

**การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง
โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK*
Development of Science Process Skills and Learning Achievement of
Mathayomsuksa 2 Students on the Topic of the Changing in the Earth
by Using Inquiry Model (5Es) with TPACK**

¹เจษฎากร บุญแสน, ²อนันต์ ปานศุภวัชร และ ³กุลวดี สุวรรณไตรย์

¹Jesadagorn Boonsan, ²Anun Pansuppawat and ³Kulwadee Suwannatrai

^{1,2}คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

³คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

^{1,2}Faculty of Education, Sakon Nakhon Rajabhat University, Thailand.

³Faculty of Science and Technology, Sakon Nakhon Rajabhat University, Thailand.

¹Corresponding Author's Email: tjedadagorn@gmail.com



บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อ 1) พัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 2) เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน 4) ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 โรงเรียนเรณูนครวิทยานุกูล สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา นครพนม จำนวน 32 คน โดยการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK 2) แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ 4) แบบสอบถามความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบค่าทีแบบกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน

ผลการวิจัยพบว่า 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง มีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.91/81.04 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 2) ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 4) ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับ TPACK มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.54 ซึ่งอยู่ในระดับมากที่สุด

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es); การบูรณาการความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยี (TPACK); ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์; ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

Abstract

This research aimed to 1) develop the learning management using Inquiry Model (5Es) with TPACK on the topic of The Changing in The Earth for Mathayomsuksa 2 students to meet the efficiency of 80/80, 2) compare science process skills of students for both before and after intervention, 3) compare learning achievement of both before and after intervention, and 4) study satisfaction towarded lesson plans based on Inquiry Model (5Es) with TPACK. The sample of this study consisted of 32 students Mathayomsuksa 2, Renunakhonwittayanukul School, Nakhon Phanom Secondary Education Service Area Office, during the second semester of the academic year 2022. They were selected by using the cluster random sampling technique. The research instruments consisted of 1) lesson plans based on Inquiry Model (5Es) with TPACK, 2) science process skills test, 3) learning achievement test, and 4) a questionnaire to explore the students' satisfaction. The statistics used in the data analysis were percentage, mean, standard deviation, and the t-test for Dependent Samples. The results were as follows: 1) The efficiency of lesson plans based on Inquiry Model (5E) and TPACK on the topic of The Changing in The Earth material was 81.91/81.04, which was higher than the defined criteria. 2) The science process skill of students after the intervention was higher than that of before the intervention at the 0.1 level of significance. 3) The learning achievement of students after the intervention was higher than that of before the intervention at the 0.1 level of significance. 4) The satisfaction of students toward the Inquiry Model (5Es) based learning management plan with TPACK had an average of 4.54, which was the highest level.

Keywords: Inquiry Model 5Es; TPACK; Science Process Skills; Learning Achievement

บทนำ

ในศตวรรษที่ 21 เป็นยุคที่มีความเจริญก้าวหน้าในด้านต่างๆ โดยเฉพาะด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทำให้ทุกประเทศต้องเร่งพัฒนาประเทศให้สอดคล้องกับทิศทางการเปลี่ยนแปลงของโลก หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มุ่งหวังให้ผู้เรียน มีทักษะในการค้นคว้าและสร้างองค์ความรู้ โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ และแก้ปัญหาที่หลากหลายเพื่อให้ผู้เรียน มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติ (Office of the Basic Education Commission (OBEC), 2017) การพัฒนาวิทยาศาสตร์จึงจำเป็นต้องพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ด้วย เพราะเป็นกระบวนการที่ผู้เรียนใช้ค้นคว้าหาองค์ความรู้ ดังนั้นหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน จึงกำหนดสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานสำคัญที่ทุกคนต้องเรียน (Pariwanta, Saikraduang, and Jansawang, 2012) การสอนวิทยาศาสตร์มีเป้าหมายที่สำคัญคือ การพัฒนาผู้เรียนให้เข้าใจถึงธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และส่วนหนึ่งของการเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์นั้นคือความเข้าใจในกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นกระบวนการ

ที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการสืบเสาะหาความรู้และแก้ไขปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นประกอบด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ (Khumraksa, and Ruksakit, 2019)

ปัจจุบันพบว่าการเรียนการสอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ไม่ประสบผลสำเร็จเนื่องจากการเรียนที่เน้นความรู้ในเชิงท่องจำ การสอนในรูปแบบเดิมที่ครูเป็นผู้บรรยายในชั้นเรียน นักเรียนนั่งฟังและจดบันทึกขาดการลงมือปฏิบัติจริง (Saridpaisan, Chaiprasert, and Thongsorn, 2019) การจัดการเรียนการสอนดังกล่าวจึงทำให้ผู้เรียนขาดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จากรายงานผลการทดสอบระดับชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ของโรงเรียนเรณูนครวิทยานุกูล ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 รายวิชาวิทยาศาสตร์ ย้อนหลัง 3 ปี ตั้งแต่ ปีการศึกษา 2562 – 2564 พบว่า มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 30.28, 30.76 และ 33.32 ตามลำดับ จากคะแนนดังกล่าวจะเห็นว่าค่าคะแนนค่าเฉลี่ยในระดับโรงเรียน มีคะแนนเฉลี่ยต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 ทั้ง 3 ปีการศึกษา ซึ่งสอดคล้องผลการประเมินของ PISA (Programme for International Student Assessment) ในปี 2018 พบว่านักเรียนไทยมีคะแนนวิทยาศาสตร์ 426 คะแนน ซึ่งมีคะแนนต่ำกว่าค่าเฉลี่ย OECD (OECD, มีค่าเฉลี่ยมาตรฐานที่ 489 คะแนน) แสดงให้เห็นว่าผลการประเมินวิทยาศาสตร์ของไทยไม่มีการเปลี่ยนแปลงเลยตั้งแต่ PISA 2000 ถึง PISA 2018 (The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST), 2021) ซึ่งการประเมินจาก PISA สามารถสะท้อนคุณภาพของการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยถึงกระบวนการเรียนการสอนในห้องเรียนที่ยังล้าหลังเนื่องจากการประเมินผลของ PISA เน้นการคิดและแก้ปัญหา (Mankong, and Suppapittayaporn, 2018)

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (Inquiry Model หรือ 5Es) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งให้ผู้เรียนสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเอง ครูเปลี่ยนจากผู้สอนมาให้คำแนะนำ กระตุ้นผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็นและแสวงหาความรู้ ให้ผู้เรียนได้ทำกิจกรรมด้วยตนเอง ผูกให้ผู้เรียนเกิดการคิดวิเคราะห์ และสามารถบูรณาการความรู้ต่างๆ เพื่อแก้ปัญหาหรือหาคำตอบจากปัญหา (Thanawathanakon, 2020) การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ นั้น ทำให้นักเรียนสามารถเข้าใจในกระบวนการหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มีทักษะในการคิดวิเคราะห์ คิดอย่างเป็นระบบ และมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ และเข้าใจในกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ค้นหาความรู้ (Khuha, Panprueksa, Sirisawat, and Singlop, 2019) ในปัจจุบันเทคโนโลยีได้มีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว และเข้ามามีบทบาทสำคัญในชีวิตมากขึ้น การเรียนการสอนจึงต้องมีการปรับเปลี่ยนให้ทันกับเทคโนโลยีใหม่ที่เข้ามา ทั้งการเรียนการสอนแบบออนไลน์ การใช้แอปพลิเคชันต่างๆ เข้ามาเสริมการสอนให้ทันสมัย สามารถกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดความสนใจที่จะเรียน ดังนั้น การบูรณาการเทคโนโลยีเข้าไปในการจัดการเรียนการสอนจึงเป็นสิ่งสำคัญ กรอบแนวคิดที่เรียกว่า ความรู้ในการบูรณาการเทคโนโลยีกับวิธีสอนและเนื้อหาที่สอน (Technological Pedagogical Content Knowledge หรือ TPACK) โดย Mishra, and Koehler (2006) ได้นิยามว่า TPACK หมายถึง ความรู้ของผู้สอนในการสอนผ่านเทคโนโลยี ที่จะนำความรู้ 3 ด้าน ได้แก่ ความรู้ด้านเทคโนโลยี ความรู้ด้านวิธีสอน และความรู้ด้านเนื้อหาที่สอน มาบูรณาการทั้งหมดเข้าด้วยกันเพื่อให้การจัดการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากขึ้น (Adulyasas, 2018) การสอนวิทยาศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพ ต้องพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ให้มีความรู้ความสามารถในการบูรณาการเทคโนโลยีเข้าไปในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ (Thammaprateeep, 2016) ซึ่งการนำ TPACK มาใช้จะทำให้ครูผู้สอนสามารถจัดการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพเหมาะสมกับเนื้อหา ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาเกิดประสิทธิภาพในการเรียนรู้และส่งเสริมให้นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้และเชื่อมโยงองค์ความรู้ด้วยตนเองได้ (Rueangsawat, Srisa-ard, and Pihanthanonond, 2022)

จากเหตุผลและความสำคัญดังกล่าวข้างต้น นอกจากนั้นหน่วยการเรียนรู้เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลงควรได้รับการเร่งพัฒนา เนื่องจากสาระวิทยาศาสตร์โลกและอวกาศมีคะแนน (O-NET) เฉลี่ยของโรงเรียนต่ำกว่า คะแนนเฉลี่ยระดับประเทศ ผู้วิจัยจึงสนใจการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK ให้ผู้เรียนเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนและเป็นการเสริมสร้างทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ อันเป็นพื้นฐานของการศึกษาวิทยาศาสตร์ และเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ให้สูงขึ้นและสามารถนำความรู้ที่มีอยู่ไปพัฒนาประยุกต์ใช้กับชีวิตประจำวันต่อไปได้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. เพื่อเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK
4. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง

วิธีดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาด้านเนื้อหา เอกสาร แนวคิดทฤษฎี

ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) และหลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนเรณูนครวิทยานุกูล กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น และ TPACK จากนั้นออกแบบแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หน่วยที่ 7 เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง จำนวน 6 แผน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นนั้นได้มีแนวคิดมาจาก Bybee (1991) และ TPACK ได้มีแนวคิดมาจาก Koehler, and Mishra (2008)

ขั้นตอนที่ 2 การศึกษาภาคสนาม

โรงเรียนเรณูนครวิทยานุกูล อำเภอเรณูนคร จังหวัดนครพนม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษานครพนม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัย

ขั้นตอนที่ 3 การเก็บข้อมูลสำคัญจากผู้ให้ข้อมูล

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเรณูนครวิทยานุกูล สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา นครพนม ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 1 ห้องเรียน คือ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/6 จำนวนนักเรียน 32 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม

ขั้นตอนที่ 4 การสร้างเครื่องมือและการหาคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 6 แผนได้แก่ 1) โครงสร้างภายในโลก 2) กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยาบนผิวโลก 3) ดิน ชั้นดิน และหน้าตัดดิน 4) แหล่งน้ำผิวดินและแหล่งน้ำใต้ดิน 5) ภัยธรรมชาติจากน้ำท่วม แผ่นดินถล่มและการกัดเซาะชายฝั่ง 6) ภัยธรรมชาติจากหลุมยุบและแผ่นดินทรุด ทั้งหมด 20 ชั่วโมง ทดสอบก่อนเรียน 1 ชั่วโมงและทดสอบหลังเรียน 1 ชั่วโมง รวมเวลาทั้งหมด 22 ชั่วโมง ซึ่งพบว่ามีค่าดัชนีความสอดคล้องผ่านเกณฑ์ทุกแผนการจัดการเรียนรู้ ซึ่งมีค่าอยู่ที่ 1.00 จากนั้นจึงพิมพ์แผนการจัดการเรียนรู้ที่สมบูรณ์พร้อมนำไปใช้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

2) แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ โดยแต่ละข้อจะมีเนื้อหาที่ครอบคลุมจุดมุ่งหมายของทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ 13 ทักษะ จากนั้นส่งให้ผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 3 ท่าน พิจารณาเพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยการคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง ตั้งแต่ 0.67-1.00 แล้วคัดเลือกไว้ใช้จริง 30 ข้อ แล้วนำไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งผ่านการเรียนเนื้อหานี้มาก่อน ผลการวิเคราะห์หาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) และวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน พบว่ามีค่าความยากรายข้อ (p) อยู่ระหว่าง 0.37-0.74 และค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (r) อยู่ระหว่าง 0.35-0.53 และมีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ เท่ากับ 0.85 มีผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 1

3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ มีโครงสร้างแบบทดสอบโดยยึดตามหลักการวัดผลด้านพุทธิพิสัย 6 ชั้นของ Bloom ได้แก่ 1) การจำ 2) การเข้าใจ 3) การนำเอาความรู้ไปประยุกต์ใช้ 4) การวิเคราะห์ 5) การประเมินค่า 6) การสร้างสรรค์ และมีเนื้อหาครอบคลุมตามจุดประสงค์ของหน่วยการเรียนรู้ ซึ่งได้จากการวิเคราะห์ตัวชี้วัด ความสัมพันธ์ระหว่างจุดประสงค์ กับเนื้อหาวิชาซึ่งจะให้ได้ข้อสอบที่ตรงตามเนื้อหาที่สอน จากนั้นส่งให้ผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 3 ท่าน พิจารณาเพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยการคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แล้วคัดเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง ตั้งแต่ 0.67-1.00 แล้วคัดเลือกไว้ใช้จริง 30 ข้อ แล้วนำไปทดลองใช้ (Try Out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งผ่านการเรียนเนื้อหานี้มาก่อน ผลการวิเคราะห์หาค่าความยาก (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) และวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน พบว่ามีค่าความยากรายข้อ (p) อยู่ระหว่าง 0.34-0.74 และค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (r) อยู่ระหว่าง 0.35-0.59 และมีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ เท่ากับ 0.85 มีผลการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ตารางวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ ค่าความยากรายข้อ (p) ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (r) และค่าความเชื่อมั่น (Reliability)

กระบวนการ/ผลลัพธ์	แบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบโดยผู้เชี่ยวชาญ (IOC)	0.67-1.00	0.67-1.00
ค่าความยากรายข้อ (p)	0.37-0.74	0.34-0.74
ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (r)	0.35-0.53	0.35-0.59
ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ (Reliability)	0.85	0.85

4) แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง เป็นคำถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ตามวิธีการวัดแบบลิเคิร์ท จำนวน 20 ข้อ แบ่งเป็น 4 ด้าน ด้านละ 5 ข้อ ได้แก่ 1) ด้านเนื้อหา 2) ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 3) ด้านสื่ออุปกรณ์การเรียนรู้ 4) ด้านการวัดและประเมินผล จากนั้นนำผลคะแนนมาหาค่าดัชนีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ พบว่ามีค่าดัชนีความสอดคล้องผ่านเกณฑ์จำนวน 20 ข้อ มีค่าอยู่ระหว่าง 0.67-1.00

ขั้นตอนที่ 5 การรวบรวมข้อมูลผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) ดำเนินการขอจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ จากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร เลขหนังสือรับรองโครงการวิจัย คือ 148/2565

2) จัดทำหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บข้อมูลจากมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร ไปยังโรงเรียนเรณูนครวิทยานุกูล ซึ่งเป็นโรงเรียนกลุ่มตัวอย่าง ประสานงานกับผู้อำนวยการสถานศึกษา

3) ครูชี้แจงอธิบายวิธีการเรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ให้นักเรียนเข้าใจ

4) ให้นักเรียนทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) โดยใช้แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ จำนวน 30 ข้อ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ จากนั้นดำเนินการทดลองใช้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่าง โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการจัดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

5) หลังจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง เสร็จครบทุกแผนแล้ว จึงให้นักเรียนทดสอบหลังเรียน (Post-test) โดยใช้แบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์จำนวน 30 ข้อ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 30 ข้อ ซึ่งเป็นฉบับเดียวกันกับการวัดผลก่อนเรียน

6) หลังการทดลองให้นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ทำการประเมินความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง

7) นำผลคะแนนจากแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อทดสอบสมมติฐาน และสรุปผลการวิจัย

ขั้นตอนที่ 6 การวิเคราะห์ข้อมูลผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลข้อมูลต่างๆ ดังนี้

1) วิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2) วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยหาประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ตามเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้

3) วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างคะแนนก่อนเรียน และหลังเรียน โดยใช้สถิติทดสอบค่าทีแบบกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test for Dependent Sample)

4) วิเคราะห์แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ขั้นตอนที่ 7 สรุปผลการศึกษาวิจัย และ การนำเสนอผลการศึกษาวิจัย

ผลการวิจัย

วัตถุประสงค์ที่ 1 เพื่อสร้างและพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ผลการวิจัยพบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนเรณูนครวิทยานุกูล ผู้วิจัยได้พัฒนากับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 32 คน หาประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) โดยหาค่าเฉลี่ยคะแนนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการทำกิจกรรม การทดลอง การนำเสนอข้อมูล ชิ้นงาน การทำใบกิจกรรมต่างๆ และแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนประจำแผนการจัดการเรียนรู้ ทั้ง 6 แผน และหาค่าประสิทธิภาพผลลัพธ์ (E_2) ได้จากการหาค่าร้อยละของคะแนนเฉลี่ย จากการทำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียน และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ดังตาราง 2

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

กระบวนการ/ผลลัพธ์	จำนวน นักเรียน	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	ร้อยละ
ประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1)	32	300	245.73	16.31	81.91
ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2)	32	60	48.62	4.39	81.04
E_1/E_2 เท่ากับ 81.91/81.04					

จากตารางที่ 2 พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง มีคะแนนประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 245.84 คิดเป็นร้อยละ 81.91 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 16.31 และมีคะแนนประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) จากการทำแบบทดสอบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน เท่ากับ 48.62 คิดเป็นร้อยละ 81.04 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 4.39 แสดงให้เห็นว่าแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง มีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.91/81.04 เป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80/80

วัตถุประสงค์ที่ 2 เปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK ดังตาราง 3

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK

ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	t
ก่อนเรียน	32	30	11.72	2.65	66.74**
หลังเรียน	32	30	24.34	2.37	

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (ค่าวิกฤตของ t ที่ระดับ .01 ; df 31 = 2.45)

จากตารางที่ 3 นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ก่อนเรียน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.72 คะแนน ส่วนเบี่ยงมาตรฐาน 2.65 และคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หลังเรียนเฉลี่ย 24.34 คะแนน ส่วนเบี่ยงมาตรฐาน 2.37 ผลการวิเคราะห์ค่า t ปรากฏว่า ค่า t จากการคำนวณมีค่าเท่ากับ 66.74 เมื่อพิจารณาค่า t จากตาราง (df เท่ากับ 31) มีค่า t เท่ากับ 2.45 แสดงว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง มีคะแนนทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วัตถุประสงค์ที่ 3 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK ดังตาราง 4

ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	S.D.	t
ก่อนเรียน	32	30	8.56	2.32	68.35**
หลังเรียน	32	30	24.28	2.15	

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (ค่าวิกฤตของ t ที่ระดับ .01; df 31 = 2.45)

จากตารางที่ 4 พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง มีคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนเฉลี่ยเท่ากับ 8.56 คะแนน ส่วนเบี่ยงมาตรฐาน 2.32 และคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนเฉลี่ย 24.28 คะแนน ส่วนเบี่ยงมาตรฐาน 2.15 ผลการวิเคราะห์ค่า t ปรากฏว่า ค่า t จากการคำนวณมีค่าเท่ากับ 68.35 เมื่อพิจารณาค่า t จากตาราง (df เท่ากับ 31) มีค่า t เท่ากับ 2.45 แสดงว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วัตถุประสงค์ที่ 4 เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง โดยหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) มีผลการวิเคราะห์ ดังตาราง 5

ตารางที่ 5 ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง

รายการประเมิน	$\bar{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้	4.43	0.56	มาก
ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	4.56	0.56	มากที่สุด
ด้านสื่ออุปกรณ์การเรียนรู้	4.51	0.57	มากที่สุด
ด้านการวัดและประเมินผล	4.64	0.51	มากที่สุด
เฉลี่ย	4.54	0.55	มากที่สุด

จากตารางที่ 5 พบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลงมีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.54 ซึ่งอยู่ในระดับมากที่สุด

องค์ความรู้ใหม่

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK หมายถึง การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น และใช้แนวคิดของการบูรณาการความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนและเทคโนโลยีมาช่วยเสริมในขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ ในขั้นสร้างความสนใจจะใช้เทคโนโลยีและแอปพลิเคชันต่างๆ เช่น แอปพลิเคชันโมเดล 3D Merge Explorer, Youtube เข้ามาเพื่อสร้างความสนใจกระตุ้นผู้เรียน ทำให้การจัดการเรียนการสอน มีความแปลกใหม่ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น ซึ่งนอกจากขั้นสร้างความสนใจก็สามารถนำไปปรับให้เข้ากับขั้นการสอนอื่นๆ เช่น ในขั้นสำรวจและค้นหาข้อมูลใช้ Google เข้ามาช่วยในการสืบค้นข้อมูล หรือใช้ Canva ช่วยในการทำสรุปข้อมูลในขั้นอธิบายและลงข้อสรุป ซึ่งทั้งหมดนี้จะช่วยให้การจัดการเรียนรู้ มีประสิทธิภาพ นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหามากยิ่งขึ้น สามารถสรุปองค์ความรู้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK ได้ 5 ขั้น ดังนี้



Picture 1: The New Body of Knowledge in Development of Science Process Skills and Learning Achievement of Mathayomsuksa 2 Students on the Topic of The Changing in the Earth by using Inquiry Model (5Es) with TPACK

ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ ร่วมกับ TPACK ขั้นแรกในการจัดการเรียนรู้ ครูกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ โดยใช้เทคโนโลยีหรือแอปพลิเคชัน YouTube และแอปพลิเคชันโมเดล 3D Merge Explorer เข้ามาช่วยเพื่อให้เรื่องที่ศึกษาเกิดความสนใจ มีความแปลกใหม่ และกำหนดประเด็นที่จะศึกษาต่อจากสิ่งเหล่านั้น

ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา ให้นักเรียนทำการค้นคว้าสำรวจข้อมูล ตั้งสมมติฐาน ทำการทดลอง โดยที่นักเรียนจะเป็นผู้ดำเนินการสืบค้นข้อมูลหรือลงมือทำการทดลองเองทั้งหมด เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลในการสืบค้นข้อมูลนักเรียนสามารถสืบค้นจากแหล่งข้อมูลต่างๆ โดยใช้ โน้ตบุ๊ก แท็บเล็ต หรือสมาร์ทโฟนได้ เพื่อเข้าถึงข้อมูลจากเสิร์ชเอนจิน (search engine) อย่าง Google ได้อย่างรวดเร็ว

ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบาย และลงข้อสรุป ให้นักเรียนนำข้อมูลจากทดลอง หรือการสืบค้น มาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล พร้อมทั้งจัดทำข้อมูล โดยใช้แอปพลิเคชัน Powerpoint หรือ Canva ออกมาในรูปแบบของอินโฟกราฟิก เพื่อช่วยให้การอธิบายผลการทดลอง หรือผลการสืบค้น เห็นภาพรวม เข้าใจง่าย ได้ข้อสรุปที่แน่ชัดเกิดเป็นองค์ความรู้

ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้ ครูจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์ให้นักเรียนมีความรู้ลึกซึ้งยิ่งขึ้น โดยครูจะพานักเรียนทำกิจกรรม เช่น เล่นเกมส่ตอบคำถาม โดยใช้เว็บไซต์ Kahoot ,Quizizz ให้นักเรียนเล่นและอธิบายข้อมูลเพิ่มเติมระหว่างทำกิจกรรม ให้นักเรียนตั้งประเด็นคำถาม เพื่อให้เกิดการอภิปรายและแสดงความคิดเห็นเพิ่มเติม ซึ่งเป็นการขยายองค์ความรู้ที่ได้ให้กว้างขึ้น

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน ประเมินผลการเรียนรู้จากการทำกิจกรรมในขั้นที่ 1-4 เพื่อตรวจสอบความรู้ของนักเรียน โดยใช้เว็บไซต์ Google form และ Inskru เข้ามาช่วยเพื่อให้ง่ายต่อการสรุปผล และเห็นข้อมูลภาพรวมของห้องที่สอน สามารถให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการประเมินตนเองและประเมินเพื่อน เพื่อที่จะทราบถึงข้อที่ควรปรับปรุงของตนเอง

อภิปรายผลการวิจัย

การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ผู้วิจัยนำเสนอผลการอภิปรายดังนี้

ผลการวิจัยวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 พบว่า ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง โดยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK พบว่า มีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.91/81.04 เป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนดไว้ ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐาน เนื่องจากแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK ที่ผู้วิจัยได้ออกแบบสร้างขึ้นได้ผ่านกระบวนการสร้างตามขั้นตอนอย่างมีระบบ โดยเริ่มจากศึกษาวิเคราะห์หลักสูตรตัวชี้วัด เนื้อหา การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การวัดผลและประเมินผล เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK ผ่านกระบวนการตรวจสอบและแก้ไข ผู้เชี่ยวชาญด้านจุดประสงค์ เนื้อหา การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การวัดผลและประเมินผล ได้นำไปใช้กับนักเรียนเพื่อส่งเสริมและพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียน ในกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนจะได้ฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ผ่านการลงมือปฏิบัติกิจกรรมการทดลองจริง สามารถเข้าใจและแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นได้อย่างเป็นระบบ จัดลำดับขั้นตอนการทดลอง อภิปรายผลการทดลอง สรุปองค์ความรู้ที่ได้จากกิจกรรมการทดลองให้ออกมาในรูปแบบอินโฟกราฟฟิก ผ่านการใช้เทคโนโลยี หรือแอปพลิเคชัน และมีการใช้กรอบแนวคิดของ TPACK เข้ามาเสริมในการจัดการเรียนรู้ ส่งผลให้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK จำนวน 6 แผนการเรียนรู้ ที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ซึ่งงานวิจัยในครั้งนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Thepbamrung, and Umkrai (2016) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบ TPACK MODEL ด้วยเทคนิคความเป็นจริงเสริมสามมิติ ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า ประสิทธิภาพของการพัฒนาการจัดการเรียนรู้แบบ TPACK MODEL ด้วยเทคนิคความเป็นจริงเสริมสามมิติในรายวิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

ผลการวิจัยวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง มีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียน 11.72 และคะแนนหลังเรียนเท่ากับ 24.34 แสดงว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ทั้งนี้เพราะ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติด้วยตนเองในแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้ มีการใช้เทคโนโลยี 3 มิติมาช่วยในการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนเห็นแบบจำลองต่างๆ นอกจากนั้นการทดลองจากปัญหาที่กำหนดให้ ส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ให้ได้มาซึ่งความรู้ ประกอบด้วยการตั้งสมมติฐาน การทดลอง การคาดคะเนผลการทดลอง ทำการทดลอง แลกเปลี่ยนความรู้และแก้ปัญหาาร่วมกัน สรุปและอภิปรายกับสมาชิกในกลุ่ม โดยมีครูคอยช่วยเหลือดูแลในระหว่างที่นักเรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรม การที่ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง กระตุ้นให้ผู้เรียน

นำทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ออกมาใช้ได้จริง ทำให้เกิดการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Tipsing, Pansupawat, and Phothikanith (2016) ได้ศึกษาการพัฒนาการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ร่างกายของเรา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิคหมวก 6 ใบ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ผลการวิจัยวัตถุประสงค์ข้อที่ 3 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง มีคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนเท่ากับ 8.56 และคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเท่ากับ 24.28 แสดงว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เป็นการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ การเข้าสู่เนื้อหาที่น่าสนใจ ซึ่งเกิดจากความสงสัยและสนใจของนักเรียน ความกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้ทำให้นักเรียนได้รับความรู้อย่างเต็มที่ การสืบค้นข้อมูลแบบเปิดกว้างไม่เพียงแค่นี้ให้ศึกษาในแค่หนังสือแต่ให้สามารถใช้เทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการสืบค้นได้ ผูกทำงานร่วมกัน การเสนอความคิดเห็น การมีเหตุผล และตรวจสอบข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นมาทำการวิเคราะห์ สรุป นำเสนอ และอภิปรายร่วมกันเพื่อสรุปเป็นองค์ความรู้ ทำให้ผู้เรียนเกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการลงมือค้นคว้าหาข้อมูลตัวตนเอง และกานำเสนอข้อมูลที่สืบค้นผ่านการใช้เทคโนโลยีต่างๆ เข้ามาช่วย เช่น การใช้แอปพลิเคชัน Canva ซึ่งจะช่วยให้นักเรียนสามารถจัดระเบียบความคิดเห็นภาพรวมของความสัมพันธ์ได้ชัดเจน ทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ ได้ดีกว่าการจดบันทึกเป็นตัวอักษรลงในสมุด ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นสอดคล้องกับงานวิจัยของ Seetham, Pansupawat, and Suwannatrai (2019) ที่ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับผังกราฟิก เรื่อง หิน และการเปลี่ยนแปลงของเปลือกโลก สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญของสถิติ

ผลการวิจัยวัตถุประสงค์ข้อที่ 4 พบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.54 ซึ่งอยู่ในระดับมากที่สุดเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ แต่ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด อาจเป็นเพราะการนำเทคโนโลยีเข้ามาใช้ในการจัดการเรียนรู้นั้นดึงดูดความสนใจของนักเรียนมากเกินไป หรือครูผู้สอนมีการควบคุมดูแลที่ไม่ทั่วถึงทำให้นักเรียนไปสนใจในสิ่งอื่น และหลุดออกจากประเด็นเนื้อหาที่กำลังศึกษาอยู่ นักเรียนเน้นความสนใจไปที่กิจกรรมการเรียนรู้และสื่ออุปกรณ์ เนื่องจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK มีการนำเทคโนโลยีมาช่วยในการจัดการเรียนรู้ ทำให้การจัดการเรียนรู้ดูแปลกใหม่ การเรียนรู้ไม่น่าเบื่อ มีสื่อและกิจกรรมที่หลากหลาย ผู้เรียนสนใจและกระตือรือร้นที่จะเรียนรู้ไม่จำกัดการเรียนรู้เพียงแค่ในหนังสือเรียน เทคโนโลยีสามารถช่วยในการอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ นักเรียนได้คิดอย่างอิสระ ครูผู้สอนเปลี่ยนจากผู้ให้ความรู้ไปเป็นผู้ที่คอยจัดการดูแล อำนวยความสะดวกและให้คำปรึกษาแนะนำแก่ผู้เรียน ทำให้บรรยากาศในชั้นเรียนมีความอบอุ่น ไม่เครียด มีความสุขกับการเรียนรู้ ส่งผลให้มีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้อยู่ในระดับมากที่สุด สอดคล้องกับงานวิจัยของ Srirasa, Chaiprasert, and Sirisawat (2021) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ผลวิจัยพบว่าความพึงพอใจของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ อยู่ในระดับมากที่สุด

สรุป

จากผลการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK มีประสิทธิภาพ เท่ากับ 81.91/81.04 ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 นอกจากนี้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK อยู่ในระดับมากที่สุด การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เปลี่ยนจากการเรียนแบบเดิมที่ทำเพียงแค่จดบันทึกลงสมุดหรือฟังครูบรรยายหน้าชั้นเรียนเป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง ทั้งการสืบค้นข้อมูล การทำกิจกรรมการทดลอง นักเรียนได้ฝึกใช้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการหาความรู้ ฝึกการคิดวิเคราะห์ คิดอย่างเป็นระบบ การใช้เทคโนโลยีเข้ามาช่วยทำให้การจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ทำให้นักเรียนสามารถเข้าถึงแหล่งข้อมูลที่เปิดกว้าง ช่วยอำนวยความสะดวกต่างๆ ทั้งการออกแบบ สรุปภาพรวมของข้อมูลให้เข้าใจได้ง่าย และเทคโนโลยียังเป็นสิ่งที่นักเรียนชอบและถนัดเนื่องจากว่าเป็นสิ่งที่อยู่ใกล้ตัว การนำสิ่งที่นักเรียนชอบมาผนวกเข้ากับการเรียนการสอนได้จะทำให้ให้นักเรียนมีความสนใจ มีแรงกระตุ้นในการเรียนรู้ ครูผู้สอนเปลี่ยนจากการพูดอยู่หน้าชั้นเรียนไปเป็นผู้เลี้ยงค้อยช่วยเหลือ แนะนำเวลาทำกิจกรรม ทำให้บรรยากาศในชั้นเรียนมีความอบอุ่นเป็นกันเอง ไม่เครียดหรือกดดันนักเรียนจนเกินไป มีความสุขกับการเรียนรู้

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK เป็นกิจกรรมที่ต้องให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง จึงควรชี้แจงขั้นตอนการปฏิบัติเบื้องต้นให้เข้าใจตรงกัน ค่อยตรวจสอบว่านักเรียนมีปัญหาในการทำกิจกรรมหรือไม่ ผู้สอนควรเตรียมความพร้อมในการจัดการเรียนรู้ โดยการจัดเตรียมสื่อการสอน และอุปกรณ์ในการจัดการเรียนรู้ การทดลองต่างๆ ให้พร้อม เพื่อให้กิจกรรมการเรียนรู้ของนักเรียนมีประสิทธิภาพ สามารถพัฒนาผู้เรียนได้อย่างเต็มศักยภาพ

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

ควรมีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK กับนักเรียนในระดับชั้นอื่นๆ หรือกับหน่วยการเรียนรู้อื่น เพื่อเปรียบเทียบข้อมูลผลการวิจัย การศึกษาเปรียบเทียบผลระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับ TPACK กับการจัดการเรียนรู้แบบต่างๆ เช่น การใช้ความคิดรวบยอด ปัญหาเป็นฐาน หรือสะเต็มศึกษา เป็นต้น

References

- Adulyasas, L. (2018). The Effects of Developing Pre-Service Mathematics Teachers' Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) on Mathematics Students' Achievement. *Journal of Yala Rajabhat University*, 13(1), 115-128.
- Bybee, R. W. (1991). Integrating the History and Nature of Science and Technology in Science and Social Studies Curriculum. *Science Education*, 75(1), 143-145.

- Khuha, P., Panprueksa, K., Sirisawat, C., & Singlop, S. (2019). The Effects of Inquiry Learning Cycle (5Es) with Concept-Based Instruction in Photosynthesis on Biological Concepts and Science Concepts and Science Communication Abilities of the Eleventh Grade Students. *Journal of Education Naresuan University*, 21(4), 198-211.
- Khumraksa, B., & Ruksakit, P. (2019). Improvement of Science Process Skills by Using Research-Based Instruction on Soil Properties for the 2nd Grade Students in a Municipal School, Surat Thani, *J. Res. Unit Sci. Technol. Environ. Learning*, 10(1), 14-29.
- Koehler, M. J., & Mishra, P. (2008). *Handbook of Technological Pedagogical Content Knowledge for Educators*. New York: Routledge.
- Mankong, P., & Suppavitayaporn, D. (2018). Critical Thinking Ability in Science of Grade 8 Students Learned through Argument Mapping. *Journal of Education Naresuan University*, 20(4), 129-143.
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054.
- Office of the Basic Education Commission. (2017). *Basic Education Core Curriculum B.E. 2551 (A.D. 2008)*. Bangkok: Bureau of Academic Affairs and Educational Standards Office of the Basic Education Commission Ministry of Education.
- pariwanta, Y., Saikraduang, A., & Jansawang, N. (2012). The Development of a Science Process Skills Test for 7th Grade Students. *RMU.J. (Humanities and Social Sciences)*, 6(3), 117-126.
- Rueangsawat, W., Srisa-ard, S., & Pilanthananond, N. (2022). TPACK for Science Learning: TPACK for Biology Learning. *Journal of Educational Review Faculty of Educational in MCU*, 9(1), 197-208.
- Saridpaisan, N., Chaiprasert, P., & Thongsorn, P. (2019). The Effects of Learning Management Using Scientific Methods with Higher-Order Questions to Promote Learning Achievement, Integrated Science Process Skills, and Analytical Thinking Ability of 7 Grade Students. *Journal of Education Naresuan University*, 21(3), 113-126.
- Seetham, Y., Pansupawat, A., & Suwannatrai, K. (2019). The Effect of Inquiry Cycle (5Es) and Graphic Organizer on Rocks and Crustal Deformation Topics for Prathomsuksa 6 Students. *Journal of Curriculum and Instruction Sakon Nakhon Rajabhat University*, 11(30), 75-83.
- Srirasa, N., Chaiprasert, P., & Sirisawat, C. (2019). The Learning Achievement and Satisfaction of Upper Secondary School Students on Learning Management of Inquiry-Based Learning (5E) with an Electronic Book. *Journal of Education Studies*, 49(4), 1-13.
- Thammaprateep, J. (2016). Developing Technological Pedagogical Content Knowledge in Science Teaching. *Journal of Research and Curriculum Development*, 6(2), 1-13.
- Thanawathanakon, C. (2020). The Development of the Learning Process 5E Inquiry about Using Multimedia Software Word Processing Program (Microsoft Word 2013) for Grade 5.

Journal of Educational Technology and Communications Faculty of Education Mahasarakham University, 3(7), 9-23.

The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology. (2021). *PISA 2018 Assessment Results: Reading, Mathematics, and Science*. Bangkok: The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology.

Thepbamrung, B., & Umkrai, J. (2016). A Learning Management of TPACK MODEL Using 3D Augmented Reality in Science Subject for Grade 1 Students Case Study in Bantonsadao. *Journal of Project in Computer Science and Information Technology*, 2(1), 29-35.

Tipsing, A., Pansupawat, T., & Phothikanith, A. (2016). Development of Analytical Thinking and Scientific Process Skills Using Learning Management on “My Body” Based on 5E Inquiry Learning Cycle Integrated with Six Thinking Hats Technique for Prathomsuksa 6 Students. *Journal of Curriculum and Instruction Sakon Nakhon Rajabhat University*, 8(22), 161-172.