

นวัตกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เพื่อศึกษาการคิดเชิงระบบเรื่องโครงสร้างของพืชสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

The innovation of inquiry-based learning for developing thinking systems on plant structure prathomsuksa 4 students

วาสนา วงษาเนา^{1*} สุวิสาข์ จรัสกมลพงษ์^{2*} พิจิตรา ธงพานิช^{3*}

Wassana Wongsanao^{1*}, Suwisa Charatkamolphon^{2*}, & Phichitra Thongpanit^{3*}

(Received: 2023-06-30; Revised: 2023-08-29; Accepted: 2023-08-30)

บทคัดย่อ

นวัตกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เพื่อพัฒนาการคิดเชิงระบบเรื่อง โครงสร้างของพืช สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความสามารถในการคิดวิเคราะห์เหตุการณ์แบบองค์รวม ที่มีแบบแผนและเชื่อมโยงระหว่างองค์ประกอบย่อยสำหรับการแก้ปัญหาที่มีประสิทธิภาพ การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาผลการจัดกิจกรรมด้วยนวัตกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ตามเกณฑ์ประสิทธิภาพ 80/80 2) เปรียบเทียบผลการเรียนรู้ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน ที่จัดกิจกรรมด้วยนวัตกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ และ 3) ศึกษาความสามารถด้านการคิดเชิงระบบของนักเรียนที่จัดกิจกรรมด้วยนวัตกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านนาน้อย อำเภอนาหว้า จังหวัดนครพนม ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 30 คน ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่มโดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (5E) 2) แบบทดสอบผลการเรียนรู้ 3) แบบประเมินทักษะการคิดเชิงระบบ

¹หลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครพนม
Ph.D. (Curriculum and Instruction Program), Faculty of Education, Nakhon Panom University.

²อาจารย์ ดร.ประจำสาขาคอมพิวเตอร์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครพนม
Lecturer, Early Computer Education Program, Faculty of Education, Nakhon Panom University.

³อาจารย์ ดร.ประจำสาขาหลักสูตรและการสอน คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครพนม
Lecturer, Early Curriculum and Instruction Program, Faculty of Education, Nakhon Panom University
Corresponding author, E-mail: wenu23@gmail.com¹ suwisa_j@gnpu.ac.th² phichitra@gnpu.ac.th³



สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าร้อยละ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบค่าที (t-test Dependent Samples)

ผลการวิจัย พบว่า 1) นวัตกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงระบบ เรื่องโครงสร้างของพืช สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.11/82.17 2) นักเรียนที่เรียนด้วยนวัตกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีผลการเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) นักเรียนที่เรียนด้วยนวัตกรรมการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องโครงสร้างของพืช ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีทักษะการคิดเชิงระบบ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ซึ่งมีทักษะการคิดเชิงระบบอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{x} = 2.35$)

คำสำคัญ: (1) นวัตกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ (2) การคิดเชิงระบบ (3) ผลทางการเรียนรู้

Abstract

The purposes of the research entitled Innovation of Inquiry-Based Learning for Developing Systems Thinking on Plant Structures for Prothomsuksa 4 students were 1) to examine the learning activity with the required efficiency criteria of 80/80, 2) to compare the student's achievement before and after learning through inquiry-based learning management, and 3) to investigate the students' ability in systematic thinking. The sample selected by cluster random sampling consisted of 30 Prothomsuksa 4 students at Ban Nanoi School, Nava District, Nakhon Phanom Province in the second semester of the year 2022. The instruments used to collect the data were 1) an Inquiry-Based Learning (5Es), 2) an achievement test, and 3) a system thinking assessment form. The information obtained was analyzed using percentage, mean, standard deviation, and t-test (Dependent Samples).

The results revealed that 1) the efficiency of the innovation to enhance system thinking by using inquiry-based learning (5E) was found to be 82.11/82.17; 2) after learning the difference in the amount of learning achievement was found to be significant at .05, and 3) after learning the students' system thinking skills was found to be moderately higher than before learning ($\bar{x} = 2.35$).



Keywords:(1) Innovation of Inquiry-Based Learning (2) Systematic thinking, and (3) Learning achievement

บทนำ

แผนพัฒนาการศึกษาของสำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการฉบับที่ 12 (พ.ศ.2560-2564) ที่มีเป้าหมายข้อหนึ่งที่ได้กำหนดให้ผู้เรียนทุกระดับ การศึกษาได้รับการพัฒนาขีดความสามารถเต็มตามศักยภาพที่มีอยู่ในตัวตนของแต่ละบุคคล มีคุณลักษณะนิสัยพฤติกรรมที่พึงประสงค์ และอยู่อย่างพอเพียง มีองค์ความรู้ที่สำคัญ และทักษะการเรียนรู้ที่เชื่อมโยงกับการทำงานในศตวรรษที่ 21 (สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ. 2559 : 14) การจัดการศึกษาของประเทศจึงตั้งอยู่บนอุดมการณ์ของการศึกษาตลอดชีวิตเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต ซึ่งการเรียนรู้ตลอดชีวิตเป็นกุญแจสำคัญที่จะนำไปสู่การเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เพื่อการปรับตัวให้อยู่ในท้องถิ่น ประเทศชาติ อาเซียนและระดับโลกได้ (พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์. 2558 : 4) ซึ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นพฤติกรรมของบุคคลในการสืบเสาะหาความรู้ เพื่อนำไปใช้แก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ (ณัฐธิดา นาคเสน. 2563 : 27) ดังนั้น การพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์ให้แก่เยาวชนในชาติ ย่อมส่งผลให้บุคคลในสังคมนั้นมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างขึ้น ซึ่งจะทำให้สังคมนั้นมีศักยภาพในการพัฒนาประเทศให้มีความเจริญได้ (กระทรวง ศึกษาธิการ. 2560 : 33) การคิดเชิงระบบเป็นมุมมองที่ทำให้สามารถมองเห็นสถานการณ์ แบบแผนเกี่ยวกับแนวทางการปฏิบัติที่เป็นแนวใหม่ และตอบสนองต่อสถานการณ์และแบบแผนด้วยวิถีทางที่มีระดับดีขึ้น ทำให้มีการปรับปรุงกระบวนการที่มีคุณภาพมากขึ้นเรื่อย ๆ การคิดเชิงระบบเปรียบเสมือนเป็นภาษาพิเศษที่ช่วยทำให้เกิดการสื่อสารกับระบบรอบ ๆ ตัวที่เกี่ยวข้องได้อย่างมีประสิทธิภาพ ช่วยทำให้มองเห็นภาพและสร้างความเข้าใจทำให้สื่อสารกับบุคคลอื่นได้อย่างเข้าใจและยังช่วยในการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Pegasus Communication. 2013 : Online) ซึ่งการพัฒนาความสามารถในการคิดเชิงระบบต้องเกิดขึ้นอย่างเป็นลำดับขั้นตอน ต้องพัฒนาองค์ประกอบเบื้องต้นของการคิดเชิงระบบ ได้แก่ การระบุงค์ประกอบและกระบวนการของระบบ โดยหลักที่จะนำไปสู่ทักษะขั้นสูงสุดปัจจัยหลัก 2 ประการที่เป็นพื้นฐานของความ ก้าวหน้า ได้แก่ 1) พื้นฐานความรู้ของนักเรียนแต่ละคน และ 2) ระดับการประยุกต์ความรู้ในกิจกรรมขณะที่เรียนรู้แบบสืบสอบทั้งนอกและในห้องเรียน (Assaraf and Orion. 2005) ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะพัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงระบบ เรื่อง โครงสร้างของพีช สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านนาน้อย ด้วยกระบวนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เพื่อส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและให้นักเรียนมีความสามารถในการคิดและมองเหตุการณ์ หรือ สิ่งต่าง ๆ แบบองค์รวมเพื่อเป็นกรอบแนวคิดการทำงานที่มองแบบแผนและความเชื่อมโยงระหว่างองค์ประกอบย่อยอย่างสมเหตุสมผลในการแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลการจัดกิจกรรมด้วยนวัตกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. เพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่จัดกิจกรรมด้วยนวัตกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
3. เพื่อศึกษาความสามารถด้านคิดเชิงระบบของนักเรียนที่จัดกิจกรรมด้วยนวัตกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร

ในการวิจัยในครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านนาน้อย อำเภอนาทวี จังหวัด นครพนม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครพนม เขต2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2565 จำนวน 2 ห้องเรียน รวมนักเรียนทั้งหมด จำนวน 60 คน

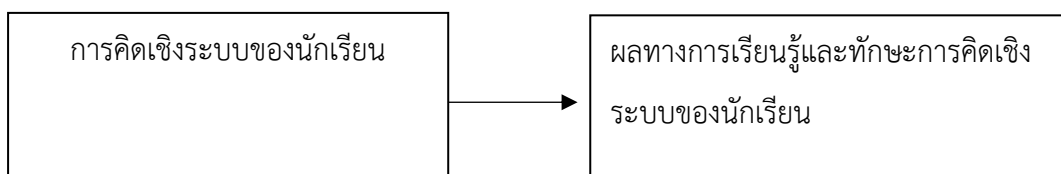
2. กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/1 โรงเรียนบ้านนาน้อย จำนวน 30 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่มโดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม(Cluster Random Sampling)

กรอบแนวคิด

กรอบตัวแปรต้น

กรอบตัวแปรตาม



เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้(5E) เรื่อง โครงสร้างของพีช ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องโครงสร้างของพีช และนำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อหาค่าความยากรายข้อ (p) ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (r) และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ (KR 20) ของ



แบบทดสอบวัดการอ่านเพื่อความเข้าใจ พบว่า แบบทดสอบมีค่าความยากรายข้อ (p) อยู่ระหว่าง 0.35-0.60 ค่าอำนาจจำแนกรายข้อ (r) อยู่ระหว่าง 0.46-0.78 และค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ (KR-20) เท่ากับ 0.84

3. แบบทดสอบวัดการการคิดเชิงระบบ และนำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงรายข้อของแบบทดสอบ พบว่า มีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.80-1.00 และคุณภาพของเครื่องมือจากการนำไปทดลองใช้ มีค่าความยาก (P) อยู่ระหว่าง 0.38-0.65 ค่าอำนาจจำแนก (D) อยู่ระหว่าง 0.37-0.59 และมีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (α) เท่ากับ 0.79

4. ดำเนินการประเมินโดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน เมื่อสิ้นสุดการจัดการเรียนรู้ กับกลุ่มตัวอย่าง เพื่อนำข้อมูลตามเงื่อนไขตัวแปรตามไปวิเคราะห์ผลตามกรอบวัตถุประสงค์การวิจัยต่อไป

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ผู้วิจัยนำหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนครพนมถึงผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านนาน้อย สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษานครพนม เขต 2
2. ผู้วิจัยชี้แจงนักเรียนกลุ่มตัวอย่างของการวิจัย ให้มีความรู้และเข้าใจในการใช้วัตกรรมการเรียนรู้ คือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านนาน้อย
3. ทำการทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) โดยใช้แบบทดสอบผลการเรียนรู้ และแบบประเมินการคิดเชิงระบบ
4. ดำเนินการจัดกิจกรรมด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้(5E) กับกลุ่มตัวอย่างโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้เรื่อง โครงสร้างของพีช ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4
5. ทำการทดสอบหลังเรียน (Post-test) โดยใช้แบบทดสอบผลการเรียนรู้ และแบบประเมินการคิดเชิงระบบ

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์หาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนระหว่างเรียน แบบทดสอบผลการเรียนรู้ และแบบประเมินการคิดเชิงระบบ เรื่องโครงสร้างของพีช สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ให้มีประสิทธิภาพ ตามเกณฑ์ 80/80

2. วิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เพื่อทดสอบสมมติฐาน โดยใช้สถิติในการทดสอบค่าที (t-test for Dependent Samples)



3. วิเคราะห์ค่าคะแนนการคิดเชิงระบบ เรื่องโครงสร้างของพีช โดยใช้สถิติในการทดสอบค่าที่ (t-test for Dependent Samples)

ผลการวิจัย

1. การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของผลการจัดการเรียนรู้ เรื่องโครงสร้างของพีช ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 82.11/89.17 ดังแสดงในตาราง 1

ตารางที่ 1 คะแนนสอบก่อนเรียน คะแนนระหว่างเรียน คะแนนสอบท้ายแผน คะแนนสอบ หลังเรียน และประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

คนที่	ก่อนเรียน (30)	คะแนนระหว่างเรียน (10) และคะแนนสอบท้ายแผน (10)								หลังเรียน (30)
		แผน							คะแนน รวม (140)	
		1 (20)	2 (20)	3 (20)	4 (20)	5 (20)	6 (20)	7 (20)		
\bar{X}	10.77	15.97	16.23	16.13	16.30	16.43	16.87	17.10	115.03	24.63
S.D.	1.83	1.45	1.07	1.17	1.15	1.19	1.20	1.09	5.49	2.81
ร้อยละ	35.89	79.83	81.17	80.67	81.50	82.17	84.33	85.50	82.11	82.17

จากตารางที่ 1 พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ทั้ง 7 แผน ได้คะแนนเฉลี่ย 115.03 จากคะแนนเต็ม 140 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 82.11 ดังนั้น (E_1) ซึ่งเป็นรายงานผลการจัดการเรียนรู้ของนักเรียนเท่ากับ 82.11 และคะแนนจากการทดสอบวัดผลการจัดการเรียนรู้หลังเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ของนักเรียน ได้คะแนนเฉลี่ย 24.63 จากคะแนนเต็ม 30 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 82.17 แสดงว่ามีผลการจัดการเรียนรู้ โดยรวม (E_2) เท่ากับ 82.17 ดังนั้น E_1/E_2 เท่ากับ 82.11/82.17

2. การศึกษาผลการจัดกิจกรรมด้วยนวัตกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เพื่อศึกษาการคิดเชิงระบบ เรื่องโครงสร้างของพีช สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีคะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ปรากฏผลดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 คะแนนเฉลี่ยผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

รายการประเมิน	กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้				t	Sig.
	ก่อนเรียน (N=40)		หลังเรียน (N=40)			
	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.		
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	10.77	1.83	24.63	2.81	42.31*	.000

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 2 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3.ทักษะการคิดเชิงระบบของนักเรียนที่จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยนักเรียนมีทักษะการคิดเชิงระบบอยู่ในระดับปานกลาง ปรากฏดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ทักษะการคิดเชิงระบบของนักเรียน

รายการประเมิน	กิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้				ระดับทักษะการคิดเชิงระบบ
	ก่อนเรียน (N=40)		หลังเรียน (N=40)		
	\bar{X}	S.D.	\bar{X}	S.D.	
ทักษะการคิดเชิงระบบ	2.00	0.39	2.35	0.46	ปานกลาง

จากตารางที่ 3 พบว่า ทักษะการคิดเชิงระบบของนักเรียนที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยนักเรียนมีทักษะการคิดเชิงระบบอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 2.35$)

อภิปรายผล

1. แผนการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงระบบ เรื่องโครงสร้างของพืช สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ แผนการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงระบบ เรื่องโครงสร้างของพืช สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.11/82.17 ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ซึ่งกระบวนการสืบเสาะหาความรู้เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อมีการคิดอย่างเป็นระบบ มีเหตุผล และสามารถประเมินความเข้าใจของตนได้ (กุลิสรา จิตรชญาวนิช, 2562) ซึ่งไอเซนคราฟ ได้เสนอรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบ



เสาะหาความรู้ เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจรวมทั้งสนุกกับการเรียน มุ่งเน้นการถ่ายโอนการเรียนรู้และให้ความสำคัญเกี่ยวกับการตรวจสอบความรู้เดิมของผู้เรียนและการประยุกต์สิ่งที่ได้เรียนรู้ไปสู่การสร้างประสบการณ์ของตนเอง (Eisenkraft, 2003) ซึ่งพบว่าในการศึกษาของการศึกษาของชาติระยะ โคตรถา (2565) ที่ทำการศึกษการพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ออนไลน์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการศึกษาพบว่า 1) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ออนไลน์ มีคุณภาพโดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด 2) ชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ออนไลน์มีคุณภาพโดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด และประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) ต่อประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) เท่ากับ 81.11/83.67 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ 80/80 สอดคล้องกับงานวิจัยของนลินนิภา ชัยกาศ (2565) ที่ทำการศึกษารื่องการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับเกมกระดานที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พลังงานบนโลกของเรา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

2. เมื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีผลการเรียนรู้หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.05 ซึ่งทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่สร้างขึ้น เน้นให้ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการปฏิบัติจริงโดยใช้สิ่งที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่มีอยู่เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนมีความสนใจ เกิดความสงสัย นำไปสู่การตั้งคำถาม และหาคำตอบด้วยการกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยเริ่มต้นจากการตั้งสมมติฐาน กำหนดตัวแปรที่เกี่ยวข้อง นิยามเชิงปฏิบัติการ ปฏิบัติการทดลอง จากสถานการณ์ที่กำหนดโดยสืบเสาะหาความรู้และหาคำตอบ แล้วร่วมกันอภิปรายและหาข้อสรุปจากการทดลอง นอกจากนี้ยังเปิดโอกาสให้ค้นคว้าหาข้อมูลเพิ่มเติมจากแหล่งความรู้แล้วนำข้อมูลที่ได้มาอภิปรายร่วมกันในชั้นเรียนเพื่อเชื่อมโยงความรู้เดิมกับสิ่งที่ได้เรียนรู้ใหม่ รวมทั้งใช้การประเมินผลการปฏิบัติกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนเพื่อให้ผู้เรียนนำข้อผิดพลาดมาปรับประยุกต์ใช้กับความรู้ของตนเองและนำความรู้ที่ค้นพบไปแก้ไขปัญหาในสถานการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างเป็นขั้นตอน สอดคล้องกับในการศึกษาของกุลิสรา จิตรชญาวณิช (2562) ที่กล่าวไว้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนค้นคว้าหาความรู้ใหม่ด้วยตนเอง ผ่านกระบวนการคิดโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือ ส่งผลให้ผู้เรียนได้ฝึกความคิด เรียนรู้วิธีการจัดระบบความคิดและวิธีสืบเสาะแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ทำให้ความรู้คงทน และสอดคล้องกับงานวิจัยของเอกพจน์ เศษฤทธิ์ (2562) ที่ศึกษาพบว่านักเรียนที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน เช่นเดียวกับการศึกษาของ



Nababan, Nasution and Jayanti. (2019) ที่ศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และในการศึกษาของวิมณทนา หงส์พานิช (2560) ที่ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้วิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 2 เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์และการทำงานเป็นทีม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เช่นเดียวกับในการศึกษาของณัฐญา เจริญพันธ์ (2564) ที่ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7Es) ด้วยเทคโนโลยีเสมือนจริงเสริม (Augmented Reality)

3. นักเรียนที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมแบบสืบเสาะหาความรู้ เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงระบบ เรื่องโครงสร้างของพืช สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีทักษะการคิดเชิงระบบ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน โดยนักเรียนมีทักษะการคิดเชิงระบบอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X}=2.35$) ทั้งนี้เนื่องจาก การเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งขั้นสำรวจค้นหาที่ผู้สอนจัดกิจกรรม ใช้คำถาม กระตุ้นให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นที่จะแสวงหาความรู้ด้วยตนเองผ่านการปฏิบัติจากสถานการณ์ที่กำหนด มีการวางแผน กำหนดแนวทางการตรวจสอบ ตั้งสมมติฐานการทดลองเพื่อเก็บข้อมูล ศึกษา ข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เป็นขั้นตอนสำคัญที่สามารถช่วยส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ซึ่งประกอบด้วยทักษะการตั้งสมมติฐาน ทักษะการกำหนดและควบคุมตัวแปร ทักษะการ กำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการและทักษะการทดลอง นอกจากนี้ได้ส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายผลการ ตรวจสอบด้วยคำพูดของนักเรียนเอง ส่งเสริมให้ผู้เรียนสรุปองค์ความรู้ที่ได้อย่างถูกต้อง สมเหตุสมผล และนำความรู้ที่ค้นพบเชื่อมโยงกับความรู้เดิม ทำให้เกิดความรู้ใหม่นำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน รวมทั้งฝึกให้ผู้เรียนนำเสนอในรูปแบบที่หลากหลายและประเมินขั้นตอนการทำงานด้วยตนเอง ซึ่ง สอดคล้องกับทศนา เขมมณี (2562) ได้กล่าวไว้ว่า การเปิดโอกาสให้ผู้เรียนค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง จากการลงมือปฏิบัติจริงและสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้ จะทำให้เกิดการรับรู้ความรู้ อย่างมีความหมายและบันทึกข้อมูลไว้ในความจำได้อย่างยาวนาน เพราะเป็นทักษะที่นักเรียนต้องปฏิบัติ ซึ่งทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นพฤติกรรมที่เกิดจากการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดอย่างมีระบบ ฝึกทักษะการแก้ปัญหา การค้นคว้าและแสวงหาความรู้ใหม่ๆ ให้กับผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560) และยังสอดคล้องกับกุลิสรา จิตรชญาวนิช (2562) ที่พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนค้นคว้าหาความรู้ใหม่



ด้วยตนเอง ผ่านกระบวนการคิดโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เป็นเครื่องมือ ส่งผลให้ผู้เรียนได้ฝึกความคิดเรียนรู้วิธีการจัดระบบความคิดและวิธีสืบเสาะแสวงหาความรู้ด้วยตนเองทำให้ความรู้คงทน

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. แผนการจัดการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมการคิดเชิงระบบ เรื่องโครงสร้างของพืช สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ มีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.11/82.1 ซึ่ง เป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ จึงควรใช้แผนการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้กับการเรียน เรื่องอื่นๆ

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของผู้เรียน พบว่าหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อยู่ในระดับ .05 จึงควรนำการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่องโครงสร้างของพืช ไปใช้ในการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้น

3. เนื่องจากการวิจัยพบว่านักเรียนมีทักษะการคิดเชิงระบบอยู่ในระดับปานกลาง ครูผู้สอนควรจัดเตรียมสภาพแวดล้อม วัสดุอุปกรณ์และสื่อการเรียนรู้ให้มีความหลากหลายและน่าสนใจ

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรนำการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะความรู้ไปใช้การจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ในเรื่องอื่น ๆ หรือนำการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ไปใช้กับการจัดการเรียนรู้ในระดับชั้นอื่น

2. ควรทำการศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ร่วมกับเทคนิคการสอนอื่น ๆ และศึกษาตัวแปรอื่น ๆ เพิ่มเติมเช่น ทักษะการทดลอง ทักษะการวัด ทักษะการจำแนก เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงศึกษาธิการ. (2546). *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 แก้ไขเพิ่มเติม*

(ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545. กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). *มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และสาระภูมิศาสตร์ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนาและ*

วัฒนธรรม (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน

พุทธศักราช 2551. สืบค้น 1 กรกฎาคม 2565.

กุลิสรา จิตรชญาวนิช. (2562). *ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชัตติยะ โคตรธา. (2565). *การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้*



- ร่วมกับชุดกิจกรรมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ออนไลน์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วารสารวิจัยรำไพพรรณี, 16(2), 54-62.
- จุฑามาส ทวีบุตร. (2561). การพัฒนาความสามารถในการคิดวิเคราะห์โดยการจัดการเรียนรู้แบบ สืบเสาะหาความรู้ร่วมกับผังกราฟิกเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 5. วารสารวิชาการหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏ, สกลนคร, 10 (27), 99-108.
- ชนะดา วีระพันธ์. (2555). ความพึงพอใจของประชาชนต่อการให้บริการขององค์การบริหาร ส่วนตำบลบ้านเก่า อำเภอพานทอง จังหวัดชลบุรี. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษาดุษฎีบัณฑิต). ชลบุรี : มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ชนาธิป โททรถวานนท์. (2559). การพัฒนาการคิดอย่างเป็นระบบสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 4 เรื่องระบบประสาทและอวัยวะรับความรู้สึก โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบจำลอง เป็นฐาน. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์, 21(2), 133-160.
- ทศนา แคมมณี. (2551). ศาสตร์การสอน องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ. (พิมพ์ครั้งที่ 7). กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ณัฐธิดา นาคเสน. (2563). การพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง พลังงานในชีวิตประจำวัน โดยการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็ม ศึกษา วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษาดุษฎีบัณฑิต). สกลนคร : มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- ณัฐญา เจริญพันธ์. (2564). การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7Es) ด้วยเทคโนโลยี เสมือนจริงเสริม (Augmented Reality) เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. (วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต). ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- นลินนิภา ชัยกาศ. (2565). การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นร่วมกับเกมกระดานที่มีต่อ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง พลังงานบนโลกของเรา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. วารสารครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 19(2), 178-186.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2553). การวิจัยเบื้องต้น. (พิมพ์ครั้งที่ 8). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์สุวีริยาสาส์น.
- บุญชม ศรีสะอาด และคณะ. (2556). พื้นฐานการวิจัยการศึกษา. (พิมพ์ครั้งที่ 5). กทม: ประสานการพิมพ์.
- ปิยวรรณ ศิริสวัสดิ์. (2559). การพัฒนาหลักสูตรเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เรื่องภูมิปัญญาการย้อม ผ้าด้วยสีธรรมชาติที่เน้นแหล่งเรียนรู้ในชุมชนเป็นฐานสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา ปีที่ 5-6. (ปริญญาโทบริหารศึกษาดุษฎีบัณฑิต). สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- พิทักษ์ ตรีชัย. (2551). ความพึงพอใจของประชาชนต่อระบบและกระบวนการให้บริการของ กรุงเทพมหานคร : (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษาดุษฎีบัณฑิต). กรุงเทพฯ : สถาบันบัณฑิต



พัฒนบริหารศาสตร์.

- สินวัฒน์ วรสาร. (2561). การพัฒนาชุดฝึกทักษะคณิตศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเทคนิค STAD ที่ส่งผลต่อการคิดวิเคราะห์ความคงทนในการเรียนรู้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษิต). สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- ฤทธิญา นามเกต. (2561). การพัฒนาการคิดวิเคราะห์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ โดยใช้การสอนแบบเสาะหาความรู้ ร่วมกับแผนผังความคิดเรื่องวัฏธรรอบตัว กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. วารสารวิชาการหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร, 10(28), 137-150.
- วิมลพนา หงส์พานิช. (2560). ผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้วิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์และการทำงานเป็นทีมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.
- วิจารณ์ พานิช. (2555). วิธีสร้างการเรียนรู้เพื่อศิษย์ในศตวรรษที่21. กรุงเทพฯ : มูลนิธิสดศรี-สฤษดิ์วงศ์.
- วิมลพนา หงส์พานิช. (2560). ผลของการจัดการเรียนรู้ด้วยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้วิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน 2 เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์และการทำงานเป็นทีมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารศึกษิต). กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.
- วิมาณ วิชวารีย์. (2560). การพัฒนาความสามารถด้านการคิดวิเคราะห์โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้แบบ 5Es ร่วมกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง เรื่อง ดิน หิน แร่ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต). สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.
- ศิริวรรณ เอี่ยมประเสริฐ. (2563). การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ร่วมกับเทคนิคการใช้คำถามที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและมโนทัศน์ในวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วารสารวิชาการคณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์, 12(1), 15-28.
- วันทนา งามเนียม. (2564). ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. วารสารบัณฑิตวิจัย, 12(1), 55-67.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2559). รายงานประจำปี 2558 สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์.



- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.). (2560). *PISA กับประเทศไทย : ความจริงที่ต้องยอมรับ*. กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2562). *การพัฒนาศักยภาพความคิดสร้างสรรค์สู่ความเป็นนักประดิษฐ์*. กรุงเทพฯ : ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- อนุชา โสมาบุตร. (2556). *การพัฒนาสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ในศตวรรษที่21 เพื่อส่งเสริมทักษะการรู้สารสนเทศและ ICT*. สืบค้น 19 มกราคม 2565. จาก <https://teacherweekly.wordpress.com/2013/09/25/information-media-and-technology-skills/> .
- อัจฉรา เหลือผล. (2560). *การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ แบบ 5Es โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad (GSP) เรื่อง พื้นที่ผิวและปริมาตร ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. วารสารวิชาการหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร, 9(24), 103-114.
- เอกพจน์ เศษฤทธิ. (2562). *การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง อะตอมและสมบัติของธาตุ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้รูปแบบวัฏจักรการสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการเรียนรู้แบบร่วมมือ*. (วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์มหาบัณฑิต). สกลนคร: มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
- Assaraf, O. B. Z., & Orion, N. (2005). *Development of system thinking skills in the context of earth system education*. *Journal of Research in Science Teaching : The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 42(5), 518-560.
- Brandstädter, K., Harms, U., & Grossschedl, J. (2012). *Assessing system thinking through different concept-mapping practices*. *International Journal of Science Education*, 34(14), 2147-2170.
- Eisenkraft, A. (2003). *Expanding the 5E model*. *The science teacher*, 70(6), 56.
- Llewellyn, D. (2005). *Teaching high school science through inquiry : A case study approach*. Corwin Press.
- Duran, L. B., & Duran, E. (2004). *The 5E instructional model: A learning cycle approach for inquiry-based science teaching*. *Science Education Review*, 3(2), 49-58.
- Nababan, N. P., Nasution, D., & Jayanti, R. D. (2019, February). *The effect of scientific inquiry learning model and scientific argumentation on the students' science process skill*. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1155, No. 1, p. 012064). IOP Publishing.
- Plate, R., & Monroe, M. (2014). *A structure for assessing systems thinking*. *The Creative*



Learning Exchange, 23(1), 1-3.

Senge, P. M. (1990). *The art and practice of the learning organization (Vol. 1)*. New York : Doubleday.

Sweeney, H. (2010). *Academically at-risk Student' Perceptions of a Constructivist school Biology Pedagogy*. *Dissertation Attracts International*, 122(93), 39.