

การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และ 5 ที่เรียนด้วยหน่วยการเรียนรู้สำหรับนักเรียนคละชั้น
โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม

The Development of Scientific Reasoning and Scientific Mind of Grade
4-5 Students with Multilevel Learning Unit Through
Science Technology and Society (STS Approach)

กฤตภาส ยิ่งกล้า^{1*} และ ปริณ ทนันชัยบุตร²

Krittapat Yingkla¹ and Prin Tanunchaibutra²

¹นักศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ สาขาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

²ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

*ผู้ประสานงาน: e-mail : krittapat.yingkla@gmail.com

¹Curriculum and Instruction Program, Faculty of Education, Khon Kaen University

²Asst.Prof. PH.D, Curriculum and Instruction Program, Faculty of Education, Khon Kaen University

*Corresponding Author: krittapat.yingkla@gmail.com

(Received: 2025-02-03; Revised: 2025-04-27; Accepted: 2025-07-16)

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และ 5 จำนวน 9 คน โรงเรียนทางฝัน จังหวัดสุรินทร์ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2567 โดยใช้หน่วยการเรียนรู้สำหรับนักเรียนคละชั้น และการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS) กำหนดเกณฑ์ว่านักเรียนร้อยละ 70 ต้องผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มสำหรับทั้งสองด้าน

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการ 3 วงจร เครื่องมือวิจัยประกอบด้วย 1) เครื่องมือปฏิบัติการ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ 2) เครื่องมือสะท้อนผล ได้แก่ แบบบันทึกผลการจัดการเรียนรู้, แบบสังเกตพฤติกรรม, แบบสัมภาษณ์นักเรียน, แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ท้ายวงจร และแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ท้ายวงจร 3) เครื่องมือประเมินผล ได้แก่ แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (24 ข้อ) และแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ (20 ข้อ) วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณด้วยค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และร้อยละ ส่วนข้อมูลเชิงคุณภาพวิเคราะห์โดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา

ผลการวิจัย พบว่า:

1. ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 74.53 โดยมีนักเรียนจำนวน 7 คน (ร้อยละ 77.78) ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งสูงกว่าเป้าหมายที่ตั้งไว้ องค์กรประกอบที่มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด คือ การให้เหตุผลแบบอธิบาย คิดเป็นร้อยละ 83.33

2. จิตวิทยาศาสตร์ นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 77.40 โดยมีนักเรียนจำนวน 8 คน (ร้อยละ 88.89) ผ่านเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งสูงกว่าเป้าหมายที่ตั้งไว้ องค์กรประกอบที่มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุดคือ คุณค่าของวิทยาศาสตร์ คิดเป็นร้อยละ 88.14

คำสำคัญ : แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ; การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ; จิตวิทยาศาสตร์ ; หน่วยการเรียนรู้สำหรับนักเรียนแต่ละชั้น

Abstract

This research aimed to develop the scientific reasoning ability and scientific mind of nine 4th and 5th-grade students at Thangfan School, Surin Province, during the first semester of the 2024 academic year. The study utilized a multi-grade learning unit and a Science, Technology, and Society (STS) approach. The established criterion for success was that 70% of the students should achieve at least 70% of the total score for both aspects.

This study employed a 3-cycle action research design. The research instruments comprised: 1) implementation tools: lesson plans; 2) reflection tools: learning management recording forms, behavior observation forms, student interview forms, end-of-cycle scientific reasoning tests, and end-of-cycle scientific mind tests; and 3) assessment tools: a 24-item scientific reasoning test and a 20-item scientific mind test. Quantitative data were analyzed using mean, standard deviation, and percentage, while qualitative data were analyzed through content analysis.

The research findings revealed that:

1. Scientific Reasoning Ability: Students achieved an average score of 74.53%, with 7 students (77.78%) passing the set criterion, exceeding the predetermined goal. The highest average score was observed in the explanatory reasoning component, at 83.33%.

2. Scientific Mind: Students achieved an average score of 77.40%, with 8 students (88.89%) passing the set criterion, also surpassing the predetermined goal. The highest average score was found in the value of science component, at 88.14%.

Keywords: Science technology and society; Scientific reasoning; Scientific habits of mind; Multilevel learning unit

บทนำ

การศึกษาคือความเจริญงอกงาม เป็นอาวุธที่ทรงพลังที่สุดที่เราใช้ในการเปลี่ยนแปลงโลก บทบาทของการศึกษามีความสำคัญอย่างยิ่งในการพัฒนาคนให้มีคุณลักษณะตามที่สังคมต้องการ เพื่อให้เป็นกลไกขับเคลื่อนเศรษฐกิจและสังคมที่เปลี่ยนแปลงรวดเร็ว และตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงในศตวรรษที่ 21 (ดำรง วัฒนา, 2562) อนาคตนั้นเต็มไปด้วยความไม่แน่นอนและความท้าทายใหม่ ซึ่งรวมถึงการเปลี่ยนแปลงทั้งที่พึงประสงค์และไม่พึงประสงค์ ดังนั้น การจัดการศึกษาจึงต้องพัฒนาผู้เรียนให้สามารถตอบสนองการเปลี่ยนแปลงของโลกอนาคตได้ดี เพื่อให้พวกเขาสร้างการเปลี่ยนแปลงที่พึงประสงค์ขึ้นมาได้ ผลการประเมิน PISA 2018 (พ.ศ.2561) แสดงให้เห็นว่าคุณภาพผู้เรียนของประเทศไทย เมื่อเทียบกับ 6 ประเทศอาเซียนนั้น มีคะแนนเฉลี่ย PISA เป็นอันดับที่ 4 ทั้งด้านการอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ เมื่อวิเคราะห์แนวโน้มคะแนนตั้งแต่การประเมินรอบแรกจนถึงปัจจุบันพบว่าผลการประเมินด้านวิทยาศาสตร์ของไทยยังไม่มีเปลี่ยนแปลง (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2564) การให้ความสำคัญกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในประเทศไทยในศตวรรษที่ 21 จึงไม่เพียงแต่เป็นการพัฒนาประเทศด้านเศรษฐกิจและสังคมเท่านั้น แต่ยังเป็นการเตรียมความพร้อมเพื่อรับมือกับความท้าทายใหม่ๆ ที่เกิดขึ้นในโลกปัจจุบันซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว

ความสามารถที่สำคัญที่จะสามารถสร้างการเปลี่ยนแปลงให้กับนักเรียนและยังสามารถสร้างความสัมพันธ์เชิงบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในด้านวิทยาศาสตร์ คือ การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ (สำเร็จ นางสีคุณ, 2557) ซึ่งเป็นทักษะสำคัญในศตวรรษที่ 21 ที่ช่วยในการคิดเชิงวิพากษ์และการตัดสินใจในชีวิตประจำวัน โดยจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ ได้แย้ง หรือค้นหาวิธีการแก้ปัญหาผ่านการใช้วิทยาศาสตร์ได้นอกจากนี้ยังเป็นพื้นฐานที่สำคัญในการพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณ (กันต์ฤทัย คุณเลี้ยง, 2565) และยังนำไปสู่การพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ (scientific literacy) ช่วยให้เข้าใจปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง การให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ยังเป็นความสามารถที่จำเป็นในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพและยังมีการใช้ในการฝึกปฏิบัติในหลายประเทศ (วิศรุฒม์ เอมสมบูรณ์, 2564) โดยมีจุดเด่นที่สามารถพัฒนานักเรียนให้สามารถเติบโตและพร้อมเรียนรู้ในทุกด้าน ทั้งในด้านการเรียน การพัฒนาทักษะชีวิต และการเตรียมตัวสำหรับอนาคตที่เต็มไปด้วยความท้าทายและโอกาสต่าง ๆ ในโลกที่มีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ

การสร้างเจตคติที่ดีตั้งแต่เริ่มต้นจะช่วยให้แก่นักเรียนมีทัศนคติที่เหมาะสมและเป็นบวกต่อการเรียนรู้และการพัฒนาตนเองในระยะยาว “จิตวิทยาการศึกษา” มีอิทธิพลในทางบวกต่อพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักเรียน ทั้งจิตวิทยาการศึกษาเองก็มีบทบาทสำคัญในการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์อย่างมีประสิทธิภาพ โดยในการจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ของไทย มีเป้าหมายในการพัฒนาให้ผู้เรียนมีจิตวิทยาการศึกษา พร้อมกับคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างสร้างสรรค์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551

โรงเรียนทางฝัน จังหวัดสุรินทร์ กำลังเผชิญกับปัญหาในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เนื่องจากเป็นโรงเรียนขนาดเล็กและตั้งอยู่ห่างไกลจากตัวจังหวัด ส่งผลให้มีนักเรียนเข้าเรียนจำนวนน้อย โดยมีนักเรียนรวม 37 คน และครูประจำการเพียง 5 คน โรงเรียนเปิดสอนตั้งแต่ชั้นอนุบาล 2 จนถึงประถมศึกษาปีที่ 6 ชั้นเรียนละหนึ่งห้อง อย่างไรก็ตาม โรงเรียนมีปัญหาคาดแคลนครูผู้เชี่ยวชาญเฉพาะทาง และจำนวนครูไม่ครบตามชั้นเรียน ทำให้ต้องจัดการเรียนการสอนแบบคละชั้นเรียนมาหลายปีการศึกษา นอกจากนี้ ทั้งโรงเรียนและสภาพความเป็นอยู่ของนักเรียนก็ขาดแคลนเครื่องมือสำคัญที่ช่วยให้เข้าถึงองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง เช่น หนังสือ คอมพิวเตอร์ และอินเทอร์เน็ต ด้วยข้อจำกัดเหล่านี้ การเรียนการสอนส่วนใหญ่จึงเน้นครูเป็นศูนย์กลาง โดยครูเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้และประสบการณ์ เพื่อให้สะดวกต่อการจัดการเรียนรู้ที่ครูหนึ่งคนต้องรับผิดชอบทุกวิชาและสอนมากกว่าหนึ่งระดับชั้น ปัญหาดังกล่าวกลับขัดแย้งกับธรรมชาติการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยการสังเกต การเก็บรวบรวมข้อมูล การสร้างสมมติฐาน การทดลองพิสูจน์ และการสรุปผล สิ่งนี้ส่งผลให้นักเรียนขาดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นกระบวนการคิดและแสวงหาความรู้อย่างมีเป้าหมาย เพื่อสร้างความเข้าใจต่อปรากฏการณ์ในธรรมชาติ และยังเป็นการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎีกับหลักฐาน นอกจากนี้ จากข้อจำกัดในการจัดการเรียนการสอนของโรงเรียนยังทำให้นักเรียนขาดคุณลักษณะของผู้มีจิตวิทยาการศึกษา ซึ่ง อาริยาภพพินนา (2565) กล่าวว่า เป็นลักษณะนิสัยที่เกี่ยวข้องกับความคิด ความรู้สึก อารมณ์ และการปฏิบัติจากการศึกษาค้นคว้าด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การมองโลกแบบวิทยาศาสตร์ และการยึดมั่นในคุณค่าของวิธีการทางวิทยาศาสตร์

จากความสำคัญที่กล่าวมานี้ ผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงความจำเป็นในการออกแบบหน่วยการเรียนรู้แบบคละชั้นเรียน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และ 5 เพื่อสร้างหน่วยการเรียนรู้ที่สามารถแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในโรงเรียนได้ ช่วยให้ผู้เรียนที่มีอายุและประสบการณ์ต่างกันสามารถเรียนรู้ร่วมกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยรังสรรค์ หมั่นไธสง (2554) ได้ชี้ให้เห็นว่า การจัดการเรียนการสอนแบบคละชั้นเป็นวิธีพัฒนาการเรียนรู้ในโรงเรียนขนาดเล็กที่เผชิญข้อจำกัดหลายประการ เช่น จำนวนครูและนักเรียนไม่สมดุล นี่จึงไม่ใช่เพียงการแก้ปัญหาเฉพาะหน้า แต่เป็นยุทธศาสตร์สำคัญในการพัฒนาการศึกษา การจัดการเรียนการสอนรูปแบบนี้ต้องพิจารณาปัจจัยหลายด้าน ทั้งความแตกต่างของผู้เรียนในเรื่องอายุ ความสามารถ และพัฒนาการ รวมถึงหลักสูตรที่ต้องมีความสอดคล้องและต่อเนื่องระหว่างระดับชั้น

นอกจากนี้ ยังมีการผนวกกับแนวคิดการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS) ซึ่งตอบสนองความต้องการของสังคมในการพัฒนาผู้เรียนให้มีความสามารถในการแข่งขันระดับโลก ผู้เรียนจะสามารถสร้างองค์ความรู้และเข้าใจวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวัน รวมถึงการพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีเหตุผล การเรียนการสอนตามแนวคิด STS มีจุดเด่นที่การออกแบบสถานการณ์การเรียนรู้จากบริบทที่นักเรียนคุ้นเคย เช่น ครอบครัว ชุมชน และท้องถิ่น อีกทั้งยังส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักกระบวนการแก้ปัญหาในสถานการณ์จริงที่ใกล้เคียงกับสิ่งที่ผู้เรียนพบเจอ ทำให้ผู้เรียนเชื่อมโยงความรู้เข้ากับประเด็นทางสังคมได้ และสามารถแก้ไขปัญหาเหล่านั้นได้ด้วยการเรียนรู้ผ่านบริบททางสังคม (พิมพันธ์ ปักสังคณีย์, 2562) ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และ 5 ที่เรียนด้วยหน่วยการเรียนรู้สำหรับนักเรียนคละชั้น โดยใช้การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ผลการวิจัยครั้งนี้จะเป็นแนวทางสำคัญในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และ 5 ที่เรียนด้วยหน่วยการเรียนรู้สำหรับนักเรียนคละชั้น โดยการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ซึ่งผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม
2. เพื่อพัฒนาจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และ 5 ที่เรียนด้วยหน่วยการเรียนรู้สำหรับนักเรียนคละชั้น โดยการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ซึ่งผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

วิธีดำเนินการวิจัย

1. รูปแบบการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และ 5 ที่เรียนด้วยหน่วยการเรียนรู้สำหรับนักเรียนคละชั้น โดยการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS) ใช้รูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการในชั้นเรียน (Classroom Action Research) ตามแนวคิดของ Kemmis and Mc taggart มาเป็นแนวทางในการดำเนินการวิจัยตามวงจรปฏิบัติการ 4 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นการวางแผน (planning) 2) ขั้นการปฏิบัติการ (action) 3) การสังเกตการณ์ (observation) และ 4) การสะท้อนกลับ (reflection) จำนวน 3 วงจรปฏิบัติการ

2. กลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมาย คือ นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และ 5 ที่กำลังศึกษา ณ โรงเรียนทางฝัน จังหวัดสุรินทร์ ปีการศึกษา 2567 มีจำนวนนักเรียน 9 คน แบ่งเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 6 คน และนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 3 คน

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ผู้วิจัยใช้เครื่องมือในการดำเนินการวิจัย แบ่งออกเป็น 3 ชุด คือ 1) เครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติการวิจัย 2) เครื่องมือที่ใช้ในการสะท้อนผลการปฏิบัติการวิจัย และ 3) เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผลการปฏิบัติการวิจัย โดยมีรายละเอียด ดังนี้

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และ 5 ที่เรียนด้วยหน่วยการเรียนรู้สำหรับนักเรียนคล้อยชั้น โดยการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS) รายวิชาวิทยาศาสตร์ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 จำนวน 6 แผน เวลา 12 ชั่วโมง ประกอบด้วย แผนที่ 1 ของแข็ง, แผนที่ 2 การละลายของของแข็ง, แผนที่ 3 แก๊ส, แผนที่ 4 การเปลี่ยนแปลงทางเคมี, แผนที่ 5 การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้ และ แผนที่ 6 การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับไม่ได้ ตรวจสอบความถูกต้องและความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน ใช้แบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อหาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยให้เกณฑ์ในการตรวจพิจารณาระดับการประเมินค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ 5 ระดับ พบว่า ในภาพรวมแผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมอยู่ระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 4.76

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการสะท้อนผลการวิจัย

3.2.1 แบบบันทึกการจัดการเรียนรู้สำหรับครู เป็นแบบบันทึก สภาพการณ์ความเป็นจริงขณะที่ ผู้วิจัยปฏิบัติหน้าที่เป็นผู้สอน และจะบันทึกทันทีที่เสร็จสิ้นการสอนในแต่ละวงจร เพื่อเป็นข้อมูลที่ได้ไปสะท้อนผลการปฏิบัติและปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ต่อไป ตัวอย่างข้อคำถามในแบบบันทึกมี 5 ข้อดังนี้ 1) ปัญหาและอุปสรรคที่พบ 2) ข้อเสนอแนะและแนวทางแก้ไข 3) นักเรียนเข้าใจเนื้อหาตามวัตถุประสงค์หรือไม่ 4) นักเรียนสามารถวิเคราะห์ เปรียบเทียบ และสรุปผลได้หรือไม่ และ 5) เจตคติของนักเรียนต่อการเรียนวิทยาศาสตร์

3.2.2 แบบสังเกตพฤติกรรมของครูและนักเรียน เป็นแบบสังเกตปลายปิดที่ต้องการคำตอบ เฉพาะเจาะจง โดยมีตัวเลือกให้ตอบ เพื่อให้ผู้ช่วยวิจัยใช้บันทึกเหตุการณ์พฤติกรรมการสอนของครูเหตุการณ์ที่ สังเกตได้ โดยมีตัวอย่างของข้อคำถาม ดังนี้ 1) นำปัญหาหรือสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในห้องเรียนมาใช้ในการจัดการ เรียนรู้ให้เกิดความคิดและเกิดคำถาม 2) แนะนำในการสรุปผลให้เชื่อมโยงกับวัตถุประสงค์ของการสำรวจและให้ สอดคล้องกับความรู้ทางวิทยาศาสตร์ 3) นักเรียนส่วนมากร่วมกันแสดงความคิดเห็นกับเพื่อนสมาชิกในกลุ่มของ ตนเอง 4) นักเรียนยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น 5) นักเรียนส่วนมากมีการปรึกษา นำเสนอผลการศึกษาว่าได้ เรียนรู้อะไรบ้างต่อครูผู้สอน

3.2.3 แบบสัมภาษณ์นักเรียน เป็นแบบสอบถามปลายปิดที่ต้องการคำตอบเฉพาะเจาะจง โดยมีตัวเลือกให้ตอบ โดยนักเรียนจะได้แสดงความคิดเห็นต่อการจัดการเรียนรู้ สำหรับเป็นข้อมูลในการปรับปรุงการจัดการเรียนรู้ โดยมีตัวอย่างของข้อคำถาม ดังนี้ 1) เป็นเนื้อหาสาระที่ใกล้ตัวและสามารถนำความรู้ไปปฏิบัติได้ 2) การเรียนช่วยให้เกิดแนวคิดความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อชุมชน สภาพแวดล้อม ความเป็นอยู่ในท้องถิ่น 3) มีการนำสื่อสิ่งเรียนรู้ที่อยู่ใกล้ตัวมาช่วยในการจัดกิจกรรม 4) นักเรียนมีความสุขที่ได้ทำกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย 5) การนำปัญหาที่เกิดขึ้นจริงมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนสนใจที่จะเรียนรู้และอยากมีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ที่มีในสังคม

ในการตรวจสอบความถูกต้องและความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบบันทึกการจัดการเรียนรู้สำหรับครู แบบสังเกตพฤติกรรมของครูและนักเรียน และแบบสัมภาษณ์นักเรียน ผู้วิจัยศึกษาวิธีการสร้างเครื่องมือ จากนั้นสร้างเครื่องมือตามขอบข่ายที่กำหนด แล้วนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เพื่อตรวจสอบและให้ข้อเสนอแนะ เมื่อปรับปรุงตามคำแนะนำแล้ว จะนำเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อพิจารณาความถูกต้องเหมาะสม และปรับปรุงแก้ไขอีกครั้งจนสมบูรณ์ก่อนนำไปใช้กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับสะท้อนผลการวิจัย

3.2.4 แบบวัดความสามารถให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ท้ายวงจร เป็นแบบตัวเลือกสองลำดับชั้น เพื่อวัดทักษะการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ Lawson (2000) ทั้ง 4 ด้าน โดยใช้กับผู้เรียนหลังเรียนจบในแต่ละวงจรปฏิบัติการ วงจรละ 12 ข้อ ทั้งหมด 3 วงจร รวมทั้งหมด 36 ข้อ ผลการหาคุณภาพของแบบวัด ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการหาคุณภาพของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 1-3

วงจรที่ 1	ค่าดัชนีความสอดคล้อง	ความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก	ค่าความเชื่อมั่น
1	1.00	0.39 - 0.72	0.21 - 0.59	0.78
2	1.00	0.43 - 0.71	0.28 - 0.46	0.75
3	1.00	0.52 - 0.71	0.31 - 0.55	0.72

3.2.5 แบบวัดจิตวิทยาาสตร์ท้ายวงจร จำนวน 12 ข้อ เพื่อวัดคุณลักษณะต่าง ๆ ของจิตวิทยาาสตร์ 4 ด้าน ตามแนวคิดของ American Association for the Advancement of Science (1990) โดยใช้กับผู้เรียนหลังเรียนจบในแต่ละวงจรปฏิบัติการ วงจรละ 12 ข้อ ทั้งหมด 3 วงจร รวมทั้งหมด 36 ข้อ ตรวจสอบความสอดคล้องของสถานการณ์กับองค์ประกอบที่ต้องการวัด การใช้คำถาม และประเมินค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC : Index of Item Objective Congruence) โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดจิตวิทยาาสตร์ท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 1-3 เท่ากับ 1.00

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผลการวิจัย เป็นเครื่องมือที่ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการประเมินผลวิจัยหลังดำเนินการสิ้นสุดทั้ง 3 วงจร ประกอบด้วย แบบวัดทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ และแบบวัดจิตวิทยาาสตร์

3.3.1 แบบวัดทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นแบบทดสอบตัวเลือกสองลำดับชั้น (two-tier diagnostic test) จำนวนทั้งสิ้น 24 ข้อ ประกอบด้วยคำถามสองส่วน ส่วนที่ 1 เป็นแบบทดสอบประเภทเลือกตอบ 2-4 ตัวเลือก ข้อคำถามเกี่ยวข้องกับความรู้และเนื้อหา มีลักษณะเป็นสถานการณ์ประกอบด้วยข้อมูลหรือรูปภาพสำหรับวัดการให้เหตุผลแบบสมมติฐาน การให้เหตุผลแบบอธิบาย การให้เหตุผลแบบนิรนัย การให้เหตุผลแบบอุปนัย และส่วนที่ 2 เป็นคำถามที่เกี่ยวกับเหตุผลที่เลือกคำตอบในส่วนแรก โดยต้นฉบับแบบทดสอบดังกล่าวนี้ถูกสร้างขึ้นโดย Lawson (2000) มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC : Index of Item Objective Congruence) เท่ากับ 1.00 ค่าความยากง่าย (P) เท่ากับ 0.38 - 0.71 ค่าอำนาจจำแนก (r) เท่ากับ 0.28 - 0.79 และค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.75

3.3.2 แบบวัดจิตวิทยาาสตร์ เป็นข้อคำถามเชิงสถานการณ์แบบเลือกตอบ (Multiple Choice) 3 ตัวเลือก แต่ละตัวเลือกมีคะแนนที่แตกต่างกัน 1-3 คะแนน ตามทฤษฎีจิตพิสัยของบลูม ครอบคลุมลักษณะของจิตวิทยาาสตร์ทั้ง 4 ด้าน ของ American Association for the Advancement of Science (1990) จำนวน 20 ข้อ แบบวัดนี้พัฒนาขึ้นจากแบบวัดของ อาริยา ภูพินนา (2565) มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC : Index of Item Objective Congruence) เท่ากับ 1.00

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยและบันทึกข้อมูลด้วยตนเองและมีผู้ช่วยวิจัยที่ช่วยเก็บรวบรวมข้อมูลตามแผนการจัดการเรียนรู้ ด้วยการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม แบบคละชั้นเรียน จำนวน 6 แผนการเรียนรู้ ในวงจรการปฏิบัติการ 3 วงจร เพื่อใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ให้มี ประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

ขั้นที่ 1 ผู้วิจัยดำเนินการปฐมนิเทศนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย ให้มีความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้วยการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม แบบคละชั้นเรียน และทำความเข้าใจเกี่ยวกับเกณฑ์การวัดและประเมินผล เพื่อให้ นักเรียนทราบแนวทางการปฏิบัติในการเรียน

ขั้นที่ 2 ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ด้วยการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม แบบคละชั้นเรียน จำนวน 6 แผนการจัดการเรียนรู้ รวม 12 ชั่วโมง ซึ่งได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยมีรายละเอียดเกี่ยวกับจำนวนแผนการเรียนรู้ที่ใช้ในแต่ละวงจร

ขั้นที่ 3 ผู้วิจัยทำการทดสอบวัดทักษะการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาาสตร์กับนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูล และประมวลผลข้อมูลที่ได้จากการศึกษาการพัฒนาทักษะการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม แบบคละชั้นเรียน มีข้อมูลเชิงปริมาณ และเชิงคุณภาพจากการสะท้อนผล การประเมินผล ในการดำเนินการวิจัยเชิงปฏิบัติการในแต่ละวงจร ดังนี้

5.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ สถิติพื้นฐาน ได้แก่ 1) ค่าเฉลี่ยของคะแนน 2) ร้อยละ 3) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

5.2 การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ นำข้อมูลจากแบบบันทึกผลการจัดการเรียนรู้ แบบสังเกตพฤติกรรมของครู แบบสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน และแบบสัมภาษณ์นักเรียน ซึ่งเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวม เพื่อเป็นข้อมูลสะท้อนผลการปฏิบัติเมื่อสิ้นสุดแต่ละวงจรที่เน้นการบรรยายตามที่ปรากฏจากการสังเกต โดยปราศจากอคติหรือความรู้สึกและความคิดเห็นไปด้วย จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) และนำเสนอผลที่ได้ในรูปแบบความเรียง

ผลการวิจัย

1. ผลการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

หลังจากที่ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สิ้นสุดจำนวน 6 แผน 12 ชั่วโมง ตามวงจรการปฏิบัติการที่ 1-3 ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย โดยให้นักเรียนทำแบบวัดการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์เป็นแบบตัวเลือกสองลำดับชั้น ส่วนที่ 1 เป็นแบบทดสอบประเภทเลือกตอบ 2 -4 ตัวเลือก ส่วนที่ 2 เป็นคำถามที่เกี่ยวกับเหตุผลที่เลือกคำตอบในส่วนแรก จำนวน 24 ข้อ ได้ผลการทดสอบดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์

ระดับชั้น	จำนวนนักเรียน (คน)	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ร้อยละ	จำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์			
						ผ่าน		ไม่ผ่าน	
						จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ประถม ศึกษาปีที่ 4	6	24	17.33	2.44	72.22	4	66.67	2	33.33
ประถม ศึกษาปีที่ 5	3	24	19.00	0.86	79.16	3	100.00	0	0.00
รวม	9	24	17.89	2.14	74.53	7	77.78	2	22.22

จากตารางที่ 2 ผลการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และ 5 ที่เรียนด้วยหน่วยการเรียนรู้สำหรับนักเรียนคละชั้น พบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 17.78 และมีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 77.78 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ เมื่อพิจารณาการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์แยกตามองค์ประกอบพบว่า การให้เหตุผลแบบอธิบาย มีคะแนนเฉลี่ยสูงที่สุด มีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 83.33 ซึ่งรองลงมาคือ การให้เหตุผลแบบสมมติฐาน มีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 75.92 การให้เหตุผลแบบนิรนัย มีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 70.37 โดยการให้เหตุผลแบบอุปนัย มีคะแนนเฉลี่ยต่ำที่สุดคิดเป็นร้อยละ 68.51

2. ผลการพัฒนาจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียน

หลังจากที่ผู้วิจัยดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สิ้นสุดจำนวน 6 แผน 12 ชั่วโมง ตามวงจรการปฏิบัติการที่ 1-3 ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบนักเรียนกลุ่มเป้าหมาย โดยให้นักเรียนทำแบบวัดจิตวิทยาศาสตร์เป็นข้อคำถามเชิงสถานการณ์แบบเลือกตอบ (Multiple Choice) 3 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ แต่ละตัวเลือกมีคะแนนที่แตกต่างกันตั้งแต่ 1-3 คะแนน ได้ผลการทดสอบดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการวัดจิตวิทยาศาสตร์

ระดับชั้น	จำนวนนักเรียน (คน)	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ร้อยละ	จำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์			
						ผ่าน		ไม่ผ่าน	
						จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
ประถมศึกษาปีที่ 4	6	60	44.83	1.81	74.72	5	83.33	1	16.67
ประถมศึกษาปีที่ 5	3	60	49.67	1.16	82.77	3	100.00	0	0.00
รวม	9	60	44.44	1.35	77.40	8	88.89	1	11.11

จากตารางที่ 3 ผลการพัฒนาจิตวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และ 5 ที่เรียนด้วยหน่วยการเรียนรู้สำหรับนักเรียนคละชั้น พบว่า มีจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 8 คน คิดเป็นร้อยละ 88.89 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ เมื่อพิจารณาจิตวิทยาศาสตร์ตามองค์ประกอบทั้ง 4 พบว่า องค์ประกอบที่ได้คะแนนเฉลี่ยสูงที่สุด คือ คุณค่าของวิทยาศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ยสูงที่สุด มีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 88.14 ซึ่งรองลงมาคือ เจตคติต่อการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ มี

คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 80.00 การเสริมสร้างคุณค่าของสังคม มีคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 71.85 และ คำนิยมทางสังคมเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ยต่ำสุดคิดเป็นร้อยละ 69.62

3. การวิเคราะห์ผลลัพธ์การเรียนรู้ท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 1-3

ในส่วนนี้ ผู้วิจัยขอเสนอข้อมูลสำคัญ 3 ประการ ซึ่งเป็นข้อบ่งชี้ถึงประสิทธิภาพของหน่วยการเรียนรู้ แบบคณะชั้น ที่ออกแบบมาสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และ 5 โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อมีการจัดการเรียนรู้ ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS) ผลการศึกษาจะครอบคลุมถึง

1. ผลการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์วงจรปฏิบัติการที่ 1-3
2. ผลการพัฒนาจิตวิทยาศาสตร์วงจรปฏิบัติการที่ 1-3
3. การสะท้อนข้อมูลเชิงคุณภาพ วงจรปฏิบัติการที่ 1-3

ซึ่งได้จากการดำเนินงานในแต่ละวงจรปฏิบัติการ (วงจรที่ 1-3) ซึ่งข้อมูลเหล่านี้เป็นหลักฐานเชิง ประจักษ์ที่สะท้อนถึงประสิทธิภาพของหน่วยการเรียนรู้

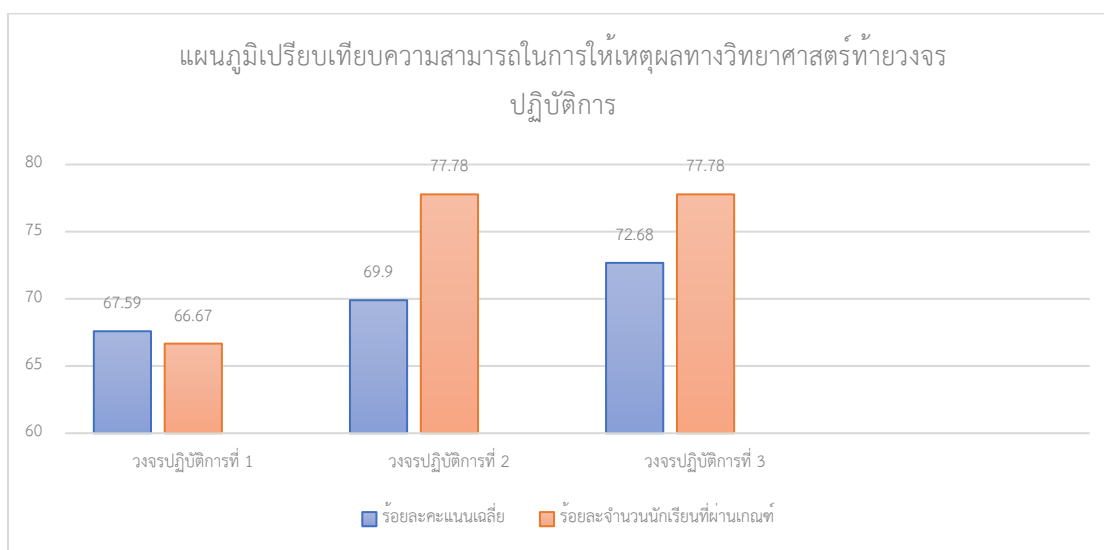
3.1 ผลการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์วงจรปฏิบัติการที่ 1-3

หลังสิ้นสุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วงจรปฏิบัติการที่ 1-3 นักเรียนได้ทำแบบทดสอบท้ายวงจร ปฏิบัติการที่ 1-3 ได้แก่ แบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 1-3 วงจรละ 12 ข้อ โดยมีเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือนักเรียนร้อยละ 70 มีคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ผ่าน เกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 1-3

วง จร ที่	จำนวน นักเรียน (คน)	คะแนน เต็ม	คะแนน เฉลี่ย	ส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน	ร้อย ละ	จำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์			
						ผ่าน		ไม่ผ่าน	
						จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
1	9	12	8.11	1.53	67.59	6	66.67	3	33.33
2	9	12	8.38	1.16	69.90	7	77.78	2	22.22
3	9	12	8.72	1.00	72.68	7	77.78	2	22.22

จากตารางที่ 4 พบว่า ผลการวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ท้ายวงจรที่ 1-3 นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ย 8.11, 8.38 และ 8.72 ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละ 67.59, 69.90 และ 72.68 มีนักเรียน ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม จำนวน 6, 7 และ 7 คน ตามลำดับ จากนักเรียนทั้งหมด 9 คน คิดเป็นร้อย ละ 66.67, 77.78 และ 77.78 ตามลำดับ จะสังเกตได้ว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยสูงขึ้นในแต่ละวงจร แสดงผลการ เปรียบเทียบผลการวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ท้ายวงจรปฏิบัติการ ได้ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แผนภูมิเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 1-3

3.2 ผลการพัฒนาจิตวิทยาศาสตร์วงจรปฏิบัติการที่ 1-3

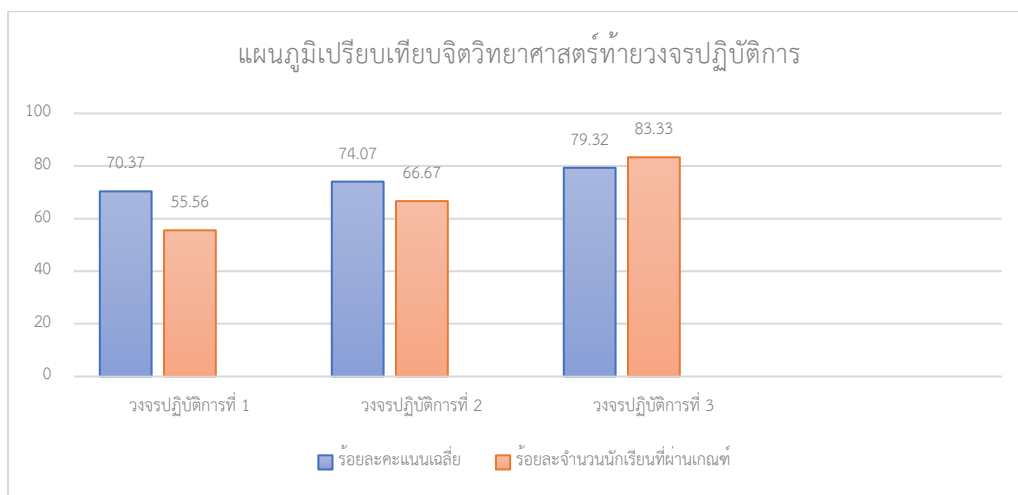
หลังสิ้นสุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วงจรปฏิบัติการที่ 1-3 นักเรียนได้ทำแบบทดสอบท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 1-3 ได้แก่ แบบวัดจิตวิทยาศาสตร์ท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 1-3 วงจรละ 12 ข้อ โดยมีเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือนักเรียนร้อยละ 70 มีคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการวัดจิตวิทยาศาสตร์ท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 1-3

วงจร ที่	จำนวน นักเรียน (คน)	คะแนน เต็ม	คะแนน เฉลี่ย	ส่วน เบี่ยงเบน มาตรฐาน	ร้อยละ	จำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์			
						ผ่าน		ไม่ผ่าน	
						จำนวน (คน)	ร้อยละ	จำนวน (คน)	ร้อยละ
1	9	36	25.33	4.60	70.37	5	55.56	4	44.44
2	9	36	26.67	4.35	74.07	6	66.67	3	33.33
3	9	36	28.55	3.46	79.32	8	83.33	1	16.17

จากตารางที่ 5 พบว่า ผลการวัดจิตวิทยาศาสตร์ท้ายวงจรที่ 1-3 นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ย 25.33, 26.67 และ 28.55 ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละ 70.37, 74.07 และ 79.32 มีนักเรียนผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็มจำนวน 5, 6 และ 8 คน ตามลำดับ จากนักเรียนทั้งหมด 9 คน คิดเป็นร้อยละ 55.56, 66.67 และ 83.33 ตามลำดับ

จะสังเกตได้ว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยสูงขึ้นในแต่ละวงจร แสดงผลการเปรียบเทียบผลการวัดจิตวิทยาาสตร์ท้ายวงจรปฏิบัติการ ได้ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 แผนภูมิเปรียบเทียบจิตวิทยาาสตร์ท้ายวงจรปฏิบัติการที่ 1-3

3.3 ผลการสะท้อนข้อมูลเชิงคุณภาพวงจรปฏิบัติการที่ 1-3

หลังสิ้นสุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนได้ทำแบบสัมภาษณ์นักเรียน โดยด้านข้อเสนอแนะอื่น ๆ นักเรียนได้ให้ข้อคิดเห็น ดังข้อความต่อไปนี้

“สนุก ได้ทำการทดลองที่ไม่เคยทำ” (การสัมภาษณ์, นักเรียนคนที่ 1)

“อยากให้คุณครูพาทำการทดลองเยอะ ๆ ครับ” (การสัมภาษณ์, นักเรียนคนที่ 2)

“เรียนเข้าใจง่ายและครูทำให้เห็นภาพค่ะ” (การสัมภาษณ์, นักเรียนคนที่ 3)

หลังสิ้นสุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วงจรปฏิบัติการที่ 2 นักเรียนได้ทำแบบสัมภาษณ์นักเรียน โดยด้านข้อเสนอแนะอื่น ๆ นักเรียนได้ให้ข้อคิดเห็น ดังข้อความต่อไปนี้

“ได้ทำจรวดบั้งไฟสนุกครับ” (การสัมภาษณ์, นักเรียนคนที่ 1)

“ขอเกมเล่นแข่งกันด้วยนะคะ” (การสัมภาษณ์, นักเรียนคนที่ 2)

“ได้ทำอาหาร ไม่น่าเบื่อค่ะ” (การสัมภาษณ์, นักเรียนคนที่ 3)

“กิจกรรมเยอะค่ะ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์สนุก” (การสัมภาษณ์, นักเรียนคนที่ 4)

หลังสิ้นสุดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วงจรปฏิบัติการที่ 3 นักเรียนได้ทำแบบสัมภาษณ์นักเรียน โดยด้านข้อเสนอแนะอื่น ๆ นักเรียนได้ให้ข้อคิดเห็น ดังข้อความต่อไปนี้

“ชอบทำการทดลอง อยากให้มีเยอะ ๆ ค่ะ” (การสัมภาษณ์, นักเรียนคนที่ 1)

“อยากให้คุณครูมีเกมให้เล่นทุกชั่วโมงครับ” (การสัมภาษณ์, นักเรียนคนที่ 2)

“คุณครูสอนสนุก มีกิจกรรมให้ทำตลอด” (การสัมภาษณ์, นักเรียนคนที่ 3)

อภิปรายผล

1. การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS) โดยใช้หน่วยการเรียนรู้สำหรับนักเรียนคณะชั้น มีส่วนสำคัญในการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และ 5 โดยสังเกตได้จากคะแนนเฉลี่ยที่สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด 17.78 คะแนน และสัดส่วนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 7 คน คิดเป็นร้อยละ 77.78 นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนมีคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ตามองค์ประกอบทั้ง 4 องค์ประกอบ โดยเฉพาะด้านการให้เหตุผลแบบอธิบาย นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยสูงถึงร้อยละ 83.33 ซึ่งถือว่าสูงที่สุดในบรรดาทั้ง 4 องค์ประกอบ

ในทำนองเดียวกัน จากการวิเคราะห์ข้อมูลการสัมภาษณ์นักเรียนเกี่ยวกับสาระการเรียนรู้และกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละวงจรของการปฏิบัติการ (วงจรที่ 1–3) โดยใช้มาตราประมาณค่า 5 ระดับ พบว่า วงจรปฏิบัติการที่ 1 นักเรียนมีระดับความคิดเห็นเกี่ยวกับสาระการเรียนรู้ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.02$) และความคิดเห็นต่อกิจกรรมการเรียนรู้ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.33$), วงจรปฏิบัติการที่ 2 ความคิดเห็นด้านสาระการเรียนรู้ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.35$) และความคิดเห็นต่อกิจกรรมการเรียนรู้ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.60$), วงจรปฏิบัติการที่ 3 ความคิดเห็นด้านสาระการเรียนรู้ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.40$) และความคิดเห็นต่อกิจกรรมการเรียนรู้ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.75$) จากข้อมูลข้างต้น จะเห็นได้ว่าค่าเฉลี่ยของความคิดเห็นทั้งในด้านสาระการเรียนรู้และกิจกรรมการเรียนรู้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในแต่ละวงจรของการปฏิบัติการ แสดงให้เห็นถึงการพัฒนาและการตอบรับที่ดีขึ้นจากผู้เรียน

ผลการวิจัยที่เกิดขึ้นสามารถอธิบายได้ด้วยวิธีการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิด STS ของ Yuenyong (2006) ซึ่งประกอบด้วย 5 ขั้นตอนหลัก ที่ส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการคิดเชิงเหตุผลอย่างเป็นระบบและต่อเนื่อง

ขั้นที่ 1 ขั้นระบุประเด็นทางสังคม นักเรียนถูกกระตุ้นให้ใช้ความรู้และประสบการณ์เดิม มาพิจารณาประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในชุมชนของตนเอง ซึ่งเป็นการเริ่มต้นกระบวนการคิดหาสาเหตุและเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้กับบริบทจริง

ขั้นที่ 2 ขั้นระบุแนวทางการหาคำตอบอย่างมีศักยภาพ นักเรียนได้วางแผนการหาคำตอบ โดยอาศัยความรู้ที่ตนมีอยู่ และวางแผนการหาความรู้เพิ่มเติม เพื่อสนับสนุนการอธิบายแนวคิดต่าง ๆ และพิสูจน์ข้อเท็จจริงในประเด็นที่สนใจ ซึ่งเป็นการแสดงออกถึงการหาความสัมพันธ์ของสาเหตุกับผลที่เกิดขึ้น

ขั้นที่ 3 ขั้นต้องการความรู้ ขั้นตอนนี้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ ศึกษาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ผ่านการทดลองและสืบเสาะหาความรู้ เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลที่ดีสำหรับการตัดสินใจ ซึ่งเป็นการสะสมความรู้ หลักการ กฎ และทฤษฎี มาเป็นเหตุผลอ้างอิงประกอบ

ขั้นที่ 4 ขั้นทำการตัดสินใจ นักเรียนใช้ความรู้ที่เรียนมา ทบทวนและออกแบบแนวทางการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงความเป็นไปได้และผลดีผลเสียในบริบทของชุมชน ซึ่งแสดงถึงความสามารถในการพิสูจน์หาข้อเท็จจริง โดยอาศัยหลักการและทฤษฎีที่ได้เรียนรู้มาสนับสนุนการตัดสินใจ

ขั้นที่ 5 ขั้นกระบวนการทางสังคม การแลกเปลี่ยนเรียนรู้และการนำเสนอแนวคิดต่อสังคม เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ ทบทวนแนวคิดของตนเอง และรับฟังความคิดเห็นจากผู้อื่น ซึ่งช่วยเสริมสร้างความสามารถในการปรับปรุงการอธิบายแนวคิดและการพิสูจน์ข้อเท็จจริงให้มีความเหมาะสมและน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น

ดังนั้น การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STS จึงไม่เพียงแต่เน้นการพัฒนาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เท่านั้น แต่ยังให้ความสำคัญกับการพัฒนาทักษะกระบวนการคิด การให้เหตุผล และการประยุกต์ใช้ความรู้ในบริบททางสังคม ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลให้ความสามารถในการให้เหตุผลทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนพัฒนาขึ้นได้ สอดคล้องกับแนวคิดของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS) ดังที่ พิมพ์ภัศร ปักสังคณีย์ (2562) ได้กล่าวไว้ว่า STS คือการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในบริบทของประสบการณ์การเรียนรู้ผ่านทางสังคม โดยมุ่งเน้นที่การแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม การจัดการเรียนรู้แบบ STS มีเป้าหมายหลักในการพัฒนาให้ผู้เรียนมีความรู้ความสามารถทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน เข้าใจข้อเท็จจริง แนวคิด และความเชื่อมโยงของแนวคิดต่างๆ รวมถึงมีทักษะกระบวนการที่เป็นพื้นฐานในการเรียนรู้และการคิดอย่างมีเหตุผล ซึ่งการส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักกระบวนการแก้ปัญหาในสถานการณ์จริงที่ใกล้เคียงกับสิ่งที่ผู้เรียนพบเจอในชีวิตประจำวัน ทำให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้เข้ากับประเด็นทางสังคมที่เกิดขึ้นได้จริง และสามารถแก้ไขปัญหาเหล่านั้นได้ ดังนั้น การที่นักเรียนได้เรียนรู้ผ่านบริบททางสังคมและปัญหาที่แท้จริง ทำให้พวกเขาตระหนักว่าวิทยาศาสตร์ไม่ได้จำกัดอยู่เพียงในตำราเรียน แต่เป็นส่วนหนึ่งของชีวิตประจำวัน และสามารถประยุกต์ใช้เพื่อแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ได้ ความเข้าใจนี้เองที่ช่วยเสริมสร้างให้ความสามารถในการให้เหตุผลแบบอธิบายของนักเรียนพัฒนาขึ้น เนื่องจากพวกเขาได้รับการฝึกฝนให้เชื่อมโยงความรู้ที่มีเข้ากับสถานการณ์ใหม่ ๆ เพื่อสร้างคำอธิบายที่มีเหตุผลและเป็นรูปธรรม

ผลการวิจัยนี้ยังสอดคล้องกับ หนึ่งฤทัย เอ้าประมงค์ (2566) ได้ศึกษาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่อสังคมออนไลน์ ที่ส่งเสริมให้นักเรียนใช้ปัญหาที่ใกล้ตัวและพบเจอในชีวิตประจำวันเป็นตัวนำหรือเป็นฐานในการจัดการเรียนรู้ เพื่อนำมาสู่การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้เพื่อจัดการกับปัญหาดังกล่าว เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัย พบว่าความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เฉลี่ย 27.03 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่อสังคมออนไลน์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เฉลี่ย 15.47 คะแนน ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ ปรารธนา เสือกลั่น (2562) ที่ได้ศึกษาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนที่เรียนตามแนวคิดเชิงประวัติศาสตร์ รายวิชาเคมี ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ผลการวิจัยพบว่า หลัง

เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงประวัติศาสตร์ส่งผลให้นักเรียนมีคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์สูงกว่าคะแนนก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.5

2. การพัฒนาจิตวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS) โดยใช้หน่วยการเรียนรู้สำหรับนักเรียนแต่ละชั้น สามารถพัฒนาจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และ 5 ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยสะท้อนจากจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์สูงถึง 8 คน คิดเป็นร้อยละ 88.89 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ยิ่งไปกว่านั้น เมื่อพิจารณาในแต่ละองค์ประกอบของจิตวิทยาศาสตร์ พบว่า องค์ประกอบด้าน คุณค่าของวิทยาศาสตร์ มีคะแนนเฉลี่ยสูงสุดถึงร้อยละ 88.14 ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความเชื่อมั่นและตระหนักถึงความสำคัญของวิทยาศาสตร์ต่อชีวิตและสังคม

ในทำนองเดียวกัน จากผลการวิเคราะห์แบบสัมภาษณ์นักเรียนด้านผู้เรียนในแต่ละวงจรของการปฏิบัติการ (วงจรที่ 1–3) โดยใช้มาตรประมาณค่า 5 ระดับ โดยมีประเด็นการประเมินที่สำคัญ 3 ประเด็น ได้แก่ 1. นักเรียนมีความสุขที่ได้ทำกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย 2. การเรียนจากประสบการณ์ตรงทำให้นักเรียนมีความสนุกสนานในการเรียน และ 3. การนำปัญหาที่เกิดขึ้นจริงมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ ทำให้นักเรียนสนใจที่จะเรียนรู้และอยากมีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ที่มีในสังคม พบว่า วงจรปฏิบัติการที่ 1 เมื่อพิจารณาโดยรวมในด้านผู้เรียนนักเรียนมีระดับความคิดเห็นโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.67$), วงจรปฏิบัติการที่ 2 เมื่อพิจารณาโดยรวมในด้านผู้เรียนนักเรียนมีระดับความคิดเห็นโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.51$), วงจรปฏิบัติการที่ 3 เมื่อพิจารณาโดยรวมในด้านผู้เรียนนักเรียนมีระดับความคิดเห็นโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X} = 4.67$) จากข้อมูลข้างต้น จะเห็นได้ว่าระดับความเห็นโดยรวมทั้ง 3 วงจรปฏิบัติการอยู่ในระดับมากที่สุด แสดงให้เห็นถึงการตอบรับที่ดีจากผู้เรียน

ความสำเร็จในการพัฒนาจิตวิทยาศาสตร์นี้ อธิบายได้ด้วยลักษณะเฉพาะของการจัดการเรียนรู้แบบ STS ของ Yuenyong (2006) ที่มุ่งเน้นการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม ซึ่งสอดคล้องกับเป้าหมายหลักที่ต้องการพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ความสามารถทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน เข้าใจข้อเท็จจริง แนวคิด และความเชื่อมโยงของแนวคิดต่าง ๆ ได้อย่างลึกซึ้ง ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 5 ขั้นของ Yuenyong (2006) มีบทบาทสำคัญในการส่งเสริมคุณลักษณะของจิตวิทยาศาสตร์ ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นระบุประเด็นทางสังคม การที่นักเรียนถูกกระตุ้นให้พิจารณาประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในชุมชนของตนเอง เป็นการสร้างแรงจูงใจและความอยากรู้อยากเห็น ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของการเห็นคุณค่าของวิทยาศาสตร์ว่ามีความเกี่ยวข้องและสามารถแก้ไขปัญหาในชีวิตประจำวันได้จริง

ขั้นที่ 2 ขั้นระบุแนวทางการหาคำตอบอย่างมีศักยภาพ การที่นักเรียนได้วางแผนการหาคำตอบโดยอาศัยความรู้ที่มีและวางแผนการหาความรู้เพิ่มเติม เพื่อสนับสนุนการอธิบายและพิสูจน์ข้อเท็จจริงในประเด็นที่สนใจ สะท้อนถึงความมุ่งมั่นและความพยายามในการแสวงหาความรู้ ซึ่งเป็นคุณลักษณะสำคัญของจิตวิทยาศาสตร์

ขั้นที่ 3 ขั้นต้องการความรู้ ขั้นตอนนี้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ศึกษาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ผ่านการทดลองและสืบเสาะหาความรู้ เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลที่ดีสำหรับการตัดสินใจ ซึ่งเป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความใฝ่รู้ และเห็นถึงความสำคัญของข้อมูลเชิงประจักษ์อันเป็นรากฐานของวิทยาศาสตร์

ขั้นที่ 4 ขั้นทำการตัดสินใจ การที่นักเรียนใช้ความรู้ที่เรียนมาทบทวนและออกแบบแนวทางการแก้ปัญหา โดยคำนึงถึงความเป็นไปได้และผลดีผลเสียในบริบทของชุมชน แสดงให้เห็นถึงการนำองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีไปประยุกต์ใช้ให้สอดคล้องกับบริบทของตน ซึ่งเป็นการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ การตัดสินใจด้วยตนเอง และตระหนักถึงบทบาทของวิทยาศาสตร์ในการสร้างทางเลือกที่ดีขึ้น

ขั้นที่ 5 ขั้นกระบวนการทางสังคม การเปิดโอกาสให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้และนำเสนอแนวคิดต่อสังคม ช่วยให้นักเรียนทบทวนและปรับปรุงแนวคิดของตนเองผ่านการรับฟังความคิดเห็นจากผู้อื่น ซึ่งส่งเสริมคุณลักษณะของการมีเหตุผล ความใจกว้าง และการยอมรับความหลากหลายทางความคิด ที่เป็นส่วนสำคัญของการมีจิตวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์

โดยสรุปแล้ว การจัดการเรียนรู้แบบ STS ไม่เพียงแต่ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาความรู้และทักษะทางวิทยาศาสตร์เท่านั้น แต่ยังหล่อหลอมให้เกิดเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์และเห็นคุณค่าของการนำวิทยาศาสตร์ไปใช้ในชีวิตประจำวัน ผ่านปัญหาและประเด็นทางสังคมที่ใกล้ตัว ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อการพัฒนาจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอย่างรอบด้าน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านการตระหนักถึงคุณค่าของวิทยาศาสตร์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ อาริยา ภูพินนา (2565) ได้พัฒนาจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุมชนเป็นฐาน โดยมีวัตถุประสงค์การวิจัยเพื่อพัฒนาจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุมชนเป็นฐานให้ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ผลการวิจัยพบว่า คะแนนจิตวิทยาศาสตร์โดยรวมของนักเรียนอยู่ในระดับมาก

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัย

1. ข้อเสนอแนะในการนำวิจัยไปใช้

ครูผู้สอนควรนำแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบ STS อย่างต่อเนื่อง โดยเน้นการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม มาใช้ในการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์อย่างสม่ำเสมอ โดยเฉพาะการเชื่อมโยงเนื้อหากับประเด็นทางสังคมที่นักเรียนคุ้นเคย เช่น ครอบครัว ชุมชน และท้องถิ่น ซึ่งจะช่วยให้ นักเรียนเห็นคุณค่าของวิทยาศาสตร์และสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้จริง และสำหรับโรงเรียนขนาดเล็กที่มีข้อจำกัดด้านบุคลากร การใช้หน่วยการเรียนรู้แบบคละชั้นเป็นทางเลือกที่เหมาะสม ครูควรศึกษาและทำความเข้าใจแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างผู้เรียนในเรื่องอายุ ความสามารถ และพัฒนาการ เพื่อให้การเรียนรู้ร่วมกันเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

เนื่องด้วยข้อจำกัดด้านขนาดของกลุ่มตัวอย่าง (นักเรียน 9 คน) และบริบทเฉพาะของโรงเรียนขนาดเล็กที่ทำการวิจัย งานวิจัยครั้งต่อไปจึงควรพิจารณาขยายขอบเขตการศึกษาโดยเพิ่มขนาดของกลุ่มตัวอย่างให้ใหญ่ขึ้น พร้อมทั้งครอบคลุมโรงเรียนที่มีบริบทที่หลากหลาย อาทิ โรงเรียนขนาดกลาง โรงเรียนขนาดใหญ่ โรงเรียนในเขตเมือง และโรงเรียนในเขตชนบท ซึ่งมีความแตกต่างกันในด้านทรัพยากรและปัจจัยแวดล้อมอื่น ๆ การดำเนินการดังกล่าวจะช่วยเสริมสร้างความสามารถในการสรุปอ้างอิงผล (Generalizability) ของการศึกษา และสามารถยืนยันความคงเส้นคงวาของประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS) ตลอดจนหน่วยการเรียนรู้สำหรับนักเรียนแต่ละชั้น ในสถานการณ์ที่แตกต่างกันอย่างน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- กันต์ฤทัย คุณเลี้ยง. (2565). การพัฒนาการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์. *วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้*, 13(2), 333-343.
- ดำรงค์ วัฒนา. (2562). ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี กับอนาคตการศึกษาไทย. *วารสารการเมือง การบริหาร และกฎหมาย*, 13(1), 175-196.
- ปรารธนา เสือกลิ่น. (2562). ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดเชิงประวัติศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเคมีของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. *วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา การศึกษาวิทยาศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*.
- พิมพ์นภัส ปักสังคณีย์. (2562). การใช้หลักของปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่องฮวงกบโดยใช้แนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS) ตามแนวคิดของ Yuenyong (2006). *วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น*.
- รัตนารณ จินดาสวัสดิ์. (2555). ผลของการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคมที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและตระหนักเรื่องการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อมของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น. *วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร มหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*.
- วิศรุฒม์ เอมสมบุรณ์. (2564). ผลการจัดการเรียนรู้ด้วยการสืบสอบโดยใช้เกมเป็นฐานที่มีต่อ ความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. *วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร มหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย*.

- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2564). *ข้อเสนอระบบการเรียนรู้ที่ตอบสนองการเปลี่ยนแปลงของโลกอนาคตในปี 2040*. กรุงเทพฯ : อีเลฟเว่น สตาร์อินเตอร์เทรด.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2564). *สภาวะการศึกษาไทยปี 2564*. นนทบุรี : 21 เซ็นจูรี.
- สำเร็จ นางสีคุณ. (2557). *การใช้กลยุทธ์การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นการให้เหตุผลแบบนิรนัยเชิงสมมติฐานผ่านสื่อการเรียนรู้ดิจิทัล เรื่องพันธุกรรม เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น ชั้นปีที่ 3*. วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- หนึ่งฤทัย เข้าประมงค์. (2566). *การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐานร่วมกับสื่อสังคมออนไลน์ที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง กรด-เบส ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6*. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชา การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- อารียา ภูพินนา. (2565). *การพัฒนาจิตวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ชุมชนเป็นฐาน*. วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษาคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- American Association for the Advancement of Science. (1990). *Science for All Americans*. National Academies Press.
- Kemmis, S., McTaggart, R., & Retallick, J. (Eds.). (2004). *The action research planner (2nd ed. rev.)*. Aga Khan University, Institute for Educational Development.
- Lawson, A. E. (2009). Basic inferences of scientific reasoning, argumentation, and discovery. *Science Education*, 94(2), 356–362.
- Lawson, A. E., Clark, B., Cramer-Meldrum, E., Falconer, K. A., Sequist, I., & Kwon, Y. Y. (2000). Development of scientific reasoning in college biology: Do two levels of general hypothesis-testing skills exist. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(1), 81–101.
- Yuenyong, C. (2006). *Teaching and Learning about Energy: Using STS approach*. Doctor of Education Thesis in Science Education Graduate School Kasetsart University.