและรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

ควรพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-แลกเปลี่ยนความคิด-สังเกต-อธิบายร่วมกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม ในการพัฒนาทักษะด้านอื่น เช่น สมรรถนะการคิดขั้นสูง สมรรถนะการจัดการตนเอง เป็นต้น และควรพัฒนาหรือบูรณาการร่วมกับกลุ่มสาระอื่นๆ และการพัฒนาที่ต่อเนื่อง เช่น รูปแบบการวิจัยและพัฒนา (R&D) เพื่อให้ได้ผลที่ต่อเนื่องต่อไป

ข้อจำกัดของการวิจัย

การจัดการเรียนรู้แบบทำนาย-แลกเปลี่ยนความคิด-สังเกต-อธิบายร่วมกับเทคโนโลยีความเป็นจริงเสริม เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ควบคู่กับการใช้อุปกรณ์ เช่น โทรศัพท์หรือแท็บเล็ต ร่วมกับอินเทอร์เน็ต หากโรงเรียนไม่มีความพร้อมในอุปกรณ์ที่เพียงพอและสัญญาณอินเทอร์เน็ตไม่ดีหรือไม่ครอบคลุม จะส่งผลทำให้กิจกรรมล่าช้า ไม่เป็นไปตามแผนที่กำหนดไว้

References

- Akkahad, D. (2020). Kānchai theknōlōyī samuān čing samrap kānčatkān rīan kānsoḳ nai yuk Thailand 4.0 [Using of Virtual Technology for Teaching and Learning Management in Thailand 4.0 Era]. *Journal of Educational Studies*. 14(1),239-252.
- Brown, P. L. and Concannon, J. (2016). *Inquiry-Based Science Activities in Grades 6-12*. New York : Routledge.



- Chaiyasat, C. (2021). Kānwīchāi chōēng patibatkān læ krabuānkān wīchāi bæp rūāmmū : wīthī wīthayā wīchāi samrap kānwīchāi sa tem suksā nai chumchon kānrīanrū thāng wīchāchīp [Action Research and Collaborative Research: Methodology for STEM Education Research in Professional Learning Community]. *Journal of Teacher Professional Learning Community (JTPLC)*. 1(2),156-168.
- Charoenpan, N. (2021). Phon Khōng kānchāt kān rīanrū bæp sūpsō hākhwām rū chet khan (chet Es) dūai theknōlōyī samūān chīng soēm (Augmented Reality) rūāng ‘atōm læ sombat khōng thāt samrap nak rīan namat yom suksā pī thī sī [The Effects of Inquiry-Based Learning (7Es) with Augmented Reality on Atomic Structure and Matter Properties for Tenth Grade Students (Unpublished master's thesis)]. Burapha University, Chon Buri, Thailand
- Competency Based Education Thailand. (2021). Samatthana kān rūām phalang tham ngān pen thīm [Teamwork and Collaboration Competency] Retrieved March 5 2023, from <https://cbethailand.com>.
- Fahmi, C. N., Istyadji, M., Irhasyurna, Y. and Kusasi, M. (2022). Scientific literacy on the topic of light and optical instruments in the innovation of science teaching materials. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 8(2),154-163. doi:<https://doi.org/10.21831/jipi.v8i2.41343>
- Hasamoh, Y. (2019). Phon khōng kānchāt kān rīanrū bæp sūpsō hākhwām rū rōwō makap theknōlōyī khwāmpen chīng soēm thī mī phon tō ‘akā raphat nām nō mati thāng wīthayāsāt rūāng rabop munwīān lūat khōng khon samrap nakrīan ra dap namat yom suksā pī thī hā [Effects of Inquiry Based Learning and Augmented Reality on Development of Scientific Concept in Human Circulatory System for Grade Eleven Student (Unpublished master's thesis)]. Thaksin University, Songkhla, Thailand
- Jitrach, C. and Tanunchabutra, P. (2020). Kānphatthana khwāmsāmāt nai kān kē panhā læ khwāmkhīt sāngsan doī chai kānchāt kān rīanrū tām nēothāng sa tem suksā bæp hok E Learning rōwō boḳānchai sū sangkhom ‘ō nalai nai rāiwīchā chīwawīthayā khōng nak rīan namat yom suksā pī thī sī [The Development of Problem Solving Ability and Creative Thinking Using STEM-6E Learning with Social Media in Biology of 10 Grade Students]. *The 21st National Graduate Research Conference, Khon Kaen University*. 21,(797-809).
- Kemmis, S. and McTaggart, R. (1998). *The action researcher planner*. Victoria, Australia : Deakin University.
- Kitcharoenpanya, J. (2020). Kānphatthana khwāmsāmāt nai kānsāng bæpchamlōng thāng wīthayāsāt læ chēt khati tō ‘akā ratham ngān pen thīm khōng nak rīan namat yom suksā tōn ton dūai rūpbæp kān rīan kānsōn thamnāi lækplīān khwāmkhīt sangkēt ‘athibāi [Development of Scientific Modeling Ability and Attitude Towards Teamwork of Lower Secondary School Students Through the Predict Share Observe Explain Instructional Model (Unpublished master's thesis)]. Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand
- Kraut, B. and Jeknić, J. (2015). Improving education experience with augmented reality (AR). In: *2015 38th International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics (MIPRO)*. IEEE(2015),p.755-760.
- Likert, R. (1967). *The method of constructing an attitude scale, Readings in Attitude Theory and Measurement*. New York : John Wiley & Sons, Inc.
- National science technology and innovation policy office. (2012). Nayōbāi læ phæn wīthayāsāt theknōlōyī læ nawattakam hāng chāt chabap thī nung (Phō,So, sōngphanhārōjhasīphā -2564) [Science policy and plan National Technology and Innovation No. 1 (A.D. 2012-2021)]. Bangkok : Ministry of Science and Technology



- Ninaubon, C., Pimthong, P. and Triwaranyu, C. (2023). Kānphatthana samatthana kān rūām phalang tham ngān pen thīm læ samatthana kānsūsān khōng nak rīan chan prathom suksā pī thī nung dōi kānrīanrū sa tem duāi kān sūpsō hākhwām rū [The Development of Grade 1 Students' Collaboration and Teamwork and Communication Competency Using STEM Inquiry-Based Learning]. *Proceedings of 61st Kasetsart University Annual Conference: Education, Economics and Business Administration, Humanities and Social Sciences*. 61,(13-26). doi:[https://doi.org/ 10. 14457 /KU.res.2023.93](https://doi.org/10.14457/KU.res.2023.93)
- OECD. (2018). *PISA for Development Assessment and Analytical Framework Reading, Mathematics and Science*. Paris : OECD Publishing.
- Office of the Basic Education Commission. (2021). Competency-based Education khōngkān phatthana laksū kānsuksā naphūn thān [Competency-based Education Basic Education Curriculum Development Project]. Retrieved April 2023, from <https://cbethailand.com>.
- Office of the Education Council. (2019). Næōthāng kānphatthana samatthana phū rīan radap kānsuksā naphūn thān [Guidelines for developing student competencies Basic education level]. Nonthaburi : The twenty first century culture printing Co.,Ltd.
- Office of the Education Council. (2021). Krōp samatthana lak khōng phū rīan radap kānsuksā naphūn thān [Framework for the core competencies of students at the basic education level]. Bangkok : Phrik wan krap fik Co.,Ltd.
- Pedsangam, T. and Suppapittayaporn, D. (2021). Khwāmsāmān nai kānhai hēthphon thāng wīthayāsāt rūāng phalangngān khwām ra 'on khōng nak rīan namat yom suksā pī thī nung thī rīan duāi wīthī phī 'ē sō 'ō 'ī [Scientific Reasoning Ability on the learning unit of heat energy of Grade-7 Students Learning Through PSOE]. *Journal of Lampang Rajabhat University*. 11(1),34-44.
- Phoodee, W. (2023). Kānphatthana samatthana kān rūām phalang tham ngān pen thīm khōng phū rīan dōi chāi kānchat kitchakam kānrīanrū tām næōthāng khōng sa tem suksā bæp hok E rōwō makap mō dē lō settha kit bī sī chī samrap nak rīan namat yom suksā pī thī nung rōngriān chum chon bā nakham phōk thā doḅ kæō [The Development Teamwork and Collaboration Competence of Learners Using The 6E Model In STEM Education Merge with The BCG Economic Model for Grade-7 Students In Chumchon Bankampok Thadokkeaw school]. *Journal of Science and Science Education*. 3(2),105-119. doi:<https://doi.org/10.14456/jsse.2023.10>
- Pratumsala, K. (2022). Kānphatthana kān rū wīthayāsāt duāi krabuānkān chatkān rīanrū wīthayāsāt tām krōp næōkhit karabūn nā kān theknōlōyī nai kānsōn nuāhā wīchā chaphō rūāng pati samphan nai rabop suriya læ theknōlōyī 'awakāt samrap nak rīan chan matthayommasuksā pī thī sām [Development of Science Literacy through Science Learning Management Process According to Technological Pedagogical and Content Knowledge Model (TPACK) on Interactions in the Solar System and Space Technology for Mathayomsuksa 3 Students (Unpublished master's thesis)]. Mahasarakham University, Mahasarakham, Thailand.
- The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2018). *Phon kānpramōēn PISA sōngphansiphā wīthayāsāt kā rā 'ān læ khanittasāt khwāmpen læt læ khwām thaothām thāngkān suksā* [PISA 2015 assessment results Science, Reading and Mathematics Excellence and equality in ducation]. Bangkok : Success publication Co.,Ltd.



- The National Institute of Educational Testing Service (Public Organization). (2021). *Phon kānthotsōpthāngkān suksāradap chat naphūn thān chan matthayommasuksā pī thī sām pīkānsuksāsōngphanharōl hoksipsī* [The Results of the Ordinary National Educational Test (O-NET) of Grade 9 Students in 2021]. Retrieved March 2023, from <https://www.niets.or.th/th/>.
- Treesad, P. and Art-in, S. (2023). Kānphatthana khwāmsāmāt nai kān kǎe panhā thāng khanittasāt læ samatthana kān rūām phalang tham ngān pen thīm doī chai kānchatkān rīanrū bǎep kitchakam pen thān rōwō makap nǎo khīt hō ong rīan klap dān khōng nak rīan namat yom suksā pī thī hā [The Development of Mathematics Problem Solving ability and Teamwork and Collaboration Competency using the Activity Based Learning Modelwith Flipped Classroom for grade 11 students]. *Journal of Roi Kaensarn Academi*. 8(5),146-164.
- Wongsuwan, P. (2021). Phon kānchatkān rīanrū sangkhommasuksā doī chai konlawithī thamnāi sangket ‘athibāi thī mī tō phon samrit thāngkān rīan læ khwām fai rū khōng nakrīan radap matthayommasuksā tōn plāi [Effects of Socail Studies Learning Management using The Predict–Observe–Explain Strategies on Learning Achievement and Curiosity of Upper Secondary School Students (Unpublished master’s thesis)]. Silpakorn University, Bangkok, Thailand.
- Yimphong, P. (2020). Kānsuksā phon kānchatkān rīanrū bǎep thamnāi sangket ‘athibāi rōwō makap theknik kānchai kham thām thī mī tō phon samrit thāngkān rīan witthayāsāt læ khwāmsāmāt nai kān khīt wikhrō khōng nak rīan chan prathom suksā pī thī hok [A Study of the Effects of Learning Management Based on Predict Observe Explain (POE) Combined with Questioning Techniques on Learning Achievement in Science and Analytical Thinking Ability of Grade 6 Students]. (Unpublished master’s thesis). Phranakhon Si Ayutthaya University, Phranakhon Si Ayutthaya, Thailand.