

การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับ
แนวคิดพื้นที่รอยต่อพัฒนาการ เพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์
สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

**The Instructional Model Development Based on Phenomenon-Based
Learning with the Zone of Proximal Development to Enhance
the Eighth-Graders' Scientific Literacy**

ปริญญ์ ไทยลา และ วาริรัตน์ แก้วอุไร

มหาวิทยาลัยนเรศวร

Parinya Thaila and Wareerat Kaewurai

Naresuan University, Thailand

Corresponding Author, E-mail: Parinyat62@nu.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สร้างและหาคุณภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ และ 2) ทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ใช้กระบวนการวิจัยและพัฒนา ได้แก่ ขั้นตอนที่ 1 การสร้างและหาคุณภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ขั้นตอนที่ 2 การทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนพิจิตรพิทยาคม ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 35 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ 1) แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง เกี่ยวกับแนวทางการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับแนวคิดพื้นที่รอยต่อพัฒนาการ ที่ส่งเสริมส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 2) รูปแบบ คู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ และแผนการจัดการเรียนรู้ 3) แบบประเมินความเหมาะสมของรูปแบบ คู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ และแผนการจัดการเรียนรู้ และ 4) แบบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าดัชนีประสิทธิผล การทดสอบทีแบบไม่เป็นอิสระต่อกัน และการทดสอบทีแบบกลุ่มเดียว

ผลการวิจัย พบว่า 1) รูปแบบ คู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ และแผนการจัดการเรียนรู้ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุดและมาก โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.55, 4.50 และ 4.70 ตามลำดับ มีค่าดัชนีประสิทธิผลเท่ากับ 0.6929 หรือร้อยละ 69.29 2) คะแนนความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) คะแนนความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

* วันที่รับบทความ : 6 พฤศจิกายน 2567; วันที่แก้ไขบทความ 24 พฤศจิกายน 2567; วันที่ตอบรับบทความ : 25 พฤศจิกายน 2567

คำสำคัญ: รูปแบบการจัดการเรียนรู้; แนวคิดปรากฏการณ์เป็นฐาน; แนวคิดพื้นที่รอยต่อพัฒนาการ; ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์

Abstract

The purposes of this study were to develop and assess quality of the instructional model. This study also aimed to implement the instructional model. This study was conducted using the following two research and development steps according to the research purposes: Step 1: Developing and assessing quality of the instructional model; Step 2: Implementing the instructional model. The samples consisted of 35 eighth-graders, who were studying in the first semester of 2023 academic year, Phichit Pittayakhom School. The structured interview in terms of guideline for 8th Graders' scientific literacy enhancement based on phenomenon-based learning with the zone of proximal development, the instructional model, the handbook, the lesson plans, suitability evaluation forms, the scientific literacy test form, and satisfaction assessment questionnaires constituted the research instruments. Content analysis, descriptive statistics (Mean, Standard deviation), the effectiveness index, the paired-samples t-test, and a One-samples t-test were used for data analysis.

The findings revealed that: 1) The instructional model, the handbook, and the lesson plans had the highest and the high level of appropriateness respectively ($M = 4.55$, $M = 4.50$, and $M = 4.70$). The effectiveness index of the instructional model was 0.6929 or 69.29 percent; 2) The eighth-graders' scientific literacy after the instructional model implementation were enhanced and significantly higher than before at .05 level; and 3) The eighth-graders' scientific literacy after the instructional model implementation were enhanced and significantly higher than the criterion (70 percent) at .05 level.

Keywords: The instructional model; Phenomenon-based learning; The zone of proximal development; Scientific literacy

บทนำ

การจัดการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์มีเป้าหมายเพื่อให้ผู้เรียนทุกคนมีความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (Scientific literacy) เพราะผู้ที่มีความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์คือผู้ที่สามารถดำเนินชีวิตในโลกปัจจุบันที่มีวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นพื้นฐานในการดำเนินชีวิต มีความสามารถในการเชื่อมโยงสิ่งต่างๆ เข้ากับประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีวิจารณญาณ โดยเมื่อผู้เรียนเป็นผู้ที่มีความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (Scientifically literate person) จะเป็นผู้ที่สามารถสื่อสารหรือโต้แย้งในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างเป็นเหตุเป็นผล สามารถรับรู้ ดำเนินชีวิต และตัดสินใจ ประเด็นปัญหาของสังคมที่เกิดจากผลกระทบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้อย่างมีความรู้ความเข้าใจ ทั้งนี้ผู้เรียนจำเป็นต้องมีความสามารถในการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูลและใช้ประจักษ์พยานเชิงวิทยาศาสตร์ (Organization for Economic Cooperation and Development (OECD), 2017 : 62;

โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2561 : 5; สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2562 : 28) เช่นเดียวกับองค์การเพื่อความร่วมมือทางเศรษฐกิจและการพัฒนา (Organisation for Economic Co-operation and Development หรือ OECD) ที่ให้ความสำคัญกับความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ว่าเป็นส่วนหนึ่งของความรู้และทักษะที่จำเป็นที่สุดในการดำรงชีวิตและประกอบอาชีพในโลกยุคปัจจุบัน (Organization for Economic and Development (OECD), 2019) ดังนั้นประเทศไทยจึงเป็นประเทศหนึ่งที่กำหนดให้การเรียนรู้วิทยาศาสตร์มีเป้าหมายคือความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ และการเพิ่มจำนวนผู้ที่เรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์เป็นเป้าหมายของแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2562-2579 (สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2560 : 35)

ผลการประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยในโครงการ PISA ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2543 (PISA 2000) จนถึงปัจจุบัน (PISA 2018) ซึ่งสามารถใช้บ่งชี้ภาวะเศรษฐกิจในอนาคตของประเทศไทยได้นั้น พบว่า ผลการประเมินไม่ค่อยดีนักเมื่อเทียบกับนานาประเทศ คะแนนด้านความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนไทยต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของประเทศในกลุ่ม OECD หรือแม้แต่คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนกลุ่มโรงเรียนเน้นวิทยาศาสตร์ของไทยที่ทำคะแนนเฉลี่ยได้สูงมากในประเทศ ก็เทียบเท่าหรือใกล้เคียงเพียงแค่ค่าเฉลี่ยของนักเรียนทั้งประเทศในกลุ่มประเทศคะแนนสูง หรือค่าเฉลี่ยคะแนนของนักเรียนจากโรงเรียนสาธิตที่ถือว่ามีความรู้ที่สูงแต่กลับเทียบเท่าเพียงค่าเฉลี่ยของโรงเรียนทั่วโลก (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2562 : 87) จากผลการประเมิน ข้างต้น พบว่า การจัดการเรียนการสอนในปัจจุบันของครูผู้สอนยังไม่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เนื่องจากครูเน้นให้ความรู้พื้นฐาน ข้อเท็จจริง กฎ หรือทฤษฎีมากกว่าการสอนให้นักเรียนสามารถนำความรู้ไปใช้ได้จริง (The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST), 2017 : 13) ประกอบกับ PISA ได้สอบถามนักเรียนถึงวิธีการสอนวิทยาศาสตร์ของครูในสี่วิธี ได้แก่ (1) ครูเป็นผู้นำการสอนโดยตรง (Teacher-directed instruction) โดยครูเป็นผู้อธิบายแนวคิดและหลักการทางวิทยาศาสตร์ หรือใช้การสาธิต (2) การสอนที่ครูให้ข้อมูลป้อนกลับ (3) การสอนที่ปรับให้เหมาะกับนักเรียน และ (4) การสอนโดยใช้การสืบเสาะเป็นพื้นฐาน จากรายงานของนักเรียน พบว่า ครูใช้ทั้งสี่วิธีผสมกันในการสอนแต่อาจมีการใช้บางวิธีมากกว่า แต่ข้อมูลสำหรับนักเรียนไทยเมื่อเทียบภายในโรงเรียนเดียวกัน ครูในโรงเรียนทุกกลุ่มใช้วิธีครูเป็นผู้นำการสอนโดยตรงสูงกว่าวิธีอื่น โดยนักเรียนไทยรายงานว่าครูใช้วิธีสอนแบบนี้มากที่สุด ส่วนประเทศที่ใช้น้อยที่สุด คือ เกาหลี (OECD, 2016 : 23)

การส่งเสริมให้นักเรียนเป็นบุคคลที่มีความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ได้นั้นต้องให้ความสำคัญกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่มีการให้ความสำคัญกับความรู้เชิงกระบวนการ วิธีคิดเชิงวิทยาศาสตร์ หรือการผสมผสานระหว่างวิชาที่เกี่ยวข้องและเชื่อมโยงกับชีวิตความเป็นอยู่ของสรรพสิ่งของธรรมชาติบนโลกใบนี้ รวมทั้งวิธีการได้มาของความรู้ และการวิเคราะห์และการใช้วิจารณญาณในเรื่องของความรู้ที่เป็นหรือไม่เป็น

ประโยชน์ในบริบทหรือสถานการณ์ต่างๆ ในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับตัวเอง ชุมชน สังคม (World Economic Forum, 2018 : 14) โดยพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่มีการนำหลักการ แนวคิด ทฤษฎีการเรียนรู้การสอนที่เน้นให้นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้เองผ่านการใช้กระบวนการสำรวจตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์ ศึกษาปรากฏการณ์ต่างๆ สามารถสื่อสารหรือโต้แย้งในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างสมเหตุสมผล เพื่อเป็นพื้นฐานในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ ทั้งนี้แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่สำคัญที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถสื่อสารหรือโต้แย้งในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ได้อย่างเป็นเหตุเป็นผล คือ แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน (Phenomenon-based Learning; PhenoBL) เป็นการจัดการเรียนรู้โดยนำปรากฏการณ์ (Phenomena) ในโลกแห่งความเป็นจริงมาเป็นจุดเริ่มต้นของกระบวนการเรียนรู้ ผ่านการใช้กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Inquiry Learning) เน้นกระบวนการเรียนรู้ (Learning Process) ที่ให้นักเรียนได้ตั้งคำถามและสร้างความรู้ร่วมกันในการแก้ปัญหา ได้ช่วยเหลือกันในการแสวงหาคำตอบ ร่วมกันอภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็นวิพากษ์ประเด็นต่างๆ ในการคิดแก้ปัญหา เพื่อให้ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้เอง และเป็นนักแก้ปัญหาผ่านการเรียนรู้และลงมือปฏิบัติเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่สนใจอย่างมีเหตุผล (Daehler & Folsom, 2016 : 7; เรวณี ชัยเขารัตน์, 2563 : 84) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Kubat (2020) ได้ใช้แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานในหลักสูตรวิทยาศาสตร์สำหรับผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่า ผู้เรียนมีความสามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ด้วยการนำเสนอผ่านรูปแบบต่างๆ มากมาย ทั้งการวิเคราะห์ผลในห้องปฏิบัติการ การดูวิดีโอ การดูภาพ การสร้างและการตีความกราฟ เนื่องจากนำเสนอปรากฏการณ์ต่างๆ ให้กับผู้เรียนทำให้เกิดบทเรียนที่หลากหลายและการทำงานที่จะให้เกิดการคิดเชิงวิพากษ์มากขึ้น

จากการศึกษาทฤษฎีรากฐานของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน พบว่า เมื่อ PhenoBL ถูกนำมาใช้ในบริบทของความร่วมมือโดยผ่านการเรียนรู้และการทำงานร่วมกันเป็นทีม ก็จะช่วยเสริมแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคม (Socio-Constructivist) ที่จะช่วยสร้างให้เกิดบริบทแห่งสังคมความรู้ผ่านการให้ตัวช่วยเสริมการเรียนรู้แก่ผู้เรียนในการศึกษาปรากฏการณ์ต่างๆ ได้อย่างสมเหตุสมผลมากขึ้น (Symeonidis & Schwarz, 2016 : 37) ดังนั้นแนวคิดสำคัญที่จะช่วยเสริมการเรียนรู้แก่ผู้เรียนให้เกิดความรู้ความเข้าใจมากขึ้นในความซับซ้อนของมโนทัศน์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาปรากฏการณ์ คือ แนวคิดพื้นที่รอยต่อพัฒนาการ (The Zone of Proximal Development) เป็นแนวคิดที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความรู้ ทักษะ กลวิธี หรือพฤติกรรมการเรียนรู้อื่นๆ ที่มีคุณภาพสูงขึ้นในพื้นที่รอยต่อพัฒนาการ (ZPD) ซึ่งเป็นระยะห่างระหว่างระดับพัฒนาการที่แท้จริงซึ่งมีความแตกต่างกันไปในแต่ละบุคคลกับระดับพัฒนาการที่จะสามารถเป็นไปได้ โดย ZPD เป็นพื้นที่ที่แสดงออกให้เห็นได้ด้วยการทำงานหรือการแก้ปัญหาของผู้เรียนภายใต้การได้รับคำแนะนำ การช่วยเหลือ ความร่วมมือจากเพื่อนหรือผู้ที่มีความสามารถมากกว่า ทั้งนี้อะไรก็

ตามที่ได้รับรู้ได้รับการช่วยเหลือในอดีตจะกลายมาเป็นความสามารถในการทำงานได้เองในปัจจุบัน และเมื่อเผชิญกับสถานการณ์การเรียนรู้ใหม่ที่ยากและซับซ้อนมากขึ้น ก็จะกลับมาเป็นการทำงานที่ต้องได้รับความช่วยเหลือจากผู้เชี่ยวชาญกว่า ซึ่งวงจรนี้จะเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องส่งผลให้ผู้เรียนกลายเป็นผู้ที่มีความสามารถในการเรียนรู้ มีความเข้าใจในความซับซ้อนของมโนทัศน์และทักษะต่างๆ มากขึ้น (Vygotsky, 2011 : 198 - 200; ชัยวัฒน์ บวรวัฒนเศรษฐ์, 2559 : 78) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Kusmaryono et al. (2021) ที่ได้เสริมสร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนโดยใช้แนวคิดพื้นที่รอยต่อพัฒนา (The zone of proximal development: ZPD) และโซนการสร้าง (Zone of Potential Construction: ZPC) พบว่า การสร้างองค์ความรู้ของผู้เรียนในด้านการเรียนรู้มีความแตกต่างกัน ความแตกต่างนี้เกิดขึ้นจากความรู้ที่นักเรียนสร้างขึ้นซึ่งเคยมีผลกระทบต่อกะบวนการพัฒนาที่อยู่ในเขตพื้นที่รอยต่อพัฒนาการ (ZPD) ที่จะต้องอาศัยการเสริมต่อการเรียนรู้

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสภาพปัญหาและความท้าทายของการจัดการศึกษาที่ประเทศไทยกำลังเผชิญ สำหรับการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน จึงเป็นสิ่งสำคัญที่ควรนำมาซึ่งการศึกษาวิจัยและพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับแนวคิดพื้นที่รอยต่อพัฒนาการ เพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น อันจะเป็นการเตรียมความพร้อมให้กับผู้เรียนเป็นบุคคลที่มีความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (Scientifically literate person) มีความสามารถในการเชื่อมโยงสิ่งต่างๆ เข้ากับประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีวิจารณญาณ พร้อมทั้งเพิ่มจำนวนผู้เรียนด้านวิทยาศาสตร์ให้มีความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งสอดคล้องกับเป้าหมายของแผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2562-2579

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อสร้างและหาคุณภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับแนวคิดพื้นที่รอยต่อพัฒนาการ เพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

2. เพื่อทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ฯ และศึกษาผลการใช้ ดังนี้

2.1 เปรียบเทียบความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างก่อนและหลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ฯ

2.2 เปรียบเทียบความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ระหว่างหลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ฯ กับเกณฑ์ร้อยละ 70

ระเบียบวิธีวิจัย

การดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ใช้ระเบียบวิธีวิจัยและพัฒนา (Research and Development) โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. กลุ่มเป้าหมาย

1.1 กลุ่มเป้าหมายในระยะที่ 1 การสร้างและหาคุณภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ได้แก่

1.1.1 ผู้เชี่ยวชาญด้านแนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน จำนวน 1 คน จากสำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน ที่ได้ดำเนินงานโครงการอบรมและสัมมนาการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์สำหรับผู้มีความสามารถพิเศษด้านวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ ณ University of Helsinki ประเทศฟินแลนด์ และผู้เชี่ยวชาญด้านแนวคิดพื้นที่รอยต่อพัฒนาการ จำนวน 1 คน จาก CrafterCave Kids ซึ่งเป็นบุคคลที่มีผลงานทางวิชาการด้านการวิจัยและเผยแพร่บทความเกี่ยวกับการใช้แนวคิด ZPD ที่ส่งผลต่อการเรียนรู้ของเด็ก ซึ่งเป็นกลุ่มที่ใช้ในการสัมภาษณ์เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้แนวคิดปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับแนวคิดพื้นที่รอยต่อพัฒนาการ

1.1.2 ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ คู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ และแผนการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน จำนวน 2 คน ครูผู้สอนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จำนวน 1 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านแนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน จำนวน 1 คน และผู้เชี่ยวชาญด้านแนวคิดพื้นที่รอยต่อพัฒนาการ จำนวน 1 คน

1.1.3 นักเรียนกลุ่มทดลองนำร่องใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาพิจิตร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 30 คน

1.2 กลุ่มเป้าหมายในระยะที่ 2 การทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ ได้แก่ กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนพิจิตรพิทยาคม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาพิจิตร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 35 คน ที่ได้จากการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม โดยมีห้องเรียนเป็นหน่วยของการสุ่ม

2. การเก็บรวบรวมข้อมูลและเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 การสัมภาษณ์แนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้แนวคิดปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับแนวคิดพื้นที่รอยต่อพัฒนาการ เพื่อให้ได้ข้อมูลด้านแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่สำคัญต่อการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับแนวคิดพื้นที่รอยต่อพัฒนาการ เพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ สำหรับ

นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง ซึ่งแบบสัมภาษณ์มีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1.00

2.2 การประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ฯ คู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ฯ และแผนการจัดการเรียนรู้ฯ จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน โดยใช้แบบประเมินความเหมาะสม ซึ่งเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ (Rating scales) ซึ่งแบบประเมินความเหมาะสมมีค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 1.00

2.3 การหาค่าดัชนีประสิทธิผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ฯ โดยนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ฯ ที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนกลุ่มทดลองนำร่องที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างในงานวิจัย คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาพิจิตร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 30 คน เพื่อทำการทดลองนำร่องและหาค่าดัชนีประสิทธิผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ฯ เครื่องมือที่ใช้ คือ แบบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ โดยวัดพฤติกรรมทั้ง 3 ด้าน ตามกรอบโครงสร้างการประเมินด้านวิทยาศาสตร์ของการประเมินผลในโปรแกรมประเมินสมรรถนะนักเรียนมาตรฐานสากล (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) ได้แก่ การอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์ ซึ่งแบบวัดมีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่เท่ากับ 1.00 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.87

2.4 การทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ฯ กับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนพิจิตรพิทยาคม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาพิจิตร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 35 คน เครื่องมือที่ใช้ คือ แบบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ตามกรอบโครงสร้างการประเมินด้านวิทยาศาสตร์ของการประเมินผลในโปรแกรมประเมินสมรรถนะนักเรียนมาตรฐานสากล (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) ซึ่งแบบวัดมีค่าดัชนีความสอดคล้องอยู่เท่ากับ 1.00 และมีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.87

3. วิธีการดำเนินการวิจัย มีรายละเอียด ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การสร้างและหาคุณภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ฯ

1.1 สัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านแนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน จำนวน 1 คน และผู้เชี่ยวชาญด้านแนวคิดพื้นที่รอยต่อพัฒนาการ จำนวน 1 คน เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้แนวคิดปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับแนวคิดพื้นที่รอยต่อพัฒนาการ

1.2 นำข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์เกี่ยวกับแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้แนวคิดปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับแนวคิดพื้นที่รอยต่อพัฒนาการ มาวิเคราะห์ สังเคราะห์ เพื่อสร้างเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับแนวคิดพื้นที่รอยต่อพัฒนาการ เพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากนั้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน เพื่อประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ คู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ และแผนการจัดการเรียนรู้

1.3 นำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ คู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนกลุ่มทดลองนำร่องที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างในงานวิจัย ซึ่งเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาพิจิตร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 30 คน เพื่อทำการทดลองนำร่องและหาค่าดัชนีประสิทธิผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้

ขั้นตอนที่ 2 การทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้

2.1 นำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับแนวคิดพื้นที่รอยต่อพัฒนาการ เพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนพิจิตรพิทยาคม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาพิจิตร ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 35 คน ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาค้นคว้าโดยใช้การทดลองแบบกลุ่มเดียว มีการวัดก่อนและหลังการทดลอง (One Group Pretest Posttest Design)

2.2 ผู้วิจัยดำเนินการวัดและประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ก่อนการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นจากแบบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ตามกรอบโครงสร้างการประเมินด้านวิทยาศาสตร์ของการประเมินผลในโปรแกรมประเมินสมรรถนะนักเรียนมาตรฐานสากล (Programme for International Student Assessment หรือ PISA)

2.3 ผู้วิจัยดำเนินการทดลองโดยจัดการเรียนรู้กับกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับแนวคิดพื้นที่รอยต่อพัฒนาการ เพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีรายละเอียด ดังตาราง

ตารางที่ 1 แสดงการดำเนินการจัดการเรียนรู้กับกลุ่มตัวอย่างด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	เรื่อง	จำนวน (ชั่วโมง)
1	ปรากฏการณ์ของโครงสร้างภายในโลกและการเปลี่ยนแปลงบนผิวโลกในชุมชนที่น่าสนใจ	8
2	ปริศนาจากปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับดินและน้ำในชุมชน	8
3	ธรณีพิบัติภัยธรรมชาติบนผิวโลกในปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในชุมชนที่รอการไขหาคำตอบ	7
รวม		33

2.4 ผู้วิจัยดำเนินการวัดและประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์หลังการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นจากแบบวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ ตามกรอบโครงสร้างการประเมินด้านวิทยาศาสตร์ของการประเมินผลในโปรแกรมประเมินสมรรถนะนักเรียนมาตรฐานสากล (Programme for International Student Assessment หรือ PISA)

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 วิเคราะห์ข้อมูลจากการสัมภาษณ์เกี่ยวกับแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้แนวคิดปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับแนวคิดพื้นที่รอยต่อพัฒนาการ โดยการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)

4.2 นำผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญที่ได้ประเมินความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ ๆ คู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ฯ และแผนการจัดการเรียนรู้มาหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานแล้วนำไปเทียบกับเกณฑ์ (บุญชม ศรีสะอาด, 2553 : 103) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51 -5.00 หมายถึง มีความเหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51 -4.50 หมายถึง มีความเหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51- 3.50 หมายถึง มีความเหมาะสมปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51- 2.50 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 -1.50 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

4.3 นำคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองนำร่องที่ได้จากแบบวัดมาหาค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.) ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ฯ และนำค่าที่คำนวณได้ไปเทียบกับเกณฑ์ 0.50 หรือร้อยละ 50 จึงจะถือว่าผ่านเกณฑ์ (ประสาธน์ เนืองเฉลิม, 2556 : 220)

4.4 หาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ได้จากการวัดความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้งก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ฯ จากนั้นนำคะแนนเฉลี่ยของความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์มาเปรียบเทียบระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ฯ โดยใช้สถิติทดสอบทีแบบไม่เป็นอิสระต่อกัน (t-test dependent)

4.5 นำคะแนนเฉลี่ยของความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์มาเปรียบเทียบระหว่างหลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ฯ กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติทดสอบทีแบบกลุ่มเดียว (One-samples t-test)

กรอบแนวคิดในการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับแนวคิดพื้นที่รอยต่อพัฒนาการ เพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวทางการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 แนวคิดปรากฏการณ์เป็นฐาน แนวคิดพื้นที่รอยต่อพัฒนาการ แนวคิดที่เกี่ยวกับการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้สู่การนำมาวิเคราะห์ สังเคราะห์เพื่อสร้างเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ฯ โดยมีกรอบแนวคิดการวิจัย ดังนี้

การพัฒนาแบบการจัดการเรียนรู้ (Joyce et al., 2004; ทัศนาศา แคมมณีน, 2553; วิชา ประชากุล และประสาธ เมืองเฉลิม, 2554) ศึกษาหลักการ/ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง เพื่อกำหนดองค์ประกอบที่สำคัญของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ และเห็นแนวทางในการจัดความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่างๆ ของรูปแบบพร้อมทั้งตรวจสอบคุณภาพของรูปแบบก่อนทดลองใช้ จากนั้นทดลองใช้รูปแบบเพื่อศึกษาผลที่เกิดขึ้นว่าบรรลุผลตามจุดมุ่งหมายมากน้อยเพียงใด พร้อมทั้งนำผลการทดลองมาปรับปรุงรูปแบบให้ดียิ่งขึ้น	
แนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน (Phenomenon-based Learning) (Silander, 2015; Daehler & Folsom, 2016; เรวณีย์ ชัยเชาวรัตน์, 2563) จัดการเรียนรู้โดยนำปรากฏการณ์ (Phenomena) ในโลกแห่งความเป็นจริงมาเป็นจุดเริ่มต้นของกระบวนการเรียนรู้ ผ่านการใช้กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Inquiry Learning) เน้นกระบวนการเรียนรู้ (Learning Process) ที่ให้นักเรียนได้ตั้งคำถามและสร้างความรู้ร่วมกันในการแก้ปัญหา ได้ช่วยเหลือกันในการแสวงหาคำตอบ ร่วมกันอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นวิพากษ์ประเด็นต่างๆ ในการคิดแก้ปัญหา เพื่อให้ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้เอง และเป็นนักแก้ปัญหาผ่านการเรียนรู้และลงมือปฏิบัติเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่สนใจอย่างมีเหตุผล	รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับแนวคิดพื้นที่รอยต่อพัฒนาการ หลักการ 1. เน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากปรากฏการณ์ (Phenomena) ในโลกแห่งความเป็นจริงมาเป็นจุดเริ่มต้นของกระบวนการเรียนรู้ที่นำไปสู่การสำรวจด้วยมุมมองที่หลากหลายในเชิงสหวิทยาการของปรากฏการณ์ที่ศึกษาได้อย่างสมเหตุสมผล 2. ใช้กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Inquiry Learning) เน้นกระบวนการเรียนรู้ (Learning Process) สำหรับการออกแบบการสำรวจเพื่อแสวงหาคำตอบตั้งคำถามและสร้างความรู้ร่วมกันในการแก้ปัญหา ได้ช่วยเหลือกันในการแสวงหาคำตอบ ร่วมกันอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นวิพากษ์ประเด็นต่างๆ ในการคิดแก้ปัญหาเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่สนใจอย่างมีเหตุผล 3. ดำเนินการผ่านการทำงานหรือการแก้ปัญหาที่มีความท้าทายต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน คือผู้เรียนสามารถทำงานหรือแก้ปัญหาได้ภายใต้การได้รับคำแนะนำ การช่วยเหลือ และความร่วมมือจากเพื่อนหรือผู้ที่มีความสามารถมากกว่า และเมื่อผู้เรียนเผชิญกับสถานการณ์การเรียนรู้ที่ยากและซับซ้อนมากขึ้นก็สามารถเรียนรู้จากผู้เชี่ยวชาญหรือมีความสามารถมากกว่าได้อย่างต่อเนื่องเพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ความเข้าใจในความซับซ้อนของโน้ตและทักษะต่างๆ มากขึ้น 4. ครูผู้สอนจะต้องวางแผน อำนวยความสะดวกในการตั้งคำถามหรือตั้งปัญหาให้ผู้เรียนช่วยกันหาคำตอบเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่ผู้เรียนสนใจ โดยให้ความช่วยเหลือ ชี้แนะ กระตุ้นส่งเสริมกระบวนการทางสมองของผู้เรียนร่วมกันกับครูหรือเพื่อนที่มีความสามารถมากกว่าจนผู้เรียนสามารถจัดการและแก้ปัญหาได้ ด้วยตนเอง
แนวคิดพื้นที่รอยต่อพัฒนาการ (The Zone of Proximal Development) (Vygotsky, 2011; 1978; ชัยวัฒน์ บรรณวิเศษ, 2559) ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความรู้ ทักษะ กลวิธี หรือพฤติกรรมการเรียนรู้อื่น ๆ ที่มีคุณภาพสูงขึ้นในพื้นที่รอยต่อพัฒนาการ (ZPD) เป็นระยะระหว่างระดับพัฒนาการที่แท้จริงซึ่งมีความแตกต่างกันไปในแต่ละบุคคลกับระดับพัฒนาการที่จะสามารถเป็นไปได้ โดย ZPD เป็นพื้นที่ที่แสดงออกให้เห็นได้ด้วยการทำงานหรือการแก้ปัญหาของผู้เรียนภายใต้การได้รับคำแนะนำ การช่วยเหลือ ความร่วมมือจากเพื่อนหรือผู้ที่มีความสามารถมากกว่า ทั้งนี้ อะไรก็ตามที่ผู้เรียนได้รับการช่วยเหลือในอดีตจะกลายมาเป็นความสามารถในการทำงานได้เองในปัจจุบัน และเมื่อเผชิญกับสถานการณ์การเรียนรู้ใหม่ที่ยากและซับซ้อนมากขึ้น ก็จะกลายมาเป็นการทำงานที่ต้องได้รับความช่วยเหลือจากผู้เชี่ยวชาญกว่า ซึ่งวงจรนี้จะเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องส่งผลให้ผู้เรียนกลายเป็นผู้ที่มีความสามารถในการเรียนรู้ มีความเข้าใจในความซับซ้อนของโน้ตและทักษะต่างๆ มากขึ้น	จุดมุ่งหมาย เพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เนื้อหา เรียนรู้ปรากฏการณ์ของกระบวนการเปลี่ยนแปลงภายในโลกที่น่าสนใจ ธรณีพิบัติภัยและการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศโลกในปรากฏการณ์ที่รอการไขหาคำตอบ และร่วมสำรวจตรวจสอบปรากฏการณ์สู่การค้นพบความรู้และลงข้อสรุป ประยุกต์ใช้ความรู้อธิบายปรากฏการณ์ด้วยการสะท้อนคิดผ่านการให้เหตุผล สรรค์สร้างแนวทางการลดผลกระทบของปรากฏการณ์ต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม กระบวนการจัดการเรียนรู้ 1. เลือกและสังเกตปรากฏการณ์ที่น่าสนใจ (Select and observe an interesting phenomenon) 2. วิเคราะห์และเขียนคำอธิบายบทเรียน (Analyze and compose explanation to phenomenal lessons) 3. สืบเสาะหาคำตอบผ่านการเสริมต่อการเรียนรู้ (Enquiry through scaffolding with more knowledgeable others) 4. มุ่งสู่การสังเคราะห์รวบยอดและลงข้อสรุป (Synthesize and make a concept) 5. สะท้อนคิดผ่านการให้เหตุผล (Reflect through giving reasons)
ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (สสท., 2561; 2563) ประกอบด้วย บริบทหรือสถานการณ์ของวิทยาศาสตร์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ โดยให้ความสำคัญเป็นพิเศษกับสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์สำหรับการประเมินความสามารถของนักเรียนในด้านการอธิบายปรากฏการณ์ในเชิงวิทยาศาสตร์ การประเมินและออกแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการแปลความหมายข้อมูลและการใช้ประจักษ์พยานในเชิงวิทยาศาสตร์	การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ วัดและประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ด้วยแบบวัดตามกรอบโครงสร้างการประเมินด้านวิทยาศาสตร์ของการประเมินผลในโปรแกรมประเมินสมรรถนะนักเรียนมาตรฐานสากล (Programme for International Student Assessment หรือ PISA) และเปรียบเทียบกับระดับความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ที่แบ่งออกเป็น 7 ระดับ เพื่อใช้ในการศึกษาพัฒนาการความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน

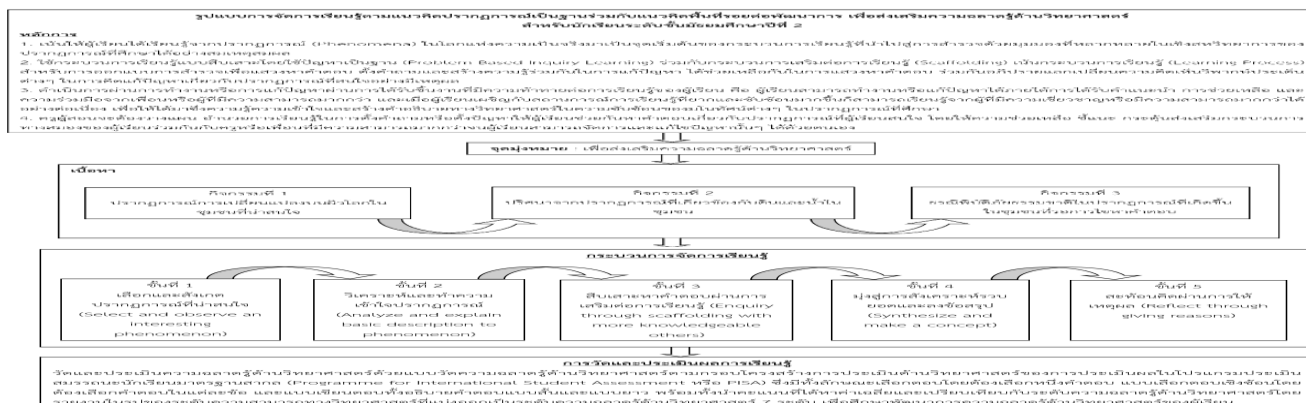
แผนภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ผลการวิจัย

1. ผลการสร้างและหาคุณภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ฯ มีรายละเอียด ดังนี้

1.1 ผลการศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยใช้แนวคิดปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับแนวคิดพื้นที่รอยต่อพัฒนาการพบว่า ควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่กระตุ้นความสนใจของผู้เรียนให้ได้ใช้ความคิด เกิดความกระตือรือร้นในการเรียนรู้จากปรากฏการณ์ที่น่าสนใจและท้าทายต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งปรากฏการณ์ดังกล่าวที่เลือกมาจะเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในสังคมจริง มีความสอดคล้องกับประสบการณ์และระดับชั้นของผู้เรียน มีความน่าสนใจทั้งต่อตัวครูและนักเรียน นอกจากนี้ผู้เรียนต้องสำรวจตรวจสอบปรากฏการณ์ดังกล่าวว่ามีอะไรบ้างและจะประยุกต์สิ่งเหล่านั้นไปสู่ปรากฏการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างไร เพื่อให้ผู้เรียนทำความเข้าใจในแนวคิด หลักการพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ ทั้งนี้กิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าวต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนทำกิจกรรมที่เป็นจริง (Authentic activities) กับครู เพื่อน รวมทั้งผู้ที่มีความรู้หรือประสบการณ์มากกว่าในการร่วมวางแผนดำเนินกิจกรรมการเรียนรู้ กำหนดขั้นตอน และวิธีการสืบเสาะหาคำตอบเพื่อระบุกระบวนการที่เกิดขึ้นและสาเหตุความสัมพันธ์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ สำหรับการออกแบบการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียนควรส่งเสริมให้ผู้เรียนนำคำอธิบายสุดท้ายของปรากฏการณ์ที่ได้จากการสังเคราะห์รวบยอดและลงข้อสรุปมาสนทนาโต้ตอบระหว่างครูผู้สอนและเพื่อนในห้องเรียนเกี่ยวกับคำอธิบายที่สร้างขึ้น โดยให้ผู้เรียนเขียนคำอธิบาย ออกแบบสไลด์นำเสนอ สรุปในรูปของโปสเตอร์ นำเสนอปากเปล่า หรือแสดงออกในรูปแบบใดรูปแบบหนึ่ง เพื่อสะท้อนว่าผู้เรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับปรากฏการณ์ และสามารถนำกระบวนการหาคำตอบ การสืบค้นข้อมูล รวมถึงสิ่งที่ได้เรียนรู้จากกิจกรรมการเรียนรู้ไปประยุกต์ใช้สำหรับการอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ในชีวิตจริงได้

1.2 ผลการสร้างรูปแบบการจัดการเรียนรู้ฯ ผู้วิจัยนำผลการสังเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาแนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง การศึกษาแนวทางการพัฒนาฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ มาสร้างเป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับแนวคิดพื้นที่รอยต่อพัฒนาการ เพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยมีรายละเอียด ดังภาพ



แผนภาพที่ 2 รูปแบบการจัดการเรียนรู้

1.3 ผลการประเมินความเหมาะสมของรูปแบบฯ คู่มือการใช้รูปแบบฯ และแผนการจัดการเรียนรู้ พบว่า ผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นว่ารูปแบบฯ ภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($M = 4.55$, $SD = 0.10$) คู่มือการใช้รูปแบบฯ ภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ($M = 4.50$, $SD = 0.09$) และแผนการจัดการเรียนรู้ ภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ($M = 4.70$, $SD = 0.06$)

1.4 ผลการหาค่าดัชนีประสิทธิผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ฯ ดังตาราง

ตารางที่ 2 แสดงผลการหาค่าดัชนีประสิทธิผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ฯ

จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	คะแนนรวม		ดัชนีประสิทธิผล (E.I.)
		ก่อนเรียน (P_1)	หลังเรียน (P_2)	
30	65	764	1,565	0.6929

จากตาราง พบว่า ค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.) ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดปฏิกิริยาการเรียนรู้ร่วมกันเพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เท่ากับ 0.6929 ซึ่งแสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้นร้อยละ 69.29

2. ผลการทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ฯ มีรายละเอียด ดังนี้

2.1 ผลการเปรียบเทียบความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ฯ ดังตาราง

ตารางที่ 3 แสดงผลการเปรียบเทียบความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ฯ

การทดสอบ	n	M	SD	t	Sig (1-tailed)
ก่อนเรียน	35	17.69	3.74	21.28*	0.0000
หลังเรียน	35	51.17	8.93		

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง พบว่า คะแนนความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 17.69 คะแนน และ 51.17 คะแนน ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างคะแนนก่อนและหลังเรียน พบว่า คะแนนความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์หลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ฯ ของนักเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2.2 ผลการเปรียบเทียบความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระหว่างหลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ฯ กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ดังตาราง

การทดสอบ	n	คะแนนเต็ม	M	S.D.	t	Sig(1-tailed)
หลังเรียน	35	65	51.17	7.37	5.12*	0.0000

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง พบว่า คะแนนความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 51.17 คะแนน และเมื่อเปรียบเทียบคะแนนความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์หลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ฯ กับเกณฑ์ร้อยละ 70 พบว่า คะแนนความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผลการวิจัย

1. รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับแนวคิดพื้นที่รอยต่อพัฒนาการ เพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่พัฒนาขึ้นใช้เป็นแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากปรากฏการณ์ (Phenomena) ในโลกแห่งความเป็นจริงมาเป็นจุดเริ่มต้นของกระบวนการเรียนรู้ ใช้กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Inquiry Learning) เน้นกระบวนการเรียนรู้ (Learning Process) สำหรับการออกแบบการสำรวจเพื่อแสวงหาคำตอบ ตั้งคำถามและสร้างความรู้ร่วมกันในการแก้ปัญหา ได้ช่วยเหลือกันในการแสวงหาคำตอบ

ร่วมกันอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นวิพากษ์ประเด็นต่างๆ ในการคิดแก้ปัญหาเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่สนใจอย่างมีเหตุผล ซึ่งมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ที่สำคัญ 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 เลือกและสังเกตปรากฏการณ์ที่น่าสนใจ (Select and observe an interesting phenomenon) ขั้นที่ 2 วิเคราะห์และทำความเข้าใจปรากฏการณ์ (Analyze and compose explanation to phenomenon) ขั้นที่ 3 สืบเสาะหาคำตอบผ่านการเสริมต่อการเรียนรู้ (Enquiry through scaffolding with more knowledgeable others) ขั้นที่ 4 มุ่งสู่การสังเคราะห์รวบยอดและลงข้อสรุป (Synthesize and make a concept) และขั้นที่ 5 สะท้อนคิดผ่านการให้เหตุผล (Reflect through giving reasons) โดยรูปแบบ คู่มือการใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ฯ และแผนการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากจนถึงมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ย 4.55, 4.50 และ 4.70 ตามลำดับ รวมทั้งมีค่าดัชนีประสิทธิผล (E.I.) ของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ฯ เท่ากับ 0.6929 หรือร้อยละ 69.29 ซึ่งรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมและสามารถนำไปทดลองใช้ได้ ในทางปฏิบัติ

ที่ผลเป็นเช่นนี้เนื่องมาจากกระบวนการสร้างและหาคุณภาพของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างและพัฒนา รูปแบบการจัดการเรียนรู้อย่างเป็นระบบโดยเริ่มจากการศึกษาแนวคิด ทฤษฎีจากเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง การสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านแนวคิดการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานและพื้นที่รอยต่อพัฒนาการ เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 จากนั้นผู้วิจัยนำผลการสังเคราะห์ข้อมูลที่ได้ทั้งหมดมากร่างสร้างรูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดปรากฏการณ์เป็นฐานร่วมกับแนวคิดพื้นที่รอยต่อพัฒนาการ เพื่อส่งเสริมความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พร้อมทั้งนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ และนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญมาปรับแก้ตามคำแนะนำ และจัดพิมพ์เพื่อนำไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างในงานวิจัยเพื่อทำการทดลองนำร่องและหาค่าดัชนีประสิทธิผลของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น สอดคล้องกับแนวคิดของ Joyce et al. (2004) ที่ได้เสนอหลักการสำคัญในการพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้ว่ารูปแบบการจัดการเรียนรู้ต้องมีทฤษฎีรองรับ เช่น ทฤษฎีทางด้านจิตวิทยาการเรียนรู้ เป็นต้น เมื่อพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้แล้ว ก่อนไปใช้อย่างแพร่หลาย ต้องมีการวิจัยเพื่อทดสอบทฤษฎี และตรวจสอบคุณภาพเชิงการใช้สถานการณ์จริง และนำข้อค้นพบมาปรับปรุงแก้ไข ทั้งนี้การพัฒนารูปแบบการจัดการเรียนรู้จะมีจุดหมายหลักที่ถือเป็นตัวตั้งในการพิจารณาเลือกรูปแบบไปใช้ กล่าวคือ ถ้าผู้ใช้นำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปใช้ตรงกับจุดมุ่งหมายหลักจะทำให้เกิดผลสูงสุด แต่ก็สามารถนำรูปแบบนั้นไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์อื่นๆ ได้ ถ้าเห็นว่าเหมาะสม

2. ผลจากการทดลองใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ฯ พบว่า คะแนนความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์หลังเรียนด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ฯ ของนักเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และคะแนนความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์หลังเรียนของนักเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ที่ผลเป็นเช่นนี้เนื่องมาจากกระบวนการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้นมุ่งเน้นให้นักเรียนเลือกและสังเกตปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในชุมชนที่น่าสนใจมาเป็นจุดเริ่มต้นของการเรียนรู้ จากนั้นนักเรียนได้วิเคราะห์และทำความเข้าใจปรากฏการณ์ผ่านการใช้กระบวนการสืบเสาะหาคำตอบผ่านการเสริมต่อการเรียนรู้เพื่อนำไปสู่การสังเคราะห์รวบยอดและลงข้อสรุปในการค้นคว้าหาคำตอบจากการศึกษาปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น นอกจากนี้นักเรียนจะได้มีการสะท้อนคิดผ่านการให้เหตุผลโดยผู้เรียนเขียนคำอธิบาย ออกแบบสไลด์นำเสนอ สรุปในรูปของโปสเตอร์ นำเสนอปากเปล่า หรือแสดงออกในรูปแบบใดรูปแบบหนึ่ง ซึ่งเป็นสิ่งที่สะท้อนให้เห็นว่าผู้เรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับปรากฏการณ์ สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Kubat (2020) ได้ใช้แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐานในหลักสูตรวิทยาศาสตร์สำหรับผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น พบว่า ผู้เรียนมีความสามารถอธิบายปรากฏการณ์ต่างๆ ด้วยการนำเสนอผ่านรูปแบบต่างๆ มากมาย ทั้งการวิเคราะห์ผลในท้องปฏิบัติ การการดูวิดีโอ การดูภาพ การสร้างและการตีความกราฟ เนื่องจากการนำเสนอปรากฏการณ์ต่างๆ ให้กับผู้เรียนทำให้เกิดบทเรียนที่หลากหลายและการทำงานที่จะให้เกิดการคิดเชิงวิพากษ์มากขึ้น ซึ่งเป็นไปในทำนองเดียวกับผลการวิจัยของ Kusmaryono et al. (2021) ที่ได้เสริมสร้างความรู้ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนโดยใช้แนวคิดพื้นที่รอยต่อพัฒนา (The zone of proximal development: ZPD) และโซนการสร้าง (Zone of Potential Construction: ZPC) พบว่า การสร้างองค์ความรู้ของผู้เรียนในด้านการเรียนรู้มีความแตกต่างกัน ความแตกต่างนี้เกิดขึ้นจากความรู้ที่นักเรียนสร้างขึ้นซึ่งเคยมีผลกระทบต่อการพัฒนาที่อยู่ในเขตพื้นที่รอยต่อพัฒนาการ (ZPD) ที่จะต้องอาศัยการเสริมต่อการเรียนรู้

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

การนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้ไปใช้ควรให้ความสำคัญกับหลักการของรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่จะต้องมุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากปรากฏการณ์ (Phenomena) ในโลกแห่งความเป็นจริงมาเป็นจุดเริ่มต้นของกระบวนการเรียนรู้ที่นำไปสู่การสำรวจด้วยมุมมองที่หลากหลายในเชิงสหวิทยาการ ของปรากฏการณ์ที่ศึกษาได้อย่างสมเหตุสมผล ใช้กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Problem-Based Inquiry Learning) เน้นกระบวนการเรียนรู้ (Learning Process) สำหรับการออกแบบการสำรวจเพื่อแสวงหาคำตอบ ตั้งคำถามและสร้างความรู้ร่วมกันในการแก้ปัญหา ได้ช่วยเหลือกันในการแสวงหาคำตอบ

ร่วมกันอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นวิพากษ์ประเด็นต่างๆ ในการคิดแก้ปัญหาเกี่ยวกับปรากฏการณ์ที่สนใจอย่างมีเหตุผล

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ควรมีการศึกษาความสัมพันธ์ในการเสริมสร้างความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนเมื่อต้องเรียนรู้และลงมือปฏิบัติการสำรวจตรวจสอบประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่แฝงอยู่ในปรากฏการณ์ที่มีความซับซ้อนและท้าทายต่อความสามารถของผู้เรียนระหว่างโซนรอยต่อพัฒนาการ (ZPD) และโซนของการสร้าง (ZPC) ผ่านกระบวนการพัฒนาที่อยู่ในเขตพื้นที่รอยต่อพัฒนาการ (ZPD) ที่อาศัยการเสริมต่อการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน

เอกสารอ้างอิง

- โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2561). *ผลการประเมิน PISA 2015 วิทยาศาสตร์ การอ่าน และคณิตศาสตร์ ความเป็นเลิศและความเท่าเทียมทางการศึกษา*. กรุงเทพมหานคร: ชัคเซสพับลิเคชั่น.
- ชัยวัฒน์ บวรวัฒนเศรษฐ์. (2559). ยุทธศาสตร์การจัดการเรียนการสอนตามทฤษฎีการเสริมต่อการเรียนรู้ Instructional Strategies Based on Scaffolding Theory. *วารสารวิชาการแพรวากาฬสินธุ์ มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์*. 3 (2), 154-179.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2553). *การวิจัยเบื้องต้น*. (พิมพ์ครั้งที่ 8). กรุงเทพมหานคร: สุริยวิทยาสาน.
- ประสาธ เนืองเฉลิม. (2556). *วิจัยการเรียนการสอน*. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เรวณี ชัยเชาวรัตน์. (2563). Phenomenon – Based Learning: การเรียนรู้โดยใช้ปรากฏการณ์เป็นฐาน. *Online*. สืบค้นเมื่อ 24 กันยายน 2564. แหล่งที่มา: <https://thepotential.org/knowledge/phenomenon-based-learning/>
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2562). *การแถลงข่าวผลการประเมิน PISA 2018*. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงศึกษาธิการ.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2560). *แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560-2579*. กรุงเทพมหานคร: พรักหวานกราฟฟิค.
- Daehler, K., & Folsom, J. (2016). Making Sense of SCIENCE: Phenomena-Based Learning. *Online*. Retrieved June 29, 2021. from : <http://www.WestEd.org/mss>
- Joyce, B., Weil, M., & Calhoun, E. (2004). *Models of teaching*. (7th ed.). Boston: Allyn and Bacon.
- Kubat, E. A. (2020). *EMBEDDING PHENOMENA-BASED LEARNING PRACTICES INTO A MIDDLE SCHOOL SCIENCE CURRICULUM* [Master's degree, Hamline University]. Saint Paul, Minnesota.

- Kusmaryono, I., Jupriyanto, & Kusumaningsih, W. (2021). Construction of Students' Mathematical Knowledge in the Zone of Proximal Development and Zone of Potential Construction. *European Journal of Educational Research*, 10(1), 341-351.
- OECD. (2016). *PISA 2015 Results (Volume I): Excellence and Equity in Education*. OECD: OECD Publishing.
- Organization for Economic and Development (OECD). (2019). *PISA 2018 Assessment and Analytical Framework*. OECD: OECD Publishing.
- Organization for Economic Cooperation and Development (OECD). (2017). *PISA 2015 assessment and analytical framework: Science, reading, mathematics, financial literacy and collaborative problem solving*. OECD: OECD Publishing.
- Symeonidis, V., & Schwarz, J. F. (2016). Phenomenon-Based Teaching and Learning through the Pedagogical Lenses of Phenomenology: The Recent Curriculum Reform in Finland. *Forum Os/wiatowe*, 28(2), 36-37.
- The Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST). (2017). Focus issues from PISA. *Online*. Retrieved June 26, 2021. from : <https://pisathailand.ipst.ac.th/issue-2017-17/>
- Vygotsky, L. S. (2011). The dynamics of the schoolchild's mental development in relation to teaching and learning (L.S. Vygotsky, translated from Russian by A. Kozulin). *Journal of Cognitive Education and Psychology*, 10, 198-211.
- World Economic Forum. (2018). Jack Ma: "If we do not change the way we teach, thirty years from now we will be in trouble". *Online*. Retrieved June 26, 2021. from : <https://www.youtube.com/watch?v=pQCF3PtAaSg>