

การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ดิจิทัล e-book ตามวงล้อบูรณาการกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 6 ขั้น เรื่อง งานและพลังงาน วิชาวิทยาศาสตร์ 4 รหัสวิชา ว22103 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

THE DEVELOPMENT A SERIES OF E-BOOK DIGITAL LEARNING ACTIVITIES ACCORDING TO THE 6-STEPS INQUIRY-BASED LEARNING PROCESS INTEGRATION CYCLE ON WORK AND ENERGY IN SCIENCE 4 (ST22103) FOR MATHAYOMSUKSA 2 STUDENTS OF SCIENCE AND TECHNOLOGY LEARNING GROUP

รัชนิกร ไชยคำภา^{1*}

RATCHANEKORN CHAIKUMPHA^{1*}

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ดิจิทัล e-book ตามวงล้อบูรณาการกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 6 ขั้น เรื่อง งานและพลังงาน วิชาวิทยาศาสตร์ 4 รหัสวิชา ว22103 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 2) เพื่อหาค่าดัชนีประสิทธิผลของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวงล้อ 6 ขั้น 3) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวงล้อ 6 ขั้น 4) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวงล้อ 6 ขั้น กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนปากคาดพิทยาคม อำเภอปากคาด จังหวัดบึงกาฬ จำนวน 35 คน โดยการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sample) เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แผนการจัดการเรียนรู้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวงล้อ 6 ขั้น จำนวน 6 ชุด แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ 4 เรื่อง งานและพลังงาน และแบบวัดความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าประสิทธิภาพ E1/E2 และการทดสอบค่าที (t – test Dependent Samples)

ผลการวิจัยพบว่า 1) ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวงล้อ 6 ขั้น มีประสิทธิภาพเท่ากับ 85.06/84.21 2) ดัชนีประสิทธิผลของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวงล้อ 6 ขั้น มีค่าเท่ากับ 0.79 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ 4 รหัสวิชา ว22103 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวงล้อ 6 ขั้น หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 4) ความพึงพอใจต่อการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ 4 รหัสวิชา ว22103 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวงล้อ 6 ขั้น พบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนต่อการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวงล้อ 6 ขั้น อยู่ในระดับสูงสุด

คำสำคัญ : ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ดิจิทัล e-book ; รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 6 ขั้น ; ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

¹ ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนปากคาดพิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาบึงกาฬ, Teacher, Senior Professional Level Teacher, Pakkhat Pittayakom School, The Secondary Educational Service Area Office Bueng Kan.

* Corresponding Author, Email: copper45atom48@gmail.com

Received: Dec 27, 2025, Revised: Feb 10, 2026, Accepted: Feb 15, 2026

ABSTRACT

This research aimed to 1) develop a series of e-book digital learning activities according to the 6-steps Inquiry-based learning process integration cycle on Work and Energy in Science 4 (ST22103) for Grade 8 Science and Technology students Learning Group and evaluate its effectiveness based on the 80/80 criteria. 2) to determine the effectiveness index of the 6-step learning cycle activity package. 3) to compare the learning achievement before and after learning with the 6-step learning cycle activity package. 4) to study the satisfaction of Mathayomsuksa 2 students towards learning with the 6-step learning cycle activity package. The sample group in this research was 35 Mathayomsuksa 2 students in the second semester of the 2023 academic year at Pakkhat Pittayakhom School, Pakkhat District, and Bueng Kan Province, selected by purposive sampling. The research instruments consisted of lesson plans, the 6-step learning cycle activity package, an achievement test, and a questionnaire of learning satisfaction. The statistics used in data analysis were percentage, mean, standard deviation, E1/E2 efficiency values, and t-test (Dependent Samples).

The results of the research found that 1) The 6-step learning cycle activity package Inquiry-based learning process integration cycle on Work and Energy in Science 4 (ST22103) for Grade 8 Science and Technology students is equal to 85.06/84.21. 2) The effectiveness index was 0.79, indicating high effectiveness. 3) The learning achievement who received learning activities with the 6-step learning cycle activity package after learning is significantly higher than before learning at the .05 level. And 4) The satisfaction towards learning activities with the 6-step learning cycle activity package has the highest level of satisfaction.

Keywords: The Series of E-book Digital Learning Activities ; 6-Steps Inquiry-based Learning Model ; Learning Achievement

บทนำ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เป็นหลักสูตรแกนกลางของประเทศ โดยกำหนดจุดหมายและมาตรฐานการเรียนรู้เป็นเป้าหมายและกรอบทิศทางในการพัฒนาคุณภาพผู้เรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีคุณภาพชีวิตที่ดี และมีขีดความสามารถในการแข่งขันในเวทีระดับโลก พร้อมทั้งมุ่งเน้นการกระจายอำนาจทางการศึกษาให้ท้องถิ่นและสถานศึกษาได้มีบทบาท และมีส่วนร่วมในการพัฒนาหลักสูตรเพื่อให้สอดคล้องกับสภาพและความต้องการของท้องถิ่น (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551: 1) หลักสูตรแกนกลางนี้มีโครงสร้างยึดหยุ่น กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ในภาพรวม 12 ปี แบ่งเป็นช่วงชั้นละ 3 ปี จัดเฉพาะส่วนที่จำเป็นสำหรับการพัฒนาคุณภาพชีวิตความเป็นไทย ความเป็นพลเมืองดีของชาติ การดำรงชีวิต และการประกอบอาชีพตลอดจนเพื่อการศึกษาต่อ

จากการจัดการเรียนรู้ในแต่ละปีการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนลดลง ในวิชาวิทยาศาสตร์ 4 รหัสวิชา ว22103 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง งานและพลังงาน จึงได้นำปัญหาดังกล่าวแลกเปลี่ยนเรียนรู้ (PLC : Professional Learning Community) กับ คณะครูกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนปากคาดพิทยาคม เพื่อนำมาพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ 4 รหัสวิชา ว22103 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หน่วยการเรียนรู้ที่ 5 เรื่อง งานและพลังงานต่อไป

จากการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ พบสาเหตุของปัญหาสำคัญคือ เดิมครูผู้สอนใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 7 ขั้น (7E) ซึ่งทำให้การจัดการเรียนรู้ไม่ครบตามขั้นตอนทั้ง 7 ขั้น ในเวลาที่กำหนดซึ่งทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนลดลง ครูผู้สอนควรจะกระชับขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมกับเวลา ระดับชั้น วัยและความสามารถของผู้เรียน พร้อมผลิตสื่อ

ประกอบบริหารจัดการเรียนรู้ที่มุ่งส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนตามความสามารถ

ชุดกิจกรรมจัดเป็นนวัตกรรมทางการศึกษารูปแบบหนึ่ง ที่ผู้วิจัยสนใจที่จะนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อฝึกให้ผู้เรียนมีการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองมากกว่าที่ให้ผู้สอนบอกเท่านั้น

ผู้วิจัยจึงสังเคราะห์ทฤษฎีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5E) และ 7 ขั้น (7E) ได้เป็น 6 ขั้นซึ่งเป็นการปรับปรุงขั้นตอนให้เหมาะสมกับผู้เรียน และในขณะนี้เทคโนโลยี e-book , หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ หรือหนังสือดิจิทัล ได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในการจัดการเรียนรู้ โดยมีจุดเด่นในการนำเสนอเนื้อหาที่หลากหลาย พกพาสะดวก ส่งผลให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงเนื้อหาได้อย่างมีประสิทธิภาพและเกิดการเรียนรู้ที่ยั่งยืน

ด้วยหลักการเหตุผล ความสำคัญ และปัญหาดังกล่าวข้างต้น จึงทำให้ผู้วิจัยมีความประสงค์ที่จะพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ดิจิทัล e-book ตามวงล้อบูรณาการกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 6 ขั้น เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาวิทยาศาสตร์ 4 รหัสวิชา ว22103 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวงล้อ 6 ขั้น และศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ วิชาวิทยาศาสตร์ 4 รหัสวิชา ว22103 ด้วย ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวงล้อ 6 ขั้น เพื่อนำความรู้ที่ได้รับไปใช้ประโยชน์และแก้ปัญหาต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันได้ และเหมาะสมกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตรที่กำหนดให้ผู้เรียนมีความสามารถในการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ และดำรงชีวิตในสังคม

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

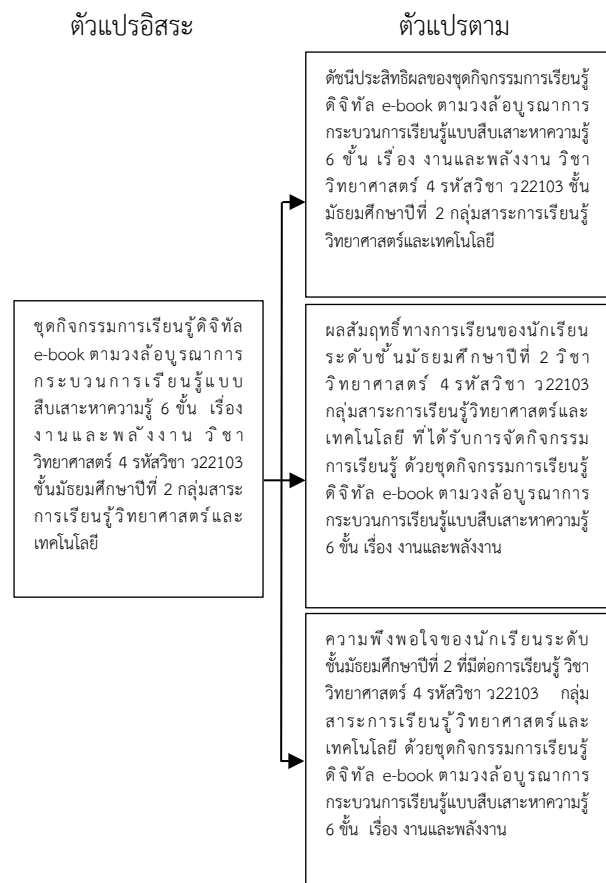
1. เพื่อพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ดิจิทัล e-book ตามวงล้อบูรณาการกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 6 ขั้น เรื่อง งานและพลังงาน วิชาวิทยาศาสตร์ 4 รหัสวิชา ว22103 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

2. เพื่อหาค่าดัชนีประสิทธิผลของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวงล้อ 6 ขั้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 วิชาวิทยาศาสตร์ 4 รหัส ว22103

3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องงานและพลังงาน วิชาวิทยาศาสตร์ 4 รหัสวิชา ว22103 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 วิชาวิทยาศาสตร์ 4 รหัส ว22103 ก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวงล้อ 6 ขั้น

4. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ เรื่องงานและพลังงาน วิชาวิทยาศาสตร์ 4 รหัสวิชา ว22103 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 วิชาวิทยาศาสตร์ 4 รหัส ว22103 โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวงล้อ 6 ขั้น

กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

สมมติฐานของการวิจัย

1. ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ดิจิทัล e-book ตามวงล้อบูรณาการกระบวนการเรียนรู้ แบบสืบเสาะหาความรู้ 6 ขั้น เรื่องงานและพลังงาน วิชาวิทยาศาสตร์ 4 รหัสวิชา ว22103

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

2. ชุมติกิจกรรมการเรียนรู้ตามวงล้อ 6 ชั้น มีประสิทธิภาพไม่น้อยกว่า 0.50

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง งานและพลังงาน วิชาวิทยาศาสตร์ 4 รหัสวิชา ว22103 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ด้วยชุมติกิจกรรมการเรียนรู้ตามวงล้อ 6 ชั้น มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

4. นักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ชุมติกิจกรรมการเรียนรู้ตามวงล้อ 6 ชั้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีความพึงพอใจระดับมากที่สุด

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากร คือ นักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 โรงเรียนปากคาดพิทยาคม อำเภอปากคาด จังหวัดบึงกาฬ จำนวน 138 คน จาก 4 ห้องเรียน กลุ่มตัวอย่างจำนวน 35 คน จาก 1 ห้องเรียน ที่สุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling)

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนปากคาดพิทยาคม อำเภอปากคาด จังหวัดบึงกาฬ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 1 ห้องเรียน คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 จำนวน 35 คน ได้มาโดยการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sample) เป็นห้องเรียนที่ผู้วิจัยสอนเอง ซึ่งมีระดับผลการเรียนที่หลากหลาย คือ มีผลการเรียนอยู่ในระดับเก่ง ปานกลาง และอ่อน คละกัน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. ชุมติกิจกรรมและคู่มือ
2. แผนการจัดการเรียนรู้
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
4. แบบสอบถามความพึงพอใจ ใช้วัดความพึงพอใจของนักเรียน

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ดำเนินการวิจัยโดยใช้รูปแบบ One – Group Pretest Posttest Design (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538: 258-249) ตามลำดับขั้นตอนดังนี้

1. ทดสอบก่อนเรียน (Pre – test) กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างโดยใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง งานและพลังงาน กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 จำนวน 35 คน
2. จัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบชุมติกิจกรรมการเรียนรู้ตามวงล้อ 6 ชั้น จำนวน 6 แผน ใช้เวลาทั้งหมด 12 ชั่วโมง
3. ทดสอบหลังเรียน (Post – test) กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างโดยใช้แบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง งานและพลังงาน กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 จำนวน 35 คน แบบทดสอบชุก่อนเรียน-หลังเรียนเป็นชุดเดียวกันแต่สลับข้อและตัวเลือกเพื่อความยุติธรรม
4. รวบรวมและวิเคราะห์คะแนน
5. เก็บข้อมูลความพึงพอใจของนักเรียน

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูล และได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. การวิเคราะห์ความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้จากผู้เชี่ยวชาญ โดยใช้เกณฑ์ประเมินแผนการจัดการเรียนรู้ในแต่ละแผนเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า(Rating Scale) 5 ระดับ ตามวิธีการของลิเคอร์ท (Likert) (บุญชม ศรีสะอาด, 2545: 103) ด้วยวิธีทางสถิติ ดังนี้
 - 1.1 หาค่าเฉลี่ย จำนวน 6 แผน
 - 1.2 หาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จำนวน 6 แผน
2. การวิเคราะห์ประสิทธิภาพของชุมติกิจกรรมการเรียนรู้ตามวงล้อ 6 ชั้น
 - 2.1 หาค่าสถิติพื้นฐาน ได้แก่ ร้อยละ (Percentage) และค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบก่อนเรียน คะแนนจากการทำเอกสารแบบฝึกกิจกรรมการเรียนรู้ระหว่างการใช้ชุมติกิจกรรมการเรียนรู้ตามวงล้อ 6 ชั้น แต่ละชุด และคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน

2.2 หาประสิทธิภาพของชุดการสอนแบบสื่อประสมตามเกณฑ์ 80/80 โดยใช้สูตร $E1/E2$ (เผชญิ กิจระการ, 2544: 44-51)

2.3 หาค่าดัชนีประสิทธิผลของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวงล้อ 6 ชั้น ของกู๊ดแมน เฟลทเชอร์ และชไนเดอร์ (Goodman, Fletcher and Schnieder) (ไชยยศ เรืองสุวรรณ, 2545: 279) ผลการวิเคราะห์ พบว่า ค่าดัชนีประสิทธิผล (The Effectiveness Index: E.I.) ของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวงล้อ 6 ชั้น มีค่า 0.79 แสดงว่า นักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น 0.79 หรือคิดเป็นร้อยละ 79

3. วิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.1 หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์ โดยหาค่าเฉลี่ยทางการประเมินของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดโดยใช้ค่าความสอดคล้อง IOC (บุญชม ศรีสะอาด, 2545: 64-65) พิจารณาคัดเลือกแบบทดสอบที่มีคะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 0.50 ถึง 1.00 ผลการวิเคราะห์ความสอดคล้องมีค่าระหว่าง 0.8 ถึง 1.00

3.2 การหาค่าอำนาจจำแนกและความยากของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบรายข้อโดยใช้วิธีวิเคราะห์ตามแบบอิงเกณฑ์โดยใช้วิธีของเบรนนัน (Brennan) (บุญชม ศรีสะอาด, 2545: 90) ผลการวิเคราะห์ได้แบบทดสอบที่มีค่าอำนาจจำแนก (B) ตั้งแต่ 0.25 ถึง 0.82 และมีค่าระดับความยาก (P) ตั้งแต่ 0.23 ถึง 0.63

3.3 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับโดยใช้วิธีหาความเชื่อมั่นแบบอิงเกณฑ์ ใช้วิธีของ Lovett (บุญชม ศรีสะอาด, 2545: 84) ผลการวิเคราะห์ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.85

4. วิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวงล้อ 6 ชั้น โดยวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ผลการวิเคราะห์ได้ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) 4.76 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) 0.18

สรุปผลการวิจัย

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ดิจิทัล e-book ตามวงล้อบูรณาการกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหา

ความรู้ 6 ชั้น เรื่อง งานและพลังงาน ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของผู้เรียน วิชาวิทยาศาสตร์ 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โรงเรียนปากคาดพิทยาคม อำเภอปากคาด จังหวัดบึงกาฬ สำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษามัธยมศึกษาบึงกาฬสรุปผลได้ ดังนี้

1. ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวงล้อ 6 ชั้น ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ เท่ากับ 85.06/84.21 ซึ่งเป็นค่าประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวงล้อ 6 ชั้น

คนที่	คะแนนก่อนเรียน	คะแนนจากการทำเอกสารแบบฝึกกิจกรรมการเรียนรู้ระหว่างการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ดิจิทัล e-book ตามวงล้อบูรณาการกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 6 ชั้น เรื่อง งานและพลังงาน							คะแนนหลังเรียน
		ชุดที่ 1	ชุดที่ 2	ชุดที่ 3	ชุดที่ 4	ชุดที่ 5	ชุดที่ 6	รวม	
N = 35	40	26	27	32	32	30	27	174	40
ΣX	369	788	809	925	929	907	822	5180	1179
$\bar{x}$	10.54	22.51	23.11	26.43	26.54	25.91	23.49	148.00	33.69
S.D.	2.06	1.15	0.99	0.85	0.82	0.92	1.01	2.34	2.10
ร้อยละ	26.36	86.59	85.61	82.59	82.95	86.38	86.98	85.06	84.21

$E_1/E_2 = 85.06/84.21, E.I. = 0.79$

จากตารางที่ 1 พบว่า คะแนนจากการทำเอกสารแบบฝึกกิจกรรมการเรียนรู้ร้อยละ 6 ชุด มีค่าเฉลี่ย 148.00 จากคะแนนเต็ม 174 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.34 คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 85.06 ผลจากการทำเอกสารแบบฝึกกิจกรรมการเรียนรู้ตามวงล้อ 6 ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวงล้อ 6 ชั้น (E_1) มีค่าเท่ากับ 85.06 คะแนน จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนมีค่าเฉลี่ย 33.69 จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.10 คะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 84.21 ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวงล้อ 6 ชั้น (E_2) มีค่าเท่ากับ 84.21 นั่นคือ ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ ตามวงล้อ 6 ชั้น E_1/E_2 เท่ากับ 85.06/84.21 เป็นไปตามสมมติฐาน ข้อที่ 1

2. ดัชนีประสิทธิผลของชุดกิจกรรมนี้ มีค่าเท่ากับ 0.79 แสดงว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมนี้ มีความรู้เพิ่มขึ้น 0.79 หรือคิดเป็นร้อยละ 79 ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีประสิทธิผลของการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวงล้อ 6 ชั้น ทั้ง 6 ชุด

จำนวนนักเรียน (N)	คะแนนเต็ม	ผลรวมของคะแนนก่อนเรียน	ผลรวมของคะแนนหลังเรียน	ดัชนีประสิทธิผล
35	40	369	1179	0.79

จากตารางที่ 2 ดัชนีประสิทธิผลของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ มีค่าเท่ากับ 0.79 แสดงว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวงล้อ 6 ชั้นนี้ มีความรู้เพิ่มขึ้น 0.79 หรือคิดเป็น ร้อยละ 79 เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 ที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้นี้ หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยก่อนและหลังการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวงล้อ 6 ชั้น

ผลสัมฤทธิ์	N	$\bar{X}$	S.D.	$\sum D$	$\sum D^2$	t
ก่อนเรียน (40)	35	10.54	2.06	810	19,034	47.02*
หลังเรียน (40)	35	33.69	2.10			

* $P \leq .05$

จากตารางที่ 3 จะเห็นได้ว่า คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมนี้ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ก่อนเรียน มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) เท่ากับ 10.54 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) เท่ากับ 2.06 และ หลังเรียนมีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) เท่ากับ 33.69 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) เท่ากับ 2.10 พบว่า คะแนนหลังเรียนด้วยชุดกิจกรรมนี้ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 หมายความว่า นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวงล้อ 6 ชั้นนี้ มีการพัฒนาการเรียนรู้ที่สูงขึ้นเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 3

4. ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวงล้อ 6 ชั้น มีค่าเฉลี่ยรวม 4.76 แสดงว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมนี้ มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวงล้อ 6 ชั้น

รายการ	$\bar{X}$	S.D.	ความเหมาะสม
ด้านเนื้อหา			
1. เนื้อหาที่เรียนเป็นเรื่องที่เข้าใจได้	4.97	0.17	มากที่สุด
2. ได้ศึกษาค้นคว้าเรื่องที่เรียนตามความต้องการ	4.94	0.24	มากที่สุด
3. เนื้อหาที่เรียนไม่ยากเกินไป	4.74	0.45	มากที่สุด
4. เรื่องที่เรียนเป็นเรื่องที่น่าสนใจ	4.59	0.61	มากที่สุด
5. ความรู้ที่ได้รับเป็นเรื่องที่นำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้	4.79	0.41	มากที่สุด
ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้			
6. การจัดการเรียนรู้โดยวิธีนี้ทำให้นักเรียนมีความสนใจและเอาใจใส่ต่อการเรียนวิทยาศาสตร์	4.68	0.47	มากที่สุด
7. การจัดการเรียนรู้โดยวิธีนี้ทำให้เข้าใจในเนื้อหาสาระ	4.76	0.50	มากที่สุด
8. การจัดการเรียนรู้โดยวิธีนี้ทำให้เรียนรู้ได้รวดเร็วขึ้นและสามารถเรียนได้ทันกันทุกคน	4.76	0.43	มากที่สุด
9. การจัดการเรียนรู้โดยวิธีนี้ทำให้เรื่องยากเป็นเรื่องง่าย	4.76	0.43	มากที่สุด
ด้านสื่อและอุปกรณ์ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้			
10. การจัดการเรียนรู้โดยวิธีนี้ทำให้นักเรียนมีความมั่นใจ ในการเรียนวิทยาศาสตร์ 4	4.79	0.48	มากที่สุด
11. การเรียนมีส่วนร่วมในการจัดการเรียนรู้	4.82	0.52	มากที่สุด
12. สื่อที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ สอดคล้องและเหมาะสมกับเนื้อหาสาระ	4.44	0.89	มาก
13. สื่อที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้มีความน่าสนใจ	4.85	0.50	มากที่สุด
14. สื่อที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้มีความหลากหลายและสอดคล้องกัน	4.82	0.58	มากที่สุด
15. การจัดการเรียนรู้โดยวิธีนี้เหมาะสมกับวิชาวิทยาศาสตร์ 4 ในเรื่องอื่น ๆ	4.74	0.45	มากที่สุด
16. ในการเรียนได้ปฏิบัติงานด้วยตนเอง	4.59	0.61	มากที่สุด
ด้านการวัดและประเมินผล			
17. มีวิธีทดสอบที่น่าสนใจ	4.74	0.51	มากที่สุด
18. เมื่อตอบคำถามถูกต้องจะได้รับคำชมเชยเสมอ	4.74	0.45	มากที่สุด
19. เมื่อมีการทดสอบย่อยท้ายบทเรียนฉันพอใจ	4.82	0.39	มากที่สุด
20. ฉันมีโอกาสดูผลคะแนนทันที	4.85	0.36	มากที่สุด
รวม	4.76	0.18	มากที่สุด

จากตารางที่ 4 พบว่าความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 2/1 ที่มีต่อการเรียนด้วยชุดกิจกรรมนี้ โดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด และความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวงล้อ 6 ชั้น เป็นรายด้านอยู่ในระดับมากที่สุด คือ ด้านเนื้อหา ด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ด้านสื่อและอุปกรณ์การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และด้านการวัดผลและประเมินผล เป็นไปตามสมมติฐาน ข้อที่ 4

อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้ดิจิทัล e-book ตามวงล้อบูรณาการกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 6 ขั้น เรื่อง งานและพลังงาน โรงเรียนปากคาดพิทยาคม อำเภอปากคาด จังหวัดบึงกาฬ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษาบึงกาฬ สามารถนำมาอภิปรายผล ดังนี้

1. ผลการหาประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวงล้อ 6 ชั้น ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น พบว่า มีประสิทธิภาพ 85.06/84.21 หมายความว่า นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยจากการทำเอกสารแบบฝึกกิจกรรมการเรียนรู้ระหว่างการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวงล้อ 6 ชั้น ทั้งหมด 6 ชุด คิดเป็นคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 85.06 และคะแนนทางการเรียนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น คิดเป็นร้อยละ 84.21 แสดงว่าชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวงล้อ 6 ชั้น ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ที่ตั้งไว้ เป็นไปตามสมมติฐาน ข้อที่ 1 ซึ่งสอดคล้องกับ อภิลักษณ์ คำสิดิต (2566: 98-107) ได้ทำการศึกษา เรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับสื่อแอปพลิเคชัน เรื่อง ระบบนิเวศ วิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 3 พบว่า ประสิทธิภาพของชุดกิจกรรมการเรียนรู้เท่ากับ 83.95/84.88 และสอดคล้องกับ สุวรรณี สุโทษา (2565: 53-58) ได้ทำการศึกษา เรื่อง การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (e-book) อ่านเพิ่มเติม เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การขยายพันธุ์พืช สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า หนังสืออิเล็กทรอนิกส์อ่านเพิ่มเติม เรื่อง การขยายพันธุ์พืช สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิภาพการเรียนรู้ (E1/E2) เท่ากับ 85.24/85.81

2. การศึกษาดัชนีประสิทธิผลชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวงล้อ 6 ชั้น จากคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า ค่าดัชนีประสิทธิผล เท่ากับ 0.79 หรือคิดเป็นร้อยละ 79 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ คือ .50 หรือร้อยละ 50 แสดงว่า เมื่อนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวงล้อ 6 ชั้น นักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้นร้อยละ 79 มีความก้าวหน้าและมีการพัฒนาการเรียนรู้เป็นไปตามสมมติฐาน ข้อที่ 2 ซึ่งสอดคล้องกับ พิมพ์ไฉ ใจดี (2566: 42-47) ได้ทำการศึกษา เรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการใช้ชุดทดสอบน้ำกระด้าง เพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70 และสอดคล้องกับ จุฬารัตน์ วิเศษ (2564: 120-130) ได้ทำการศึกษา เรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐานต่อการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทาง

พันธุกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น (7E) ร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐานหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

3. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 ที่เรียนด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวงล้อ 6 ชั้น ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น พบว่า มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐาน ข้อที่ 3 สอดคล้องกับ ดารกา บุปผเวส (2566: 75-86) ได้ทำการศึกษา เรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เรื่อง การแยกสารผสม เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า ทักษะกระบวนการคิดวิเคราะห์ หลังเรียนสูงกว่า ก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสอดคล้องกับ สุวรรณี สุโทษา (2565: 53-58) ได้ทำการศึกษา เรื่อง การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (e-book) อ่านเพิ่มเติม เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การขยายพันธุ์พืช สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากการใช้หนังสืออิเล็กทรอนิกส์อ่านเพิ่มเติม เรื่องการขยายพันธุ์พืช สูงกว่า ก่อนการใช้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวงล้อ 6 ชั้น ผลของการวิจัย พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจโดยรวมมีคะแนนเฉลี่ย 4.76 แสดงว่า นักเรียนส่วนมากมีความพึงพอใจต่อการเรียนในระดับมากที่สุด เป็นไปตามสมมติฐาน ข้อที่ 4 ซึ่งสอดคล้องกับ ดารกา บุปผเวส (2566: 75-86) ได้ทำการศึกษา เรื่อง ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เรื่อง การแยกสารผสม เพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 2 พบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้น เรื่อง การแยกสารผสม รายวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ความพึงพอใจโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก และสอดคล้องกับ อภิลักษณ์ คำสิดิต (2566: 98-107) ได้ทำการศึกษา เรื่อง การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับสื่อแอปพลิเคชัน เรื่อง ระบบนิเวศ วิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อชุดกิจกรรมการเรียนรู้ อยู่ในระดับมาก

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัย

ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

1. จากผลการวิจัยซึ่ง พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 วิชาวิทยาศาสตร์ 4 รหัสวิชา ว22103 หลังเรียนโดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ดิจิทัล e-book ตามวงล้อบูรณาการกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 6 ขั้นตอน เรื่อง งานและพลังงาน สูงกว่าก่อนเรียน แสดงให้เห็นว่านักเรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น ประกอบกับนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ชุดกิจกรรมนี้ ดังนั้น รูปแบบชุดกิจกรรมนี้ สามารถนำไปเป็นแบบอย่างหรือนำไปประยุกต์ใช้ กับเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์พื้นฐานในเรื่องอื่น ๆ ได้ และควรมีการสร้างชุดกิจกรรมการเรียนรู้ดิจิทัล e-book ตามวงล้อบูรณา

การกระบวนการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 6 ขั้นตอน ในกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทุกระดับชั้น

2. ผู้ใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวงล้อ 6 ขั้นตอน ควรศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับชุดกิจกรรมและวิธีการใช้ในกลุ่มมือการใช้ให้เข้าใจก่อนนำไปใช้

ข้อเสนอแนะสำหรับทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ระหว่างการใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ตามวงล้อ 6 ขั้นตอน กับวิธีการจัดการเรียนรู้ หรือสื่อการจัดการเรียนรู้รูปแบบอื่น ๆ

2. ควรมีการศึกษาถึงตัวแปรต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนหลังจากเรียนด้วยชุดกิจกรรมนี้ ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น เช่น เจตคติ ความสนใจ ความคงทนในการเรียนรู้ เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

- [1] กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กรุงเทพฯ: ชุมชนสมรรถนะการเกษตรแห่งประเทศไทย.
- [2] จุฑารัตน์ วิเศษ. (2564). *ผลการจัดการเรียนรู้วัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นตอน ร่วมกับการใช้ปัญหาเป็นฐานต่อการแก้ปัญหาเชิงวิทยาศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท: มหาวิทยาลัยบูรพา. สืบค้นจาก https://tdc.thailis.or.th/tdc/search_result.php
- [3] ไชยยศ เรืองสุวรรณ. (2545). *ทฤษฎีและการวิจัย*. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- [4] ดารกา บุปผเวส. (2566). *ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ขั้นตอน เรื่อง การแยกสารผสมเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท: มหาวิทยาลัยพะเยา.
- [5] บุญชม ศรีสะอาด. (2545). *การวิจัยเบื้องต้น*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- [6] เผิชญู กิจระการ. (2544). *การวิเคราะห์ประสิทธิภาพสื่อและเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา (E1/E2)*. *วารสารการวัดผลการศึกษามหาวิทยาลัยมหาสารคาม*, 7, 44-52.
- [7] พิมพ์ไฉ ใจดี. (2566). *ผลการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักรสืบเสาะหาความรู้ (5E) ร่วมกับการใช้ชุดทดสอบน้ำกระด้างเพื่อส่งเสริมทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ขั้นบูรณาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- [8] ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2538). *เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- [9] สุวรรณ สุโทษา. (2565). *การพัฒนาหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (e-book) อ่านเพิ่มเติม เพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง การขยายพันธุ์พืช สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- [10] อภิลักษณ์ คำสิดิต. (2566). *การพัฒนาชุดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5E ร่วมกับสื่อแอปพลิเคชัน เรื่อง ระบบนิเวศ วิชาวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี พระจอมเกล้าธนบุรี. สืบค้นจาก https://tdc.thailis.or.th/tdc/search_result.php