

ผลการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิทยาศาสตร์และทักษะการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6*
THE EFFECT OF USING 7E LEARNING CYCLE ON SCIENCE LEARNING ACHIEVEMENT
AND LOGICAL THINKING SKILLS OF GRADE 6 STUDENTS

สุวิชาดา เขียวยศกิจ, จิราภรณ์ เหมพันธ์, สุปัทม์ บุตรดี*

Suwichada Kewyodkid, Chiraporn Hemapandha, Supat Buddee

คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช นครศรีธรรมราช ประเทศไทย

Faculty of Education, Nakhon Si Thammarat Rajabhat University, Nakhon Si Thammarat, Thailand

*Corresponding author E-mail: 6155711017@nstru.ac.th

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านทุ่งไม้ไผ่ ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น 2) เพื่อเปรียบเทียบทักษะการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านทุ่งไม้ไผ่ ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เป็นการวิจัยเชิงทดลอง กลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนบ้านทุ่งไม้ไผ่ ซึ่งเป็นโรงเรียนในกลุ่มเครือข่ายชะอวด 3 อำเภอชะอวด จังหวัดนครศรีธรรมราช สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา นครศรีธรรมราช เขต 3 จำนวน 20 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) โดยใช้โรงเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เรื่อง เงาม อุปราคา และเทคโนโลยี จำนวน 4 แผน จำนวน 10 ชั่วโมง 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและแบบวัดทักษะการคิดอย่างมีเหตุผล การวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ การทดสอบค่าที แบบสองกลุ่มไม่เป็นอิสระกัน (Dependent t - test) ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 2) ผลการเปรียบเทียบทักษะการคิดอย่างมีเหตุผล โดยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

คำสำคัญ: การเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน, ทักษะการคิดอย่างมีเหตุผล

Abstract

The objectives of the study were to 1) To compare the achievement in science subject of primary school grade 6 Bantungmaipai School learning between pretest and posttest by using the 7E learning cycle. 2) To compare Logical Thinking Skills in science subject of primary school grade 6 Bantungmaipai School pretest and posttest using the 7E learning cycle. This research is

* Received January 4, 2024; Revised January 22, 2024; Accepted January 24, 2024



experimental research. the samples used in this study from primary grade 6 semester 2/2021 Bantungmaipai School, under the office of nakhon Si thammarat primary education service area office 3Cha-uat District, Nakhon Si Thammarat Province 20 students which was obtained by cluster random sampling using Bantungmaipai school as the sampling. The research instruments used in the study included 1) Lesson plans the using the 7E learning cycle in science subject department primary grade 6 unit shadow, eclipse and technology 4 lesson plans of 10 hours instructional periods 2) Academic achievement tests, and inductive Logical Thinking Skills practice sets. The results were analyzed using dependent t-test. The results show that 1) The results of comparing achievement in science subject by using the 7E learning cycle posttest is higher than pretest was significant at 0.05 amounts 2) The results of comparing logical Thinking skills by using the 7E learning cycle of the students primary grade 6 posttest is higher pretest was significant at 0.05 amounts

Keyword: 7E Inguiry Cyclc Learning, Achievement, Rational Thinking

บทนำ

การศึกษาของประเทศไทยได้ให้ความสำคัญในการพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศ เพื่อการศึกษาเป็นอย่างมาก เพื่อให้สอดคล้องกับความเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจและสังคม โดยเห็นได้จากพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 กำหนดให้จัดรูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยผู้สอนต้องบูรณาการให้ผู้เรียนมีความรู้ให้เต็มตามศักยภาพ มีความสามารถที่จะใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมอย่างมีคุณภาพและมีประสิทธิภาพ โดยได้กำหนดให้ผู้เรียนมีสิทธิ์ที่จะได้รับการพัฒนาความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เพื่อการศึกษาในโอกาสแรกๆ ที่ทำได้ เพื่อให้มีความรู้และทักษะเพียงพอที่จะใช้เทคโนโลยี เพื่อใช้ในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเองได้อย่างต่อเนื่องตลอดชีวิต (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2545) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคน ซึ่งเป็นกำลังของชาติให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและเป็นพลวิทยาศาสตร์ ศตวรรษที่ 21 เป็นโลกที่ความเจริญก้าวหน้า ทำให้มีการเปลี่ยนถ่ายข้อมูลใหม่ ๆ อย่างไม่สิ้นสุด ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่อการดำรงชีพของมนุษย์และสังคม ซึ่งมนุษย์จำเป็นต้องเรียนรู้ เข้าใจถึงความเปลี่ยนแปลงนี้ เพื่อปรับตัวให้เท่าทันต่อสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) กล่าวว่า การเรียนรู้ที่จำเป็นต้องปรับเปลี่ยนจากเดิมที่เคยเน้นเนื้อหาวิชาไปเป็นการเรียนรู้ฐานสมรรถนะ และเนื่องด้วยความฉลาดรู้เป็นสิ่งที่จำเป็นที่ทุกคนควรมีไว้เป็นพื้นฐานในสังคมเพื่อรองรับศตวรรษที่ 21 (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2563)

จากผลการสอบวัดคุณภาพการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ จากหน่วยงานต่าง ๆ ระดับประเทศ เช่น การสอบ (Ordinary national education test; O - NET) ของสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ พบว่าคะแนนเฉลี่ยรายวิชาวิทยาศาสตร์นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ประจำปีการศึกษา 2563 มีคะแนนต่ำกว่าเกณฑ์คือ ได้ค่าเฉลี่ย ร้อยละ 41.20 (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2563) และผลการทดสอบระดับชาติ O - NET ประจำปีการศึกษา 2563 ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านทุ่งไม้ไผ่มีคะแนนเฉลี่ย 39.95 โดยเห็นได้อย่างชัดเจนว่าคะแนนไม่ถึงร้อยละ 50 สาเหตุที่ทำให้คะแนนเฉลี่ยไม่ถึงร้อยละ 50 เนื่องจากแบบทดสอบเน้นเรื่องกระบวนการคิด ซึ่งนักเรียนขาดความสามารถในด้านการคิด วิเคราะห์ การลงมือปฏิบัติ จึงทำให้ผู้เรียนขาดทักษะความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล จึงควรพัฒนานักเรียนทั้งด้านความรู้



กระบวนการและเจตคติ ที่เกี่ยวกับดาราศาสตร์และเทคโนโลยีมีความมุ่งมั่นและมีความสุขที่จะศึกษาค้นคว้าสืบเสาะหาความรู้เพื่อรวบรวมข้อมูลวิเคราะห์ผล นำไปสู่คำตอบของคำถาม และสามารถตัดสินใจด้วยการใช้ข้อมูลที่มีความคิดอย่างมีเหตุผล สิ่งสำคัญในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คือ การใช้กระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งทำให้ผู้เรียนเกิดความอยากรู้อยากเห็น สามารถเชื่อมโยงเนื้อหาในบทเรียนมาปรับใช้ในชีวิตประจำวัน อีกทั้งเป็นการเสริมสร้างกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียน โดยผู้เรียนจะต้องสามารถออกแบบการทดลอง การคิดอย่างมีเหตุเป็นผล คิดวิเคราะห์ ตรวจสอบสมมติฐานและการตีความหมาย เพื่อสรุปผลการทดลองได้ (วิโรจ หล้ากมัน, 2564)

การคิดอย่างมีเหตุผล คือ กระบวนการทางสมองในการที่จะลงความคิดเห็นเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างข้อเท็จจริงและปรากฏการณ์ต่าง ๆ สามารถสรุปผลจากเหตุหรือข้อสมมติฐานได้ (Good, C. V., 1973) โดยอาศัยข้อมูลต่าง ๆ พิจารณาความสัมพันธ์ของข้อมูล ซึ่งเป็นทักษะการคิดที่สามารถพัฒนาให้เกิดกับผู้เรียนได้ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถคิดได้แก้ปัญหาได้ด้วยตัวเอง รูปแบบวิธีการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนให้เกิดทักษะการคิดอย่างมีเหตุผลหรือข้อเท็จจริงอย่างมีเหตุผล และสามารถช่วยพัฒนาการคิดโดยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ซึ่งเป็นการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่พัฒนาเพิ่มเติมมาจากการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 5 ขั้น โดยในปี ค.ศ. 2003 Eisenkraft ได้ขยายรูปแบบการเรียนการสอนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ดังนี้ 1) ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม 2) ขั้นสร้างความสนใจ 3) ขั้นสำรวจค้นหา 4) ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป 5) ขั้นขยายความรู้ 6) ขั้นประเมินผล และ 7) ขั้นนำความรู้ไปใช้ เป็นขั้นที่ผู้สอนควรจัดเตรียมสถานการณ์เพื่อให้ผู้เรียนนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมและเกิดประโยชน์ (ประสาท เนื่องเฉลิม, 2558)

จากเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจนำการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น มาใช้เพื่อการพัฒนาทักษะการคิดอย่างมีเหตุผลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านทุ่งไม้ไผ่ อำเภอชะอวด จังหวัดนครศรีธรรมราช สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครศรีธรรมราช เขต 3 ซึ่งจะเป็นแนวทางในการพัฒนาให้นักเรียน มีความคิดอย่างมีเหตุผลและมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สูงขึ้น (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551)

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านทุ่งไม้ไผ่ ก่อนและหลังเรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น
2. เพื่อเปรียบเทียบทักษะการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านทุ่งไม้ไผ่ ก่อนและหลังเรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยเรื่องผลการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์และทักษะการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านทุ่งไม้ไผ่ มีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 ของโรงเรียนในกลุ่มเครือข่ายชะอวด 3 อำเภอชะอวด จังหวัดนครศรีธรรมราช สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครศรีธรรมราช เขต 3 จำนวน 13 โรงเรียน จำนวน 239 คน ซึ่งเป็นโรงเรียนที่มีสภาพบริบทที่ใกล้เคียงกัน

กลุ่มตัวอย่าง ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 ของโรงเรียนบ้านทุ่งไม้ไผ่ ซึ่งเป็นโรงเรียนในกลุ่มเครือข่ายชะอวด 3 อำเภอชะอวด จังหวัดนครศรีธรรมราช



สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครศรีธรรมราช เขต 3 จำนวน 20 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) โดยใช้โรงเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม

ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรอิสระ คือ การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น

ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ และทักษะการคิดอย่างมีเหตุผล

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง

เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง เงาม อุปราคาและเทคโนโลยี ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

1. การเกิดเงา
2. การเกิดสุริยุปราคาและจันทรุปราคา
3. เทคโนโลยีอวกาศ

ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้ ดำเนินการในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 ใช้ระยะเวลาในการทดลอง 10 ชั่วโมง โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการจัดการเรียนการสอนและเก็บรวบรวมข้อมูล

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับทักษะการคิดอย่างมีเหตุผลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ดำเนินการทดลองตามแบบแผนการวิจัยแบบ One Group Pretest - Posttest Design (ไพศาล วรคำ, 2559) ซึ่งมีแบบแผนการทดลอง ดังนี้

ตารางที่ 1 รูปแบบการวิจัย

กลุ่มทดลอง	Pretest	Treatment	Posttest
E	O ₁	X	O ₂

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

E	แทน กลุ่มทดลอง
O ₁	แทน การทดสอบก่อนเรียนของกลุ่มตัวอย่าง
O ₂	แทน การทดสอบหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง
X	แทน การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น

การสร้างเครื่องมือ

1. แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

1.1 ศึกษาสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ หลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

1.2 ศึกษาวิธีการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง แล้วนำข้อมูลที่วิเคราะห์เพื่อกำหนดขั้นตอนการจัดกิจกรรม

1.3 ศึกษาแนวคิดทฤษฎีหลักการสอนโดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น การเขียนแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อเป็นแนวทางในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ เอกสารประกอบการเรียนรู้และแบบทดสอบ

1.4 จัดทำแผนจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น เรื่อง เงาม อุปราคาและเทคโนโลยี ที่กำหนดไว้ จำนวน 4 แผน จำนวน 10 ชั่วโมง ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้มีส่วนประกอบต่าง ๆ ได้แก่ เป้าหมาย

การเรียนรู้ สาระสำคัญ/แนวคิด สาระการเรียนรู้ หลักฐานการเรียนรู้ การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้ กระบวนการเรียนรู้รูปแบบการจัดกิจกรรม กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อ/แหล่งการเรียนรู้

1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน โดยมีคุณสมบัติ คือ เป็นผู้ที่มีประสบการณ์การสอนวิทยาศาสตร์มีความเชี่ยวชาญและประสบการณ์โดยตรงเกี่ยวกับแผนการจัดการเรียนรู้อย่างน้อย 5 ปี มีวุฒิการศึกษาระดับปริญญาโทด้านหลักสูตรและการสอนหรือมีวิทยฐานะชำนาญการพิเศษในสาขาวิชาวิทยาศาสตร์เป็นผู้ตรวจสอบความเที่ยงตรงของวิธีสอน แล้วนำมาหาค่าดัชนีความสอดคล้องโดยให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณา

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ที่ผ่านการตรวจแก้และปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้ จำนวน 3 แผน กับนักเรียนโรงเรียนเขาพระทอง อำเภอชะอวด จังหวัดนครศรีธรรมราช ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 22 คนที่กำลังเรียนอยู่ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 ซึ่งเป็นโรงเรียนที่อยู่ในศูนย์เครือข่ายเดียวกัน เพื่อพิจารณาความเหมาะสมเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และการวัดผลประเมินผลให้เหมาะสมกับผลการเรียนรู้ลักษณะกิจกรรมปริมาณเนื้อหา การใช้ภาษา เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขเป็นเครื่องมือในการวิจัย

2. แบบทดสอบวัดทักษะการคิดอย่างมีเหตุผล มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

2.1 ศึกษาความหมายและแนวคิดการคิดอย่างมีเหตุผล

2.2 ศึกษาหลักการและลักษณะของแบบทดสอบการคิดอย่างมีเหตุผล จากการศึกษาผู้วิจัยกำหนดกรอบเนื้อหาของแบบทดสอบการคิดอย่างมีเหตุผลแบบอุปนัย

2.3 สร้างแบบทดสอบวัดการคิดอย่างมีเหตุผล แบบอุปนัย จำนวน 10 ข้อ โดยสร้างสถานการณ์ที่ใช้ในแบบทดสอบ ประกอบด้วย สถานการณ์ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์และบทความที่เกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวัน โดยเป็นข้อสอบที่อ้างอิงเนื้อหาตามบทเรียน

2.4 นำแบบทดสอบวัดการคิดอย่างมีเหตุผล ไปเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญทางการสอนวิทยาศาสตร์ ด้านการวัดประเมินผล เพื่อตรวจสอบลักษณะในเรื่องสถานการณ์ การใช้คำถามภาษาที่ใช้ เนื้อหา เพื่อประเมินค่าความเหมาะสมและความสอดคล้อง (IOC) (พรณี ลีกิจวัฒน์, 2559) ของแบบทดสอบแต่ละข้อกับจุดประสงค์ สถานการณ์ ข้อคำถาม และเกณฑ์ในการให้คะแนนโดยใช้แบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

2.5 พิจารณาเลือกแบบทดสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0.50 ขึ้นไป ซึ่งถือว่าเป็นแบบทดสอบที่มีความสอดคล้อง (พรณี ลีกิจวัฒน์, 2559) แล้วทำการปรับปรุงแก้ไขการใช้ภาษาที่ใช้ในแบบทดสอบให้เหมาะสมตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญจากการประเมิน

2.6 นำแบบทดสอบวัดการคิดอย่างมีเหตุผลเชิงวิทยาศาสตร์ ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนโรงเรียนเขาพระทอง อำเภอชะอวด จังหวัดนครศรีธรรมราช ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 22 คนที่กำลังเรียนอยู่ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 ซึ่งเป็นโรงเรียนที่อยู่ในศูนย์เครือข่ายเดียวกัน

2.7 นำแบบทดสอบมาตรวจให้คะแนน แล้วนำมาวิเคราะห์คะแนนรายข้อเพื่อหาค่าความยากง่าย (P_e) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบ แล้วคัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่าความยากง่าย (P_e) ตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (D) ตั้งแต่ 0.20 ถึง 1.00 คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ที่กำหนด

2.8 นำแบบทดสอบ มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบทดสอบโดยใช้ สูตรครอนบาคแอลฟา (พินดา วราสุนันท์, 2557)

2.9 จัดพิมพ์แบบทดสอบวัดการคิดอย่างมีเหตุผลเพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือในการวิจัยต่อไป



3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรัฐวิทยาศาสตร์ มีขั้นตอน ดังนี้

3.1 ศึกษาเอกสารต่าง ๆ ได้แก่ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 สารระ การเรียนรัฐวิทยาศาสตร์คู่มือการจัด หนังสือและคู่มือครูกลุ่มสาระการเรียนรัฐวิทยาศาสตร์ วิธีการสร้างแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง เงาม อุปราคาและเทคโนโลยี ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จากเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.2 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรัฐวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง เงาม อุปราคาและเทคโนโลยี ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 แบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ ตามแนวคิดของบลูม 4 ระดับ คือ ด้าน ความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์

3.3 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรัฐวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง เงาม อุปราคาและเทคโนโลยี ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนวิทยาศาสตร์ ด้านการสอน โดยใช้กระบวนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น ตรวจสอบเนื้อหา การใช้ภาษาในข้อคำถามและตัวเลือก เพื่อคำนวณหาค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ (Index of item objective congruence – IOC) คัดเลือกข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.67 - 1.00 จำนวน 20 ข้อ

3.4 นำผลการประเมินของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย แล้วพิจารณาเลือกแบบทดสอบที่มี ค่าดัชนีความสอดคล้องมากกว่าหรือ เท่ากับ 0.50 ขึ้นไป (พรรณี ลีกิจวัฒน์, 2559) ซึ่งถือว่าเป็นแบบทดสอบที่มีความสอดคล้อง

3.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้ (Try out) กับ นักเรียนโรงเรียนเขาพระทอง อำเภอชะอวด จังหวัดนครศรีธรรมราช ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 22 คน ที่กำลังเรียนอยู่ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 ซึ่งเป็นโรงเรียนที่อยู่ในศูนย์เครือข่ายเดียวกัน

3.6 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มาตรวจสอบให้คะแนน โดยให้คะแนนสำหรับ ข้อที่ตอบถูก 1 คะแนน และให้ 0 คะแนน สำหรับข้อที่ตอบผิดหรือไม่ตอบ หรือ ตอบเกิน 1 คำตอบ ในข้อเดียวกัน แล้วนำมาวิเคราะห์คะแนนรายข้อเพื่อหาค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) แล้วคัดเลือกแบบทดสอบ ที่มีค่าความยากง่าย (P) ตั้งแต่ 0.20 ถึง 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ถึง 1.00 (พรรณี ลีกิจวัฒน์, 2559) ดำเนินการคัดเลือกข้อสอบ จำนวน 20 ข้อ ที่มีค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยคำนึงถึงความครอบคลุมจุดมุ่งหมายการเรียนรู้และโครงสร้างข้อสอบที่กำหนด

3.7 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกไว้ มาวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับของแบบทดสอบโดยใช้ สูตร KR - 20 ของ Kuder - Richardson มีค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.89 (พรรณี ลีกิจวัฒน์, 2559)

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ดำเนินการทดสอบก่อนเรียนตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น เพื่อวัดทักษะ การคิดอย่างมีเหตุผลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง เงาม อุปราคาและเทคโนโลยี จำนวน 20 ข้อ

2. ดำเนินการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น เรื่อง เงาม อุปราคาและเทคโนโลยี ใช้เวลาสอน 10 ชั่วโมง โดยผู้วิจัยเป็นผู้ดำเนินการสอนด้วยตนเอง

3. เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ตามกำหนดแล้วจึงทำการทดสอบวัดทักษะการคิดอย่างมีเหตุ และผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง เงาม อุปราคาและเทคโนโลยี

4. นำผลคะแนนที่ได้จากการตรวจวัดทักษะการคิดอย่างมีเหตุผลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์ เรื่อง เงาม อุปราคาและเทคโนโลยี มาวิเคราะห์ข้อมูล



การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง เงานุปราคาและเทคโนโลยีของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นตอน ด้วยการทดสอบค่าที แบบสองกลุ่มไม่เป็นอิสระกัน (Dependent t - test)

2. วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ก่อนเรียนและหลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นตอน ด้วยการทดสอบค่าที แบบสองกลุ่มไม่เป็นอิสระกัน (Dependent t - test)

ผลการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นตอน สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยเปรียบเทียบเป็นร้อยละ 29.25 แสดงผลตามตารางที่ 2 ดังนี้

ตารางที่ 2 สรุปคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นตอน โดยใช้ t - test แบบ Dependent

กลุ่มทดลอง	จำนวน (N)	ค่าเฉลี่ย (\bar{X})	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)	t	p
ก่อนเรียน	20	8.20	2.41	16.03	.000*
หลังเรียน	20	14.05	3.67		

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. ทักษะการคิดอย่างมีเหตุผลนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นตอน สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยเปรียบเทียบเป็นร้อยละ 15.00 แสดงผลตามตารางที่ 3 ดังนี้

ตารางที่ 3 สรุปคะแนนทักษะการคิดอย่างมีเหตุผลของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นตอน โดยใช้ t - test แบบ Dependent

กลุ่มทดลอง	จำนวน (N)	ค่าเฉลี่ย (\bar{X})	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)	t	p
ก่อนเรียน	20	6.15	1.08	11.93	.000*
หลังเรียน	20	9.15	2.05		

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผล

จากการศึกษาผลการใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นตอน ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะการคิดอย่างมีเหตุผล ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 สามารถอภิปรายได้ ดังนี้

1. นักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นตอน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนมีค่าเฉลี่ย 14.05 สูงกว่าก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ย 8.20 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐานของการวิจัย โดยเปรียบเทียบเป็นร้อยละ 29.25 ทั้งนี้ เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นตอน เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญทำให้ผู้เรียนสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง เพราะในแต่ละขั้นการเรียนรู้ผู้เรียนต้องมีส่วนร่วมในการลงมือปฏิบัติ สำรวจ ตรวจสอบ อธิบาย ค้นหาข้อเท็จจริงอย่างมีเหตุผล และคิดแก้ปัญหาด้วยตนเอง จะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ ในขั้นของการเรียนรู้ตามแนวคิดของ



Eisenkraft ซึ่งกระบวนการทั้งหมดเกิดจากความสนใจของนักเรียนเอง เป็นการสร้างบรรยากาศในการเรียนรู้ ไม่ใช่การบีบบังคับจากครูผู้สอน ส่งผลให้นักเรียนได้ใช้กระบวนการคิดอย่างอิสระ และทำให้เข้าใจในเนื้อหาต่าง ๆ ได้ดียิ่งขึ้น (Eisenkraft, A., 2003)

จากการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลางให้ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ส่งผลให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ดี และสามารถประยุกต์สิ่งที่ได้เรียนรู้สร้างประสบการณ์ของตนเองได้ อีกทั้งยังมีการศึกษางานวิจัยของ ธัญญรีย์ สมองดี พบว่า การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาชีววิทยา เรื่องการถ่ายเทลักษณะทางพันธุกรรมโดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น ส่งผลให้การคิดวิเคราะห์ของนักเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ธัญญรีย์ สมองดี, 2556) นอกจากนี้ ยังมี การศึกษาของ ศิวพร ศรีจรรย์ ซึ่งพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาชีววิทยา เรื่อง ระบบย่อยอาหารของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ชั้น ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (ศิวพร ศรีจรรย์, 2560) และ การศึกษาของ อารฝัน บากา พบว่า การคิดวิเคราะห์หลังเรียน เรื่องการสลายสารอาหารระดับเซลล์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้นร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามระดับการวิเคราะห์ของนักเรียนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (อารฝัน บากา, 2559)

2. นักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น มีทักษะการคิดอย่างมีเหตุผลหลังเรียนมีค่าเฉลี่ย 9.15 สูงกว่าก่อนเรียนมีค่าเฉลี่ย 6.15 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐานของการวิจัย โดยเปรียบเทียบเป็นร้อยละ 15.00 ทั้งนี้ เนื่องมาจากการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น เป็นการสอนที่เน้นการถ่ายโอนการเรียนรู้และให้ความสำคัญเกี่ยวกับการตรวจสอบความรู้เดิมของนักเรียนและตรวจสอบความรู้พื้นฐานเดิมก่อนที่จะเรียนรู้ในเนื้อหาบทเรียนนั้น ๆ เป็นรูปแบบของกระบวนการเรียนรู้ที่มีการสืบเสาะหาความรู้ด้วยตนเองของนักเรียน โดยครูเป็นเพียงผู้ให้ความช่วยเหลือ แนะนำ และจัดกิจกรรม สถานการณ์ต่าง ๆ รวมทั้งคอยกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ เพื่อที่นักเรียนจะสามารถสืบเสาะ ค้นหาอธิบายของคำถามต่าง ๆ ซึ่งเป็นคำถามที่กระตุ้นให้นักเรียนเกิดทักษะการคิดอย่างมีเหตุผล จากสถานการณ์ต่าง ๆ ที่ครูผู้สอนสร้างขึ้น จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่า สามารถนำองค์ความรู้ใหม่ที่ได้จากการวิจัยนี้ไปใช้แก้ปัญหาในการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบ้านทุ่งไม้ไผ่ ซึ่งนักเรียนมีการรับรู้และเรียนรู้เพิ่มมากขึ้น เป็นประโยชน์สำหรับการศึกษาและช่วยพัฒนาการเรียนรู้ ในห้องเรียนให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

สรุป/ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยสรุปผลการวิจัยได้ ดังนี้ 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยเปรียบเทียบเป็นร้อยละ 29.25 2) ทักษะการคิดอย่างมีเหตุผลนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยเปรียบเทียบเป็นร้อยละ 15.00 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ คือ ครูผู้สอนต้องศึกษาและทำความเข้าใจขั้นตอนแต่ละขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น ร่วมกับทักษะการคิดอย่างมีเหตุผล เป็นอย่างดี มีความอดทนในการรอฟังความคิดเห็นต่าง ๆ จากผู้เรียน และครูผู้สอนจะต้องเตรียมคำถามที่ใช้ให้พร้อมทุกครั้ง เพราะแต่ละขั้นตอนต้องมีคำถามที่เหมาะสม เพื่อกระตุ้นให้เกิดกระบวนการคิดอย่างมีเหตุผลข้อเสนอแนะในการทำวิจัยต่อไป คือ ควรมีการศึกษาผลการใช้การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น ร่วมกับเทคนิคหรือนวัตกรรมอื่น เพื่อนำมาพัฒนาทักษะในด้านต่าง ๆ ของผู้เรียน



เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). แนวทางการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงศึกษาธิการ.
- ธัญญรีย์ สมองดี. (2556). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนวิชาชีววิทยา เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม โดยใช้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดวิเคราะห์และเจตคติทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. ใน วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนวิทยาศาสตร์. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ประสาธ เนืองเฉลิม. (2558). การเรียนรู้วิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะ 7 ขั้น. วารสารวิชาการ, 10(4), 25-30.
- พรรณณี ลีกิจวัฒน์. (2559). วิธีการวิจัยทางการศึกษา. (พิมพ์ครั้งที่ 11). กรุงเทพมหานคร: มินเซอร์วิชั่นพลาซ่า.
- พินดา วราสุนันท์. (2557). การพัฒนาความสามารถทางการวัดและประเมินผลและการวิจัยในชั้นเรียนของนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูด้วยกระบวนการให้ข้อมูลย้อนกลับทางบวก. วารสารวิจัยทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 9(1), 75-89.
- ไพศาล วรรคคำ. (2559). การวิจัยทางการศึกษา. (พิมพ์ครั้งที่ 8). มหาสารคาม: ตักสิลาการพิมพ์.
- วิโรจ หล้ากมัน. (2564). การพัฒนาการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในมุมมองของผู้บริหารสถานศึกษา. วารสารสมาคมครูวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 29(2), 35-38.
- ศิวพร ศรีจรรย์. (2560). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง ที่มีผลต่อการคิดอย่างมีเหตุผลและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่องระบบย่อยอาหารของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. ใน วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยาศึกษา. มหาวิทยาลัยบูรพา.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2563). กรอบการเรียนรู้และแนวทางการจัดประสบการณ์การเรียนรู้บูรณาการวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และคณิตศาสตร์ ในระดับปฐมวัยตามหลักสูตรการศึกษาปฐมวัย พุทธศักราช 2560. กรุงเทพมหานคร: โกลโกพริ้นท์.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2545). พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 และที่แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.
- อารฝัน บากา. (2559). การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามระดับการคิดวิเคราะห์. ใน วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยาศึกษา. มหาวิทยาลัยบูรพา.
- Eisenkraft, A. (2003). Expanding the 5E Model. *Science Teacher*, 70(6), 56-59.
- Good, C. V. (1973). *Dictionary of Education*. Prepared Under the Auspices of Phi Delta Kappa (3rd ed.). New York: McGraw-Hill.